

**ЕНЕРГЕТИЧНА МОДЕЛЬ
ЕКОНОМІЧНОГО ЗРОСТАННЯ
УКРАЇНИ**

Монографія

**Харків
2021**

УДК 330.3 (477)

Е 65

Рекомендовано рішенням вченої ради Науково-дослідного центру індустріальних проблем розвитку НАН України (Протокол № 12 від 18.11.2021 р.)

Рецензенти: **Ляш Ольга Ігорівна** – доктор економічних наук, професор, професор кафедри економічної кібернетики Національного технічного університету «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», проректор з наукової та міжнародної діяльності Міжнародного університету фінансів (Київ);

Крамарев Геннадій Віталійович – доктор економічних наук, заслужений працівник промисловості України, генеральний директор АТ «Український нафтогазовий інститут» (Київ);

Рудика Віктор Іванович – доктор економічних наук, заслужений працівник промисловості України, Директор ДП «Гипрококс» (Харків)

Авторський колектив:

Кизим М. О., Хаустова В. Є., Шпілевський В. В., Губарева І. О., Белікова Н. В., Решетняк О. І., Зінченко В. А., Є. І., Котляров Є. І., Салашенко Т. І., Крячко Є. М., Колбасін Є. С., Криванич М. В., Рудика О. В., Шпілевський О. В., Харченко Р. В.
(за редакцією М. О. Кизима, В. В. Шпілевського)

Т 65 Енергетична модель економічного зростання України : кол. моногр. / за ред. М. О. Кизима, В. В. Шпілевського; авт. кол. : Кизим М. О., Хаустова В. Є., Шпілевський В. В., Губарева І. О., Белікова Н. В., Решетняк О. І., Зінченко В. А., Котляров Є. І., Салашенко Т. І., Крячко Є. М., Колбасін Є. С., Криванич М. В., Рудика О. В., Шпілевський О. В., Харченко Р. В. Харків : ФОП Лібуркіна А. М., 2021. 340 с. Укр. мова

ISBN 978-617-7801-32-9

Монографію присвячено дослідженню теоретичних і практичних аспектів енергетичного моделювання розвитку національної економіки, розробленню теоретико-методичних і концептуальних засад формування енергетичної моделі національної економіки, здатної забезпечувати узгодженість структурних перетворень в економіці й енергетиці країни. У монографії наводяться результати: аналізу узгодженості економічного й енергетичного розвитку України; оцінки стану і тенденцій розвитку національного електроенергетичного комплексу на фоні глобальних викликів енергетичного розвитку; обґрунтування теоретичних і методичних положень енергетичної моделі економічного розвитку країни; визначення напрямів і можливих сценаріїв структурних перетворень в електроенергетиці, спрямованих на забезпечення економічного зростання країни; вибору сценарію структурних перетворень у національній електроенергетиці на основі порівняльного аналізу параметрів різних варіантів енергетичних моделей економіки; обґрунтування концепції побудови енергетичної моделі економічного розвитку країни і практичних рекомендацій щодо її впровадження; ін.

Рекомендовано для науковців, викладачів, здобувачів наукових ступенів, студентів економічних і технічних спеціальностей, а також фахівців з питань стратегічного розвитку паливно-енергетичного сектора.

УДК 330.3 (477)

ISBN 978-617-7801-32-9

© Колектив авторів, 2021
© ФОП Лібуркіна А. М., 2021

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
Розділ 1. Тенденції розвитку й енергоефективність економіки України	7
1.1. Економічний розвиток України на фоні світових тенденцій	7
1.2. Енергоефективність національної економіки за видами економічної діяльності	23
1.3. Структурні зрушення в національній економіці: енергетичний аспект	51
Розділ 2. Аналіз стану та тенденцій розвитку електроенергетичного комплексу України	86
2.1. Розвиток національної сфери енергозабезпечення на фоні світових тенденцій.....	86
2.2. Стан і тенденції розвитку електроенергетики країни	108
2.3. Аналіз структурних зрушень в енергетичному комплексі країни: технологічно-виробничий аспект	125
Розділ 3. Об'єктивні передумови та теоретичні засади моделі узгодженого економічного й енергетичного розвитку України	153
3.1. Оцінка узгодженості тенденцій економічного й енергетичного розвитку країни	153
3.2. Глобальні виклики та перспективи структурного розвитку електроенергетики країни	168
3.3. Теоретичні засади енергетичної моделі економічного розвитку країни	190

Енергетична модель економічного зростання України

Розділ 4. Методичні засади та концепція формування енергетичної моделі економічного розвитку України	210
4.1. Методичні засади енергетичної моделі розвитку національної економіки	210
4.2. Концепція побудови в країні енергетичної моделі економічного розвитку	225
4.3. Нормативно-правове підґрунтя розвитку ринкових відносин в електроенергетичній сфері країни	252
ВИСНОВКИ	274
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	278
ДОДАТКИ.....	293

ВСТУП

Однією з важливих проблем економічного розвитку України є низька енергоефективність суспільного виробництва при високому рівні зовнішньої енергетичної залежності. Висока енергоємність виробництва визначає недостатню конкурентоспроможність вітчизняної продукції, як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках. Основу енергетичних реформ у країні щодо подолання цих проблем складають пріоритетні напрями розвитку науки і техніки. Однак вагомим структурно-технологічним зрушень у паливно-енергетичній сфері країни ще не досягнуто.

Енергетичні реформи, що проводяться в Україні, переважно орієнтовані на імплементацію наднаціональної – європейської правової бази, що за умов обмеженості стратегічного бачення структурних перетворень в енергетичній сфері та неузгодженості тенденцій національного і глобального енергетичного розвитку ще не забезпечує скорочення економічного відставання країни від світових тенденцій. Відставання енергетичного розвитку країни обумовлюється низкою проблем у сфері її енергозабезпечення, а саме нераціональною структурою джерел постачання первинної енергії, надлишком потужностей енергоперетворення, високими втратами енергії при її постачанні та ін.

Наявність зазначених проблем значною мірою залежить і від неадекватності теоретико-методичного забезпечення прийняття управлінських рішень щодо проведення структурно-технологічних змін у паливно-енергетичному комплексі, узгоджених з орієнтирами економічного розвитку країни та світу. Однією з причин цього є відсутність обґрунтованого стратегічного бачення енергетичної бази економічного розвитку країни, тому за мету цієї науково-дослідної роботи було визначено розроблення методичних засад і практичних рекомендацій щодо формування енергетичної моделі економіки України.

Об'єктом дослідження стали структурні зміни в енергетичній сфері країни в контексті формування умов її економічного розвитку.

У дослідженні застосовано методи теоретичного узагальнення, аксіоматичний, аналіз, синтез, системний підхід та аналіз, метод наукових абстракцій, структурно-параметричне моделювання, імітаційне моделювання, цільове програмування, графічний.

Проведене дослідження виявило протиріччя між тенденціями економічного і енергетичного розвитку, що викликані відсутністю узгоджених з економічними трансформаціями структурних змін в енергетичному секторі України.

Ключовими результатами дослідження стали теоретико-методичні положення оцінки узгодженості тенденцій економічного й енергетичного розвитку, енергетичної моделі економічного розвитку країни та визначення напрямів структурно-технологічної модернізації електроенергетики, на основі яких було обґрунтовано концепцію формування перспективної енергетичної моделі економічного розвитку країни.

Практичне застосування розробленого теоретико-методичного забезпечення енергетичного моделювання економічних систем дозволяє забезпечити ефективне прогнозування енергозабезпечення, оптимізувати виробничо-технологічну структуру енергетичних систем, розвиток енергетичного самозабезпечення територій та ін.

1.1. Економічний розвиток України на фоні світових тенденцій

Конкуренцеспроможність країн і її зростання визначається узгодженістю напрямів їх економічного розвитку зі світовими тенденціями й адекватною реакцією на глобальні виклики. Однак неоднозначні тенденції системного розвитку національної економіки, обтяжені суспільними і політично-територіальними ускладненнями, визначають додаткові вимоги до забезпечення соціально-економічного зростання України. Однією з таких вимог є необхідність кардинального підвищення енергетичної ефективності національної економіки.

Розвиток економіки України упродовж 2008–2019 рр. характеризується значними коливаннями обсягів валового внутрішнього продукту (ВВП) у 2008–2009 рр. та 2013–2015 рр.

Динаміку обсягів ВВП у світі та Україні у 2008–2019 рр. подано на *рис. 1.1.*

Динаміку ВВП розвинутих країн світу, а також країн, що стрімко розвиваються, країн-членів ОЕСД (Організація економічного співробітництва та розвитку), України та Польщі подано в табл. А1 Додатка А.

Як видно з *рис. 1.1* та табл. А.1, обсяг світового ВВП зазнав несуттєвих коливань у період світової економічної кризи 2008–2009 рр. і знизився з 62,8 трлн дол. США у 2008 р. до 61,9 трлн дол. США, або на 1,3 %. У період з 2009 по 2018 роки обсяги світового ВВП щороку збільшувалися в межах 2–3 %.

Обсяг ВВП України на початку світової економічної кризи знизився зі 120,0 млрд дол. США у 2008 р. до 101,9 млрд дол. США у 2009 р., або на 15,1 % з поступовою стабілізацією з 2011 р.

Енергетична модель економічного зростання України

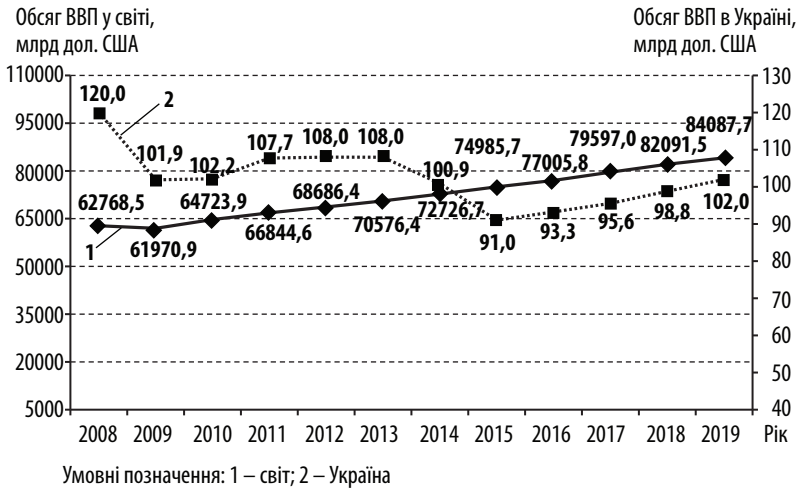


Рис. 1.1. Динаміка обсягів ВВП у світі та Україні в 2008–2019 рр.
(у постійних цінах 2015 р).

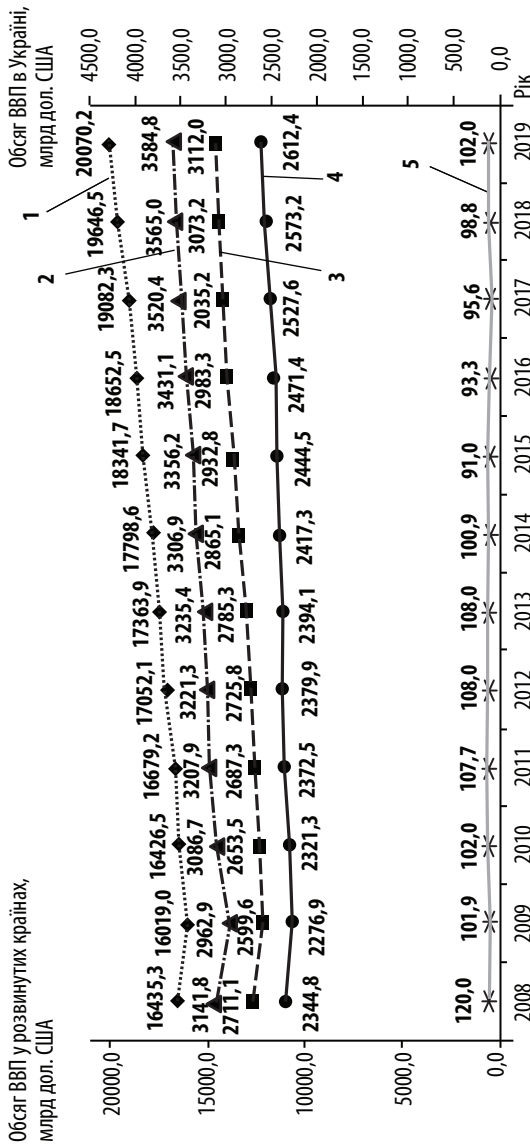
Джерело: за матеріалами [1]

Подолання негативних наслідків світової фінансової кризи 2008–2009 рр. в Україні було ускладнено втратою контролю над промислово розвиненими територіями на сході країни, що негативно вплинуло на обсяг ВВП країни, який знизився з 108,0 млрд дол. США у 2013 р. до 91,0 млрд дол. США у 2015 р., або на 15,7 %.

Динаміку ВВП в Україні та розвинених країнах світу у 2008–2019 рр. наведено на *рис. 1.2*.

З даних *рис. 1.2* видно, що серед розвинених країн світу за показником обсягів ВВП лідирують США: ВВП збільшився з 16019,0 млрд дол. США у 2009 р. до 20070,2 млрд дол. США у 2019 р., або на 25,3 %. Економіка Німеччини теж демонструвала щорічне зростання обсягів ВВП, але з дещо нижчими темпами зростання – від 1,5 % до 2,5 %. Обсяги ВВП у Великій Британії та Франції також стабільно зростали упродовж 2009–2019 рр. і досягли рівня 3112,0 та 2612,4 млрд дол. США відповідно.

РОЗДІЛ 1. Тенденції розвитку й енергоефективність економіки України



Умовні позначення: 1 – США; 2 – Німеччина; 3 – Велика Британія; 4 – Франція; 5 – Україна

Рис. 1.2. Динаміка ВВП в Україні та розвинутих країнах світу у 2008–2019 рр.

Джерело: за матеріалами [1]

Енергетична модель економічного зростання України

Таким чином, з 2009 р. розвинені країни світу змогли швидше України вийти з наслідків світової економічної кризи, здебільшого за рахунок відновлення ділової активності на зовнішніх ринках, відсутності їх повної втрати, ефективної промислової політики та нарощування обсягів виробництва товарів і послуг. Україна на фоні зазначених розвинених країн світу, також як і порівняно зі світовою економікою, значно поступалася за обсягами та темпами ВВП і втратила динаміку зростання з 2012 р. по 2015 р. Слід зазначити значне відставання обсягів ВВП України від вказаних країн світу, що становить десятки разів.

Динаміку ВВП в Україні та країнах, що швидко розвиваються, у 2008–2019 рр. наведено на *рис. 1.3*.

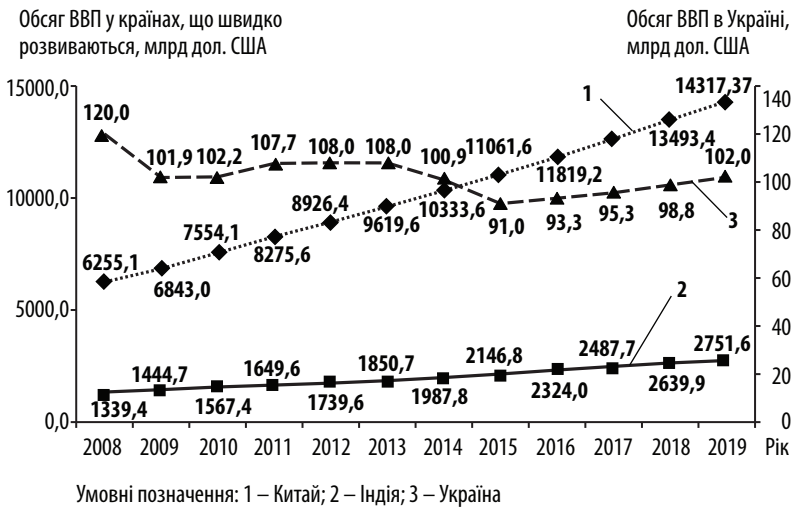


Рис. 1.3. Динаміка ВВП в Україні та країнах, що швидко розвиваються, у 2008–2019 рр.

Джерело: за матеріалами [1]

У світі країнами, які найбільш динамічно розвивалися останні 10 років, є Китай та Індія. Так, згідно з наведеними на *рис. 1.3* даними, рівень

РОЗДІЛ 1. Тенденції розвитку й енергоефективність економіки України

ВВП Китаю зріс з 6255,1 млрд дол. США у 2008 р. до 14317,7 млрд дол. США у 2018 р., або у 2,9 разу при середніх темпах зростання на рівні 7,8 % упродовж останніх 11 років. Індія також збільшувала свій рівень обсягів ВВП приблизно з такими ж темпами на рівні 6,8 %. Україна, на жаль, не може похвалитися такими темпами зростання обсягів ВВП з трьох причин:

- світова економічна криза 2008–2009 рр., яка вплинула на зменшення обсягів ВВП України, на відміну від Китаю та Індії;
- наявність генеруючих потужностей енергетичної системи на територіях двох східних областей, які на сьогодні не контролюються державою, і, як наслідок, зниження економічного потенціалу;
- втрата ринків збуту електроенергії до анексованої АР Крим у 2014 р.

Поступове поглиблення економічних відносин України та Польщі і, як наслідок, збільшення їх товарообігу понад 50 % у 2016–2019 рр. потребує дослідження обсягів ВВП цієї суміжної країни.

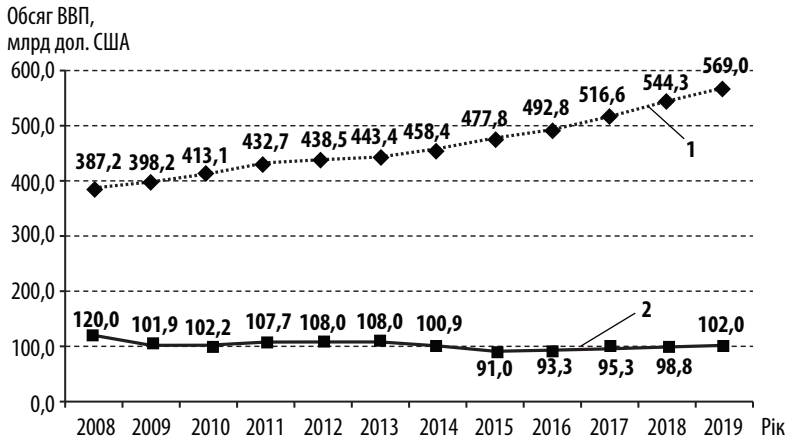
Динаміку ВВП в Україні та Польщі у 2008–2019 рр. наведено на *рис. 1.4*.

Як видно з даних *рис. 1.4*, обсяги ВВП Польщі упродовж 2009–2019 рр. перевищували обсяги ВВП України в 4–5 разів і збільшилися з 387,2 млрд дол. США у 2008 р. до 569,0 млрд дол. США у 2019 р., або на 47,0 %. При цьому за темпами зростання обсягів ВВП Польща несуттєво поступалася провідним розвинутим країнам світу, які склали в середньому 3,6 %.

Динаміку обсягів ВВП в Україні та країнах-членах Організації економічного співробітництва та розвитку (ОСЕР) у 2008–2019 рр. наведено на *рис. 1.5*.

Дані *рис. 1.5* свідчать про щорічне зростання обсягів ВВП країн-членів ОЕСД упродовж 2009–2019 рр. з 41878,1 до 51340,5 млрд дол. США, або на 22,6 %. Україна на фоні цих даних значно поступається зазначеній групі країн в останні 5 років понад у 500 разів.

Енергетична модель економічного зростання України



Умовні позначення: 1 – Польща; 2 – Україна

Рис. 1.4. Динаміка ВВП в Україні та Польщі у 2008–2019 рр.

Джерело: за матеріалами [1]

Нестабільність тенденцій економічних змін не дозволило Україні за десять посткризових років відновити докризовий обсяг ВВП, який на кінець 2019 р. склав лише 85 % від рівня 2008 р. В цей же період зростання глобального ВВП склало 3,6%, а українського 0,8% на рік, тобто темпи зростання економіки України були у 4,5 разу нижче світових. Глобальні тенденції зростання забезпечили відновлення світової економіки вже у 2010 р. При цьому більшість країн, що швидко розвиваються, в роки кризи не допустили зниження ВВП, а розвинені країни відновили обсяги ВВП вже у 2011 році. Наведені факти свідчать про наявність протиріччя у тенденціях глобального і національного економічного розвитку.

На основі даних табл. А.2 Додатка А дослідимо структуру валової доданої вартості (ВДВ) за видами економічної діяльності в Україні в 2013–2019 рр. (рис. 1.6).

Дані рис. 1.6 свідчать про відносно стабільну структуру ВДВ за всіма видами економічної діяльності без суттєвих коливань упродовж всього періоду, що досліджувався.

РОЗДІЛ 1. Тенденції розвитку й енергоефективність економіки України

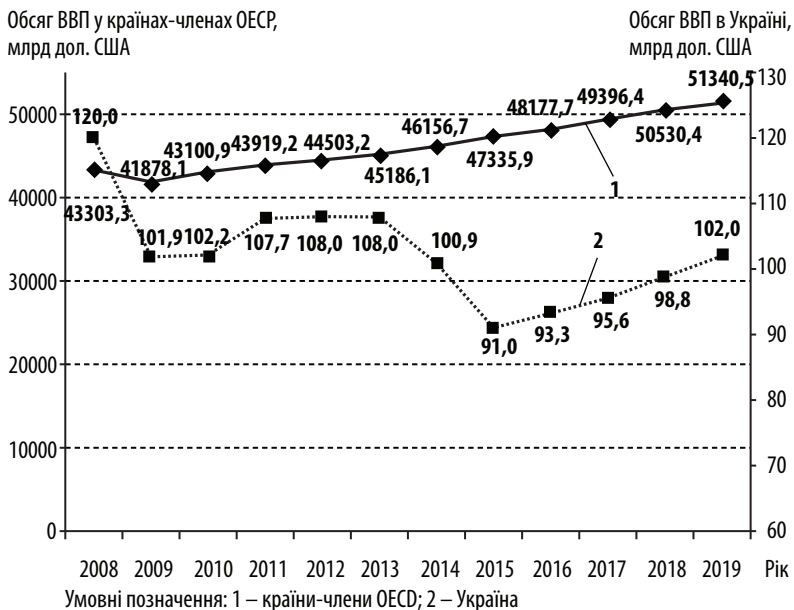


Рис. 1.5. Динаміка обсягів ВВП в Україні та країнах-членах ОЕСД у 2008–2019 рр.

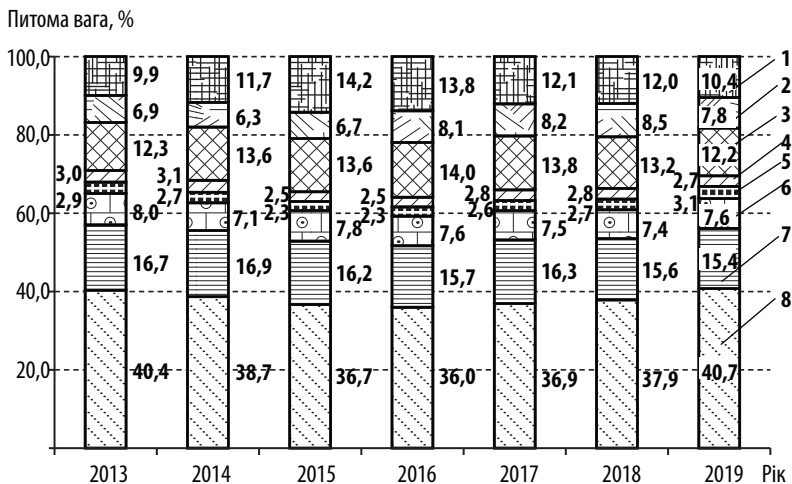
Джерело: за матеріалами [1]

Так, найбільш стабільною виявилася частка ВДВ у будівництві та добувній промисловості, коливання якої не перевищувало 0,5 % упродовж 2013–2019 рр. Питома вага сільського, лісового та рибного господарства упродовж 2013–2015 рр. щороку збільшувалася з послідуємим падінням з 14,2 % в 2015 р. до 10,4 % в 2019 р. Також зменшувалася питома вага транспорту та складського господарства – з 7,8 % у 2015 р. до 7,6 % у 2019 р. Переробна промисловість втрачала свою частку у ВДВ країни упродовж 2016–2019 рр. з 14,0 % до 12,2 %. І, навпаки, частка ВДВ ПЕК збільшувалася з 6,3 % у 2014 р. до 8,5 % у 2018 р., з незначним зниженням до 7,8 % у 2019 р.

Серед зазначених вище видів економічної діяльності оптова та роздрібна торгівля мала найвищу частку у ВДВ країни на рівні 15–17 %. Гру-

Енергетична модель економічного зростання України

пування інших видів економічної діяльності свідчить про високу їх питому вагу в загальному обсязі ВДВ країни в середньому на рівні близько 40 %.



Умовні позначення: 1 – сільське, лісове та рибне господарство; 2 – паливно-енергетичний комплекс (ПЕК); 3 – переробна промисловість; 4 – добувна промисловість (без добування корисних горючих копалин); 5 – будівництво; 6 – транспорт та складське господарство; 7 – оптова та роздрібна торгівля та ремонт автотранспортних засобів; 8 – інші види економічної діяльності

Рис. 1.6. Динаміка структура ВДВ за видами економічної діяльності в Україні у 2013–2019 рр.

Джерело: за матеріалами [2]

Динаміку обсягів і структуру ВДВ ПЕК України у 2013–2019 рр. наведено в табл. 1.1.

Наведені у табл. 1.1 дані свідчать, що упродовж 2013–2019 рр. динаміка обсягів ВДВ ПЕК за всіма наведеними видами економічної діяльності мала тенденцію до збільшення, а саме:

- у добуванні кам'яного та бурого вугілля ВДВ збільшилася з 22 380 млн грн у 2013 р. до 37 180 млн грн у 2019 р., або в 1,7 разу;

РОЗДІЛ 1. Тенденції розвитку й енергоефективність економіки України

Таблиця 1.1.
Динаміка обсягів і структура ВДВ ПЕК за видами економічної діяльності України у 2013 – 2019 рр.

Вид економічної діяльності	2013 р.	Питома вага, %	2014 р.	Питома вага, %	2015 р.	Питома вага, %	2016 р.	Питома вага, %	2017 р.	Питома вага, %	2018 р.	Питома вага, %	2019 р.	Питома вага, %
Добування кам'яного та бурого вугілля	22 380	24,2	11 964	13,7	10 372	9,1	15 735	9,6	23 196	11,2	31 330	12,2	37 180	13,9
Добування сировини нафти та природного газу	20 005	21,7	24 510	28,0	42 685	37,5	65 986	40,2	84 420	40,9	99 296	38,7	92 612	34,7
Виробництво коксу, кокспродуктів і продуктів нафтоперероблення	5 701	6,2	6 275	7,2	7 275	6,4	8 656	5,3	12 619	6,1	13 792	5,4	12 383	4,6
Постачання електроенергії, газу, пари та кондиціонованого повітря	44 220	47,9	44 836	51,2	53 385	46,9	73 809	45,0	85 970	41,7	111 856	43,6	124 908	46,8
Всього	92 306		87 585		113 717		164 186		206 205		256 274		267 083	

Ажерело: за матеріалами [2]

- у добуванні сирової нафти та природного газу ВДВ збільшилася з 20 005 млн грн у 2013 р. до 92 612 млн грн у 2019 р., або у 4,6 разу;
- у виробництві коксу, коксопродуктів і продуктів нафтоперероблення ВДВ збільшилася з 5 701 млн грн у 2013 р. до 12 383 млн грн у 2018 р., або у 2,2 разу;
- у постачанні електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря ВДВ збільшилася з 44 220 млн грн у 2013 р. до 124 908 млн грн у 2018 р., або у 2,8 разу.

У структурі ВДВ ПЕК України найбільша частка належить постачанню електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря (в середньому 46,2 %), але частка цього ВЕД скорочувалася з 47,9 % у 2013 р. щорічно до 43,6 % у 2018 р., з незначним зростанням до 46,8 % у 2019 р. На фоні цього, навпаки, відбувалося щорічне зростання частки ВДВ у добуванні сирової нафти та природного газу з 21,7 % у 2013 р. до 38,7 % у 2018 р., з незначним зниженням до 34,7 % у 2019 р. Тобто у 2017–2019 рр. питома вага ВДВ зазначених видів економічної діяльності в загальному обсязі ВДВ ПЕК України майже зрівнялася.

З причин втрати частини промислового потенціалу Донецької та Луганської областей внаслідок конфлікту на сході України питома вага ВДВ у добуванні кам'яного та бурого вугілля в загальному обсязі ВДВ ПЕК України знизилася вдвічі – з 24,2 % у 2013 р. до 13,9 % у 2019 р.

Питома вага ВДВ у виробництві коксу, коксопродуктів і продуктів нафтоперероблення упродовж 2013–2019 рр. не зазнала суттєвих коливань, однак мала тенденцію до зниження з 7,2 % у 2014 р. до 4,6 % у 2019 р.

Динаміку структури ВДВ у переробній промисловості за видами економічної діяльності в Україні у 2013–2019 рр. наведено в *табл. 1.2*.

Як видно з *табл. 1.2*, упродовж 2013–2019 рр. динаміка обсягів ВДВ у переробній промисловості за всіма наведеними видами економічної діяльності мала тенденцію до збільшення, а саме:

РОЗДІЛ 1. Тенденції розвитку й енергоефективність економіки України

Таблиця 1.2
Динаміка структури ВДВ у переробній промисловості за видами економічної діяльності України у 2013–2019 рр.

Вид економічної діяльності	2013 р.	%	2014 р.	%	2015 р.	%	2016 р.	%	2017 р.	%	2018 р.	%	2019 р.	%
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. Виробництво харчових продуктів; напоїв і тютюнових виробів	46 070	27,2	56 979	29,4	74 263	31,4	90 862	31,2	105 329	29,3	110 624	26,9	119 223	27,7
2. Текстильне виробництво, виробництво одягу, шкіри й інших матеріалів	6 930	4,1	7 567	3,9	10 714	4,5	13 190	4,5	16 657	4,6	19 576	4,8	21 357	5,0
3. Виробництво деревини, паперу; поліграфічна діяльність і тиражування	9 602	5,7	12 034	6,2	16 071	6,8	20 286	7,0	23 718	6,6	28 552	6,9	29 659	6,9
4. Виробництво коксу, кокспродуктів і продуктів нафтоперероблення	5 701	3,3	6 275	3,2	7 275	3,0	8 656	2,9	12 619	3,5	13 792	3,3	12 383	2,9
5. Хімічна та нафтохімічна промисловість	13 383	7,9	15 187	7,8	21 013	8,8	24 245	8,3	27 833	7,7	32 626	7,9	33 947	7,9
6. Виробництво іншої неметалевої мінеральної продукції	8 002	4,7	6 913	3,6	9 176	3,9	12 365	4,2	15 392	4,3	18 988	4,6	22 257	5,2
7. Металургійне виробництво	16 964	10,0	34 463	17,8	38 216	16,1	46 124	15,8	58 290	16,2	68 903	16,7	58 964	13,7
8. Виробництво готових металевих виробів, крім машин і устаткування	6 382	3,8	5 786	3,0	7 643	3,2	9 904	3,4	13 485	3,7	16 894	4,1	19 104	4,4

Закінчення табл. 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
9. Машинобудування	44 300	26,1	36 041	18,6	36 844	15,5	46 252	15,9	60 462	16,8	70 171	17,0	73 813	17,2
10. Виробництво меблів; іншої продукції; ремонт і монтаж машин і устаткування	12 299	7,3	12 805	6,6	15 477	6,5	19 587	6,7	26 082	7,2	31 341	7,6	39 521	9,2
Всього	169 633		194 050		236 692		291 471		359 867		411 467		430 228	

Джерело: за матеріалами [2]

РОЗДІЛ 1. Тенденції розвитку й енергоефективність економіки України

- у виробництві харчових продуктів, напоїв і тютюнових виробів ВДВ збільшилася з 46 070 млн грн у 2013 р. до 119 223 млн грн у 2019 р., або в 2,6 разу;
- у металургійному виробництві ВДВ збільшилася з 16 964 млн грн в 2013 р. до 58 964 млн грн у 2019 р., або в 3,5 разу;
- у машинобудуванні ВДВ збільшилася з 44 300 млн грн у 2013 р. до 73 813 млн грн у 2019 р., або у 1,7 разу;
- у хімічній та нафтохімічній промисловості ВДВ збільшилася з 13 383 млн грн у 2013 р. до 33 947 млн грн у 2019 р., або в 2,5 разу;
- у виробництві меблів, іншої продукції, ремонті і монтажу машин і устаткування ВДВ збільшилася з 12 299 млн грн у 2013 р. до 39 521 млн грн у 2019 р., або у 3 рази;
- у текстильному виробництві, виробництві одягу, шкіри й інших матеріалів ВДВ збільшилася з 6 930 млн грн у 2013 р. до 21 357 млн грн у 2019 р., або у 3,1 разу;
- у виробництві іншої неметалевої мінеральної продукції ВДВ збільшилася з 8 002 млн грн у 2013 р. до 22 257 млн грн у 2019 р., або у 2,8 разу;
- у виробництві готових меблевих виробів, крім машин та устаткування, ВДВ збільшилася з 6 382 млн грн у 2013 р. до 19 104 млн грн у 2019 р., або у 3 рази;
- у виробництві коксу, коксопродуктів і продуктів нафтоперероблення ВДВ збільшилася з 5 701 млн грн у 2013 р. до 12 383 млн грн у 2019 р., або у 2,2 разу.

У структурі ВДВ у переробній промисловості України найбільша частка належить виробництву харчових продуктів; напоїв і тютюнових виробів (у середньому 29,0 %), але упродовж досліджуваного періоду частка цього виду економічної діяльності щорічно збільшувалася у 2013–2016 рр. з 27,2 % до 31,2 %, а у 2017–2019 рр. скоротилася до 27,7 %. Спостерігалось щорічне зростання частки ВДВ у металургійному виробництві з 10,0 % у 2013 р. до 16,7 % у 2018 р. На фоні цього

необхідно зазначити суттєве зниження питомої ваги ВДВ машинобудування з 26,1 % у 2013 р. до 17,2 % у 2019 р.

Динаміку структури ВДВ окремих видів економічної діяльності в Україні у 2013–2019 рр. наведено в *табл. 1.3*.

Як видно з *табл. 1.3*, упродовж 2013–2019 рр. динаміка обсягів ВДВ у окремих видів економічної діяльності за всіма наведеними видами економічної діяльності мала тенденцію до збільшення, а саме:

- в інших видах економічної діяльності ВДВ збільшилася з 1 104 649 млн грн у 2013 р. до 2 846 405 млн грн у 2019 р., або у 2,6 разу;
- у державному управлінні й обороні; обов'язковому соціальному страхуванні ВДВ збільшилася з 73 194 млн грн у 2013 р. до 266 656 млн грн у 2019 р., або в 3,6 разу;
- в освіті ВДВ збільшилася з 81 745 млн грн у 2013 р. до 172 645 млн грн у 2019 р., або у 2,1 разу;
- в охороні здоров'я та наданні соціальної допомоги ВДВ збільшилася з 52 190 млн грн у 2013 р. до 95 435 млн грн у 2019 р., або у 1,8 разу;
- у телекомунікації (електрозв'язок) ВДВ збільшилася з 24 586 млн грн у 2013 р. до 41 689 млн грн у 2019 р., або у 1,7 разу.

У структурі ВДВ у окремих видів економічної діяльності України найбільша частка належить іншим видам економічної діяльності (в середньому 83,9 %), упродовж досліджуваного періоду частка цього виду економічної діяльності суттєво не змінювалась, збільшилася з 82,7 % в 2013 р. до 83,9 % у 2018 р.

Спостерігається щорічне зростання частки ВДВ у державному управлінні й обороні; обов'язковому соціальному страхуванні – з 5,5 % у 2013 р. до 7,8 % у 2019 р. На фоні цього необхідно зазначити зниження питомої ваги ВДВ у телекомунікації (електрозв'язок) з 1,8 % в 2013 р. до 1,2 % у 2019 р.; в освіті – з 6,1 % у 2013 р. до 5,0 % у 2019 р.; в охороні здоров'я та наданні соціальної допомоги – з 3,9 % у 2013 р. до 2,8 % у 2019 р.

РОЗДІЛ 1. Тенденції розвитку й енергоефективність економіки України

Таблиця 1.3

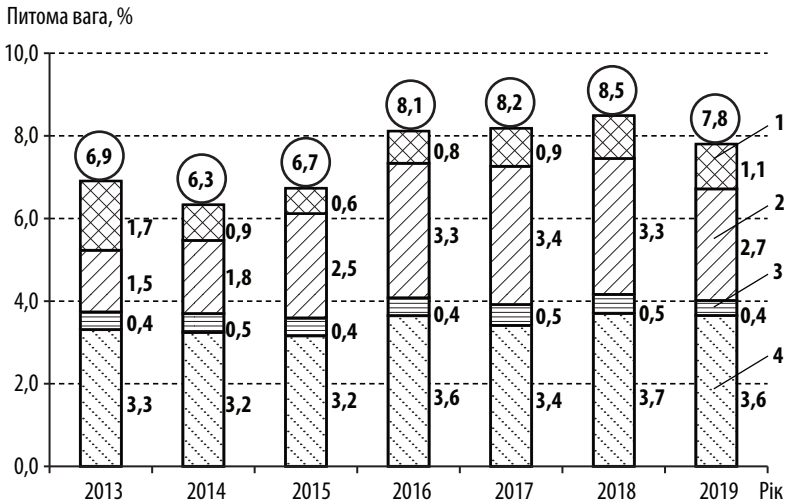
Динаміка структури ВДВ окремих видів економічної діяльності в Україні у 2013–2019 рр.

Вид економічної діяльності	2013 р.	%	2014 р.	%	2015 р.	%	2016 р.	%	2017 р.	%	2018 р.	%	2019 р.	%
Телекомунікації (електро-зв'язок)	24586	1,8	23852	1,7	28555	1,7	29991	1,5	32948	1,3	37182	1,2	41689	1,2
Державне управління й оборона; обов'язкове соціальне страхування	73194	5,5	78731	5,7	95085	5,6	123065	6,1	163798	6,5	212789	7,1	266656	7,8
Освіта	81745	6,1	76068	5,5	82778	4,9	88996	4,4	133213	5,3	158620	5,3	172645	5,0
Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги	52190	3,9	46250	3,3	51480	3,0	58858	2,9	76140	3,0	77130	2,6	95435	2,8
Інші види економічної діяльності	1104649	82,7	1157818	83,7	1431489	84,7	1722318	85,1	2113462	83,9	2532469	83,9	2846405	83,2
Всього	1336364		1382719		1689387		2023228		2519561		3018190		3422830	

Ажерело: за матеріалами [2]

Енергетична модель економічного зростання України

Динаміку частки вартості виробництва енергії в загальному обсязі ВВП України за видами економічної діяльності в 2013–2019 рр. наведено на *рис. 1.7*, який побудовано на основі даних табл. А.2–А.3 Додатка А.



Умовні позначення: 1 – добування кам'яного та бурого вугілля; 2 – добування сирої нафти та природного газу; 3 – виробництво коксу, кокспродуктів та продуктів нафтоперероблення; 4 – постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря

Рис. 1.7. Частка вартості виробництва енергії в загальному обсязі ВВП України за видами економічної діяльності у 2013–2019 рр.

Джерело: за матеріалами [2; 3]

З даних рис. 1.7 видно, що загальна частка вартості виробництва енергії в загальному обсязі ВВП України збільшувалася з 2014 р. по 2018 роки і зросла з 6,3 % до 8,5 %, й знизилася до 7,8% у 2019 р. Найбільша частка вартості виробництва енергії в загальному ВВП упродовж 2013–2019 рр. припадала на постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря (зростання з 3,3 % у 2013 р. до 3,6 % у 2019 р.) та на добування сирої нафти та природного газу (зростання з 1,5 % у 2013 р. до 3,7 % у 2019 р.).

РОЗДІЛ 1. Тенденції розвитку й енергоефективність економіки України

Такі тенденції збільшення частки вартості виробництва енергії в загальному ВДВ України пов'язані переважно зі зростанням тарифів на електроенергію, зокрема, структури тарифів і факторів, що впливають на їх розмір, а також збільшенням обсягів видобутку природного газу та нафти. На виробництво коксу, коксопродуктів і продуктів нафтоперероблення в Україні приходилося не більше 0,4–0,5% вартості виробництва енергії.

Вище наведене свідчить, що з 2008 по 2019 роки існувало протиріччя між тенденціями зростання світової економіки, економіки країн ОЕСР, економіки країн, що швидко розвиваються, територіально суміжних із Україною країн і тенденцією скорочення масштабів національної економіки.

У цей же період відбувалися суттєві зміни в структурі національної економіки що призвело до зростання значущості в господарському комплексі країни сільського господарства, паливно-енергетичного комплексу та переробної промисловості, при зниженні частки у загальному обсязі ВВП всіх інших видів господарської діяльності.

1.2. Енергоефективність національної економіки за видами економічної діяльності

Енергія є основним чинником розвитку світової економіки, оскільки вона є важливим фактором виробництва майже всіх товарів і послуг у сучасній глобалізованій економіці. Розвиток енергетики відіграє одну з найважливіших функцій у соціально-економічних та екологічних аспектах сталого розвитку кожної країни й функціонуванні світової економіки.

Енергетичний розвиток сприяє економічному зростанню тому, що створює нові робочі місця і вартість, пов'язану з видобутком, перетворенням і розподіленням енергії. Крім того, стабільні та низькі ціни на енергію допомагають стимулювати темпи зростання будь-якої економіки. Це пов'язано з тим, що більш низькі ціни на енергію призводять

до збільшення наявного доходу споживачів і зниження витрат для виробників [4].

Розвиток енергетики в широкому сенсі означає розширення надання й використання енергетичних послуг і є невід'ємною частиною прискореного економічного розвитку. Використання енергії на одиницю продукції з часом знижується на більш пізніх стадіях індустріалізації, відображаючи впровадження більш ефективних технологій виробництва та використання енергії, а також зміни в структурі економічної діяльності. Але навіть з урахуванням тенденцій до підвищення енергоефективності й інших стримуючих факторів, загальне споживання енергії у світі продовжує зростати [5].

Зараз у світі відбуваються зміни у підходах до формування енергетичної політики держав: здійснюється перехід від застарілої моделі функціонування енергетичного сектора, в якому домінували великі виробники, викопне паливо, неефективні мережі, недосконала конкуренція на ринках природного газу, електроенергії, вугілля – до нової моделі, в якій створюється більш конкурентне середовище, вирівнюються можливості для розвитку, та мінімізується домінування одного з видів виробництва енергії або джерел та/або шляхів постачання палива. Водночас віддається перевага підвищенню енергоефективності й використанню енергії із відновлюваних та альтернативних джерел. Впровадження заходів із запобігання та адаптації до зміни клімату також є одним із пріоритетів глобального розвитку енергетики [6].

Аналіз тенденцій розвитку світової енергетики до 2030–2040 рр., за прогнозами міжнародних енергетичних організацій, показує, що ключовими факторами є надійність енергопостачання, енергетична безпека, енергоефективність і екологічна гармонізація. При цьому підвищення рівня енергоефективності є стратегічним напрямом зниження енергоємності економіки. Одним із основних рушійних мотивів розвитку енергетики у період 2020–2040 рр. стане запобігання глобальним змінам клімату за рахунок планомірного зниження викидів парникових газів. Ключову роль в успішному вирішенні нагальних проблем енергетики, включаючи задоволення зростаючого попиту,

РОЗДІЛ 1. Тенденції розвитку й енергоефективність економіки України

підвищення енергоефективності та надійності енергопостачання з поліпшенням стану навколишнього середовища, визначатимуть інноваційні технології енергетики [7].

Стратегічний орієнтир сталого розвитку енергетики в сучасних умовах – оптимізована комплексно збалансована система чотирьох «Е»: енергетика, економіка, енергоефективність, екологічна сумісність [8].

Комплексний порівняльний аналіз і моніторинг тенденцій енергетичного розвитку країн світу постійно проводиться міжнародними економічними та енергетичними агенціями та подається у вигляді щорічних порівняльних рейтингів (Індексів), що спрямовані на висвітлення різних аспектів розвитку енергетики та його взаємозв'язку з економічним та екологічним розвитком.

Масштабні дослідження в цій сфері проводяться фахівцями Всесвітнього економічного форуму (WEF – World Economic Forum). Фахівці Всесвітнього економічного форуму розраховують Індекс енергетичного переходу (ETI – energy transition index) [9], що покликаний орієнтувати країни на ефективність їх енергетичної системи, а також оцінює готовність до переходу до безпечного, стійкого та надійного енергетичного майбутнього.

Індекс (ETI) розраховується за 40 частковими показниками, що зважено входять до складу 9 компонент, які, своєю чергою, входять до складу двох субіндексів: «Ефективність системи» та «Готовність до переходу». Субіндекс «Ефективність системи» складається із трьох компонент: «Економічне зростання та розвиток», «Стійкість навколишнього середовища» та «Доступ до енергії та безпека». Субіндекс «Готовність до переходу» зважено агрегує такі шість компонент: «Капітал та інвестиції», «Регулювання та політичні зобов'язання», «Установи та управління», «Інфраструктура та інноваційне бізнес середовище», «Людський капітал та участь споживачів» та «Структура енергетичної системи».

За Індексом (ETI) у 2020 р. Україна посідала 102-ге місце серед 115 країн світу за значенням субіндексу «Ефективність системи» –

89-92-ге місце, а за субіндексом «Готовність до переходу» – 109-112-ге місце.

Всесвітня енергетична рада (WEC – World Energy Council) розробила концепцію, що базується на трьох основних аспектах розвитку національних енергетичних систем: енергетична безпека (energy safety), доступність енергії (energy equity) та екологічна стійкість (environmental sustainability) [10]. Урівноваження цих трьох цілей є «Трилемою», а збалансовані системи дозволяють досягти процвітання та конкурентоспроможності країн. Індекс «Трилема» містить порівняльний рейтинг енергетичних систем 128 країн. Він надає оцінку ефективності енергосистем країн, відображаючи рівновагу та стійкість у трьох вимірах «Трилеми».

Кожний субіндекс «Трилеми» оцінюється в межах від А до D (де А – найвище значення (відповідає першому кuartилію), D – найнижче значення (відповідає четвертому кuartилію)), що дозволяє скомпонувати інтегральний показник субіндексів – набір із трьох букв.

Енергетична складова в Індексу «Трилема» розраховується за 5 частковими показниками, що мають 6 % вагу: «Диверсифікація первинного енергопостачання», «Імпортна залежність», «Диверсифікація генерації електроенергії», «Зберігання енергії», «Стабільність системи та здатність до відновлення». Перші два часткових показники об'єднуються в категорію «Безпека постачань та попит на енергію», інші чотири – в категорію «Стійкість енергетичних систем».

Україна у 2020 р. посідала 50-те місце серед 108 досліджуваних країн світу зі значенням Індексу «Трилема» 68,9, та балансовою оцінкою АСВ, причому за субіндексом «Енергетична безпека» посіла 12-те місце, за субіндексом «Доступність енергії» – 74-те місце, за субіндексом «Екологічна стійкість» – 49-те місце.

Також фахівцями Всесвітньої енергетичної ради розраховано динаміку зміни Індексу «Трилеми» для кожної окремої країни з базовим значенням 100 % у 2000 р., згідно з яким у 2020 р. Україна досягла 127,6 % базового рівня за субіндексом «Екологічна стійкість»,

РОЗДІЛ 1. Тенденції розвитку й енергоефективність економіки України

117,7 % – за субіндексом «Енергетична безпека» та 116,7 % – за субіндексом «Доступність енергії».

Глобальний інститут енергетики (GEI) при Торговельній палаті США [11] розробив Міжнародний індекс ризику енергетичної безпеки (International Energy Security Risk Index), що розраховується для США та 24 країн – найбільших споживачів енергії (серед яких Україна). Індекс розраховується на основі зваженого інтегрування 29 часткових показників, нормалізованих до середнього по країнах ОЕСР, що об'єднані у 8 субіндексів:

1. Глобальне паливо – надійність та різноманітність світових запасів і поставок нафти, природного газу та вугілля (більш висока надійність і різноманітність – менший ризик для енергетичної безпеки.);
2. Імпорт палива – вплив на національну економіку ненадійних і концентрованих поставок нафти, природного газу та вугілля (більш висока надійність і різноманітність поставок та нижчий рівень імпорту – менший ризик для енергетичної безпеки);
3. Енерговитрати – величина витрат у національній економіці на енергію і вплив цінових шоків на споживачів (більш низькі витрати та вплив – менший ризик для енергетичної безпеки);
4. Ціна та ринкова волатильність – чутливість національної економіки до великих коливань цін на енергоносії (нижча волатильність – менший ризик для енергетичної безпеки);
5. Інтенсивність споживання енергії – інтенсивність використання енергії щодо чисельності населення і економічного виробництва (менше використання енергії промисловістю для виробництва товарів і послуг – менший ризик для енергетичної безпеки);
6. Електроенергетичний сектор – надійність та різноманітність генеруючих потужностей електроенергетики (більша різноманітність – менший ризик для енергетичної безпеки);
7. Транспортний сектор – ефективність використання енергії в транспортному секторі на одиницю ВВП і на душу населення

Енергетична модель економічного зростання України

(більш висока ефективність – менший ризик для енергетичної безпеки);

8. Навколишнє середовище – вплив на економіку національних і міжнародних мандатів зі скорочення викидів парникових газів (менші викиди вуглекислого газу енергетичним сектором – менший ризик для енергетичної безпеки).

Індекс дає розуміння абсолютних тенденцій щодо ризиків енергетичної безпеки в окремих країнах і відносних тенденцій щодо інших країн. Відстеження відносного прогресу країни таким чином може дати розуміння кон'юнктури ринку, політики та інших подій, що впливають на енергетичну безпеку на національному рівні.

У табл. 1.4 наведено динаміку Індексу ризику енергетичної безпеки та його субіндексів для України порівняно з середнім значенням по країнах ОЕСР.

Таблиця 1.4

Відмінність України від країн ОЕСР за індексом енергетичної безпеки, %

Субіндекс / Індекс	Рік							
	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018
Глобальне паливо	0	0	0	0	0	0	0	0
Імпорт палива	297	314	133	67	82	74	57	52
Енерговитрати	188	248	101	40	59	62	46	38
Ціна та ринкова волатильність	195	280	232	69	111	103	100	115
Інтенсивність споживання енергії	806	982	476	246	396	390	322	278
Електроенергетичний сектор	-6	-13	-18	-15	-16	-13	-13	-12
Транспортний сектор	118	118	40	11	47	46	28	16
Навколишнє середовище	423	496	199	103	107	77	59	48
Індекс ризику енергетичної безпеки	272	329	148	66	97	92	74	65

Джерело: за матеріалами [11]

З табл. 1.4 видно, що протягом 1995–2018 рр. Україна більш ніж у 4 рази покращила рівень енергетичної безпеки, однак має найнижчий рівень серед досліджуваних країн – найбільших споживачів енергії.

Найменший рівень ризику енергетичної безпеки Україна мала за субіндексом «Електроенергетичний сектор», що характеризується частковими показниками «Диверсифікація потужностей електроенергетики» та «Частка електрогенеруючих потужностей, що не виділяє викиди вуглецю», а найбільший – «Інтенсивності споживання енергії», що характеризується частковими показниками «Енергоспоживання на душу населення», «Енергомісткість ВВП» та «Інтенсивність споживання нафтопродуктів».

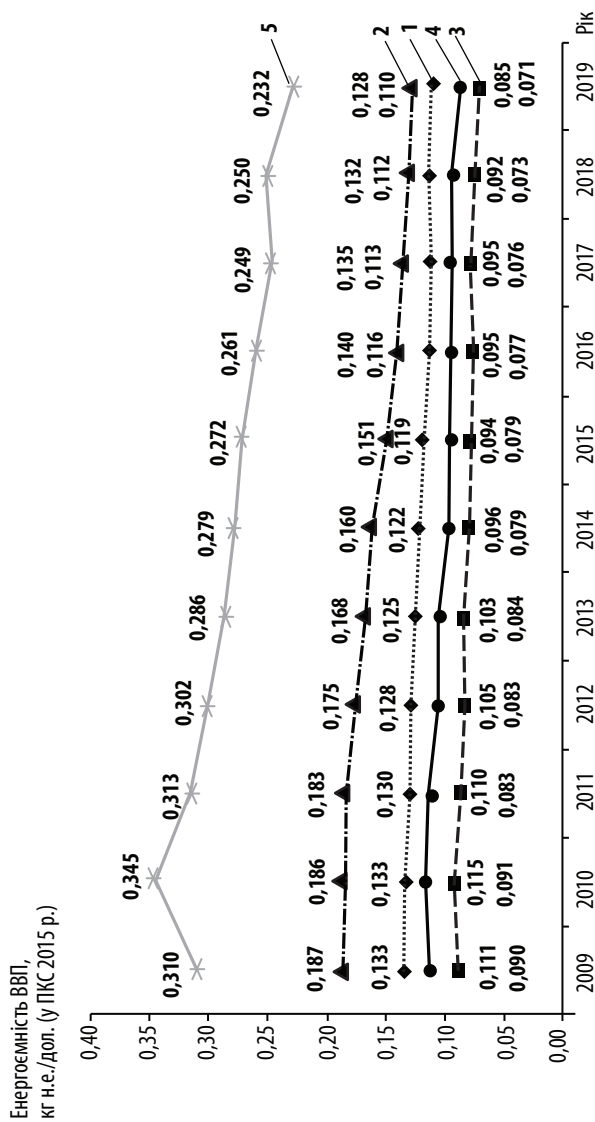
Таким чином, позиції, що займає Україна у міжнародних рейтингах, визначають низку взаємопов'язаних проблем енергетичного, економічного й екологічного розвитку країни, серед яких однією з головних є висока енергоемність ВВП.

Рівні та тенденції енергоефективності країн, яка більш часто оцінюється за допомогою зворотного показника – енергоемності ВВП, сильно розрізняються в різних регіонах та країнах світу, відображаючи відмінності в економічній структурі та досягнення в галузі енергоефективності [12].

На *рис. 1.8* та в *табл. 1.5* наведено динаміку енергоемності ВВП в окремих країнах світу та Україні у 2009–2019 рр.

Як видно з *рис. 1.8* та *табл. 1.5*, світовий рівень енергоемності ВВП за аналізований період мав тенденцію до зниження, як у світі, так і в окремих країнах. У 2019 р. світовий рівень енергоемності ВВП становив 0,110 кг н. е./дол., а рівень країн ОЕСР – 0,093 кг н. е./дол.

Серед досліджуваних країн рівень енергоемності ВВП нижче світового в 2019 р. був у Великій Британії (0,059 кг н. е./дол.), Німеччині (0,071 кг н. е./дол.), Франції (0,083 кг н. е./дол.), Польщі (0,085 кг н. е./дол.) та Індії (0,089 кг н. е./дол.). В Україні цей показник у 2019 р. становив 0,232 кг н. е./дол., що у більш ніж у 2 рази перевищував світовий рівень.



Умовні позначення: 1 – світ; 2 – Китай; 3 – Німеччина; 4 – Польща; 5 – Україна

Рис. 1.8. Динаміка рівня енергоємності ВВП в окремих країнах світу та Україні у 2009–2019 рр.

Джерело: за матеріалами [12]

РОЗДІЛ 1. Тенденції розвитку й енергоефективність економіки України

Таблиця 1.5

Динаміка енергоємності ВВП в окремих країнах світу та Україні
у 2009–2019 рр.

Країна	Рік				Темп приросту 2019 р. до:			Середній темп приросту з 2009 р. по 2019 р.
	2009	2014	2018	2019	2018 р.	2014 р.	2009 р.	
	кг н. е./дол. (у ПКС 2015 р.)				%			
США	0,136	0,125	0,115	0,111	-3,48	-11,20	-18,38	-2,01
Франція	0,101	0,092	0,086	0,083	-3,49	-9,78	-17,82	-1,94
Німеччина	0,090	0,079	0,073	0,071	-2,74	-10,13	-21,11	-2,34
Велика Британія	0,081	0,067	0,061	0,059	-3,28	-11,94	-27,16	-3,12
Китай	0,187	0,160	0,132	0,128	-3,03	-20,00	-31,55	-3,72
Індія	0,123	0,111	0,092	0,089	-3,26	-19,82	-27,64	-3,18
Польща	0,111	0,096	0,092	0,085	-7,61	-11,46	-23,42	-2,63
Україна	0,310	0,279	0,250	0,232	-7,20	-16,85	-25,16	-2,86
Країни ОЕСР	0,114	0,103	0,096	0,093	-3,13	-9,71	-18,42	-2,02
Світ	0,133	0,122	0,112	0,110	-1,79	-9,84	-17,29	-1,88

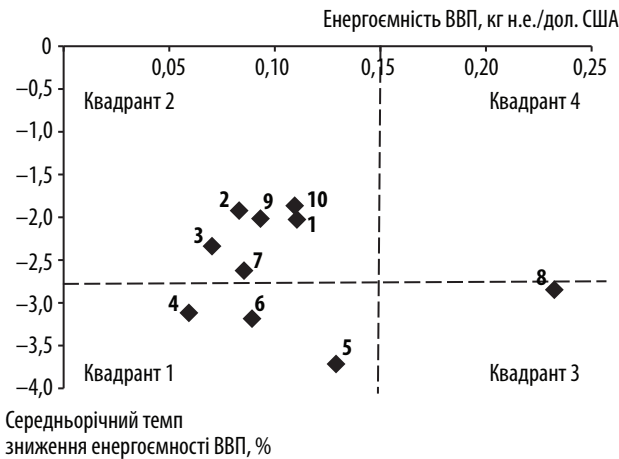
Джерело: за матеріалами [12]

За аналізований період світовий темп зниження енергоємності ВВП склав -17,29 % із середнім темпом зниження -1,88 %, близькими до світових були й відповідні показники країн ОЕСР. Досліджувані країни за період, що аналізувався, мали темп зниження енергоємності ВВП вищий за світовий, а найвищий темп зниження серед них мали Китай (-31,55 %), Індія (-27,64 %) та Велика Британія (-27,16 %). Темп зниження енергоємності ВВП в Україні у 2009–2019 рр. склав -25,16 % із середнім темпом зниження -2,86 %, що є одним з найвищих результатів у світі.

Однак порівняльна оцінка енергоефективності різних економік лише за темпами зниження енергоємності є недостатньою, оскільки не відображає кінцевого результату цього процесу, а саме – досягнутого

Енергетична модель економічного зростання України

рівня енергоемності ВВП країни, який є визначальним для забезпечення конкурентоспроможності сучасної економіки. Тому порівняльну оцінку енергоефективності економік країн (груп країн) проведено комплексно за критеріями направленості й інтенсивності змін та рівня енергоемності ВВП. Для цього використано матрицю, наведену на рис. 1.9.



Умовні позначення: 1 – США; 2 – Франція; 3 – Німеччина; 4 – Велика Британія;
5 – Китай; 6 – Індія; 7 – Польща; 8 – Україна; 9 – країни ОЕСР; 10 – світ

Рис. 1.9. Матриця оцінки енергоефективності окремих країн світу

Джерело: складено за матеріалами [12]

Наведену матрицю поділено на чотири квадранти по осях середніх значень діапазонів показників, а саме: квадрант 1 – високої енергоефективності; квадрант 2 – достатньої енергоефективності; квадрант 3 – недостатньої енергоефективності; квадрант 4 – низької енергоефективності.

Наведена матриця свідчить, що середнє значення енергоефективності по світу (точка 10) припадає на квадрант 2 – достатньої енергоефективності. Для точки 10 характерний помірний рівень і темп зни-

РОЗДІЛ 1. Тенденції розвитку й енергоефективність економіки України

ження енергоємності ВВП. До цього ж квадранта входять такі країни з аналітичної вибірки, як: розвинені США, Франція та Німеччина; країни ОЕСР; суміжна з Україною Польща. Діапазони енергоємності ВВП цих країн від 0,071 до 0,111 кг н. е на дол. США, а темпів її зниження – від 1,94 до 2,63% на рік. Обмежена наведеними діапазонами зона тяжіє до центру матриці, тому позиції країн і їх сукупностей можуть використовуватись як еталонна база для порівняння з ними відповідних показників інших країн.

До квадранта 1 – високої енергоефективності – увійшли розвинена Велика Британія, а також країни з надвисокими темпами економічного розвитку – Китай та Індія.

До квадранта 3 – недостатньої енергоефективності – увійшла тільки Україна, для якої характерний темп зниження енергоємності ВВП, що суттєво випереджає темпи, притаманні еталонній групі країн, але ця тенденція не є достатньою для забезпечення задовільного рівня енергоємності ВВП.

До квадранта 4 – низької енергоефективності – не увійшло не однієї країни, оскільки таких до аналітичної вибірки включено не було.

Висока енергоємність ВВП України є наслідком особливостей структури національної економіки, зміщеної у бік більш енергоємних галузей, істотного технологічного відставання більшості галузей економіки від рівня розвинених країн, а також цінових викривлень на внутрішніх енергетичних ринках. В умовах залежності країни від імпорту таких енергоносіїв, як газ та нафта, висока енергоємність обмежує конкурентоспроможність національного виробництва й лягає важким навантаженням на економіку [13].

Дослідимо, які структурні зміни відбувалися у період з 2013 по 2019 роки в енергетиці та економіці України за типом перервності виробничого процесу та рівнем енергоємності в кінцевому споживанні ПЕР та випуску продукції.

Класифікація ВЕД економіки України за типом перервності виробничого процесу та рівнем енергоємності здійснюється на основі

Енергетична модель економічного зростання України

даних міжгалузевих балансів країни за період 2013–2019 рр. і має такий вигляд (табл. 1.6).

Таблиця 1.6

Класифікація ВЕД України за типом перервності виробничого процесу та рівнем енергоємності в 2013–2019 рр.

ВЕД	Тип перервності виробничого процесу	Рівень енергоємності
1	2	3
Сільське, лісове та рибне господарство	Дискретний	Низькоенергоємний
Добування кам'яного та бурого вугілля	Безперервний	Середньоенергоємний
Добування сирої нафти та природного газу	Безперервний	Середньоенергоємний
Добування металевих руд, інших корисних копалин та розроблення кар'єрів; надання допоміжних послуг у сфері добувної промисловості та розроблення кар'єрів	Безперервний	Високоенергоємний
Виробництво харчових продуктів; напоїв та тютюнових виробів	Дискретний	Низькоенергоємний
Текстильне виробництво, виробництво одягу, шкіри та інших матеріалів	Дискретний	Низькоенергоємний
Оброблення деревини та виробництво виробів з деревини; целюлозно-паперове виробництво; видавнича діяльність	Дискретний	Низькоенергоємний
Виробництво коксу та коксопродуктів, виробництво продуктів нафтоперероблення	Безперервний	Високоенергоємний
Хімічна та нафтохімічна промисловість	Безперервний	Середньоенергоємний
Виробництво іншої неметалевої мінеральної продукції	Дискретний	Середньоенергоємний
Металургійне виробництво та виробництво готових металевих виробів	Безперервний	Високоенергоємний
Машинобудування	Дискретний	Низькоенергоємний
Інші галузі промисловості	Дискретний	Низькоенергоємний
Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря	Безперервний	Високоенергоємний

РОЗДІЛ 1. Тенденції розвитку й енергоефективність економіки України

Закінчення табл. 1.6

1	2	3
Водопостачання; каналізація, поводження з відходами	Безперервний	Високоенергоємний
Будівництво	Дискретний	Низькоенергоємний
Оптова та роздрібна торгівля; ремонт авто-транспортних засобів і мотоциклів	Дискретний	Низькоенергоємний
Транспорт, складське господарство, поштова і кур'єрська діяльність	Безперервний	Високоенергоємний
Тимчасове розміщування й організація харчування	Дискретний	Низькоенергоємний
Інші види економічної діяльності	Дискретний	Низькоенергоємний

Джерело: за матеріалами [14]

В табл. 1.7 наведено питому вагу характеристик груп ВЕД економіки країни за типом перервності виробничого процесу та рівнем енергоємності в кінцевому споживанні ПЕР і випуску продукції.

Як видно з табл. 1.7, в кінцевому споживанні ПЕР у 2019 р. суттєву частку (75,47 %) склали ВЕД з безперервним типом виробничого процесу, а у випуску продукції суттєву частку (78,06 %) склали ВЕД з дискретним типом виробничого процесу.

У 2019 р. у кінцевому споживанні ПЕР 71,13 % питомої ваги припадало на ВЕД з високим рівнем енергоємності, 18,59 % – на ВЕД з низьким рівнем енергоємності та 10,29 % – на ВЕД з середнім рівнем енергоємності. У випуску продукції 77,41 % питомої ваги припадало на ВЕД з низьким рівнем енергоємності, 17,16 % – на ВЕД з високим рівнем енергоємності та 6,04 % – на ВЕД з середнім рівнем енергоємності.

Величина та напрямок структурного зрушення i -ї характеристики групи ВЕД за Δt -й період часу ($I_i^{\Delta t}$) визначається за таким індексом [15–20]:

$$I_i^{\Delta t} = \frac{d_i^{t_2} - d_i^{t_1}}{d_i^{t_1}}, \quad (1.1)$$

Таблиця 1.7

Питома вага характеристик груп ВЕД України в кінцевому споживанні ПЕР та випуску продукції 2013–2019 рр.

Характеристика	Кінцеве споживання ПЕР				Випуск продукції			
	2013 р.		2019 р.		2013 р.		2019 р.	
	Частка	Ранг	Частка	Ранг	Частка	Ранг	Частка	Ранг
Тип перервності виробничого процесу								
Безперервний	78,94	1	75,47	1	21,40	2	21,94	2
Дискретний	21,06	2	24,53	2	78,60	1	78,06	1
Всього	100		100		100		100	
Рівень енергоємності								
Високоенергоємні	75,70	1	71,13	1	17,23	2	17,16	2
Середньоенергоємні	8,03	3	10,29	3	4,77	3	5,43	3
Низькоенергоємні	16,27	2	18,59	2	78,00	1	77,41	1
Всього	100		100		100		100	

Джерело: власні розрахунки

де $d_i^{t_1}$ і $d_i^{t_2}$ – відповідно, питома вага i -ї характеристики групи ВЕД в базисному (t_1) і звітному (t_2) періодах.

Міра суттєвості структурного зрушення характеристик груп ВЕД оцінюється за допомогою такої шкали (табл. 1.8).

Таблиця 1.8

Шкала оцінки міри суттєвості структурного зрушення характеристик груп ВЕД

Інтервали значення	Міра суттєвості структурного зрушення
$ 0 - 0,150 $	Незначне структурне зрушення
$ 0,151 - 0,700 $	Суттєве структурне зрушення
$ 0,700 \text{ і вище} $	Значне структурне зрушення

Джерело: за матеріалами [14]

РОЗДІЛ 1. Тенденції розвитку й енергоефективність економіки України

У табл. 1.9 наведено значення індексів структурних зрушень характеристик груп ВЕД у кінцевому споживанні ПЕР і випуску продукції в 2013–2019 рр.

Таблиця 1.9

Індекси та напрямки структурних зрушень характеристик груп ВЕД у кінцевому споживанні ПЕР та випуску продукції в 2013–2019 рр.

Характеристика	Кінцеве споживання ПЕР	Випуск продукції	Кінцеве споживання ПЕР	Випуск продукції
	Кількісне значення		Якісна характеристика	
	$I_i^{2013-2019}$	$I_i^{2013-2019}$	$I_i^{2013-2019}$	$I_i^{2013-2019}$
Тип виробничого процесу				
Безперервний	-0,0440	0,0253	Незначне	Незначне
Дискретний	0,1649	-0,0069	Суттєве	Незначне
Рівень енергоємності				
Високоенергоємні	-0,0605	-0,0041	Незначне	Незначне
Середньоенергоємні	0,2812	0,1387	Суттєве	Незначне
Низькоенергоємні	0,1425	-0,0076	Незначне	Незначне

Джерело: власні розрахунки

Як видно з табл. 1.9, протягом 2013–2019 рр. у кінцевому споживанні ПЕР відбулося незначне структурне зниження (-0,0440) у групі ВЕД з безперервним типом виробничого процесу та суттєве структурне зростання (0,1649) у групі ВЕД з дискретним типом виробничого процесу. У випуску продукції за досліджуваний період відбулося незначне структурне зростання (0,0253) у групі ВЕД з безперервним типом виробничого процесу та незначне структурне зниження (-0,0069) у групі ВЕД з дискретним типом виробничого процесу.

За аналізований період у кінцевому споживанні ПЕР відбулося незначне структурне зниження (-0,0605) у групі ВЕД з високим рівнем енергоємності, суттєве структурне зростання (0,2812) у групі ВЕД з середнім рівнем енергоємності та незначне структурне зростання (0,1425) у групі ВЕД з низьким рівнем енергоємності. У структурі ви-

пуску продукції у досліджуваному періоді відбулося незначне зниження (-0,0041) у групі ВЕД з високим рівнем енергоємності, незначне зростання (0,1387) у групі ВЕД з середнім рівнем енергоємності та незначне зниження (-0,0076) у групі ВЕД з низьким рівнем енергоємності.

Оцінка структурного зрушення в кінцевому споживанні ПЕР та випуску продукції за рахунок груп ВЕД за період Δt -го часу за допомогою інтегрального коефіцієнта ($K_i^{\Delta t}$) здійснюється таким чином [15–20]:

$$K_i^{\Delta t} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i^{t_2} - d_i^{t_1})^2}{\sum_{i=1}^n (d_i^{t_2} + d_i^{t_1})^2}}, \quad (1.2)$$

де n – кількість характеристик у групі ВЕД.

Міру суттєвості інтегрального структурного зрушення в кінцевому споживанні ПЕР та випуску продукції можна оцінити за допомогою шкали В. Рябцева (табл. 1.10).

Таблиця 1.10

Шкала інтегральної оцінки міри суттєвості структурного зрушення

Інтервали значення	Міра суттєвості структурного зрушення
0,000 – 0,030	Тотожність структур
0,031 – 0,070	Вельми низьке структурне зрушення
0,071 – 0,150	Низьке структурне зрушення
0,151 – 0,300	Суттєве структурне зрушення
0,301 – 0,500	Значне структурне зрушення
0,501 – 0,700	Вельми значне структурне зрушення
0,701 – 0,900	Протилежний тип структури
0,901 і вище	Повна протилежність структури

Джерело: за матеріалами [21]

У табл. 1.11 наведено інтегральні коефіцієнти структурного зрушення в кінцевому споживанні ПЕР та випуску продукції за групами ВЕД.

Таблиця 1.11

Інтегральні коефіцієнти структурного зрушення в кінцевому споживанні ПЕР та випуску продукції за групами ВЕД у 2013–2019 рр.

Групування ВЕД	Кінцеве споживання ПЕР	Випуск продукції	Кінцеве споживання ПЕР	Випуск продукції
	Кількісне значення		Якісна характеристика	
	$K_i^{2013-2019}$	$K_i^{2013-2019}$	$K_i^{2013-2019}$	$K_i^{2013-2019}$
Тип виробничого процесу	0,0305	0,0047	Вельми низьке	Тотожність структур
Рівень енергоємності	0,0369	0,0056	Вельми низьке	Тотожність структур

Джерело: власні розрахунки

Як видно з табл. 1.11, у 2013–2019 рр. інтегральні коефіцієнти структурного зрушення в кінцевому споживанні ПЕР за типом перервності виробничого процесу та за рівнем енергоємності склали відповідно 0,0305 та 0,0369, що характеризуються як вельми низьке структурне зрушення.

Інтегральні коефіцієнти структурного зрушення у кінцевому споживанні ПЕР та випуску продукції у досліджуваному періоді за типом перервності виробничого процесу та рівнем енергоємності склали відповідно 0,0148 та 0,0138, що характеризуються як тотожність структур.

Таким чином, як показало проведене дослідження, у 2013–2019 рр. в енергетиці та економіці не відбулося значних змін за рахунок зрушень структури за типом виробничого процесу та рівнем енергоємності, хоча й спостерігалася суттєве зростання у кінцевому споживанні ПЕР у групі ВЕД з дискретним типом виробничого процесу та випуску продукції у групі ВЕД з середньою енергоємністю.

Дослідимо більш детально, за окремими видами економічної діяльності, структурні зміни, що відбувалися у період з 2013 по 2019 роки в кінцевому споживанні ПЕР та випуску продукції.

Енергетична модель економічного зростання України

У табл. 1.12 наведено питому вагу ВЕД економіки країни в кінцевому споживанні ПЕР та випуску продукції у 2013–2019 рр.

Таблиця 1.12

**Питома вага ВЕД економіки країни в кінцевому споживанні ПЕР
а випуску продукції у 2013–2019 рр.**

ВЕД	Кінцеве споживання ПЕР				Випуск продукції			
	2013 р.		2019 р.		2013 р.		2019 р.	
	Частка	Ранг	Частка	Ранг	Частка	Ранг	Частка	Ранг
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сільське, лісове та рибне господарство	6,76	3	9,60	3	9,90	3	10,42	3
Добування кам'яного та бурого вугілля	0,28	18	0,03	20	1,67	11	1,09	13
Добування сировини нафти та природного газу	1,61	10	3,20	6	1,50	12	2,71	8
Добування металевих руд, інших корисних копалин та розроблення кар'єрів; надання допоміжних послуг у сфері добувної промисловості та розроблення кар'єрів	3,09	6	3,13	7	2,99	8	2,70	9
Виробництво харчових продуктів; напоїв та тютюнових виробів	1,97	9	1,86	11	3,45	5	3,48	6
Текстильне виробництво, виробництво одягу, шкіри та інших матеріалів	0,05	20	0,06	19	0,52	19	0,62	18
Оброблення деревини та виробництво виробів з деревини; целюлозно-паперове виробництво; видавнича діяльність	0,29	17	0,47	15	0,72	16	0,87	16

РОЗДІЛ 1. Тенденції розвитку й енергоефективність економіки України

Закінчення табл. 1.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Виробництво коксу та коксо-продуктів, виробництво продуктів нафтоперероблення	4,62	5	2,59	8	0,43	20	0,36	20
Хімічна та нафтохімічна промисловість	1,36	12	1,11	13	1,00	13	0,99	15
Виробництво іншої неметалевої мінеральної продукції	4,79	4	5,94	4	0,60	17	0,65	17
Металургійне виробництво та виробництво готових металевих виробів	52,43	1	47,12	1	1,75	10	2,28	10
Машинобудування	1,17	14	0,81	14	3,31	6	2,16	11
Інші галузі промисловості	0,84	15	0,22	17	0,92	14	1,15	12
Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря	2,09	8	4,26	5	3,31	7	3,65	5
Водопостачання; каналізація, поводження з відходами	0,34	16	0,41	16	0,52	18	0,42	19
Будівництво	1,24	13	1,61	12	2,88	9	3,14	7
Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів	1,48	11	1,92	10	16,67	2	15,38	2
Транспорт, складське господарство, поштова і кур'єрська діяльність	13,13	2	13,63	2	8,24	4	7,74	4
Тимчасове розміщування й організація харчування	0,07	19	0,07	18	0,86	15	1,03	14
Інші види економічної діяльності	2,41	7	1,98	9	38,77	1	39,15	1
Всього	100		100		100		100	

Джерело: власні розрахунки

Енергетична модель економічного зростання України

З табл. 1.12 видно, що у 2019 р. найбільші частки у кінцевому споживанні ПЕР мали такі ВЕД: «Металургійне виробництво та виробництво готових металевих виробів» – 47,12 %, «Транспорт, складське господарство, пошта та кур'єрська діяльність» – 13,63 % та «Сільське, лісове та рибне господарство» – 9,60 %, а у випуску продукції найбільші частки мали ВЕД: «Інші види економічної діяльності – 39,15 % (основну масу яких складають послуги), «Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів» – 15,38 % та «Сільське, лісове та рибне господарство» – 10,42 %.

У табл. 1.13 наведено значення індексів структурних зрушень ВЕД економіки країни в кінцевому споживанні ПЕР та випуску продукції у 2013–2019 рр.

Таблиця 1.13

Індекси структурних зрушень ВЕД економіки країни в кінцевому споживанні ПЕР та випуску продукції у 2013–2019 рр.

ВЕД	Кінцеве споживання ПЕР	Випуск продукції	Кінцеве споживання ПЕР	Випуск продукції
	Кількісні значення		Якісна характеристика	
	$I_i^{2013-2019}$	$I_i^{2013-2019}$	$I_i^{2013-2019}$	$I_i^{2013-2019}$
1	2	3	4	5
Сільське, лісове та рибне господарство	0,4198	0,0525	Суттєве	Незначне
Добування кам'яного та бурого вугілля	-0,8908	-0,3514	Значне	Суттєве
Добування сирової нафти та природного газу	0,9962	0,8075	Значне	Значне
Добування металевих руд, інших корисних копалин та розроблення кар'єрів; надання допоміжних послуг у сфері добувної промисловості та розроблення кар'єрів	0,0137	-0,0943	Незначне	Незначне

РОЗДІЛ 1. Тенденції розвитку й енергоефективність економіки України

Продовження табл. 1.13

1	2	3	4	5
Виробництво харчових продуктів; напоїв та тютюнових виробів	-0,0531	0,0104	Незначне	Незначне
Текстильне виробництво, виробництво одягу, шкіри та інших матеріалів	0,2543	0,2032	Суттєве	Суттєве
Оброблення деревини та виробництво виробів з деревини; целюлозно-паперове виробництво; видавнича діяльність	0,6046	0,2060	Суттєве	Суттєве
Виробництво коксу та коксопродуктів, виробництво продуктів нафтоперероблення	-0,4400	-0,1520	Суттєве	Суттєве
Хімічна та нафтохімічна промисловість	-0,1803	-0,0097	Суттєве	Незначне
Виробництво іншої неметалевої мінеральної продукції	0,2408	0,0859	Суттєве	Незначне
Металургійне виробництво та виробництво готових металевих виробів	-0,1014	0,3056	Незначне	Суттєве
Машинобудування	-0,3130	-0,3495	Суттєве	Суттєве
Інші галузі промисловості	-0,7381	0,2546	Значне	Суттєве
Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря	1,0392	0,1028	Значне	Незначне
Водопостачання; каналізація, поводження з відходами	0,1883	-0,1886	Суттєве	Суттєве
Будівництво	0,2937	0,0909	Суттєве	Незначне
Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів	0,2997	-0,0777	Суттєве	Незначне

Закінчення табл. 1.13

1	2	3	4	5
Транспорт, складське господарство, поштова і кур'єрська діяльність	0,0379	-0,0606	Незначне	Незначне
Тимчасове розміщування й організація харчування	0,0022	0,1947	Незначне	Суттєве
Інші види економічної діяльності	-0,1751	0,0100	Суттєве	Незначне

Джерело: власні розрахунки

З табл. 1.13 видно, що у 2013–2019 рр. найбільше структурне зростання в кінцевому споживанні ПЕР відбулося у таких ВЕД: «Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря» – 1,0392 (значне), «Добування сирової нафти та природного газу» – 0,9962 (значне) та «Оброблення деревини та виробництво виробів з деревини; целюлозно-паперове виробництво; видавнична діяльність» – 0,6046 (суттєве), а найбільше структурне зниження у ВЕД: «Добування кам'яного та бурого вугілля» – -0,8908 (значне), «Інші галузі промисловості» – -0,7381 (значне) та «Виробництво коксу та коксопродуктів, виробництво продуктів нафтоперероблення» – -0,4400 (суттєве).

У випуску продукції за аналізований період найбільше структурне зростання відбулося у таких ВЕД: «Добування сирової нафти та природного газу» – 0,8075 (значне), «Металургійне виробництво та виробництво готових металевих виробів» – 0,3056 (суттєве) та «Інші галузі промисловості» – 0,2546 (суттєве), а найбільше структурне зниження у ВЕД: «Добування кам'яного та бурого вугілля» – -0,3514 (суттєве), «Машинобудування» – -0,3495 (суттєве) та «Водопостачання; каналізація, поводження з відходами» – -0,1886 (суттєве).

Значення інтегральних коефіцієнтів структурних зрушень у кінцевому споживанні ПЕР та випуску продукції за рахунок ВЕД економі-

ки країни у 2013–2019 рр. становили 0,0671 та 0,0278 відповідно, що характеризувалися як вельми низьке структурне зрушення та тотожність структур.

Загальну характеристику узгодженості структурних зрушень у кінцевому споживанні ПЕР та випуску продукції за рахунок ВЕД та їх груп України в 2013–2019 рр. наведено у *табл. 1.14*.

У *табл. 1.14* наведено такі позначення: БТВ, ДТВ – відповідно групи ВЕД з безперервним та дискретним типом виробничого процесу; ВЕМ, СЕМ, НЕМ – відповідно групи ВЕД з високою, середньою та низькою енергоємністю; НСЗ, ССЗ, ЗСЗ – відповідно незначне, суттєве та значне структурне зрушення (\pm напрямком структурного зрушення).

ВЕД економіки України за мірою суттєвості структурного та зрушення в кінцевому споживанні ПЕР та випуску продукції можна поділити на шість груп.

До *першої групи* віднесено одну ВЕД – «Добування сирової нафти та природного газу», що характеризується безперервним типом виробничого процесу із середньою енергоємністю та значними позитивними узгодженими зрушеннями у кінцевому споживанні ПЕР і випуску продукції.

До *другої групи* віднесено шість ВЕД: «Сільське, лісове та рибне господарство», «Текстильне виробництво, виробництво одягу, шкіри та інших матеріалів», «Оброблення деревини та виробництво виробів з деревини; целюлозно-паперове виробництво; видавнича діяльність», «Виробництво іншої неметалевої мінеральної продукції», «Будівництво» та «Тимчасове розміщування й організація харчування».

Ця група ВЕД економіки характеризується дискретним типом виробничого процесу з низькою і середньою енергоємністю та з суттєвими і незначними узгодженими позитивними зрушеннями у кінцевому споживанні ПЕР та випуску продукції.

Таблиця 1.14

Загальна характеристика узгодженості структурних зрушень у кінцевому споживанні ПЕР і випуску продукції за рахунок ВЕД та їх груп в Україні у 2013–2019 рр.

ВЕД		Характеристика міри суттєвості зрушення									
		Тип виробничого процесу				Енергоємність			ВЕД		
		Група	Зрушення у кінцевому споживанні ПЕР	Зрушення у випуску продукції	Група	Зрушення у кінцевому споживанні ПЕР	Зрушення у випуску продукції	Зрушення у кінцевому споживанні ПЕР	Зрушення у випуску продукції	Зрушення у кінцевому споживанні ПЕР	Зрушення у випуску продукції
1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Добування сирової нафти та природного газу	БТВ	НСЗ (-0,0440)	НСЗ (0,0253)	СЕМ	ССЗ (0,2812)	НСЗ (0,1387)	ССЗ (0,9962)	ССЗ (0,8075)			
Сільське, лісове та рибне господарство	ДТВ	ССЗ (0,1649)	НСЗ (-0,0069)	НЕМ	НСЗ (0,1425)	НСЗ (-0,0076)	ССЗ (0,4198)	ССЗ (0,0525)			
Текстильне виробництво, виробництво одягу, шкіри та інших матеріалів	ДТВ	ССЗ (0,1649)	НСЗ (-0,0069)	НЕМ	НСЗ (0,1425)	НСЗ (-0,0076)	ССЗ (0,2543)	ССЗ (0,2032)			
Оброблення деревини та виробництво виробів з деревини; целюлозно-паперове виробництво; видавнич діяльність	ДТВ	ССЗ (0,1649)	НСЗ (-0,0069)	НЕМ	НСЗ (0,1425)	НСЗ (-0,0076)	НСЗ (0,6046)	ССЗ (0,2060)			
Виробництво іншої неметалевої мінеральної продукції	ДТВ	ССЗ (0,1649)	НСЗ (-0,0069)	СЕМ	ССЗ (0,2812)	НСЗ (0,1387)	НСЗ (0,2408)	НСЗ (0,0859)			

РОЗДІЛ 1. Тенденції розвитку й енергоефективність економіки України

Продовження табл. 1.14

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Будівництво	ДТВ	СС (0,1649)	НЗС (-0,0069)	НЕМ	НС (0,1425)	НС (-0,0076)	НС (0,2937)	НС (0,0909)
Тимчасове розміщування й організація харчування	ДТВ	СС (0,1649)	НЗС (-0,0069)	НЕМ	НС (0,1425)	НС (-0,0076)	СС (0,0022)	НС (0,1947)
Добування металевих руд, інших корисних копалин та розроблення кар'єрів; надання допоміжних послуг у сфері добувної промисловості та розроблення кар'єрів	БТВ	НС (-0,0440)	НЗС (0,0253)	ВЕМ	НС (-0,0605)	НС (-0,0041)	СС (0,0137)	НС (-0,0943)
Виробництво коксу та кокспродуктів, виробництво продуктів нафтоперероблення	БТВ	НС (-0,0440)	НЗС (0,0253)	ВЕМ	НС (-0,0605)	НС (-0,0041)	СС (-0,4400)	НС (-0,1520)
Металургійне виробництво та виробництво готових металевих виробів	БТВ	НС (-0,0440)	НЗС (0,0253)	ВЕМ	НС (-0,0605)	НС (-0,0041)	НС (-0,1014)	СС (0,3056)
Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря	БТВ	НС (-0,0440)	НЗС (0,0253)	ВЕМ	НС (-0,0605)	НС (-0,0041)	ЗС (1,0392)	НС (0,1028)
Водопостачання; каналізація, поводження з відходами	БТВ	НС (-0,0440)	НЗС (0,0253)	ВЕМ	НС (-0,0605)	НС (-0,0041)	НС (0,1883)	СС (-0,1886)
Транспорт, складське господарство, поштова і кур'єрська діяльність	БТВ	НС (-0,0440)	НЗС (0,0253)	ВЕМ	НС (-0,0605)	НС (-0,0041)	СС (0,0379)	НС (-0,0606)

Енергетична модель економічного зростання України

Закінчення табл. 1.14

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Добування кам'яного та бурого вугілля	БТВ	НСЗ (-0,0440)	НЗС (0,0253)	СЕМ	ССЗ (0,2812)	НСЗ (0,1387)	ЗСЗ (-0,8908)	ССЗ (-0,3514)
Виробництво харчових продуктів; напоїв та тютюнових виробів	ДТВ	ССЗ (0,1649)	НЗС (-0,0069)	НЕМ	НСЗ (0,1425)	НСЗ (-0,0076)	НСЗ (-0,0531)	НСЗ (0,0104)
Хімічна та нафтохімічна промисловість	БТВ	НСЗ (-0,0440)	НЗС (0,0253)	СЕМ	ССЗ (0,2812)	НСЗ (0,1387)	НСЗ (-0,1803)	НСЗ (-0,0097)
Машинобудування	ДТВ	ССЗ (0,1649)	НЗС (-0,0069)	НЕМ	НСЗ (0,1425)	НСЗ (-0,0076)	НСЗ (-0,3130)	ССЗ (-0,3495)
Інші галузі промисловості	ДТВ	ССЗ (0,1649)	НЗС (-0,0069)	НЕМ	НСЗ (0,1425)	НСЗ (-0,0076)	ЗСЗ (-0,7381)	НСЗ (0,2546)
Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів	ДТВ	ССЗ (0,1649)	НЗС (-0,0069)	НЕМ	НСЗ (0,1425)	НСЗ (-0,0076)	ССЗ (0,2997)	НСЗ (-0,0777)
Інші види економічної діяльності	ДТВ	ССЗ (0,1649)	НЗС (-0,0069)	НЕМ	НСЗ (0,1425)	НСЗ (-0,0076)	НСЗ (-0,1751)	НСЗ (0,0100)

Джерело: власні розрахунки

РОЗДІЛ 1. Тенденції розвитку й енергоефективність економіки України

До *третьої групи* віднесено шість ВЕД: «Добування кам'яного та бурого вугілля» «Добування металевих руд, інших корисних копалин та розроблення кар'єрів; надання допоміжних послуг у сфері добувної промисловості та розроблення кар'єрів», «Виробництво коксу та коксопродуктів, виробництво продуктів нафтоперероблення», «Металургійне виробництво та виробництво готових металевих виробів», «Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря» «Водопостачання; каналізація, поводження з відходами» та «Транспорт, складське господарство, поштова і кур'єрська діяльність». Ця група ВЕД економіки характеризується безперервним типом виробничого процесу з високою енергоемністю та переважно незначними різноспрямованими зрушеннями у кінцевому споживанні ПЕР і випуску продукції.

До *четвертої групи* віднесено сім ВЕД: «Добування кам'яного та бурого вугілля», «Виробництво харчових продуктів; напоїв та тютюнових виробів», «Хімічна та нафтохімічна промисловість», «Машинобудування», «Інші галузі промисловості», «Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів» та «Інші види економічної діяльності». Ця група ВЕД економіки характеризується дискретним типом виробничого процесу з середньою та низькою енергоемністю та переважно незначними від'ємними узгодженими зрушеннями у кінцевому споживанні ПЕР і випуску продукції.

Таким чином, з проведеного дослідження структурних зрушень за ВЕД економіки у 2013–2019 рр. можна зробити висновок, що більшість ВЕД мали узгоджені тенденції економічного та енергетичного розвитку, за винятком групи ВЕД, що належать до галузей з безперервним типом виробничого процесу з високою і середньою енергоемністю.

Позиції, що займає Україна у міжнародних рейтингах, визначають низку взаємопов'язаних проблем енергетичного, економічного й екологічного розвитку країни, серед яких однією з головних є висока енергоемність ВВП.

Попри все Україна залишається однією з країн, що мають найвищий рівень енергоемності ВВП, який понад у 2 рази перевищує світовий рівень, що пояснюється переважанням енергоемних галузей з низькою доданою вартістю виробництва.

Дослідження структурних зрушень у кінцевому споживанні ПЕР та випуску продукції за типом перервності виробничого процесу та рівнем енергоемності у 2013–2019 рр. показало, що вони в основному характеризувалися як тотожність структур.

У 2013–2019 рр. в енергетиці та економіці не відбулося значних змін за рахунок зрушень структури за типом виробничого процесу та рівнем енергоемності, хоча й спостерігалось суттєве зростання у кінцевому споживанні ПЕР та випуску продукції у групі ВЕД з середньою енергоемністю. Як показало дослідження, причиною суттєвого зростання у кінцевому споживанні ПЕР та випуску продукції у групі ВЕД з середньою енергоемністю стало значне структурне зрушення у «Добування сировини нафти та природного газу».

Отже, можна зробити висновок, що загалом у структурі економіки України у 2013–2019 рр. спостерігалися узгоджені незначні зрушення в кінцевому споживанні ПЕР і випуску продукції. Однак у частини групи ВЕД, що відносяться до галузей з безперервним типом виробничого процесу з високою і середньою енергоемністю, відбулися суттєві неугоджені негативні структурні зрушення як у кінцевому споживанні ПЕР, так і у випуску продукції, що може бути причиною суттєвих структурних зрушень в електроенергетичному секторі країни.

Деяке зростання енергоефективності національної економіки у 2008–2019 роках визвано скороченням обсягів виробництва у високоенергоемних галузях з безперервним виробничим циклом.

Незважаючи на високі темпи зниження енергоемності ВВП в Україні, її енергоемність залишається однією з найвищих у світі (перевищує середньосвітове значення року 2019 р. у 2,1 разу, що визначає незадовільну енергоефективність її економіки (за проведеною вище оцінкою).

1.3. Структурні зрушення в національній економіці: енергетичний аспект

На нинішньому етапі розвитку глобалізаційних процесів економічне зростання провідних країн світу, перш за все, пов'язане зі збільшенням частки видів економічної діяльності (ВЕД) з високою доданою вартістю і багато в чому залежить від масштабів структурних зрушень в економіці країн і швидкості, з якою вони відбуваються.

У науковій літературі існує багато тлумачень поняття «структурне зрушення», що пояснюється його багатогранністю та різними аспектами вивчення.

Так, Великий економічний словник поняття «структурні зрушення в економіці» визначає як зміни в структурі економічної системи під впливом різних економічних і позаекономічних чинників [22].

На думку авторів роботи [23], поняття «структурні зрушення в економіці» можна розглядати у широкому та вузькому розумінні. У вузькому розумінні – це зміни у продуктово-галузевій структурі економіки. У широкому розумінні до цих змін слід додати і зміни у складі виробництва та споживання ресурсів: інвестицій і основного капіталу (галузева, технологічна, вікові та інші структури), трудових ресурсів, матеріальних та енергетичних ресурсів. Найбільш значущі, якісні зміни у структурі економіки класифікують як економічні зрушення.

Т. Романова визначає поняття «структурні зрушення в економіці» як зміну стану взаємозалежних елементів економічної системи на різних рівнях її функціонування, що супроводжується якісними змінами їхнього взаємозв'язку і характеризується коливаннями пропорцій їхніх співвідношень, виражених у кількісних характеристиках, що може бути зумовлено ендо- та екзогенними чинниками [24].

У своєму дослідженні М. Земсков [25] вказує на те, що «структурні зрушення» є складною системою зміни взаємопов'язаних пропорцій, що протікають під впливом наявного технічного базису, соціальних механізмів виробництва, розподілу й обміну відповідно до суспільних потреб, наявними ресурсами і досягнутим рівнем продуктивності праці.

П. Усатий під поняттям «структурними зрушеннями в економіці» розуміє істотні зміни взаємозв'язків між її елементами, законів цих взаємозв'язків, що ведуть до виникнення нової якості економічної системи в цілому [26]. Автор зазначає, що зрушення в структурі економіки проявляються у формі змін кількісних характеристик господарської системи, часток, пропорцій, розташування елементів структури, а змістом структурних зрушень в економіці є зміни в структурі економічних інтересів і потреб суб'єктів економіки.

Фахівці Організації об'єднаних націй з промислового розвитку (UNIDO) зазначають, що, незважаючи на різноманітність визначень поняття «структурні зрушення», в загальному розумінні воно означає довгострокові та постійні зрушення в галузевому складі економічних системи. Більш конкретно: структурні зміни пов'язані зі зміною відносної важливості різних секторів з плином часу, що вимірюється їх часткою виробництва або зайнятості. Таким чином, аналіз структурних зрушень передбачає дослідження економічної динаміки [27].

В економічній теорії вчені виділяють цілий ряд типів структурних зрушень за різними класифікаційними ознаками (табл. 1.15).

Таблиця 1.15

Класифікація структурних зрушень в економіці

Класифікаційна ознака	Типи структурних зрушень
1	2
За територіальною (географічною) ознакою	<ul style="list-style-type: none"> ▪ зрушення в світовій економіці; ▪ в економіці країни; ▪ регіону; ▪ інших територіальних і адміністративних утворень
Щодо певної економічної системи	<ul style="list-style-type: none"> ▪ екзогенні; ▪ ендогенні
За глибиною та масштабністю змін	<ul style="list-style-type: none"> ▪ еволюційні; ▪ революційні. <p>Еволюційний хід змін в часом переривається бурхливими процесами її кардинального (революційного) оновлення</p>

РОЗДІЛ 1. Тенденції розвитку й енергоефективність економіки України

Закінчення табл. 1.15

1	2
За характером впливу на суміжні галузі та економіку в цілому	<ul style="list-style-type: none"> ▪ прогресивні (структурне зрушення з позитивним зовнішнім ефектом); ▪ регресивні (структурне зрушення з негативним зовнішнім ефектом)
За напрямком структурних зрушень	<ul style="list-style-type: none"> ▪ позитивні (зрушення в позитивному напрямку); ▪ негативні (зрушення в негативному напрямку)
Відповідно до стадії відтворювального процесу	<ul style="list-style-type: none"> ▪ зрушення на стадії виробництва; ▪ на стадії розподілу; ▪ обміну; ▪ споживання
За часом протікання структурних зрушень	<ul style="list-style-type: none"> ▪ миттєві; ▪ короткострокові; ▪ довгострокові
За характером виникнення	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ініційовані та керовані (з боку зацікавлених економічних суб'єктів); ▪ природні та спонтанні (викликані об'єктивними причинами)
За характером протікання	<ul style="list-style-type: none"> ▪ безперервні; ▪ переривчасті (періодичні)
За зворотністю	<ul style="list-style-type: none"> ▪ зворотні; ▪ незворотні. <p>Зворотність структурних зрушень пояснюється тим, що вони є відображенням циклічних, коливальних процесів в економіці</p>

Джерело: за матеріалами [28]

Дослідження структурних зрушень в економіці насамперед пов'язане з аналізом інтенсивності та швидкості трансформаційних процесів, нерівномірності розподілу та нерівномірності структури економіки.

Як зазначається в роботі [29], найпопулярнішим інструментом, який застосовують у більшості методик оцінювання структурних зру-

шень, є міжгалузевий баланс (МГБ) або модель «витрати-випуск», що була створена у 30-х роках ХХ ст. В. Леонтьєвим.

Підходи вчених до оцінювання структурних зрушень можна розділити на дві основні групи: *перша* – представлена індивідуальними (частковими) показниками; *друга* – узагальнюючими (рис. 1.10).

До індивідуальних показників відносять: частку структурної одиниці, абсолютну і відносну зміну часток структурних одиниць.

До узагальнюючих характеристик відносять:

по-перше, характеристики властивостей однієї структури (це система узагальнюючих показників розподілу, в тому числі екстремальних значень показника в сукупності у цілому і по групах, середній рівень показника, що варіюється (з урахуванням асиметричності розподілу), характер варіації і форму розподілу;

по-друге, узагальнюючі індекси порівняння двох структур (в часі або просторі);

по-третьє, узагальнюючі індекси порівняння декількох (більше двох) структур (в часі або просторі) [30].

Основними інтегральними індексами, що використовують більшість науковців [30; 31] для оцінки суттєвості структурних відмінностей у відносному вираженні, виступають індекси В. Рябцева, А. Салаї та К. Гатєва.

Економічна динаміка України у період 2000–2019 рр. відрізнялася від світової і розвивалась більш нерівномірно. У світовій економіці за період, що аналізувався, спостерігався тільки один незначний спад у 2009 р. (-1,3 %), у той час як в Україні – два суттєвих: у 2009 р. – (-15,1 %) і 2015 р. – (-9,8 %) (рис. 1.11).

Значущість ВЕД в економіці України в 2000–2019 рр. визначається за допомогою показника їх питомої ваги в загальному випуску продукції в t -й період часу (d_i^t), а темп зміни – їх динамікою за Δt -й період часу ($\Delta d_i^{\Delta t}$). Значення цих показників для України за проаналізований період наведено в табл. Б.1 (Додаток Б).

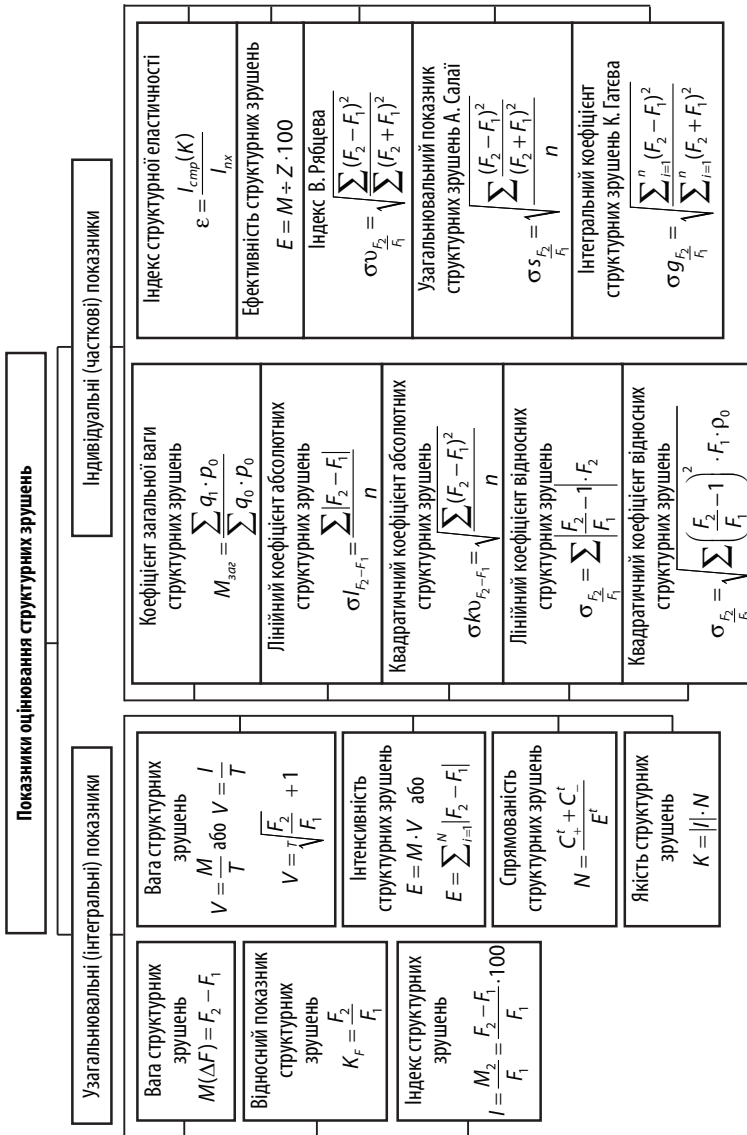


Рис. 1.10. Класифікація показників оцінки структурних зрушень в економіці

Джерело: за матеріалами [14; 33–35]

Енергетична модель економічного зростання України

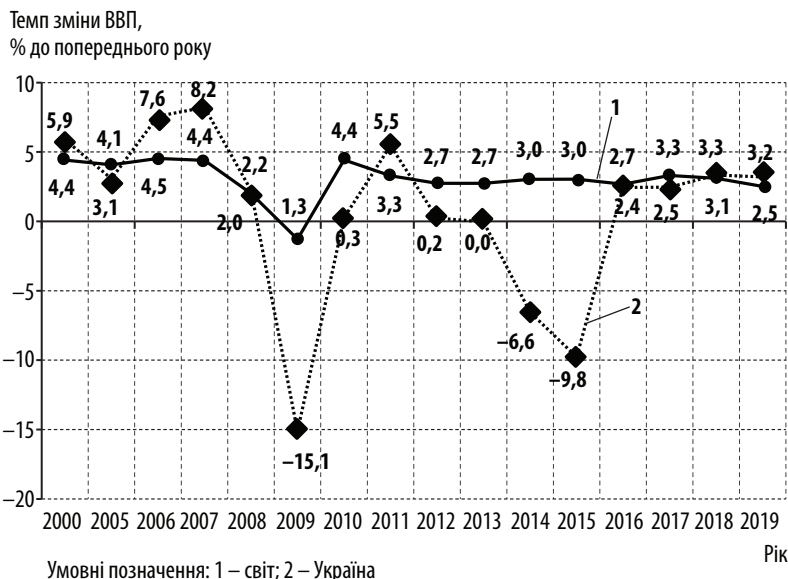


Рис. 1.11. Динаміка ВВП України та світу в цілому у 2000–2019 рр.

Джерело: за матеріалами [32]

Структуру економіки України за ВЕД у 2019 р. подано на *рис. 1.13.*

Як видно з *рис. 1.13,* найбільшу питому вагу в економіці України у 2019 р. займали такі ВЕД: оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів – 12,63 %; сільське, лісове та рибне господарство – 10,35 %; виробництво харчових продуктів, напоїв і тютюнових виробів – 7,91 %; транспорт, складське господарство – 6,87 % та будівництво – 6,82 %.

Водночас за період 2000–2019 рр. найбільш динамічними ВЕД в економіці України були такі: комп'ютерне програмування – 1613,46 %; оренда машин і устаткування – 471,23 %; надання інших видів послуг – 321,17 %; операції з нерухомим майном – 258,49 % (*рис. 1.14*).

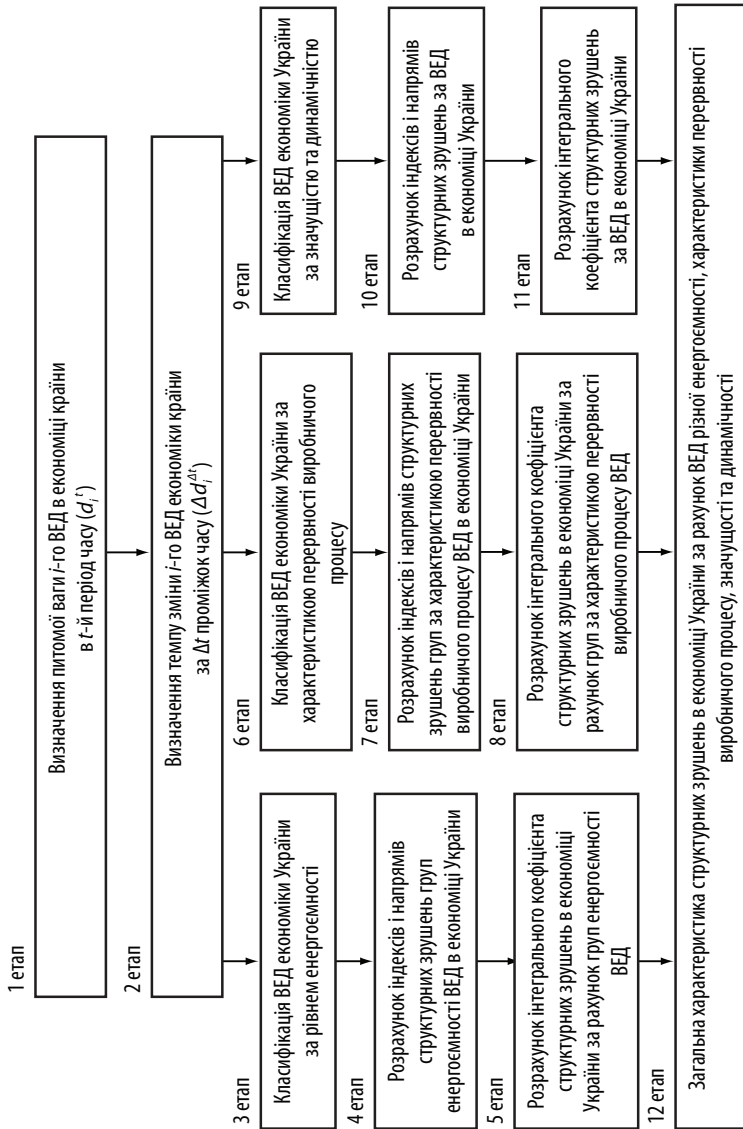
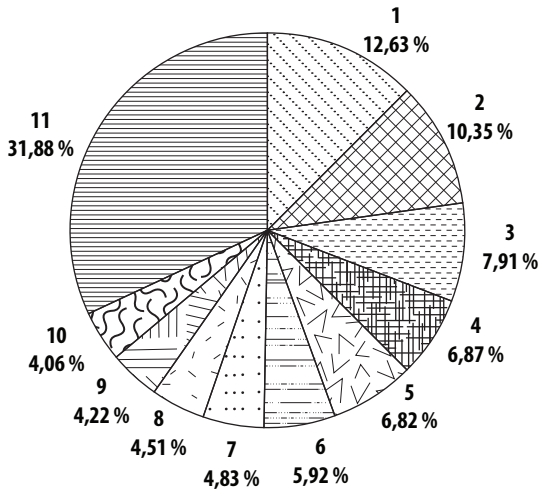


Рис. 1.12. Методичний підхід до аналізу структурних змін в економіці України

джерело: за матеріалами [14; 33; 35]

Енергетична модель економічного зростання України



Умовні позначення: 1 – оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів; 2 – сільське, лісове та рибне господарство; 3 – виробництво харчових продуктів; напоїв та тютюнових виробів; 4 – транспорт, складське господарство; 5 – будівництво; 6 – металургійне виробництво та виробництво готових металевих виробів; 7 – постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря; 8 – оренда машин та устаткування; прокат побутових виробів і предметів особистого вжитку; діяльність у сферах права, бухгалтерського обліку, інжинірингу; надання послуг підприємцям; 9 – державне управління й оборона; обов’язкове соціальне страхування; 10 – операції з нерухомим майном; 11 – інші види економічної діяльності

Рис. 1.13. Структура економіки України за ВЕД у 2019 р.

Джерело: за матеріалами [2]

Дослідимо структурні зрушення, що відбулися в економіці України, за рівнем енергоємності у 2000–2019 рр.

Класифікація ВЕД економіки України за рівнем енергоємності здійснюється на основі даних міжгалузевих балансів країни за період 2000–2019 рр. і має такий вигляд (*табл. 1.16*).

Значущість групи за рівнем енергоємності ВЕД в економіці України у 2000 і 2019 рр. наведено в *табл. Б.2 (Додаток Б)*.

РОЗДІЛ 1. Тенденції розвитку й енергоефективність економіки України



Рис. 1.14. Динаміка ВЕД економіки України за період 2000–2019 рр.

Джерело: за матеріалами [2]

Таблиця 1.16

Класифікація ВЕД в Україні за рівнем енергоємності у 2000–2019 рр.

Рівень енергоємності	ВЕД
Високоенергоємні (більше 50 % витрат)	Добування металевих руд; виробництво коксу та кокспродуктів; виробництво продуктів нафтоперероблення; металургійне виробництво; постачання електроенергії, газу, пари; водопостачання і каналізація; транспорт і складське господарство
Середньоенергоємні (від 25 % до 50 % витрат)	Добування кам'яного та бурого вугілля; добування сирової нафти та природного газу; хімічна та нафтохімічна промисловість; виробництво іншої неметалевої мінеральної продукції; операції з нерухомим майном; освіта
Низькоенергоємні (менше 25 % витрат)	Сільське господарство; виробництво харчових продуктів; текстильне виробництво; виробництво одягу; оброблення деревини та виробництво виробів з деревини; машинобудування; інші галузі промисловості; будівництво; оптова та роздрібна торгівля; діяльність пошти та зв'язку; тимчасове розміщення й організація харчування; оренда машин та устаткування; комп'ютерне програмування; наукові дослідження та розробки; державне управління і оборона; охорона здоров'я та надання соціальної допомоги; мистецтво; спорт; розваги та відпочинок; надання інших видів послуг

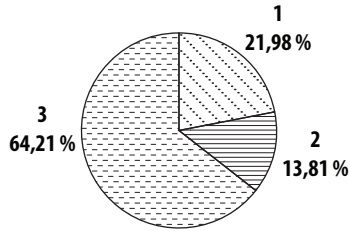
Джерело: за матеріалами [14]

Структуру економіки України за групами енергоємності ВЕД у 2019 р. подано на рис. 1.15.

Як видно з рис. 1.15, найбільшу питому вагу в економіці України у 2019 р. займала група низькоенергоємних ВЕД – 6421 %, потім високоенергоємних – 21,98 % і нарешті середньоенергоємних – 13,81 %.

За період 2000–2019 рр. найбільш динамічною була група низькоенергоємних ВЕД економіки України – 112,60 %. Водночас група високоенергоємних ВЕД зменшила свою частку в економіці України з 29,68 % у 2000 р. до 21,98 % у 2019 р., або на 7,7 %.

Проаналізуємо структурні зрушення в розрізі груп за рівнем енергоємності ВЕД, що відбулися в економіці України за 2000–2019 рр.



Умовні позначення: 1 – високоенергоємні;
2 – середньоенергоємні; 3 – низькоенергоємні

Рис. 1.15. Структура економіки України за групами енергоемності ВЕД у 2019 р.

Джерело: власні розрахунки

Величина і напрямок структурного зрушення i -ї групи за рівнем енергоемності ВЕД в економіці України за Δt -й період часу ($I_i^{\Delta t}$) визначається за таким індексом [15–20; 36]:

$$I_i^{\Delta t} = \frac{d_i^{t_2} - d_i^{t_1}}{d_i^{t_1}}, \quad (1.3)$$

де $d_i^{t_1}$ і $d_i^{t_2}$ – відповідно питома вага i -ї групи за рівнем енергоемності ВЕД в економіці країни в базисному (t_1) і звітному (t_2) періодах.

У табл. 1.17 наведено розрахунки величин індексів і напрямків структурних зрушень груп різної енергоемності ВЕД економіки України у 2000–2019 рр.

Найбільше від'ємне структурне зрушення в економіці України у 2000–2019 рр. відбулося у групі високоенергоємних ВЕД (-0,2595), а позитивне – в групі низькоенергоємних ВЕД (0,1260).

На рис. 1.16 наведено динаміку структурних зрушень груп різної енергоемності ВЕД економіки України у 2000–2019 рр.

Як видно з рис. 1.16, позитивні структурні зрушення протягом періоду, що аналізувався, відбувалися лише в групі низькоенергоємних ВЕД, а негативні – в групі високоенергоємних ВЕД. Середньоенер-

гоємні ВЕД економіки України в 2000–2019 рр. мали змінну динаміку структурних зрушень.

Таблиця 1.17

Розрахунок величин індексів і напрямків структурних зрушень груп різної енергоємності ВЕД економіки України у 2000–2019 рр.

Групи ВЕД за рівнем енергоємності	Характеристика міри структурного зрушення			
	$I_i^{2000-2005}$	$I_i^{2005-2010}$	$I_i^{2010-2019}$	$I_i^{2000-2019}$
Високоенергоємні	-0,0680	-0,0331	-0,1783	-0,2595
Середньоенергоємні	0,0035	0,0556	-0,0192	0,0390
Низькоенергоємні	0,0346	0,0029	0,0852	0,1260

Джерело: власні розрахунки

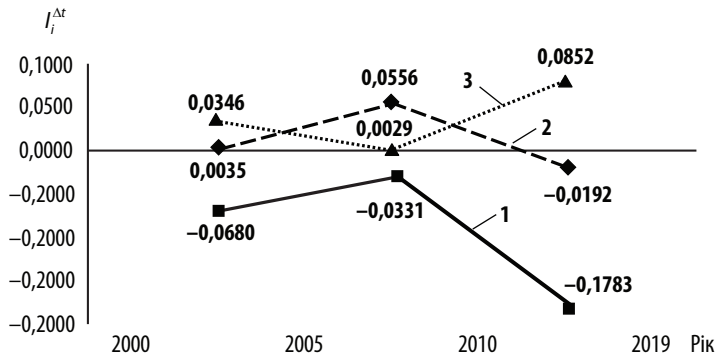


Рис. 1.16. Показники структурних зрушень груп різної енергоємності ВЕД економіки України у 2000–2019 рр.

Джерело: власні розрахунки

Міру суттєвості структурного зрушення групи за рівнем енергоємності ВЕД в економіці країни можна оцінити за допомогою такої шкали (табл. 1.18).

Таблиця 1.18

Шкала оцінки міри суттєвості структурного зрушення групи за рівнем енергоємності ВЕД в економіці країни

Інтервали значення	Міра суттєвості структурного зрушення
0 – 0,150	Незначне структурне зрушення
0,151 – 0,700	Суттєве структурне зрушення
0,700 і вище	Значне структурне зрушення

Джерело: за матеріалами [14; 35]

Згідно зі шкалою (табл. 1.18) за мірою суттєвості структурного зрушення групи високоенергоємних ВЕД економіки України можна визначити як суттєве, групи середньоенергоємних і низькоенергоємних ВЕД – незначне.

Дослідимо приріст (зменшення) питомої ваги ВЕД у структурі ВВП економіки України у 2000–2019 рр. у розрізі досліджуваних груп (табл. 1.19).

Таблиця 1.19

Структура економіки України за групами різної енергоємності і їх динаміка у 2000–2019 рр.

Група ВЕД за рівнем енергоємності	Частка ВЕД у випуску продукції, %				Абсолютний		2019 щодо 2000 р.	
	d ₂₀₀₀		d ₂₀₁₉					
	%	ранг	%	ранг	%	ранг	%	ранг
Високої енергоємності	29,68	2	21,98	2	-7,70	3	74,05	3
Середньої енергоємності	13,29	3	13,81	3	0,52	2	103,90	2
Низької енергоємності	57,02	1	64,21	1	7,18	1	112,60	1
Усього економіка	100	–	100	–		–		

Джерело: власні розрахунки

Таблиця 1.20

Розрахунок інтегрального коефіцієнта структурного зрушення економіки за рахунок груп різної енергоємності ВЕД у 2000–2019 рр.

Група ВЕД за рівнем енергоємності	Квадрат різниць часток				Квадрат сум часток			
	$(d_{2005} - d_{2000})^2$	$(d_{2010} - d_{2005})^2$	$(d_{2015} - d_{2010})^2$	$(d_{2019} - d_{2000})^2$	$(d_{2000} + d_{2005})^2$	$(d_{2010} + d_{2005})^2$	$(d_{2019} + d_{2010})^2$	$(d_{2019} + d_{2000})^2$
Високоенергоємні	4,068	0,837	22,759	59,330	3288,9	2961,2	2374,8	2669,1
Середньоенергоємні	0,002	0,550	0,073	0,268	709,4	752,0	778,0	734,7
Низькоенергоємні	3,882	0,030	25,412	51,620	13459,9	13961,9	15221,4	14697,0
Сума	7,952	1,417	48,244	111,218	17458,2	17675,1	18374,2	18100,8
$\frac{(d_i^{t2} - d_i^{t1})^2}{(d_i^{t2} + d_i^{t1})^2}$					0,0005	0,0001	0,0026	0,0061
$K_i^{\Delta t}$					0,0213	0,0090	0,0512	0,0784

Джерело: власні розрахунки

РОЗДІЛ 1. Тенденції розвитку й енергоефективність економіки України

Як видно з табл. 1.19, за аналізований період в економіці України відбувся приріст частки груп ВЕД низької (абсолютний – 7,18 %, відносний – 112,60 %) та середньої (абсолютний – 0,52 %, відносний – 103,90 %) енергоємності, відповідно група ВЕД високої (абсолютний – -7,70 %, відносний – 74,05 %) енергоємності зменшила свою частку.

Оцінка структурного зрушення економіки за рахунок груп різної енергоємності ВЕД за період Δt -го часу за допомогою інтегрального коефіцієнта ($K_i^{\Delta t}$) здійснюється таким чином [15–20; 36]:

$$K_i^{\Delta t} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i^{t_2} - d_i^{t_1})^2}{\sum_{i=1}^n (d_i^{t_2} + d_i^{t_1})^2}}, \quad (1.4)$$

де n – кількість ВЕД в економіці країни.

У табл. 1.20 наведено розрахунки інтегрального коефіцієнта структурного зрушення економіки за рахунок груп різної енергоємності ВЕД у 2000–2019 рр.

Міру суттєвості інтегрального структурного зрушення в економіці країни можна оцінити за допомогою шкали В. Рябцева (табл. 1.21).

Таблиця 1.21

Шкала інтегральної оцінки міри суттєвості структурного зрушення в економіці країни

Інтервали значення	Міра суттєвості структурного зрушення
0,000 – 0,030	Тотожність структур
0,031 – 0,070	Вельми низьке структурне зрушення
0,071 – 0,150	Низьке структурне зрушення
0,151 – 0,300	Суттєве структурне зрушення
0,301 – 0,500	Значне структурне зрушення
0,501 – 0,700	Вельми значне структурне зрушення
0,701 – 0,900	Протилежний тип структури
0,901 і вище	Повна протилежність структури

Джерело: за матеріалами [21]

На рис. 1.17 наведено динаміку інтегрального коефіцієнта структурного зрушення економіки України за рахунок груп різної енергоємності ВЕД у 2000–2019 рр.

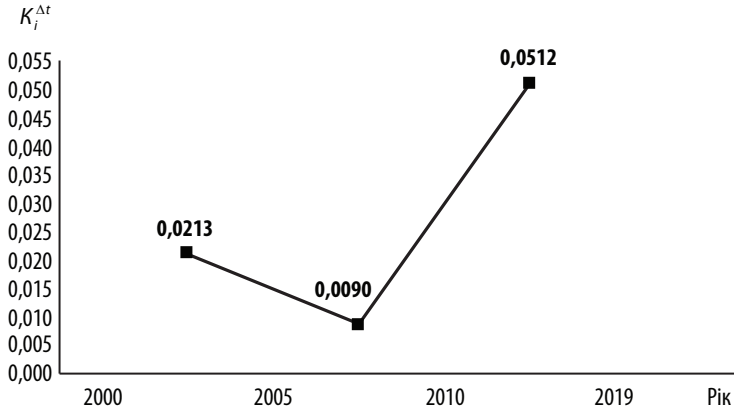


Рис. 1.17. Динаміка інтегрального коефіцієнта структурного зрушення економіки України за рахунок груп різної енергоємності ВЕД у 2000–2019 рр.

Джерело: власні розрахунки

Як видно з рис. 1.17, найбільше структурне зрушення в економіці України у 2000–2019 рр. за рахунок груп різної енергоємності ВЕД відбулося у 2010–2019 рр. – 0,0512. За шкалою (табл. 1.21) його можна класифікувати як вельми низьке структурне зрушення, а структурні зрушення економіки 2000–2005 рр. і 2005–2010 рр. характеризуються як тотожність структур.

Дослідимо структурні зрушення, що відбулися в економіці України, за характеристикою перервності виробничого процесу у 2000–2019 рр.

Класифікація ВЕД економіки України за характеристикою перервності виробничого процесу здійснюється на основі даних міжгалузевих балансів країни за період 2000–2019 рр. (табл. Б.3 Додатка Б) і має такий вигляд (табл. 1.22).

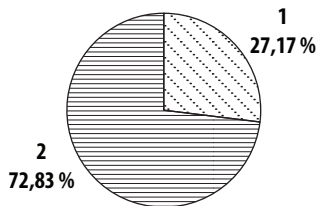
Таблиця 1.22

Класифікація ВЕД в Україні за типом виробничого процесу у 2000–2019 рр.

Тип перервності виробничого процесу	ВЕД
Безперервний	Добування кам'яного та бурого вугілля; добування сирової нафти та природного газу; добування металевих руд; виробництво коксу та коксопродуктів; виробництво продуктів нафтоперероблення; хімічна та нафтохімічна промисловість; металургійне виробництво; постачання електроенергії, газу, пари; водопостачання і каналізація; транспорт і складське господарство
Дискретний	Сільське господарство; виробництво харчових продуктів; текстильне виробництво; виробництво одягу; оброблення деревини та виробництво виробів з деревини; виробництво іншої неметалевої мінеральної продукції; машинобудування; інші галузі промисловості; будівництво; оптова та роздрібна торгівля; діяльність пошти та зв'язку; тимчасове розміщення й організація харчування; фінансова та страхова діяльність; операції з нерухомим майном; оренда машин та устаткування; комп'ютерне програмування; наукові дослідження та розробки; державне управління і оборона; освіта; охорона здоров'я та надання соціальної допомоги; мистецтво, спорт, розваги та відпочинок; надання інших видів послуг

Джерело: за матеріалами [14; 33]

Структуру економіки України за групами перервності виробничого процесу ВЕД у 2019 р. подано на рис. 1.18.



Умовні позначення: 1 – безперервний тип; 2 – дискретний

Рис. 1.18. Структура економіки України за групами перервності виробничого процесу ВЕД у 2019 р.

Джерело: власні розрахунки

Як видно з рис. 1.18, більшу питому вагу в економіці України в 2019 р. займала група ВЕД дискретного типу виробничого процесу – 72,83 %, а група безперервного типу – 27,17 %.

Водночас за період 2000–2019 рр. група ВЕД економіки України дискретного типу виробничого процесу була й більш динамічною – 116,84 %, а група безперервного типу зменшила свою частку в економіці України з 37,66 % у 2000 р. до 27,17 % у 2019 р., або на 10,49.

Проаналізуємо структурні зрушення в розрізі груп ВЕД за характеристикою перервності виробничого процесу, що відбулися в економіці України у період 2000–2019 рр.

У табл. 1.23 наведено розрахунки величин індексів і напрямків структурних зрушень груп ВЕД за характеристикою перервності виробничого процесу в економіці України у 2000–2019 рр.

На рис. 1.19 наведено динаміку структурних зрушень груп ВЕД характеристикою перервності виробничого процесу в економіці України у 2000–2019 рр.

Як видно з рис. 1.19, позитивні структурні зрушення протягом періоду, що аналізувався, відбувалися в групі ВЕД дискретного типу виробничого процесу, а негативні – в групі безперервного типу виробничого процесу.

Таблиця 1.23

Розрахунок величин індексів і напрямків структурних зрушень груп ВЕД за характеристикою перервності виробничого процесу в економіці України у 2000–2019 рр.

Тип перервності виробничого процесу	Характеристика міри структурного зрушення			
	$I_i^{2000-2005}$	$I_i^{2005-2010}$	$I_i^{2010-2019}$	$I_i^{2000-2019}$
Безперервний	-0,0894	-0,0623	-0,1553	-0,2787
Дискретний	0,0540	0,0325	0,0736	0,1684

Джерело: власні розрахунки

РОЗДІЛ 1. Тенденції розвитку й енергоефективність економіки України

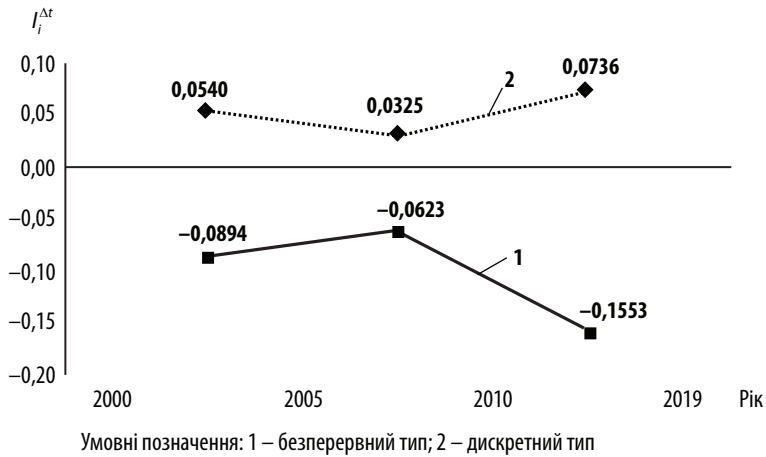


Рис. 1.19. Показники структурних зрушень груп ВЕД за характеристикою перервності виробничого процесу в економіці України в 2000–2018 рр.

Джерело: власні розрахунки

Згідно зі шкалою (табл. 1.18) за мірою суттєвості структурного зрушення у групах ВЕД за типом виробничого процесу в економіці України в 2000–2019 рр. можна визначити як суттєві структурні рушення як для групи безперервного виробничого процесу, так і для групи дискретного виробничого процесу.

Дослідимо приріст (зменшення) питомої ваги груп ВЕД за характеристикою перервності виробничого процесу у структурі ВВП економіки України в 2000–2019 рр. (табл. 1.24).

Таблиця 1.24

Структура економіки України за групами ВЕД за характеристикою перервності виробничого процесу і їх динаміка у 2000–2019 рр.

Тип перервності виробничого процесу	Частка ВЕД у випуску продукції, %				Абсолютна зміна		2019 р. щодо 2000 р.	
	d ₂₀₀₀		d ₂₀₁₈					
	%	ранг	%	ранг	%	ранг	%	ранг
Безперервний	37,66	2	27,17	2	-10,49	1–2	72,13	2
Дискретний	62,34	1	72,83	1	10,49	1–2	116,84	1
Усього економіка	100	–	100	–		–		

Джерело: власні розрахунки

Як видно з табл. 1.24, за аналізований період в економіці України відбулося зростання частки групи ВЕД дискретного типу виробництва (абсолютний – 10,49 %, відносний – 116,848 %) та зниження частки іншої групи ВЕД безперервного типу (абсолютний – -10,49 %, відносний – 72,13 %).

У табл. 1.25 наведено розрахунки інтегрального коефіцієнта структурного зрушення економіки за рахунок груп ВЕД за характеристикою перервності виробничого процесу у 2000–2019 рр.

На рис. 1.20 наведено динаміку інтегрального коефіцієнта структурного зрушення економіки України за рахунок груп ВЕД за характеристикою перервності виробничого процесу у 2000–2019 рр.

Як видно з рис. 1.20, найбільше структурне зрушення в економіці України у 2000–2019 рр. за рахунок груп ВЕД за характеристикою перервності виробничого процесу відбулося у 2010–2019 рр. – 0,0463.

За шкалою (табл. 1.21) його можна класифікувати як вельми низьке структурне зрушення, а у 2000–2005 рр. та 2005–2010 рр. структурні зрушення характеризувалися як тотожність структур.

Таблиця 1.25

Розрахунок інтегрального коефіцієнта структурного зрушення економіки за рахунок груп ВЕД за характеристикою первинності виробничого процесу у 2000 – 2019 рр.

Тип первинності виробничого процесу	Квадрат різниць часток				Квадрат сум часток			
	$(d_{2005} - d_{2000})^2$	$(d_{2010} - d_{2005})^2$	$(d_{2019} - d_{2010})^2$	$(d_{2019} - d_{2000})^2$	$(d_{2000} + d_{2005})^2$	$(d_{2010} + d_{2005})^2$	$(d_{2019} + d_{2010})^2$	$(d_{2019} + d_{2000})^2$
Безперервний	11,333	4,562	24,939	110,173	5177,8	4416,2	3519,4	4202,6
Дискретний	11,333	4,562	24,939	110,173	16395,0	17834,3	19789,5	18271,7
Сума	22,666	9,125	49,878	220,346	21572,8	22250,6	23308,9	22474,2
$\frac{(d_i^{t2} - d_i^{t1})^2}{(d_i^{t2} + d_i^{t1})^2}$					0,0011	0,0004	0,0021	0,0098
$K_i^{\Delta t}$					0,0324	0,0203	0,0463	0,0990

Джерело: власні розрахунки

Енергетична модель економічного зростання України

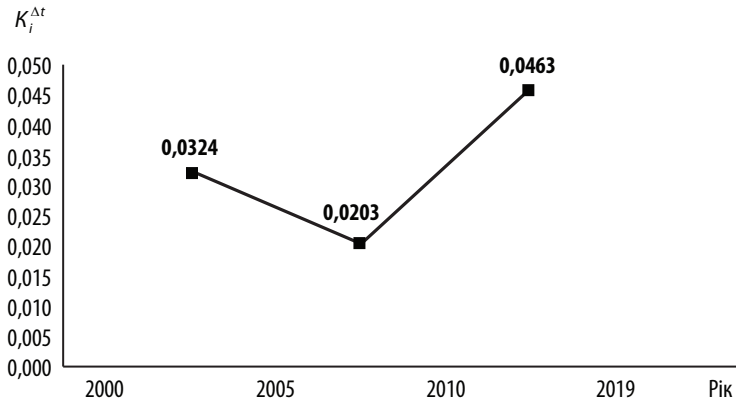


Рис. 1.20. Динаміка інтегрального коефіцієнта структурного зрушення економіки України за рахунок груп ВЕД за характеристикою перервності виробничого процесу у 2000–2019 рр.

Джерело: власні розрахунки

Дослідимо більш детально, які структурні зміни відбувалися у цей період в економіці України за рахунок окремих ВЕД. Для цього будемо використовувати методичний підхід, який наведено на рис. 1.11.

За значущістю в економіці України ВЕД в 2019 р. умовно можна поділити на 3 групи (табл. 1.26).

Таблиця 1.26

Класифікація за значущістю ВЕД в Україні у 2019 р.

Питома вага в економіці, %	ВЕД
1	2
Висока (більше 5,0)	Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів (12,63 %); сільське, лісове та рибне господарство (10,35 %); виробництво харчових продуктів; напоїв та тютюнових виробів (7,91 %); транспорт, складське господарство (6,87 %); будівництво (6,82 %); металургійне виробництво та виробництво готових металевих виробів (5,92 %)
Середня (від 1,0 до 5,0)	Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря (4,83 %); оренда машин та устаткування; прокат побутових виробів і предметів особистого вжитку; діяльність у сферах права обліку, інжинірингу;

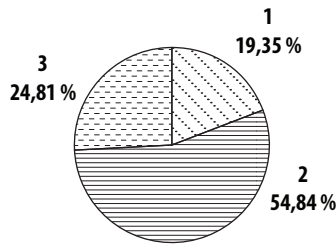
РОЗДІЛ 1. Тенденції розвитку й енергоефективність економіки України

Закінчення табл. 1.26

1	2
	надання послуг підприємцям (4,51 %); державне управління й оборона; обов'язкове соціальне страхування (4,22 %); операції з нерухомим майном (4,06 %); комп'ютерне програмування, консультування та надання інформаційних послуг (3,04 %); машинобудування (2,93%); освіта (2,90%); хімічна та нафтохімічна промисловість (2,52%); добування металевих руд, інших корисних копалин та розроблення кар'єрів; надання допоміжних послуг у сфері добувної промисловості та розроблення кар'єрів (2,51%); охорона здоров'я та надання соціальної допомоги (2,21 %); фінансова та страхова діяльність (2,19 %); оброблення деревини та виробництво виробів з деревини; целюлозно-паперове виробництво; видавнича діяльність (2,12 %); виробництво іншої неметалевої мінеральної продукції (1,67 %); добування сирової нафти та природного газу (1,53 %); інші галузі промисловості (1,31 %); добування кам'яного та бурого вугілля (1,13%); діяльність пошти та зв'язку (1,0%)

Джерело: за матеріалами [14; 33]

Структуру розподілу за значущістю ВЕД в економіці України у 2019 р. наведено на рис. 1.21.



Умовні позначення: 1 – питома вага більше 5,0%;
2 – питома вага від 1,0% до 5,0%; 3 – питома вага менше 1,0%

Рис. 1.21. Структура розподілу за значущістю ВЕД в економіці України у 2019 р.

Джерело: за матеріалами [2]

Енергетична модель економічного зростання України

Як видно з рис. 1.21, найбільше ВЕД в економіці України мали тому вагу від 1,0 % до 5,0 % – 54,84 %, потім вагу меншу за 1,0 % – 25,81 %, нарешті – більше 5,0 % – 19,35 %.

За динамічністю розвитку ВЕД економіки України в 2000–2019 рр. умовно можна розподілити на 3 групи таким чином (табл. 1.27).

Таблиця 1.27

Класифікація за динамічністю розвитку ВЕД в Україні у 2000–2019 рр.

Темпи зміни, %	ВЕД
1	2
Високі (більше 150 %)	Комп'ютерне програмування, консультування та надання інформаційних послуг (1613,46 %); оренда машин та устаткування; прокат побутових виробів і предметів особистого вжитку; діяльність у сферах права, бухгалтерського обліку, інжинірингу; надання послуг підприємцям (471,23 %); надання інших видів послуг (321,71 %); операції з нерухомим майном (258,49 %); оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів (181,94 %); державне управління й оборона; обов'язкове соціальне страхування (180,03 %); будівництво (177,47 %); тимчасове розміщування й організація харчування (167,92 %); фінансова та страхова діяльність (164,22 %); добування металевих руд, інших корисних копалин та розроблення кар'єрів; надання допоміжних послуг у сфері добувної промисловості та розроблення кар'єрів (157,21 %)
Середні та низькі (від 100 % до 150 %)	Оброблення деревини та виробництво виробів з деревини; целюлозно-паперове виробництво; видавнича діяльність (134,34 %); виробництво іншої неметалевої мінеральної продукції (128,36 %); освіта (118,53 %); охорона здоров'я та надання соціальної допомоги (112,87 %); транспорт, складське господарство (103,20 %); мистецтво, спорт, розваги та відпочинок (101,80 %); інші галузі промисловості (101,34 %)
Від'ємні (до 100%)	Добування сирої нафти та природного газу (87,27 %); постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря (82,95 %); сільське, лісове та рибне господарство (73,76 %); водопостачання; каналізація, поводження з відходами (71,23 %); хімічна та нафтохімічна промисловість (70,94 %); виробництво харчових продуктів; напоїв та тютюнових виробів (69,93 %); виробництво коксу та кокспродуктів (62,60 %); діяльність пошти та зв'язку (61,39 %); наукові дослідження та розробки (60,79 %);

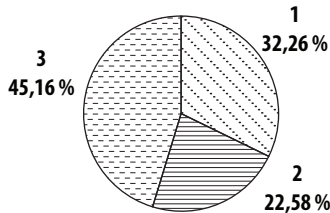
РОЗДІЛ 1. Тенденції розвитку й енергоефективність економіки України

Закінчення табл. 1.27

1	2
	металургійне виробництво та виробництво готових металевих виробів (57,74 %); машинобудування (50,31 %); добування кам'яного та бурого вугілля (42,43 %); текстильне виробництво, виробництво одягу, шкіри та інших матеріалів (27,21 %); виробництво продуктів нафтоперероблення (17,47 %)

Джерело: за матеріалами [14; 33]

Структуру розподілу за динамічністю розвитку ВЕД в економіці України у 2019 р. наведено на *рис. 1.22*.



Умовні позначення: 1 – більше 150%; 2 – від 100% до 150%; 3 – менше 100%

Рис. 1.22. Структура розподілу за динамічністю розвитку ВЕД економіки України у 2000–2019 рр.

Джерело: за матеріалами [2]

Як видно з *рис. 1.22*, найбільше ВЕД в економіці України у 2000–2019 рр. мали темпи зміни до 100 % – 45,16 %, потім – більше 150 % – 32,26 % і нарешті – від 100 % до 150 % – 22,58 %.

У табл. Б.4 (Додаток Б) наведено розрахунки величин індексів і напрямків структурних зрушень ВЕД в економіці України у 2000–2019 рр.

Найбільші позитивні структурні зрушення в економіці України у 2000–2019 рр. відбулось у ВЕД: комп'ютерне програмування – 15,13, оренда машин та устаткування – 3,71, надання інших видів послуг – 2,22, операції з нерухомим майном – 1,58 і оптовій та роздрібній

Енергетична модель економічного зростання України

торгівлі – 0,82, а найбільші від’ємні у ВЕД: виробництві продуктів нафтоперероблення (-0,83), текстильному виробництві та виробництві одягу (-0,73), добуванні кам’яного та бурого вугілля (-0,58), машинобудуванні (-0,50) і металургійному виробництві та виробництві готових металевих виробів (-0,42) (рис. 1.23).

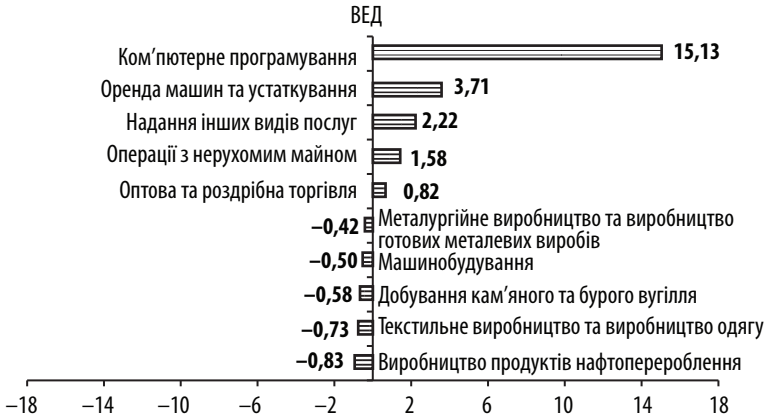


Рис. 1.23. Індекси структурного зрушення ВЕД в економіці України у 2000–2019 рр.

Джерело: власні розрахунки

Згідно зі шкалою (табл. 1.28) ВЕД в економіці України за період 2000–2019 рр. за мірою суттєвості структурного зрушення можна охарактеризувати таким чином (табл. 1.28).

Як видно з табл. 1.28, незначні структурні зрушення (НСЗ) в економіці України у 2000–2019 рр. відбулись у 5 ВЕД, при цьому лише один мав від’ємний напрямок (добування сирової нафти та природного газу), а 4 – позитивний (інші галузі промисловості; мистецтво, спорт, розваги та відпочинок; транспорт, складське господарство; охорона здоров’я та надання соціальної допомоги).

Таблиця 1.28

Характеристика ВЕД в Україні за мірою суттєвості структурного зрушення у 2000–2019 рр.

Інтервали значення міри суттєвості структурного зрушення	ВЕД
Незначне 0 – 0,150	Добування сирової нафти та природного газу (-0,13); інші галузі промисловості (0,01); мистецтво, спорт, розваги та відпочинок (0,02); транспорт, складське господарство (0,03); охорона здоров'я та надання соціальної допомоги (0,13)
Суттєве 0,151 – 0,700	Добування кам'яного та бурого вугілля (-0,58); машинобудування (-0,50); металургійне виробництво та виробництво готових металевих виробів (-0,42); наукові дослідження та розробки (-0,39); діяльність пошти та зв'язку (-0,39); виробництво коксу та коксопродуктів (-0,37); виробництво харчових продуктів (-0,30); хімічна та нафтохімічна промисловість (-0,29); водопостачання; каналізація, поводження з відходами (-0,29); сільське, лісове та рибне господарство (-0,26); постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря (-0,17); освіта (0,19); виробництво іншої неметалевої мінеральної продукції (0,28); оброблення деревини та виробництво виробів з деревини (0,34); добування металевих руд, інших корисних копалин та розроблення кар'єрів (0,57); фінансова та страхова діяльність (0,64); тимчасове розміщування й організація харчування (0,68)
Значне 0,70 і вище	Виробництво продуктів нафтоперероблення (-0,83); текстильне виробництво та виробництво одягу (-0,73); будівництво (0,77); державне управління й оборона (0,80); оптова та роздрібна торгівля (0,82); операції з нерухомим майном (1,58); надання інших видів послуг (2,22); оренда машин та устаткування (3,71); комп'ютерне програмування (15,13)

Джерело: власні розрахунки

Суттєве структурне зрушення (ССЗ) в економіці України за період, що аналізувався, відбувся у 17 ВЕД, з яких 11 мали від'ємний напрям (добування кам'яного та бурого вугілля; машинобудування;

металургійне виробництво та виробництво готових металевих виробів; наукові дослідження та розробки; діяльність пошти та зв'язку; виробництво коксу та коксопродуктів; виробництво харчових продуктів; хімічна та нафтохімічна промисловість; водопостачання; каналізація, поводження з відходами; сільське, лісове та рибне господарство; постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря), а 6 – позитивний (освіта; виробництво іншої неметалевої мінеральної продукції; оброблення деревини та виробництво виробів з деревини; добування металевих руд, інших корисних копалин та розроблення кар'єрів; фінансова та страхова діяльність; тимчасове розміщування й організація харчування).

Значне структурне зрушення (ЗСЗ) в економіці України у 2000–2019 рр. відбулось у 9 ВЕД, з яких 2 мали від'ємний напрямок (виробництво продуктів нафтоперероблення; текстильне виробництво та виробництво одягу), а 7 – позитивний (будівництво; державне управління й оборона; оптова та роздрібна торгівля; операції з нерухомим майном; надання інших видів послуг; оренда машин та устаткування; комп'ютерне програмування).

У табл. Б.5 (Додаток Б) наведено розрахунки інтегрального коефіцієнта структурного зрушення за рахунок ВЕД в економіці України у 2000–2019 рр.

На *рис. 1.24* наведено динаміку інтегрального коефіцієнта структурного зрушення в економіці України за рахунок ВЕД у 2000–2019 рр.

Як видно з *рис. 1.24*, за період, що аналізувався, найбільше структурне зрушення за рахунок ВЕД в економіці України відбулося у 2010–2019 рр. та становило 0,1477. За весь період 2000–2019 рр. інтегральний коефіцієнт структурного зрушення склав величину 0,2425.

Згідно з *табл. 1.21* можна констатувати, що за періоди 2000–2005 рр., 2005–2010 рр. і 2010–2018 рр. структурні зрушення в економіці України за рахунок ВЕД можна охарактеризувати як низькі, а за період 2000–2019 рр. – суттєве структурне зрушення.

РОЗДІЛ 1. Тенденції розвитку й енергоефективність економіки України

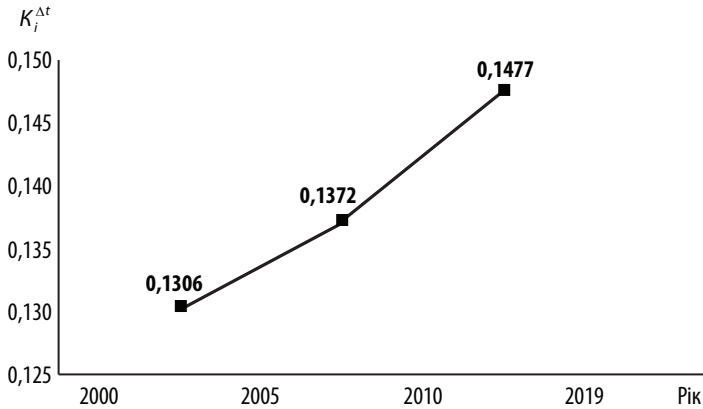


Рис. 1.24. Динаміка інтегрального коефіцієнта структурного зрушення в економіці України за рахунок ВЕД у 2000–2019 рр.

Джерело: власні розрахунки

Загальну характеристику структурних зрушень ВЕД економіки України в 2000–2019 рр. наведено у *табл. 1.29*.

У *табл. 1.29* наведено такі позначення: ВЕМ, СЕМ, НЕМ – відповідно висока, середня, низька енергоємність ВЕД; БТВ, ДТВ – відповідно безперервний та дискретний тип виробничого процесу ВЕД; ВП, СП, НП – відповідно висока, середня, низька питома вага ВЕД; ВД, СВД, ВЕ – відповідно висока, середня і низька від’ємна динаміка ВЕД; НСЗ, ССЗ, ЗСЗ – відповідно незначне, суттєве, значне структурне зрушення (\pm напрямком структурного зрушення).

ВЕД економіки України за мірою суттєвості структурного зрушення можна поділити на шість груп.

До *першої групи* увійшли 6 ВЕД сфери послуг: комп’ютерне програмування; оренда машин та устаткування; надання інших видів послуг; операції з нерухомим майном; оптова та роздрібна торгівля та державне управління й оборона, а також ВЕД будівництво. ВЕД цієї групи мають значну позитивну міру структурного зрушення.

Таблиця 1.29

Загальна характеристика структурних зрушень ВЕД в Україні у 2000–2019 рр.

ВЕД	Характеристика міри суттєвості зрушення							
	Енерго-емність	Зрушення	Тип виробничого процесу	Зрушення	ВЕД		Зрушення	
					Питома вага	Динаміка		
1	2	3	4	5	6	7	8	
Комп'ютерне програмування, консультування та надання інформаційних послуг	HEM	НСЗ (0,1260)	ДТВ	НСЗ (0,1684)	СП	ВД	ЗСЗ (15,1346)	
Оренда машин та устаткування; прокат побутових виробів і предметів особистого вжитку; діяльність у сферах права, бухгалтерського обліку, інжинірингу; надання послуг підприємцям	HEM	НСЗ (0,1260)	ДТВ	НСЗ (0,1684)	СП	ВД	ЗСЗ (3,7123)	
Надання інших видів послуг	HEM	НСЗ (0,1260)	ДТВ	НСЗ (0,1684)	НП	ВД	ЗСЗ (2,2171)	
Операції з нерухомим майном	SEM	НСЗ (0,0390)	ДТВ	НСЗ (0,1684)	СП	ВД	ЗСЗ (1,5849)	
Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів	HEM	НСЗ (0,1260)	ДТВ	НСЗ (0,1684)	ВП	ВД	ЗСЗ (0,8194)	
Державне управління й оборона; обов'язкове соціальне страхування	HEM	НСЗ (0,1260)	ДТВ	НСЗ (0,1684)	СП	ВД	ССЗ (0,8003)	

РОЗДІЛ 1. Тенденції розвитку й енергоефективність економіки України

Продовження табл. 1.29

1	2	3	4	5	6	7	8
Будівництво	HEM	НСЗ (0,1260)	ДТВ	НСЗ (0,1684)	ВП	ВД	ССЗ (0,7747)
Тимчасове розміщування й організація харчування	HEM	НСЗ (0,1260)	ДТВ	НСЗ (0,1684)	НП	ВД	ССЗ (0,6792)
Фінансова та страхова діяльність	HEM	НСЗ (0,1260)	ДТВ	НСЗ (0,1684)	СП	ВД	ССЗ (0,6422)
Добування металевих руд, інших корисних копалин та розроблення кар'єрів; надання допоміжних послуг у сфері добувної промисловості та розроблення кар'єрів	HEM	ССЗ (-0,2595)	БТВ	ССЗ (-0,2787)	СП	ВД	ССЗ (0,5721)
Оброблення деревини та виробництво виробів з деревини; целюлозно-паперове виробництво; видавнича діяльність	HEM	НСЗ (0,1260)	ДТВ	НСЗ (0,1684)	СП	СНД	ССЗ (0,3434)
Виробництво іншої неметалевої мінеральної продукції	SEM	НСЗ (0,0390)	ДТВ	НСЗ (0,1684)	СП	СНД	ССЗ (0,2836)
Освіта	SEM	НСЗ (0,0390)	ДТВ	НСЗ (0,1684)	СП	СНД	ССЗ (0,1853)
Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги	HEM	НСЗ (0,1260)	ДТВ	НСЗ (0,1684)	СП	СНД	НСЗ (0,1287)
Транспорт, складське господарство	HEM	-ССЗ (-0,2595)	БТВ	ССЗ (-0,2787)	ВП	СНД	НСЗ (0,0320)

Енергетична модель економічного зростання України

Продовження табл. 1.29

1	2	3	4	5	6	7	8
Мистецтво, спорт, розваги та відпочинок	HEM	НСЗ (0,1260)	ДТВ	НСЗ (0,1684)	НП	СНД	НСЗ (0,0180)
Інші галузі промисловості	HEM	НСЗ (0,1260)	ДТВ	НСЗ (0,1684)	СП	СНД	НСЗ (0,0134)
Добування сирої нафти та природного газу	SEM	НСЗ (0,0390)	БТВ	ССЗ (-0,2787)	СП	ВЄ	НСЗ (-0,1273)
Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря	HEM	ССЗ (-0,2595)	БТВ	ССЗ (-0,2787)	СП	ВЄ	ССЗ (-0,1705)
Сільське, лісове та рибне господарство	HEM	НСЗ (0,1260)	ДТВ	НСЗ (0,1684)	ВП	ВЄ	ССЗ (-0,2624)
Водопостачання; каналізація, поводження з відходами	HEM	ССЗ (-0,2595)	БТВ	ССЗ (-0,2787)	НП	ВЄ	ССЗ (-0,2877)
Хімічна та нафтохімічна промисловість	SEM	НСЗ (0,0390)	БТВ	ССЗ (-0,2787)	СП	ВЄ	ССЗ (-0,2906)
Виробництво харчових продуктів; напоїв та тютюнових виробів	HEM	НСЗ (0,1121)	ДТВ	НСЗ (0,1684)	ВП	ВЄ	ССЗ (-0,3007)
Виробництво коксу та кокспродуктів	HEM	ССЗ (-0,2595)	БТВ	ССЗ (-0,2787)	НП	ВЄ	ССЗ (-0,3740)

РОЗДІЛ 1. Тенденції розвитку й енергоефективність економіки України

Закінчення табл. 1.29

1	2	3	4	5	6	7	8
Діяльність пошти та зв'язку	HEM	НСЗ (0,1260)	ДТВ	НСЗ (0,1684)	СП	ВЄ	ССЗ (-0,3861)
Наукові дослідження та розробки	HEM	НСЗ (0,1260)	ДТВ	НСЗ (0,1684)	НП	ВЄ	ССЗ (-0,3921)
Металургійне виробництво та виробництво готових металевих виробів	ВЕМ	ССЗ (-0,2595)	БТВ	ССЗ (-0,2787)	ВП	ВЄ	ССЗ (-0,4226)
Машинобудування	HEM	НСЗ (0,1260)	ДТВ	НСЗ (0,1684)	СП	ВЄ	ССЗ (-0,4969)
Добування кам'яного та бурого вугілля	СЕМ	НСЗ (0,0390)	БТВ	ССЗ (-0,2787)	СП	ВЄ	ССЗ (-0,5757)
Текстильне виробництво, виробництво одягу, шкіри та інших матеріалів	HEM	НСЗ (0,1260)	ДТВ	НСЗ (0,1684)	НП	ВЄ	ЗСЗ (-0,7279)
Виробництво продуктів нафтоперероблення	ВЕМ	ССЗ (-0,2595)	БТВ	ССЗ (-0,2787)	НП	ВЄ	ЗСЗ (-0,8253)

Джерело: власна розробка

Їх питома вага в економіці країни за період 2000–2019 рр. збільшилася з 16,07 % до 36,01 %, або на 19,94 % з темпом зміни – 224,05 %.

До *другої групи* відносяться 3 ВЕД сфери послуг (тимчасове розмішування й організація харчування; фінансова та страхова діяльність; освіта), 3 ВЕД матеріальної сфери виробництва (добування металевих руд; оброблення деревини; виробництво іншої неметалевої мінеральної продукції). ВЕД цієї групи мають суттєву позитивну міру структурного зрушення. Їх питома вага в економіці країни за період, що аналізувався, збільшилася з 8,75 % до 12,22 %, або на 3,47 % з темпом зміни – 139,68 %.

У *третьої групи* увійшло 3 ВЕД, сфери послуг (охорона здоров'я; транспорт; мистецтво та спорт), 2 ВЕД матеріальної сфери виробництва (інші галузі промисловості; добування сирової нафти та природного газу). Цій групі ВЕД притаманні низькі позитивні та негативні зрушення. Вона дещо збільшила свою питому вагу в економіці країни з 12,12 % у 2000 р. до 12,39 % у 2019 р. або на 0,27 % з темпом зростання – 102,20 %.

Четверту групу складають 11 ВЕД у більшості своїй матеріальної сфери виробництва (постачання електроенергії; сільське, лісове та рибне господарство; водопостачання; хімічна та нафтохімічна промисловість; виробництво харчових продуктів; виробництво коксу та коксопродуктів; діяльність пошти та зв'язку; наукові дослідження та розробки; металургійне виробництво; машинобудування; добування кам'яного та бурого вугілля). ВЕД цієї групи мають від'ємну суттєву міру структурного зрушення. Їх питома вага в економіці країни за період 2000–2019 рр. зменшилась з 57,63 % до 38,25 % або на 19,39 % з темпом зміни – 66,36 %.

До *п'ятої групи* увійшло 2 ВЕД, які входять до складу матеріальної сфери виробництва (текстильне виробництво та виробництво одягу; виробництво продуктів нафтоперероблення). ВЕД цієї групи мають від'ємну значну міру структурного зрушення. Питома вага цієї групи ВЕД з 2000 р. по 2019 р. зменшилась в економіці країни з 5,43 % до 1,14 % або на 4,29 % з темпом зміни – 20,95 %.

РОЗДІЛ 1. Тенденції розвитку й енергоефективність економіки України

До шостої групи входять інші ВЕД.

Таким чином, можна зробити висновок, що загалом економіка України в 2000–2019 рр. мала спад виробництва переважно за рахунок ВЕД, які відносяться до матеріальної сфери виробництва з високою енергоємності та безперервним типом виробничого процесу.

2.1. Розвиток національної сфери енергозабезпечення на фоні світових тенденцій

В умовах стійкої світової тенденції до збільшення попиту на енергію розвиток енергетичної сфери економіки є основою сталого соціально-економічного розвитку й енергетичної безпеки кожної країни.

Упродовж останнього десятиліття у світовій енергетиці відбулося чимало змін, що зумовили нові тенденції розвитку паливно-енергетичного комплексу та чинять вплив на енергетичну політику країн світу. Визначальними факторами формування трендів розвитку світової енергетики сьогодні є: (1) загострення протиріч між основними гравцями на міжнародних енергетичних ринках, зокрема, зміна вектора взаємовідносин між споживачами та виробниками, що посилює конкуренцію за енергоресурси; (2) зміна структури пропозиції енергоресурсів та підвищення ролі окремих постачальників; (3) нерівномірне зростання енергоспоживання, що посилює регіональні енергетичні диспропорції: темпи зростання попиту на енергетичні ресурси в таких країнах, як Китай та Індія, перевищують темпи зростання більшості розвинутих країн світу; (4) швидка та непередбачувана волатильність цін на енергоресурси, зокрема, нафту, природний газ та вугілля; (5) зростання обсягів міжнародної торгівлі енергоносіями, розвиток інфраструктурної складової постачань енергоресурсів і загострення пов'язаних із цим ризиків; (6) необхідність боротьби зі зміною клімату, де головним засобом є подальша декарбонізація енергетики [37].

Боротьба зі зміною клімату, безперебійне енергопостачання та забезпечення чистоти повітря й води вимагають змін у способі виробни-

цтва та споживанні енергії. Прискорення переходу на чисті енергетичні технології є центральним питанням для цієї трансформації в умовах постійного збільшення попиту на енергію. Високе паливо продовжує домінувати у світовому енергопостачанні, незважаючи на зростаючий внесок відновлюваних джерел енергії та стабільний прогрес у зростанні енергоспоживання [38]. Ці й інші фактори призвели до нагальної потреби перегляду сучасного стану енергетичної сфери та пошуку можливостей для її оновлення та перезавантаження [39].

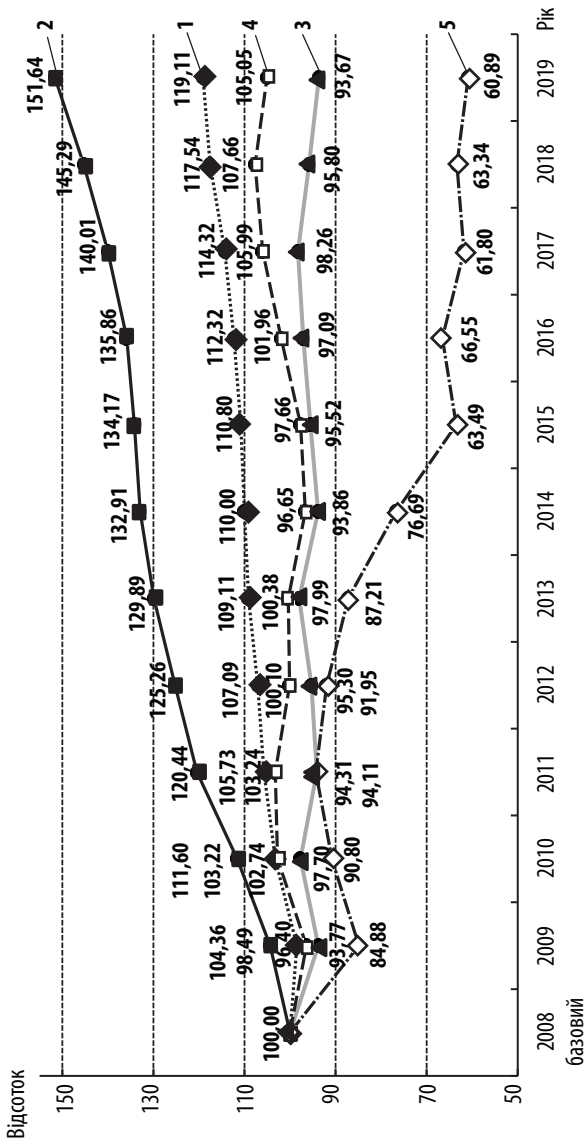
Дослідимо стан та тенденції розвитку енергетичної сфери у 2008–2019 рр. у світі та Україні на прикладі групи країн, що характеризують розвинуті країни (США, Німеччина, Велика Британія, Франція), країни, що розвиваються (Китай, Індія), країни зі схожою економікою (Польща) та всі країни світу з розбивкою – країни ОЕСР та країни, які не є членами ОЕСР.

На рис. 2.1 та в табл. 2.1 наведено динаміку споживання первинної енергії в окремих країнах світу та Україні у 2008–2019 рр.

Як видно з рис. 2.1 та табл. 2.1, найвищий темп зростання споживання первинної енергії в 2019 р. спостерігався в Індії (170,26 %) та Китаї (151,64 %).

Світовий темп зростання споживання первинної енергії за аналізований період склав 119,11 %, у країнах ОЕСР – 98,76 %, а в країнах, які не є членами ОЕСР, – 138,06 %. Темп зростання споживання первинної енергії в Польщі та Німеччині за період, що аналізувався, склав відповідно 105,05 % та 93,67 %. Україна у 2008–2019 рр. мала найнижчий темп зростання споживання первинної енергії, що у 2019 р. становив 60,89 % від рівня 2008 р.

За аналізований період найвищий середній темп приросту споживання первинної енергії був у Індії та Китаї – 4,96 % та 3,86 % відповідно. Світовий середній темп приросту споживання первинної енергії у 2008–2019 рр. становив 1,60 %, у країнах ОЕСР – -0,11 %, а в країнах, які не є членами ОЕСР, – 2,98 %. У розвинених країнах, крім США, спостерігався від’ємний середній темп приросту споживання первин-



Умовні позначення: 1 – світ; 2 – Китай; 3 – Німеччина; 4 – Польща; 5 – Україна

Рис. 2.1. Динаміка темпу зростання споживання первинної енергії в окремих країнах світу та Україні у 2008–2019 рр.

Джерело: за матеріалами [40]

Таблиця 2.1

Динаміка споживання первинної енергії в окремих країнах світу й Україні у 2008–2019 рр.

Країна	Рік				Темп зростання 2019 р. до:				Середній темп приросту з 2008 р. по 2019 р.
	2008	2014	2018	2019	2018 р.	2014 р.	2008 р.	%	
	Ексаджоуль (ЕДж)								
США	94,60	93,05	95,60	94,65	99,00	101,71	100,05	0,005	
Франція	10,95	9,87	9,87	9,68	98,05	98,06	88,36	-1,12	
Німеччина	14,03	13,17	13,44	13,14	97,77	99,80	93,67	-0,59	
Велика Британія	9,18	8,02	7,96	7,84	98,44	97,75	85,43	-1,42	
Китай	93,44	124,20	135,77	141,70	104,37	114,09	151,64	3,86	
Індія	20,00	27,86	33,30	34,06	102,28	122,25	170,26	4,96	
Польща	4,07	3,93	4,38	4,28	97,57	108,70	105,05	0,45	
Україна	5,59	4,29	3,54	3,41	96,13	79,40	60,89	-4,41	
Країни ОЕСР	236,37	228,31	235,39	233,43	99,17	102,25	98,76	-0,11	
Країни, які не є членами ОЕСР	253,86	310,94	340,84	350,47	102,82	112,71	138,06	2,98	
Світ	490,23	539,25	576,23	583,90	101,33	108,28	119,11	1,60	

Джерело: за матеріалами [40]

ної енергії за період, що аналізувався. В Україні цей показник мав найнижче значення і становив -4,41 %.

На *рис. 2.2* та в *табл. 2.2* наведено динаміку споживання первинної енергії на душу населення в окремих країнах світу та Україні у 2008–2019 рр.

Як видно з *рис. 2.2* та *табл. 2.2*, найвищий темп зростання споживання первинної енергії на душу населення в 2019 р. спостерігався в Індії (149,60 %) та Китаї (143,16 %). Світовий темп зростання споживання первинної енергії на душу населення, за аналізований період склав 104,84%, у країнах ОЕСР – 92,39 %, а в країнах, які не є членами ОЕСР, – 119,95 %. Темп зростання споживання первинної енергії на душу населення в Польщі та Німеччині за період, що аналізувався, склав відповідно 106,35 % та 90,92 %. Україна у 2008–2019 рр. мала найнижчий темп зростання споживання первинної енергії, що у 2019 р. становив 63,89 % від рівня 2008 р.

За період, що аналізувався, найвищий середній темп приросту споживання первинної енергії на душу населення спостерігався у Індії та Китаї – 3,73 % та 3,32 % відповідно. Світовий середній темп приросту споживання первинної енергії на душу населення у 2008-2019 рр. становив 0,43 %, у країнах ОЕСР він склав -0,72 %, а в країнах, які не є членами ОЕСР, – 1,67 %. У розвинених країнах (крім Польщі) спостерігався від’ємний середній темп приросту споживання первинної енергії на душу населення за період, що аналізувався. В Україні цей показник за досліджуваний період мав найнижче значення й становив -3,99 %, що свідчить про наявність у країні стійкої тенденції енергетичного зuboжіння.

На *рис. 2.3* наведено динаміку структури споживання первинної енергії за видами палива й енергії в світі та Україні у 2010–2019 рр.

З *рис. 2.3* видно, що структура споживання первинної енергії за видами палива й енергії в світі за аналізований період суттєво не змінилася, але спостерігається зростання частки ВДЕ (4,96 %) за рахунок незначного зменшення часток традиційних видів палива (нафта, природний газ, вугілля) та атомної енергії.

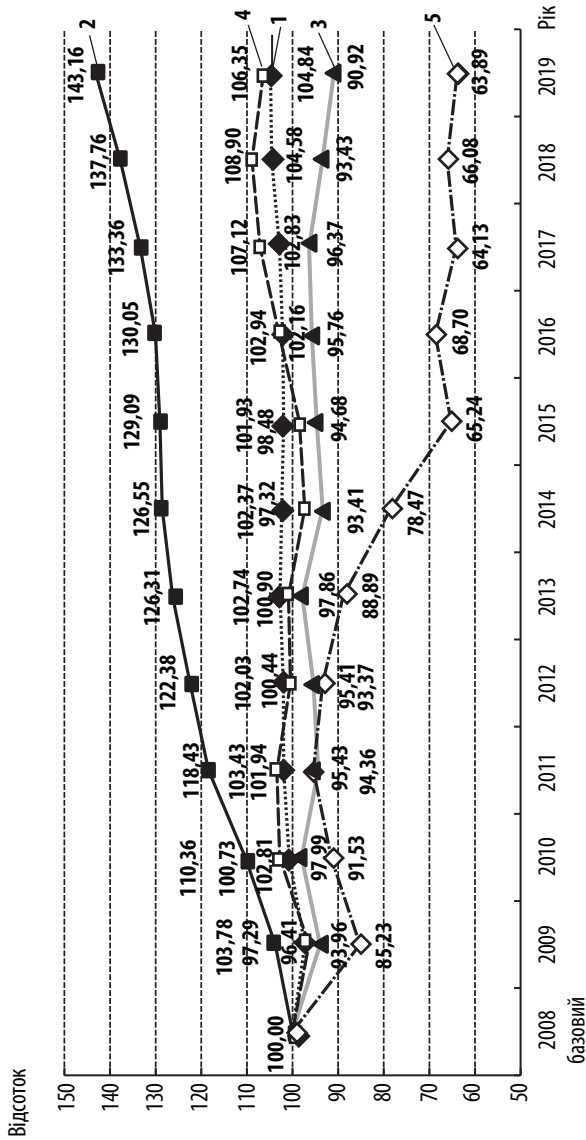


Рис. 2.2. Динаміка темпу зростання споживання первинної енергії на душу населення в окремих країнах світу та Україні у 2008–2019 рр.

Джерело: за матеріалами [40]

Таблиця 2.2
Динаміка споживання первинної енергії на душу населення в окремих країнах світу й Україні у 2008–2019 рр.

Країна	Рік					Темп зростання 2019 р. до:				Середній темп приросту з 2008 р. по 2019 р.
	2008	2014	2018	2019	2018 р.	2014 р.	2008 р.	%		
	Гігаджоуль (ГДж)									
США	311,71	292,00	292,28	287,63	98,41	98,50	92,27	-0,73		
Франція	176,10	153,77	151,89	148,61	97,84	96,65	84,39	-1,53		
Німеччина	173,05	161,65	161,68	157,33	97,31	97,33	90,92	-0,86		
Велика Британія	147,68	122,59	118,62	116,10	97,87	94,70	78,61	-2,16		
Китай	69,04	88,75	95,10	98,83	103,92	111,36	143,16	3,32		
Індія	16,66	21,50	24,62	24,93	101,24	115,91	149,60	3,73		
Польща	106,14	103,30	115,58	112,88	97,66	109,28	106,35	0,56		
Україна	121,16	95,07	80,06	77,40	96,68	81,42	63,89	-3,99		
Країни ОЕСР	193,20	179,41	180,88	178,50	98,69	99,50	92,39	-0,72		
Країни, які не є членами ОЕСР	45,60	51,62	53,83	54,70	101,60	105,97	119,95	1,67		
Світ	72,19	73,90	75,50	75,68	100,25	102,41	104,84	0,43		

Джерело: за матеріалами [40]

РОЗДІЛ 2. Аналіз стану та тенденцій розвитку електроенергетичного комплексу України

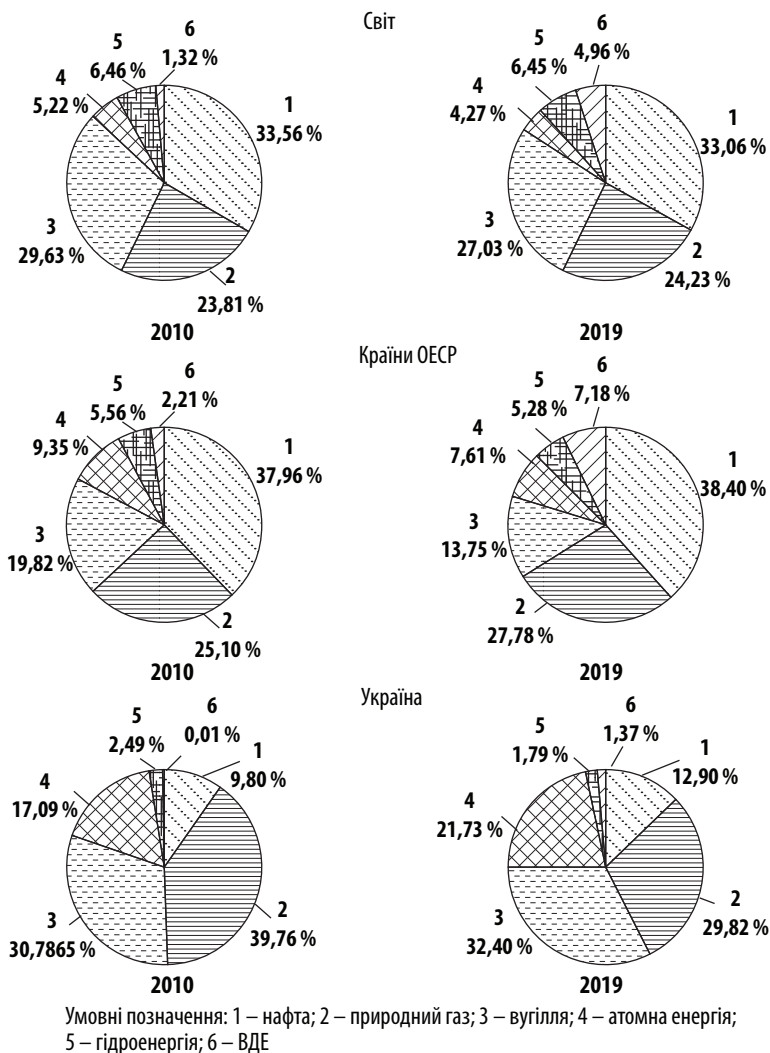


Рис. 2.3. Динаміка структури споживання первинної енергії за видами палива й енергії в світі та Україні у 2010–2019 рр.

Джерело: за матеріалами [40]

Структура споживання первинної енергії за видами палива й енергії в країнах ОЕСР у 2010–2019 рр. схожа зі світовою з дещо більшим зростанням частки ВДЕ (7,18 %) і більшим зниженням частки вугілля та атомної енергії.

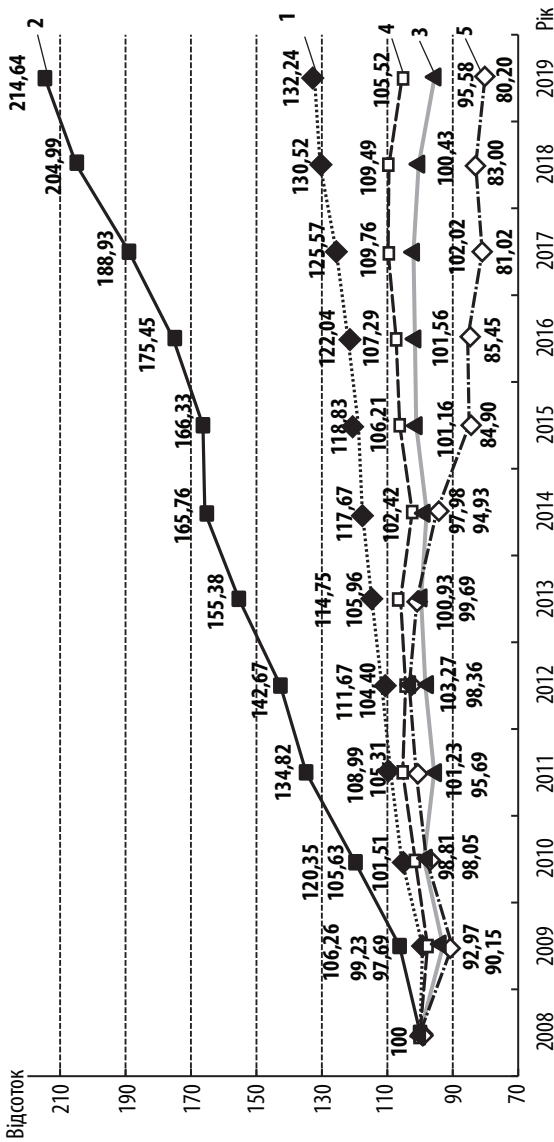
В Україні структура споживання первинної енергії за видами палива й енергії відмінна від світової й за аналізований період також не мала суттєвих змін. За цей період зросла частка атомної енергії (4,64 %), знизилася частка гідроенергії (-0,70 %), ВДЕ (0,68 %), за видами палива відбулося зростання частки нафти (3,10 %) та вугілля (1,54 %), а природного газу – зниження на 9,94 %.

На *рис. 2.4* та в *табл. 2.3* наведено динаміку генерації електроенергії (на основі валового виробництва) в окремих країнах світу та Україні в 2008–2019 рр.

Як видно з *рис. 2.4* та *табл. 2.3*, найвищий темп зростання генерації електроенергії в 2019 р. спостерігався в Китаї (214,64 %) та Індії (188,16 %). Світовий темп зростання генерації електроенергії, за аналізований період склав 132,24 %, у країнах ОЕСР – 101,15 %, а в країнах, які не є членами ОЕСР, – 168,61 %. Темп зростання генерації електроенергії в Польщі та Німеччині за період, що аналізувався, склав відповідно 105,52 % та 95,58 %. Україна у 2008–2019 рр. мала найнижчий темп зростання генерації електроенергії, що у 2019 р. становив 80,20 % від рівня 2008 р.

Найвищий середній темп приросту генерації електроенергії за період, що аналізувався, спостерігався у Китаї та Індії – 7,19 % та 5,91 % відповідно. Світовий середній темп приросту генерації електроенергії у 2008–2019 рр. становив 2,57 %, у країнах ОЕСР він склав 0,10 %, а в країнах, які не є членами ОЕСР, – 4,86 %. У розвинених країнах, крім Великої Британії, спостерігався близький до нуля середній темп генерації електроенергії за період, що аналізувався. В Україні цей показник за досліджуваний період мав найнижче значення і становив -1,99 %.

На *рис. 2.5* наведено структуру генерації електроенергії за видами палива й енергії в окремих країнах світу та Україні в 2019 р.



базовий

Умовні позначення: 1 – світ; 2 – Україна; 3 – Китай; 4 – Німеччина; 5 – Польща

Рис. 2.4. Динаміка темпу зростання генерації електроенергії в окремих країнах світу та Україні у 2008–2019 рр.

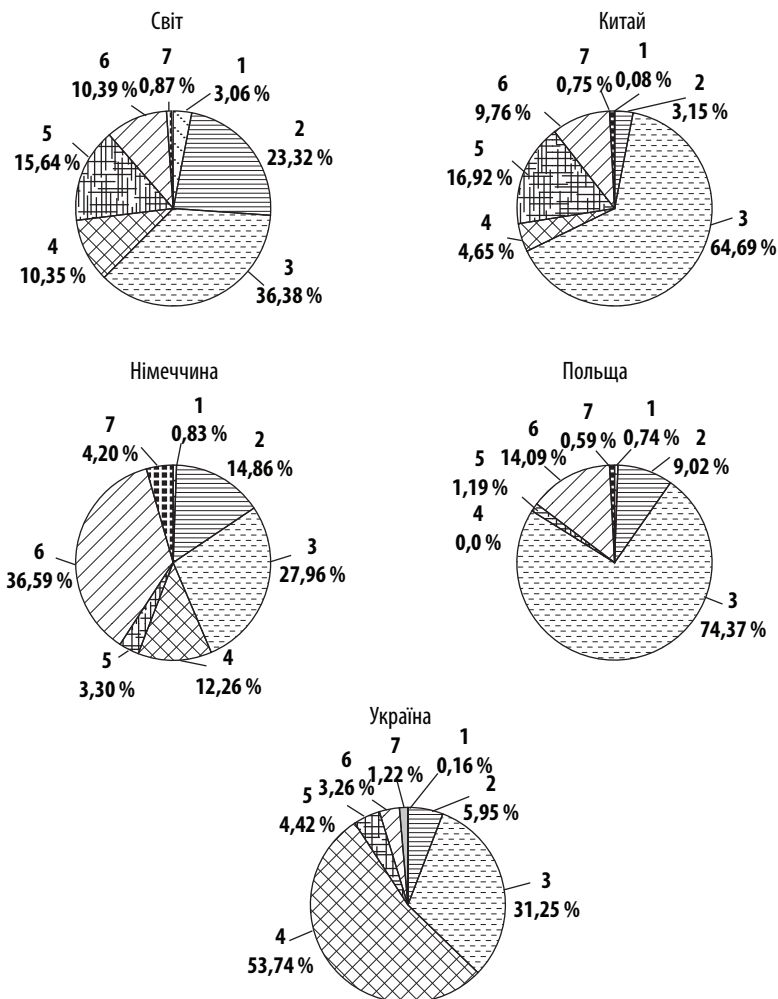
Джерело: за матеріалами [40]

Таблиця 2.3

Динаміка генерації електроенергії в окремих країнах світу та Україні у 2008–2019 рр.

Країна	Рік				Темп зростання 2019 р. до:				Середній темп приросту з 2008 р. - по 2019 р.
	2008	2014	2018	2019	2018 р.	2014 р.	2008 р.	%	
	Петтаватт (ПВт-год)								
США	4,39	4,33	4,46	4,40	98,74	101,64	100,25	100,25	0,02
Франція	0,57	0,57	0,57	0,56	96,74	96,79	96,80	96,80	-0,30
Німеччина	0,64	0,64	0,64	0,61	95,17	95,88	95,58	95,58	-0,41
Велика Британія	0,39	0,36	0,33	0,32	97,24	90,35	83,23	83,23	-1,65
Китай	3,50	5,43	7,17	7,50	104,71	138,14	214,64	214,64	7,19
Індія	0,83	1,15	1,55	1,56	100,47	136,00	188,16	188,16	5,91
Польща	0,16	0,16	0,17	0,16	96,38	99,59	105,52	105,52	0,49
Україна	0,19	0,19	0,16	0,15	96,62	79,46	80,20	80,20	-1,99
Країни ОЕСР	11,01	10,94	11,25	11,14	99,02	101,75	101,15	101,15	0,10
Країни не ОЕСР	9,41	12,49	15,41	15,87	103,00	127,06	168,61	168,61	4,86
Світ	20,42	23,43	26,65	27,00	101,32	115,24	132,24	132,24	2,57

Джерело: за матеріалами [40]



Умовні позначення: 1 – нафта; 2 – природний газ; 3 – вугілля; 4 – атомна енергія; 5 – гідроенергія; 6 – ВДЕ; 7 – інша енергія

Рис. 2.5. Структура генерації електроенергії за видами палива й енергії в окремих країнах світу та Україні в 2019 р.

Джерело: за матеріалами [40]

З рис. 2.5 видно, що в світі найбільші частки генерації електроенергії припадають на вугілля (36,38 %), природний газ (23,32 %) та гідроенергію (15,64 %), а найменші частки мають інша (термальна, припливів та ін.) енергія (0,87 %) та нафта (3,06 %).

У Китаї найбільші частки генерації електроенергії припадають на вугілля (64,69 %), гідроенергію (16,92 %) та ВДЕ (9,76 %), а найменші частки мають нафта (0,08 %) та інша (термальна, припливів та ін.) енергія (0,75 %).

Найбільші частки генерація електроенергії в Німеччині припадають на ВДЕ (36,59 %), вугілля (27,96 %) та природний газ (14,86 %), найменші частки складають нафта (0,83 %) та гідроенергія (3,30 %).

У Польщі найбільші частки генерації електроенергії припадають на вугілля (74,37 %), ВДЕ (14,09 %) та природний газ (9,02 %), в країні відсутня атомна енергетика, а частка іншої енергії складає (0,59 %).

Найбільші частки генерації електроенергії в Україні мають атомна енергія (53,74 %), вугілля (31,25 %) та природний газ (5,95 %), а найменші частки мають інша енергія (1,22 %) та нафта (0,16 %).

На рис. 2.6 та в табл. 2.4 наведено динаміку викидів CO_2 в окремих країнах світу та Україні у 2008–2019 рр.

З рис. 2.6 та табл. 2.4 видно, що найвищий темп зростання викидів CO_2 в 2019 р. спостерігався в Індії (169,13 %) та Китаї (133,17 %). Світовий темп зростання викидів CO_2 , за аналізований період склав 112,48 %, у країнах ОЕСР – 89,41 % та в країнах, які не є членами ОЕСР, – 130,77 %. Темп зростання викидів CO_2 в Польщі та Німеччині за період, що аналізувався, склав відповідно 95,11 % та 84,48 %. Україна у 2008-2019 рр. мала найнижчий темп зростання викидів CO_2 , що у 2019 р. становив 58,45 % від рівня 2008 р.

За період, що аналізувався, найвищий середній темп приросту викидів CO_2 у Індії та Китаї – 4,89 % та 2,64 % відповідно. Світовий середній темп приросту викидів CO_2 у 2008–2019 рр. становив 1,07 %, у країнах ОЕСР він склав -1,01 %, а в країнах, які не є членами ОЕСР, – 2,47 %. У розвинених країнах спостерігався від'ємний середній темп

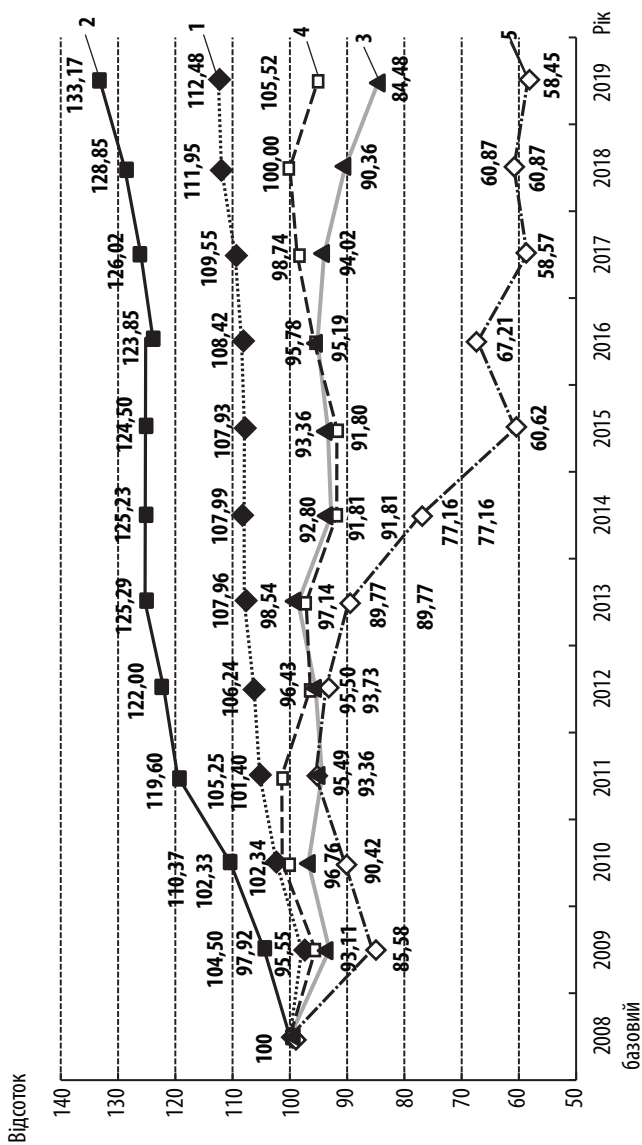


Рис. 2.6. Динаміка темпу зростання викидів CO₂ в окремих країнах світу та Україні у 2008–2019 рр.

Джерело: за матеріалами [40]

Таблиця 2.4

Динаміка викидів CO₂ в окремих країнах світу та Україні у 2008–2019 рр.

Країна	Рік					Темп зростання 2019 р. до:			Середній темп приросту з 2008 р. по 2019 р.
	2008	2014	2018	2019	2018 р.	2014 р.	2008 р.		
	млрд т					%			
США	5,70	5,25	5,12	4,96	97,03	94,48	87,11	-1,25	
Франція	0,37	0,30	0,31	0,30	97,41	99,32	80,93	-1,91	
Німеччина	0,81	0,75	0,73	0,68	93,50	91,04	84,48	-1,52	
Велика Британія	0,56	0,46	0,40	0,39	97,53	84,50	69,01	-3,32	
Китай	7,38	9,24	9,51	9,83	103,35	106,34	133,17	2,64	
Індія	1,47	2,08	2,45	2,48	101,14	119,05	169,13	4,89	
Польща	0,32	0,29	0,32	0,30	95,11	103,60	95,11	-0,45	
Україна	0,32	0,24	0,19	0,19	96,02	75,76	58,45	-4,76	
Країни ОЕСР	13,44	12,44	12,37	12,01	97,09	96,55	89,41	-1,01	
Країни не ОЕСР	16,94	20,36	21,64	22,16	102,41	108,81	130,77	2,47	
Світ	30,38	32,80	34,01	34,17	100,47	104,16	112,48	1,07	

Джерело: за матеріалами [40]

РОЗДІЛ 2. Аналіз стану та тенденцій розвитку електроенергетичного комплексу України

приросту викидів CO₂ за період, що аналізувався. В Україні цей показник за досліджуваний період мав найнижче значення й становив -4,76 %.

Для більш детального аналізу дослідимо стан і тенденції енергоперетворення, постачання та кінцеве споживання енергії в Україні у 2008–2019 рр.

На рис. 2.7 та в табл. 2.5 наведено динаміку показників енергетичної сфери України у 2008–2019 рр.



Рис. 2.7. Динаміка темпу зростання показників енергетичного сектора України у 2008–2019 рр.

Джерело: за матеріалами [41]

Як видно з рис. 2.7 та табл. 2.5, у період з 2008 р. по 2019 р. всі показники енергетичної сфери України зазнали суттєвого зниження. За період, що аналізувався, темп зростання показників енергетичної сфери знизився до рівня 60–70 %, а найнижчий рівень (59,27 %) у 2019 р. був у показника кінцевого споживання.

Таблиця 2.5

Динаміка показників енергетичного сектора України у 2008–2019 рр.

Показник	Рік				Темп зростання 2019 р. до:			Середній темп приросту з 2008 р. по 2019 р.
	2008	2014	2018	2019	2018 р.	2014 р.	2008 р.	
	тис. т н.е.				%			
Енергоперетворення	84260	76928	60883	60095	98,71	78,12	71,32	-3,03
Постачання	134562	105683	93492	89072	95,27	84,28	66,19	-3,68
Кінцеве споживання	83283	61460	51458	49359	95,92	80,31	59,27	-4,64

Джерело: за матеріалами [41]

Середній темп зниження показників енергетичної сфери України в досліджуваний період перевищував -3 %, найбільш швидким середнім темпом зниження характеризувався показник кінцевого споживання (-4,64 %).

У табл. 2.6 наведено динаміку структури енергоперетворення за видами палива й енергії в Україні у 2008–2019 рр.

Таблиця 2.6

Динаміка структури енергоперетворення за видами палива й енергії в Україні у 2008–2019 рр.

Види палива й енергії	Рік					
	2008		2014		2019	
	Тис. т н.е.	Частка, %	Тис. т н.е.	Частка, %	Тис. т н.е.	Частка, %
1	2	3	4	5	6	7
Вугілля й торф	37640	44,67	31 891,0	41,46	14089	23,44
Сира нафта	4347	5,16	2 817,0	3,66	2478	4,12
Нафтопродукти	0	0,00	0,0	0,00	0	0,00
Природний газ	16120	19,13	15 022,0	19,53	16318	27,15

РОЗДІЛ 2. Аналіз стану та тенденцій розвитку електроенергетичного комплексу України

Закінчення табл. 2.6

1	2	3	4	5	6	7
Атомна енергія	23566	27,97	23 191,0	30,15	21771	36,23
Гідроелектроенергія	990	1,17	729,0	0,95	560	0,93
Вітрова, сонячна енергія та ін.	4	0,00	134,0	0,17	426	0,71
Біопаливо та відходи	1593	1,89	2 399,0	3,12	3786	6,30
Електроенергія	0	0,00	0,0	0,00	0	0,00
Теплоенергія	0	0,00	745,0	0,97	667	1,11
Усього	84260	100	76 928,0	100	60095	100

Джерело: за матеріалами [41]

З табл. 2.6 видно, що у 2019 р. найбільші частки енергоперетворення в країні мали атомна енергія (36,23 %), природний газ (27,15 %) та вугілля й торф (23,44 %), а найменші – ВЕД (0,71 %) та теплоенергія (1,11 %). За аналізований період в структурі енергоперетворення в Україні найбільше зросли частки атомної енергії (8,26 %), природного газу (8,02 %), а також біопалива та відходів (4,41 %), а найбільше знизилися частки вугілля й торфу (-21,23 %) та сирої нафти (-1,04 %).

У табл. 2.7 наведено динаміку структури постачання енергії за видами палива й енергії в Україні у 2008–2018 рр.

Таблиця 2.7

Динаміка структури постачання енергії в Україні у 2008–2019 рр.

Види палива й енергії	Рік					
	2008		2014		2019	
	Тис. т н.е.	Частка, %	Тис. т н.е.	Частка, %	Тис. т н.е.	Частка, %
1	2	3	4	5	6	7
Вугілля й торф	41798	30,93	35 576	33,66	25718	28,87
Сира нафта	11166	8,26	3 043	2,88	3786	4,25
Нафтопродукти	3202	2,37	7 645	7,23	9747	10,94
Природний газ	52805	39,07	33 412	31,62	23383	26,25

Енергетична модель економічного зростання України

Закінчення табл. 2.7

1	2	3	4	5	6	7
Атомна енергія	23566	17,44	23 191	21,94	21771	24,44
Гідроелектроенергія	990	0,73	729	0,69	560	0,63
Вітрова, сонячна енергія та ін.	4	0,003	134	0,13	426	0,48
Біопаливо та відходи	1610	1,19	1 934	1,83	3362	3,77
Електроенергія (експорт)	579,0	0,43	725	0,69	348	0,39
Теплоенергія	0	0,00	745	0,70	667	0,75
Усього	135141	100	105 683	100	89072	100

Джерело: за матеріалами [41]

Як видно з табл. 2.7, у 2019 р. найбільші частки постачання енергії в країні мали вугілля й торф (28,83 %), природний газ (26,25 %) та атомна енергія (24,44 %), а найменші – ВЕД (0,48 %) та теплоенергія (0,75 %). За період, що аналізувався, в структурі постачання енергії в Україні найбільше зросли частки нафтопродуктів (8,57 %), атомної енергії (7,0 %) та біопалива та відходів (2,58 %), а найбільше знизилися частки природного газу (-12,82 %) та сирої нафти (-4,01 %).

У табл. 2.8 наведено динаміку структури кінцевого споживання енергії за видами палива й енергії в Україні у 2008–2019 рр.

Таблиця 2.8

**Динаміка структури кінцевого споживання енергії в Україні
у 2008–2019 рр.**

Види палива й енергії	Рік					
	2008		2014		2019	
	Тис. т н.е.	Частка, %	Тис. т н.е.	Частка, %	Тис. т н.е.	Частка, %
1	2	3	4	5	6	7
Вугілля й торф	10806	12,98	9 180	14,94	5959	12,07
Сира нафта	0	0,00	8	0,01	9	0,02
Нафтопродукти	13205	15,86	10 141	16,50	10613	21,50

Закінчення табл. 2.8

1	2	3	4	5	6	7
Природний газ	34147	41,00	20 955	34,10	13479	27,31
Атомна енергія	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Гідроелектроенергія	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Вітрова, сонячна енергія та ін.	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Біопаливо та відходи	1207	1,45	1 201	1,95	2087	4,23
Електроенергія	11612	13,94	11 041	17,96	10033	20,33
Теплоенергія	12306	14,78	8 933	14,53	7179	14,54
Усього	83283	100	61 460	100	49359	100

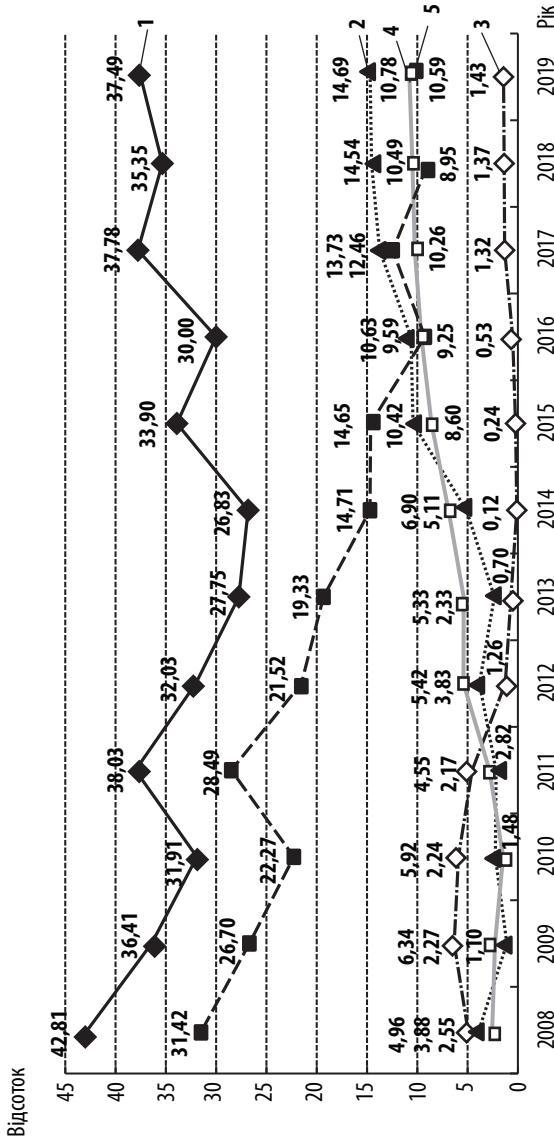
Джерело: за матеріалами [41]

З табл. 2.8 видно, що у 2019 р. найбільші частки кінцевого споживання енергії в країні мали природний газ (27,31 %), нафтопродукти (21,50 %) та електроенергія (20,33 %), а найменші – сира нафта (0,02 %) та біопаливо та відходи (4,23 %). За аналізований період в структурі кінцевого споживання енергії в Україні найбільше зросли частки електроенергії (6,38%), нафтопродуктів (5,65 %) та біопалива та відходів (2,78 %), а найбільше знизилися частки природного газу (-13,69 %) та вугілля й торфу (-0,9 %).

На рис. 2.8 та в табл. 2.9 наведено динаміку частки імпорту в загальному постачанні енергії в Україні у 2008–2019 рр.

З рис. 2.8 та табл. 2.9 видно, що за аналізований період динаміка частки імпорту в загальному постачанні енергії була нерівномірною: найбільший рівень (42,81 %) був у 2008 р., а найменший – 26,83 % у 2014 р. Загальний приріст частки імпорту в загальному постачанні енергії з 2008 р. по 2018 р. склав -5,32 %.

У досліджуваний період частки імпорту вугілля й торфу та нафтопродуктів в загальному постачанні енергії мали тенденцію до зростання, а частки сирової нафти та природного газу мали тенденцію до зниження.



Умовні позначення: 1 – імпорт (нетто); 2 – вугілля й торф; 3 – сира нафта; 4 – нафтопродукти; 5 – природний газ

Рис. 2.8. Динаміка частки імпорту в загальному постачанні енергії в Україні у 2008–2019 рр.

Джерело: за матеріалами [40]

Таблиця 2.9

Динаміка частки імпорту в загальному постачанні енергії в Україні
у 2008–2019 рр., %

Показник	Рік				Приріст у 2019 р. з:		
	2008	2014	2018	2019	2018 р.	2014 р.	2008 р.
Імпорт (нетто) У тому числі за видами палива	42,81	26,83	35,35	37,49	2,14	10,67	-5,32
Вугілля й торф	3,88	5,11	14,54	14,69	0,14	9,58	10,81
Сира нафта	4,96	0,12	1,37	1,43	0,07	1,32	-3,53
Нафтопродукти	2,55	6,90	10,49	10,78	0,30	3,89	8,23
Природний газ	31,42	14,71	8,95	10,59	1,64	-4,12	-20,83

Джерело: за матеріалами [40]

У період, що аналізувався, найбільше зросла частка імпорту вугілля й торфу в загальному постачанні енергії з 3,88 % у 2008 р. до 14,69 % у 2019 р., а найбільше зниження частки імпорту за цей період було у природного газу з 31,42 % до 10,59 %, або на -20,83 %.

Таким чином, проведене дослідження стану та тенденцій розвитку енергетичної сфери країн світу та України показало, що в світі та країнах, що розвиваються, відбувається постійне зростання споживання первинної енергії, на відміну від України, де споживання первинної енергії за аналізований період скоротилося майже на 40 %, що обумовлено скороченням в країні: споживання енергії населенням; обсягів суспільного виробництва; скороченням масштабів енергоємних галузей; скороченням енергопостачання на тимчасово неконтрольовані території.

У структурі споживання первинної енергії в світі та Україні переважають викопні види палива (нафта, вугілля та природний газ), на ці види палива приходить близько 80 % споживання первинної енергії.

Високими темпами в світі та країнах, що розвиваються, відбувається зростання генерації електроенергії, але в Україні за досліджуваний період цей показник склав 80,20 %. У структурі генерації електроенер-

гії у країнах світу найбільшу частку займають також викопні види палива (вугілля та природний газ), на їхню частку припадають близько 50% всієї генерації електроенергії, але й спостерігається стійке зростання частки генерації електроенергії на основі ВЕД, як у світі, так і особливо в розвинених країнах.

За досліджуваній період у світі та країнах, що розвиваються, також спостерігалось зростання викидів CO_2 . У розвинених країнах та Україні цей показник мав тенденцію до зниження. У 2019 р. викиди CO_2 в Україні становили 58,45 % від об'єму викидів у 2008 р., що було найкращим рівнем серед досліджуваних країн.

Детальний аналіз енергетичної сфери України у 2008–2019 рр. показав наявність у країні стійких тенденцій:

- скорочення використання енергії в господарській діяльності та побуті;
- скорочення виробництва первинних паливно-енергетичних;
- заміщення значної частки виробництва паливно-енергетичних ресурсів їх імпортними поставками (нафтопродукти, кам'яне вугілля, природний газ);
- зменшення обсягів енергоперетворення (нафтопереробка, виробництво електричної і теплової енергії та ін.);
- високу імпортну залежність постачання первинної енергії.

2.2. Стан і тенденції розвитку електроенергетики країни

В основу енергозабезпечення в Україні закладено принцип централізованого енергопостачання.

Сучасна електроенергетика України включає всі типи електростанцій з інфраструктурою (електромережеве господарство). Основними видами первинної енергії (ППЕР) що використовується в Україні для виробництва електроенергії, є: ядерна, енергія кам'яного вугілля (переважно антрациту), гідравлічна й інші відновлювані джерела енергії.

Інфраструктурною основою енергетики країни є Об'єднана енергетична система України (ОЕСУ), що забезпечує централізоване електрозабезпечення вітчизняних споживачів, взаємодію з енергосистемами суміжних країн, експорт та імпорт електроенергії.

Основні генеруючі потужності ОЕСУ зосереджені на:

- чотирьох атомних електростанціях (15 енергоблоків, з яких 13 – потужністю по 1 000 МВт і 2 – потужністю 415 та 420 МВт);
- каскадах з 8 гідроелектростанцій на річках Дніпро й Дністер із загальним числом гідроагрегатів – 103 одиниці, а також 3 гідроакмулюючих станціях (11 ГА з потужністю від 33 МВт до МВт);
- 15 ТЕС із блоками одиничною потужністю 150, 200, 300 і 800 МВт (97 енергоблоків, у тому числі потужністю: 150 МВт – 6, 200 МВт – 42, 300 МВт – 42, 800 МВт – 7 одиниць та 4 турбогенератора), а також 3 великих ТЕЦ з енергоблоками 100 (120) МВт та 250 (300) МВт [42; 43].

Динаміку встановленої потужності електростанцій ОЕСУ за видами генерації енергії у 2009–2019 рр. наведено у *табл. 2.10*.

З *табл. 2.10* видно, що загальна встановлена потужність генерації у складі ОЕСУ за період 2009–2019 р. мала нестійку тенденцію. У проміжку часу до 2015 р. відбулася тенденція зростання. У період 2018–2019 рр. загальний рівень потужностей залишався на рівні 21,8 ГВт. При цьому помітне зниження потужностей електрогенерації дещо стримувалося інтенсивним зростанням потужностей вітряної і сонячної генерації.

Упродовж досліджуваного періоду відбувалося зростання потужностей СЕС та ВЕС з 0,1 ГВт у 2009 р. до 4,7 ГВт у 2019 р. (у 16 разів), що свідчить про введення в експлуатацію потужностей з генерації ВЕС та СЕС аномально високими темпами.

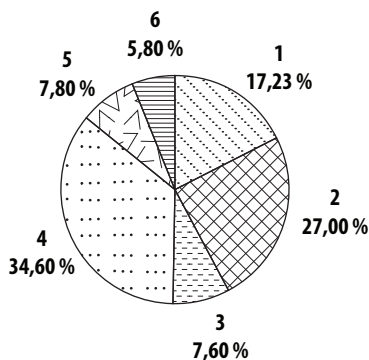
І навпаки, фіксувалося значне зниження потужностей ТЕС на 6,7 ГВт (-23,5 %) протягом 10 років.

Таблиця 2.10
Динаміка встановленої потужності електростанцій ОЕСУ за видами генерації енергії у 2009–2019 рр., ГВт

Тип електростанції	Рік											
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
АЕС	13,83	13,83	13,84	13,84	13,84	13,84	13,84	13,84	13,84	13,84	13,84	13,84
ТЕС ГК	28,5	27,4	27,3	27,4	27,6	27,7	27,8	27,8	24,6	21,8	21,8	21,8
ТЕЦ та інші ТЕС	6,43	6,43	6,43	6,54	6,5	6,6	6,5	6,5	5,9	6,1	6,1	6,1
Теплові ЕС та ТЕЦ	34,93	33,83	33,73	33,94	34,1	34,3	34,3	34,3	30,5	27,9	27,9	27,9
ТЕС і ГАЕС	5,4	5,45	5,47	5,41	5,41	5,78	5,89	6,22	6,23	6,24	6,3	6,3
ВДЕ	0,1	0,1	0,3	0,58	0,93	0,77	0,84	0,82	1,299	1,72	4,7	4,7
Всього	54,26	53,21	53,34	53,8	54,4	53,1	54,8	55,3	51,7	49,6	52,7	52,7

Джерело: за матеріалами [42–45]

Структуру потужностей генерації ОЕСУ в 2019 р. наведено на *рис. 2.9*.



Умовні позначення: 1 – АЕС; 2 – ТЕС ГК; 3 – ТЕЦ та інші ТЕС;
4 – теплові ЕС та ТЕЦ; 5 – ГЕС та ГАЕС; 6 – ВДЕ

Рис. 2.9. Структура встановленої потужності електростанцій у складі ОЕС України у 2019 р., %

Джерело: за матеріалами [42–45]

З даних рис. 2.9 видно, що найбільша питома вага встановленої потужності електростанцій у складі ОЕС України в 2019 р. припадала на теплові ЕС та ТЕЦ (34,6%) та на ТЕС (27,0%)

Атомна генерація. Оператором усіх атомних електричних станцій в Україні є державне підприємство «НАЕК «Енергоатом», до складу якого входять чотири атомні електростанції – Запорізька, Рівненська, Південно-Українська та Хмельницька, на яких експлуатується 15 атомних енергоблоків, з яких 13 – типу ВВЕР-1000 і два – ВВЕР-440. Атомна галузь України заснована на технології водо-водяних атомних реакторів (pressured water reactor).

Для більш детального аналізу розглянемо основні види електрогенерації, що застосовуються в Україні, притаманні їм технологічні особливості, а також режими експлуатації і технічний стан обладнання.

У *табл. 2.11* наведено структуру й обсяги виробництва електричної енергії в ОЕС України у 2013–2019 рр.

Таблиця 2.11

Структура й обсяги виробництва електричної енергії в ОЕС України
у 2013–2019 рр., млрд кВт•год

Рік	Усього	АЕС	Питома вага, %	ТЕСТК	Питома вага, %	ТЕЦ та ін. ТЕС	Питома вага, %	ГЕС і ГАС	Питома вага, %	ВЕС, СЕС та БіоСЕС	Питома вага, %
2013	193,6	83,2	43,0	78,9	40,8	16,6	8,6	14,2	7,3	1,2	0,6
2014*	181,9	88,4	48,6	78,3	43,0	14,3	7,9	9,1	5,0	1,7	0,9
2015**	157,3	87,6	55,7	49,4	31,4	12,3	7,8	6,8	4,3	1,5	1,0
2016	154,8	80,9	52,3	49,9	32,2	13,3	8,6	9,1	5,9	1,5	1,0
2017	155,4	85,6	55,1	45,0	29,0	12,4	8,0	10,6	6,8	1,9	1,2
2018	159,3	84,4	53,0	47,8	30,0	12,5	7,8	12,0	7,5	2,6	1,6
2019	153,9	83,0	53,9	44,9	29,2	12,6	8,2	7,9	5,1	5,5	3,6

Умовні позначення: * – 2014 р. (з квітня) без урахування АР Крим; ** – 2015 р. (з травня) без урахування АР Крим, а також ТНКТ Донецької та Луганської областей

Джерело: за матеріалами [42; 45]

Як видно з табл. 2.11, найбільші обсяги виробництва електроенергії зосереджені на АЕС (81–88,4 млрд кВт-год) та на ТЕС генеруючих компаній (45–50 млрд кВт-год упродовж останніх 5 років). ВЕС, СЕС та БіоСЕС спроможні виробляти максимум 3,6 % електричної енергії в країні. Причиною такої структури виробництва є специфічність генеруючих потужностей в електроенергетиці та обмеженими можливостями маневрених потужностей [45].

Практику використання окремого виду генерації наочно показує коефіцієнт використання встановленої потужності (КВВП). Динаміку КВВП атомної генерації у 2009–2019 рр. наведено на рис. 2.10.

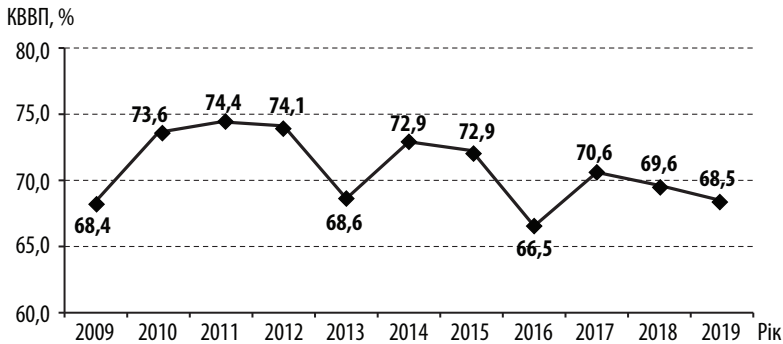


Рис. 2.10. Динаміка КВВП АЕС України у 2009–2019 рр.

Джерело: за матеріалами [42–46]

З рис. 2.10 видно, що динаміка КВВП АЕС України у 2009–2019 рр. коливалася у межах 66,5–74,4 %, що свідчить про нерівномірне завантаження АЕС. При цьому рекомендоване [47–51] значення КВВП для АЕС становить 85,8 %, що суттєво вище рівня, який склався в Україні.

Технічний стан парку атомної електрогенерації характеризується таким. Три атомні енергоблоки вже відпрацювали свій проектний 30-річний ресурс, але термін їх експлуатації подовжено ще на 10 років. Найближчим часом закінчиться проектний термін експлуатації ще трьох атомних енергоблоків [52].

Планами розвитку атомної електрогенерації передбачено добудову двох енергоблоків на Хмельницькій АЕС [52].

НЕК Укренерго надає два основних сценарії подальшого розвитку атомної енергетики.

Оптимістичний сценарій передбачає до 2035 року збереження загальної величини сумарної потужності атомної генерації з АЕС на досягнутому рівні, тобто 13,8 гВт, у 2040–2050 роках спостерігається незначне збільшення до 14,18 гВт (+2,8 %).

Песимістичний сценарій передбачає на перспективу відмову від розвитку атомної генерації та закриття енергоблоків АЕС після вичерпання понаднормативного ресурсу. При цьому прогнози загальної потужності АЕС 2035 році складуть 10 гВт, у 2040 році – 6 гВт, а у 2050 році – 2 гВт [43; 52].

У сфері забезпечення енергетичною сировиною (ядерним паливом) атомної генерації значні досягнення спостерігаються у напрямі диверсифікації поставок, що дозволяє суттєво знизити залежність від поставок з РФ.

Сьогодні активну зону енергоблока № 5 Запорізької АЕС повністю завантажено паливом від компанії Westinghouse. Також дозвіл на використання ядерного палива цієї ж компанії на енергоблоці № 3 отримано Південно-Українською АЕС [52].

Також НАЕК Енергоатом має амбітні плани щодо використання малих модульних реакторів (ММР). Між НАЕК «Енергоатом», ДНТЦ ЯРБ та Holtec International укладено угоду про створення міжнародного консорціуму, метою якого є сприяння діяльності щодо впровадження в Україні технології малих модульних реакторів (ММР) SMR-160 [52].

Загалом можна вважати, що до 2035 року Україна матиме потужності атомної електрогенерації на рівні 13,8 гВт.

Теплова генерація. Парк теплової генерації України характеризується наявністю надлишку потужностей генерації при низькому рівні їх маневрених властивостей. Сьогодні частина теплових енергобло-

ків, призначених для генерації в базовому режимі, використовується в якості регулюючих (маневрених), тобто в умовах, не передбачених проектами [42; 43].

Основними засобами регулювання графіка навантажень в ОЕСУ є вугільні блоки ТЕС потужністю 150–200–300 МВт. Невідповідність властивостей вугільних енергоблоків умовам експлуатації у регулюючому (маневреному) режимі в ОЕС, щодобово практикуються зупинки 7–10 блоків на період нічного зниження навантаження з наступними їх запусками у період ранкового максимуму, а також зупинки в денний період з метою компенсації збільшення виробітку енергії СЕС з наступними запусками у період вечірнього максимуму навантаження. Використання таких режимів роботи призводить до прискореного вичерпання робочого ресурсу суттєвої частки теплових енергоблоків, підвищеної аварійності та перевитрат палива [43].

Крім цього, ситуація ускладнена ще й високим фізичним зносом і моральною застарілістю парку теплової генерації країни [43].

Стабільність або нестабільність обсягів виробництва енергії ТЕС прямо визначається коливаннями обсягів використання електричної енергії в країні, що при відносно стабільній встановленій потужності теплової генерації викликає значні коливання інтенсивності їх використання. Динаміку КВВП ТЕС у 2009–2019 рр. наведено на *рис. 2.11*.

З *рис. 2.11* видно, що КВВП теплових ЕС і ТЕЦ країни мало тенденцію до зростання упродовж 2009–2012 рр. При цьому різке зниження з 30,9 % до 20,5 % відбулося у період 2014–2015 рр. Одна з причин цього – дефіцит вугілля антрацитової групи внаслідок подій 2014 року. Найвище значення КВВП ТЕС в періоді, який розглянуто, було значно нижчим за рекомендовану величину – 53,5 % [46–50].

На сьогодні виробники енергії провели ряд заходів для усунення дефіциту вугілля антрацитової групи, серед яких основним стало переоснащення енергоблоків на вугілля газової групи [51] (табл. 2.12). Завдяки цьому за останні два роки споживання антрацитового вугілля в Україні скоротилося з 9,2 млн т в 2016 р. до 4,1 млн. т у 2018 р. [50].

Енергетична модель економічного зростання України

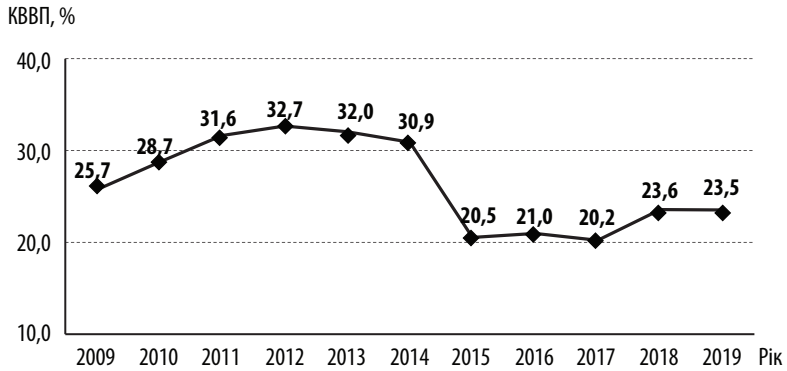


Рис. 2.11. Динаміка КВВП теплових ЕС та ТЕЦ України у 2009–2019 рр.

Джерело: за матеріалами [42–45]

Таблиця 2.12

Перелік енергоблоків ТЕС, переобладнаних з використання антрациту на інші марки вугілля, у 2017–2019 рр.

	Кількість блоків	Загальна встановлена потужність, мВт
2017 рік		
Зміївська ТЕС	2	355
Придніпровська ТЕС	2	300
2018 рік		
Трипільська ТЕС	1	300
Зміївська ТЕС	1	185
Придніпровська ТЕС	1	150
2019 рік		
Трипільська ТЕС	3	300
Придніпровська ТЕС	10	150
Зміївська ТЕС	1	115

Джерело: за матеріалами [43]

Технологічну основу потужностей теплової генерації в країні складають потужності конденсаційних електростанцій, а саме: пилувугільні енергоблоки критичних параметрів пари (13 МПа, 545 °С) потужністю 150–200 МВт; пилувугільні та газомазутні енергоблоки надкритичних параметрів (24 МПа, 545 °С потужністю 300 та 800 МВт. Електростанції з енергоблоками 150 МВт, збудовані і введені в експлуатацію у 1959–1964 рр., 200 МВт – у 1960–1975 роках, 300 МВт – у 1963–1988 роках і 800 МВт – в 1967–1977 рр. [43]. Тому на сьогодні усі потужності теплової генерації України характеризуються надвисоким рівнем фізичної зношеності (Додаток В).

Усі енергоблоки ТЕС України перевищили розрахунковий ресурс своєї роботи та граничний ресурс своєї роботи за нормативами. Також усі енергоблоки перевищили межу напрацювання паркового ресурсу.

Зважаючи на те, що парковий ресурс – це напрацювання однотипних за конструкцією, марками сталі і умов експлуатації елементів теплоенергетичного обладнання, яка забезпечує їх безаварійну роботу при дотриманні вимог діючої нормативно-технічної документації, сьогодні вже існує значний ризик аварійних зупинок енергоблоків на всіх ТЕС України.

Крім задовільного технічного стану, робота енергетичного обладнання повинна відповідати вимогам екологічних стандартів згідно з директивами Євросоюзу № 2010/75/EU [53].

Надвисока фізична зношеність і непроєктні режими експлуатації енергоблоків ТЕС зумовляють песимістичні перспективи структурних змін у комплексі теплової генерації України, що підтверджується прогнозом Укренерго – за відсутності вводу у стрій нових енергоблоків і реконструкції існуючих, потужності теплової генерації в Україні у 2025 році складуть лише 10 гВт, а у 2030 році – 3,5 гВт [45].

Основними операторами гідроелектростанцій (крім мікро-, міні- та малих ГЕС) в Україні є ПрАТ «Укргідроенерго» та ДП «НАЕК «Енергоатом». До складу ПрАТ «Укргідроенерго» входять 7 ГЕС –

Енергетична модель економічного зростання України

Київська, Канівська, Кременчуцька, Середньодніпровська, Дніпровська, Дністровська, Каховська (загальною встановленою потужністю 4537,3 МВт) та 2 ГАЕС – Київська та Дністровська (загальною встановленою потужністю 1207,5 МВт). До складу ДП «НАЕК «Енергоатом» входять 1 ГЕС (встановленою потужністю 11,5 МВт) та 1 ГАЕС (встановленою потужністю 302 МВт). Найбільшою ГЕС в Україні є ДніпроГЕС встановленою потужністю 1553,8 МВт [42; 45].

На рис. 2.12 наведено динаміку КВВП ГЕС країни у 2009–2019 рр.

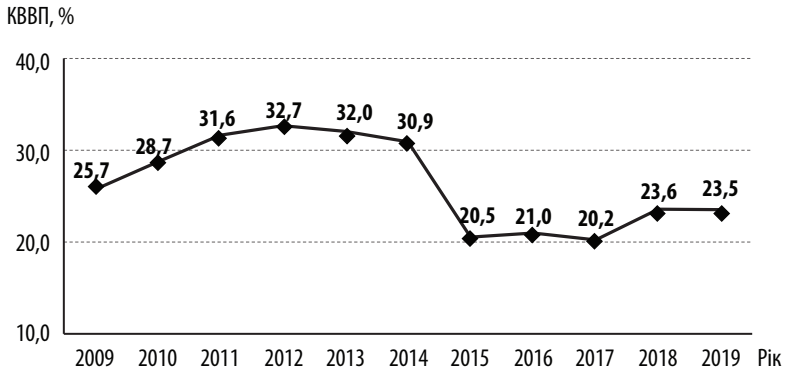


Рис. 2.12. Динаміка КВВП ГЕС та ГАЕС України у 2009–2019 рр.

Джерело: за матеріалами [42–45]

Як видно з рис. 2.12, інтенсивність виробництва електроенергії ГЕС у 2009–2019 рр. в країні була досить низькою. КВВП ГЕС та ГАЕС країни характеризувалася досить низьким загальним рівнем, що мав тенденцію до зниження у 2013–2015 рр. на 64 %.

Загальне зниження завантаження потужностей з виробництва ГЕС України протягом аналізованого періоду склало -2,2 %, а між 2009 р. (32,7 % – найвище значення завантаження потужностей) та 2014 р. (25,7 % – найнижче значення завантаження потужностей) склало +5,2 %. У період 2016–2019 рр. спостерігався тренд зростання завантаження потужностей ГЕС.

РОЗДІЛ 2. Аналіз стану та тенденцій розвитку електроенергетичного комплексу України

Стосовно технічного стану потужностей генерації ГЕС у табл. 2.13 наведено розподілення ГЕС у країні за терміном експлуатації.

Таблиця 2.13

Розподілення ГЕС України за терміном експлуатації (на 01.01.2020 р.)

Найменування ГЕС	Термін експлуатації, років
Дністровська ГЕС	36
Дніпровська ГЕС 2-га черга	39
Канівська ГЕС	44
Київська ГЕС	47
Середньодніпровська ГЕС	53
Кременчуцька ГЕС	60
Каховська ГЕС	63
Дніпровська ГЕС 1-ша черга	69

Джерело: за матеріалами [43]

З даних табл. 2.13 можна констатувати середньо-високий рівень зношеності потужностей ГЕС.

У підсумку потужності гідроенергетики, особливо ГАЕС, для України є незамінними: як маневрені потужності та як компенсатори впливу ВЕС та СЕС.

ВЕС, СЕС, БіоЕС, так звана зелена електроенергетика. Наразі встановлена потужність зеленої енергетики в ОЕСУ становить: ВЕС – 389 МВт; СЕС – 1225 МВт; БіоЕС – 99 МВт [50; 51; 53].

На рис. 2.13 наведено динаміку КВВП зеленої енергетики в Україні в 2009–2019 рр.

З рис. 2.13 видно, що динаміка КВВП електростанцій на ВДЕ характеризувалася досить низьким загальним рівнем, що мав тенденцію до зростання протягом 2011–2014 рр. з 5,7% до 22,8% та поступовим зниженням упродовж 2014–2019 рр. на 14,0 %.

Об'єднана енергетична система України (ОЕСУ). ОЕСУ обслуговує Національна енергетична компанія «Укренерго» – приватне акці-

Енергетична модель економічного зростання України

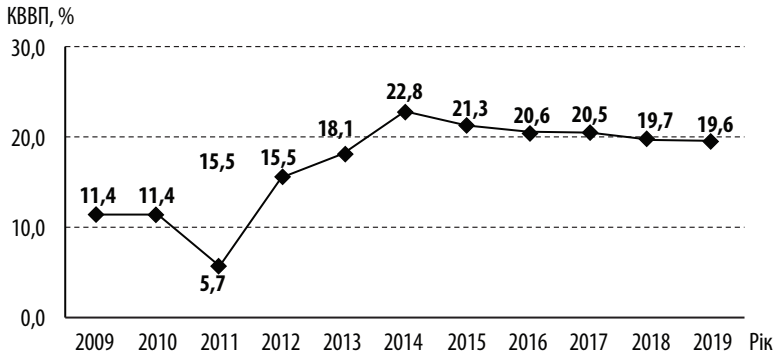


Рис. 2.13. Динаміка КВВП електростанцій на ВДЕ в Україні у 2009–2019 рр.

Джерело: за матеріалами [42–45]

онерне товариство зі 100 % акцій у власності держави, що належить до сфери управління Міністерства фінансів України. Укренерго – оператор системи передачі України з функціями оперативно-технологічного управління Об'єднаною енергосистемою України, передачі електроенергії магістральними електромережами від генерації до розподільчих мереж, а також адміністратора комерційного обліку та адміністратора розрахунків на ринку електричної енергії України [44].

Укренерго забезпечує:

- баланс виробництва і споживання електроенергії і потужності в енергосистемі в режимі реального часу;
- експлуатацію та розвиток магістральних і міждержавних електромереж;
- паралельну роботу енергосистеми України з енергосистемами сусідніх країни;
- технічну можливість експорту/імпорту електроенергії до чотирьох країн Євросоюзу та сусідніх країн.

Стосовно строків служби та надійності обладнання ОЕС. Станом на кінець 2018 р. 53 % електротехнічного обладнання підстанцій

РОЗДІЛ 2. Аналіз стану та тенденцій розвитку електроенергетичного комплексу України

Укренерго експлуатується понад 25 років. При цьому середній термін експлуатації основного електротехнічного обладнання (автотрансформатори, обмежувачі, компресори) становить 25 років, ліній електропередачі – 50 років.

Станом на початок 2019 рік на балансі ДП «НЕК «Укренерго» перебуває 137 підстанцій (ПС) напругою 110–750 кВ трансформаторною потужністю 78753,1 МВА. З них ПС 220 кВ – 33 шт., 330 кВ – 88 шт., 400 кВ – 2 шт., 500 кВ – 2 шт., 750 кВ – 8 шт. та 110 кВ – 4 шт. (пристанційні вузли сонячних електростанцій).

У табл. 2.14 наведено дані, які характеризують терміни експлуатації повітряних ліній електропередач (ПЛ).

Таблиця 2.14

Розбивка за термінами експлуатації ПЛ по класах напруги станом на 01.01.2019 р.

Клас напруги	Загальна довжина, км	У них знаходяться в експлуатації (років)			
		до 25	25–30	30–40	Більше 40
750 кВ	4403.171	692.650	45.090	2271.7	1393.731
500 кВ	374.760	38.100	0	159.6	177.060
400 кВ	338.950	0	0	0	338.950
330 кВ	13533.652	1341.335	370.168	2181.908	9640.241
220 кВ	3975.965	178.628	0	344.457	3452.880
110 кВ	549.780	52.730	20.5	40.505	436.045
35 кВ	114.051	18.858	2.460	25.43	67.303
Разом:	23290.329	2322.301	438.218	5023.6	15506.21
Частка ліній, %		9,97	1,88	21,57	66,58

Джерело: за матеріалами [43]

З табл. 2.13 видно, що 66,58 % повітряних ліній електропередач експлуатуються більше 40 років, а 21,57 % експлуатуються в межах 30–40 років. Ці дані свідчать про високий ступінь зношеності ПЛ в Україні. Про це також свідчить те, що 20529,8 км (88,5 % від загальної довжини) ПЛ експлуатуються більше 30 років.

Тренд високої та надвисокої зношеності ліній електропередач залишиться на невизначений термін [43].

Система розподільчих електричних мереж нараховує більше 1 млн км повітряних і кабельних ліній електропередачі напругою 0,4–150 кВ і близько 200 тис. трансформаторних підстанцій напругою 6–150 кВ. Станом на початок 2018 року в Україні діють 40 ліцензіатів на передачу електричної енергії місцевими/локальними електромережами.

Щодо планів з розвитку ОЕСУ, Укренерго у середньостроковій перспективі планує до реконструкції, модернізації та автоматизації 59 підстанцій зі 140 [43].

Основне обладнання, яке працює в безперервному режимі і визначає надійність та економічність роботи, виготовлено переважно у 1950–70-х рр. минулого сторіччя. За основними технічними характеристиками (вага й габарити, показники надійності та економічності тощо) воно поступається сучасному обладнанню і потребує все більших обсягів ремонтів. Так, 17,3 % обладнання підстанцій і 56 % ліній електропередачі експлуатуються понад 40 років. Такий стан значно впливає на збільшення втрат електричної енергії в системі передачі та обмежує можливість запобігання технологічним порушенням – пошкодженням електротехнічного обладнання або порушенням його працездатності, що призводить до порушення нормальної та надійної роботи енергоустановок об'єктів електроенергетики і ОЕСУ в цілому [43; 45].

Ключові вигоди від Програми реконструкції, модернізації та автоматизації підстанцій:

1. Найбільш вагомою вигодою є підвищення надійності роботи підстанцій системи передачі за рахунок використання сучасного, економічного, високонадійного та екологічно безпечного обладнання, яке забезпечуватиме сталу роботу підстанцій, із дотриманням критеріїв стабільності роботи мережі та показників якості електричної енергії.

РОЗДІЛ 2. Аналіз стану та тенденцій розвитку електроенергетичного комплексу України

2. Заміна застарілого комутаційного обладнання, що в якості ізолюючої речовини використовує масло та повітря, на сучасне елегазове призведе до зниження витрат електричної енергії на передачу в 3–5 разів.
3. Заміна пристроїв релейного захисту та протиаварійної автоматики з електромеханічних на мікропроцесорні зменшить споживання кожної з панелей (шаф) до 10 разів [43].

Загалом зменшення витрат електричної енергії на власні потреби підстанції сягатиме близько 30–35 % [43].

Можна констатувати, що у середньостроковій перспективі Українсько-енерго сфокусоване на підтримці ОЕС у робочому стані та зменшенні власних витрат.

ОЕСУ побудована за регіональним принципом та об'єднує шість регіональних електроенергетичних систем: Дніпровську, Західну, Південну, Південно-Західну, Північну і Центральну. Окремо – Кримська (зараз знаходиться на території АРК, що окупована РФ). Що стосується Донбаської ЕС, то вона частково задіяна у складі Північної та Дніпровської.

Для розуміння основних тенденцій переміщення енергії у межах ОЕС України необхідна картина перетоків між регіональними енергосистемами.

Загальну картину внутрішніх перетоків в ОЕСУ та її взаємодію з іншими енергосистемами наведено у *табл. 2.15*.

Таблиця 2.15

Схема внутрішніх перетоків електроенергії між регіонами України на 01.01.2019 р.

№	Донори	Млн кВт-год	Енергосистема: сальдо обміну, млн кВт-год	Реципієнти	Млн кВт-год
1	2	3	4	5	6
1	1) Південний	2903	Дніпровський: -10111	1) Північний	10011

Енергетична модель економічного зростання України

Закінчення табл. 2.15

1	2	3	4	5	6
2	1) Словаччина	1625	Західний: -12146	1) Польща	1410
2	-	-		2) Угорщина	5067
2	-	-		3) Румунія	358
2	-	-		4) Центральний	4849
2	-	-		5) Південно-західний	2087
3	1) Молдова -	180	Південний: -4800	1) Дніпровський	2903
3	-	-		2) Південно-західний:	2077
3	-	-		-	-
4	1) Західний	2087	Південно-західний: -6111	Центральний	10130
4	2) Південний	2077		Молдова	1136
4	3) Дніпровський	991		-	-
5	1) Дніпровський	10011	Північний: 9217	Центральна	700
5	-	-		РФ	94
6	1) Північний	700	Центральний: 17815	-	-
6	2) Дніпровський	2012		-	-
6	3) Білорусь	124		-	-
6	4) Західний	4849		-	-
6	5) Південно-західний	10130		-	-

Джерело: за матеріалами [42; 45]

З табл. 2.15 видно, що основні обсяги електричної енергії, які споживаються в Україні, генеруються потужностями Дніпровської ЕС та Південної ЕС. Основними споживачами при цьому є Північна ЕС (10011 млн кВт-год) та Центральна ЕС (17815 млн кВт-год).

Тобто для функціонування ОЕС України необхідні безперервні перетоки великої потужності з півдня країни на північ, на відстані у кілька сотень кілометрів, що тягне за собою втрати у мережі та зниження надійності її роботи.

Зважаючи на викладене вище, можна констатувати, що тенденції структурно-технологічних зміни в електроенергетиці України на поточний момент визначили такі негативні явища, як:

- системна застарілість ОЕСУ;
- техніко-технологічну застарілість секторів виробництва, передачі і розподілення енергії;
- недопустимо високу фізичну, аж до критичної (аварійної), зношеність енергетичного обладнання і інфраструктури.

Все перелічене вище є об'єктивною передумовою проведення структурно-технологічної модернізації енергетики, цілями якої має стати не тільки усунення наявних проблем, а й забезпечення технологічного розвитку галузі до рівня, що відповідає глобальним викликам в енергетичній сфері.

2.3. Аналіз структурних зрушень в енергетичному комплексі країни: технологічно-виробничий аспект

Недавні екологічні, економічні й енергетичні тенденції вказують на енергетичні проблеми як найважливішу проблему найближчого майбутнього. Поточні та прогнозні тенденції зростання населення, доходів та попиту на енергоносії свідчать, що тиск на енергію та природні ресурси буде збільшуватися в найближчі десятиліття, особливо у країнах з економікою, що розвивається. Це призведе до збільшення рівня антропогенних викидів, якщо світова економіка не переключиться від енергоносіїв на основі викопних ресурсів до більш ефективних технологій та не сприятиме структурним змінам економічної діяльності [54].

Глобальна енергоємність в останні десятиліття знизилася, незважаючи на значне збільшення сукупної валової продукції та використання енергії. Це сукупне зниження є результатом як змін структурного складу світової економіки, так і вдосконалення технологій виробництва у всьому світі. Економіки переорієнтовуються на менш енергоємні сектори, що обумовлено покращенням енергоефективнос-

Енергетична модель економічного зростання України

ті. Водночас ефективність використання енергії у всіх галузях світових економік збільшиться з часом через більш ефективні технології виробництва та вдосконалення засобів виробництва [54].

На рис. 2.14 та у табл. Д.1 (Додаток Д) наведено динаміку максимальної межі річної потужності виробництва, фактичного виробництва та споживання (нетто) електроенергії в Україні у 2000–2019 рр. [55].



Рис. 2.14. Загальна динаміка максимальної межі потужності виробництва, відпуску генеруючими компаніями та споживання (нетто) електроенергії в Україні в 2000–2019 рр.

Джерело: за матеріалами [55]

З рис. 2.14 видно, що динаміка потужностей виробництва електроенергії в Україні за період, що аналізувався, характеризувалася поступовим зростанням до 2016 р. (466,7 млрд кВт-год) й різким зниженням у 2017–2019 рр. (405,6 млрд кВт-год, або на 13,09 %). Виробництво та споживання електроенергії в країні характеризувалися схожою динамікою розвитку, однак за аналізований період відносно споживання зросло на 13,45 % й складало 85,13 % від фактичного виробництва.

Дослідимо, які структурні зрушення відбувалися у цей період в енергетиці України. Для цього будемо використовувати методичний підхід, який наведено на *рис. 2.15*.

Класифікація потужностей та виробництва видів генерації електроенергії за маневреністю в Україні має такий вигляд (*табл. 2.16*).

Таблиця 2.16

Класифікація потужностей і виробництва видів генерації електроенергії за маневреністю в Україні

Вид маневреності	Джерело генерації електроенергії
Неманеврені	Атомні електростанції
Частково маневрені	Теплові електростанції та теплоелектроцентралі
Маневрені	Гідроелектростанції, вітрові електростанції, сонячні електростанції та інші енергогенеруючі установки

Джерело: за матеріалами [14; 34]

У *табл. 2.17* наведено розрахунок структурних зрушень у потужностях і виробництві видів генерації електроенергії за маневреністю в Україні у 2000–2019 рр.

На *рис. 2.16* наведено динаміку структурних зрушень у потужностях генерації електроенергії за маневреністю в Україні у 2000–2019 рр.

З *рис. 2.16* слідує, що позитивні структурні зрушення у потужностях у 2010–2019 . відбулися у маневрених видах генерації (0,7980) та неманеврених видах генерації (0,0641), а від’ємне – у частково маневрених (-0,1521).

На *рис. 2.17* наведено приріст (зменшення) питомої ваги у потужностях маневрених видів генерації електроенергії за маневреністю в Україні у 2000–2019 рр.

Як видно з *рис. 2.17*, у маневрених потужностях генерації електроенергії України в 2000–2019 рр. відбулося зростання – на 9,37 %, неманеврених – на 4,59 %, у частково маневрених відбулося зниження на -13,96 %.

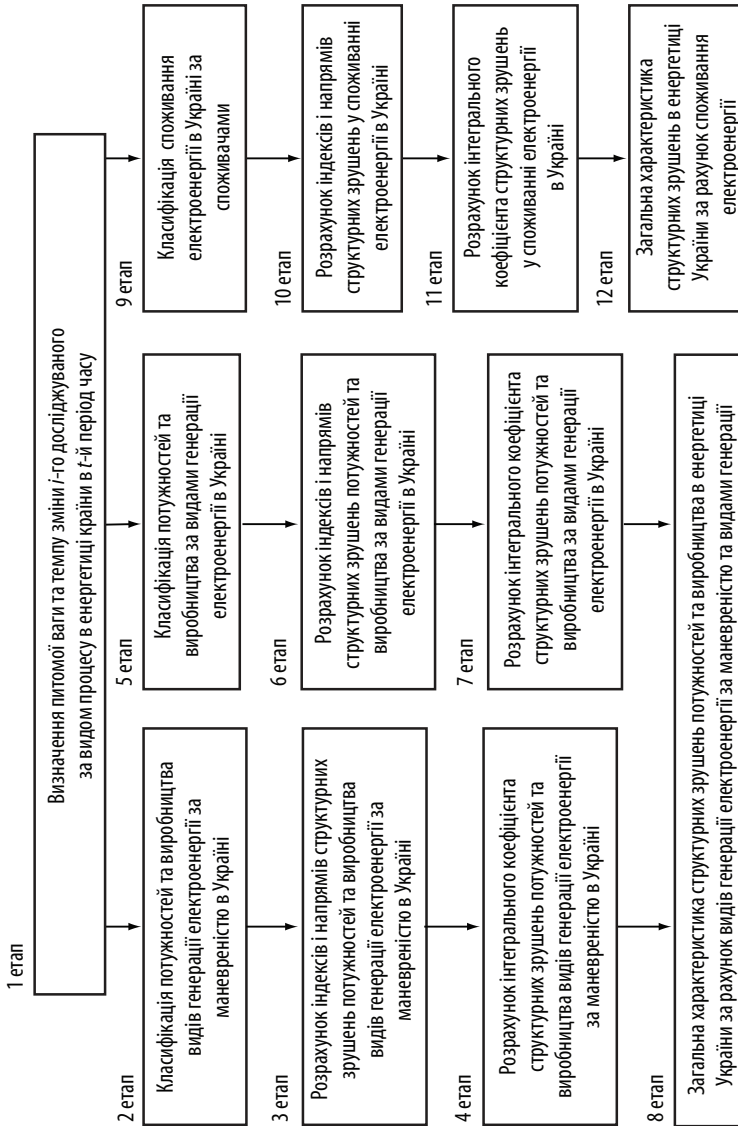


Рис. 2.15. Методичний підхід до аналізу структурних зрушень в енергетиці України

Джерело: за матеріалами [14; 34; 35]

Таблиця 2.17

Розрахунок структурних зрушень у потужностях і виробництві видів генерації електроенергії за маневреністю в Україні у 2000–2019 рр.

Вид маневреності	Частка, %				Різниця часток, %					Індекс структурного зрушення (I_i^{st})			
	d_{2000}	d_{2005}	d_{2010}	d_{2019}	$d_{2005} - d_{2000}$	$d_{2010} - d_{2005}$	$d_{2019} - d_{2010}$	$d_{2019} - d_{2000}$	$d_{2000-2005}$	$I_i^{2005-2010}$	$I_i^{2010-2019}$	$I_i^{2000-2019}$	
Потужності													
Неманеврені	22,3	24,4	25,3	26,9	2,07	0,89	1,62	4,59	0,0930	0,0367	0,0641	0,2057	
Частково маневрені	68,6	66,5	64,5	54,7	-2,14	-2,01	-9,81	-13,96	-0,0312	-0,0302	-0,1521	-0,2034	
Маневрені	9,08	9,15	10,3	18,4	0,07	1,11	8,19	9,37	0,0076	0,1217	0,7980	1,0323	
Виробництво													
Неманеврені	45,1	47,7	47,2	55,2	2,62	-0,52	8,00	10,10	0,0580	-0,0109	0,1696	0,2239	
Частково маневрені	48,2	45,5	45,8	36,6	-2,68	0,25	-9,19	-11,62	-0,0556	0,0056	-0,2009	-0,2411	
Маневрені	6,7	6,8	7,0	8,2	0,06	0,27	1,19	1,52	0,0091	0,0394	0,1690	0,2261	

Джерело: власні розрахунки

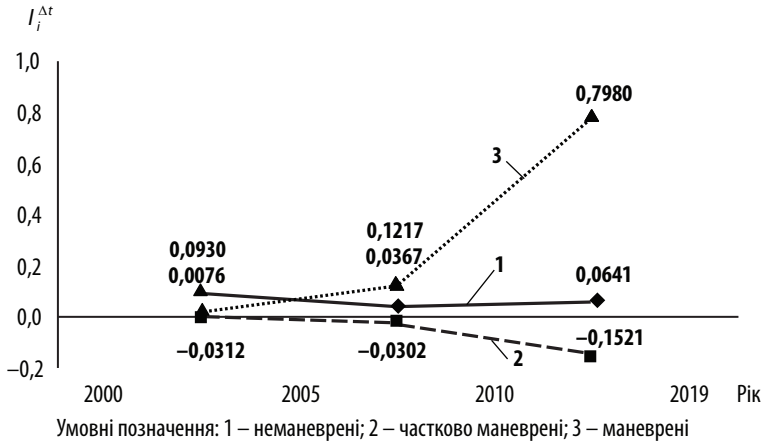


Рис. 2.16. Показники структурних зрушень у потужностях видів генерації електроенергії за маневреністю в Україні у 2000–2019 рр.

Джерело: власні розрахунки

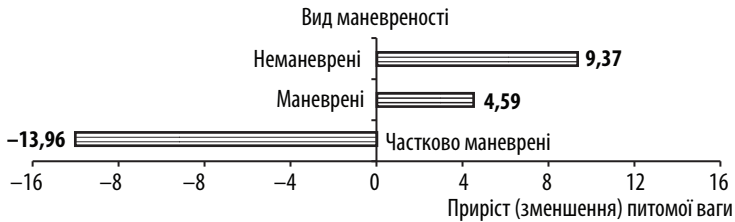


Рис. 2.17. Приріст (зменшення) питомої ваги потужності генерації електроенергії за видами маневреності в Україні у 2000–2019 рр.

Джерело: власні розрахунки

Динаміка показників структурних зрушень у виробництві електроенергії за маневреністю в Україні у 2000–2018 рр. наведено на рис. 2.18.

Як видно з рис. 2.18, позитивні структурні зрушення у виробництві електроенергії за маневреністю в Україні у 2010–2019 . відбули-

ся у маневрених (0,1690) та неманеврених (0,1696) видів генерації, а від'ємні – у частково маневрених (-0,2009).

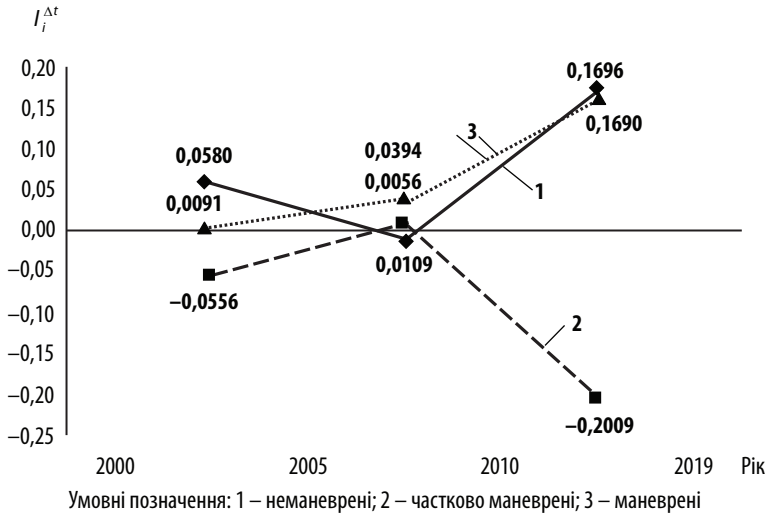


Рис. 2.18. Показники структурних зрушень у виробництві електроенергії за маневреністю в Україні у 2000–2019 рр.

Джерело: власні розрахунки

На рис. 2.19 наведено приріст (зменшення) питомої ваги у виробництві видів генерації електроенергії за маневреністю в Україні у 2000–2019 рр.

Так, виробництво електроенергії неманеврених і маневрених видів генерації електроенергії в Україні зросло відповідно на 10,10 % та на 1,52 %; а зменшилося у частково маневрених на -11,62 %.

У табл. 2.18 наведено розрахунок інтегральних коефіцієнтів структурних зрушень у потужностях і виробництві електроенергії за видами маневреності в Україні у 2000–2019 рр.

На рис. 2.20 наведено динаміку інтегральних показників структурних зрушень у потужностях і виробництві електроенергії за маневреністю в Україні у 2000–2018 рр.

Енергетична модель економічного зростання України

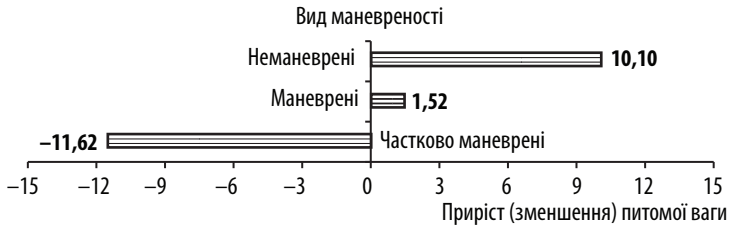


Рис. 2.19. Приріст (зменшення) питомої ваги виробництва електроенергії за видами маневреності в Україні у 2000–2019 рр.

Джерело: власні розрахунки

Таблиця 2.18

Розрахунок інтегральних коефіцієнтів структурних зрушень у потужностях і виробництві електроенергії за видами маневреності в Україні у 2000–2019 рр.

Вид маневреності	Квадрат різниць часток, %				Квадрат сум часток, %			
	$(\Delta d_{2005-2000})^2$	$(\Delta d_{2010-2005})^2$	$(\Delta d_{2019-2010})^2$	$(\Delta d_{2019-2000})^2$	$(\Delta d_{2005+2000})^2$	$(\Delta d_{2010+2005})^2$	$(\Delta d_{2019+2010})^2$	$(\Delta d_{2019+2000})^2$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Потужності								
Неманеврені	4,30	0,80	2,62	21,05	2179,6	2465,6	2721,4	2420,5
Частково маневрені	4,60	4,03	96,15	194,79	18250,0	17145,7	14191,6	15197,8
Маневрені	0,00	1,24	67,02	87,78	332,0	376,5	823,9	757,4
Сума	8,9	6,1	165,8	303,6	20761,6	19987,7	17737,0	18375,8
$\frac{(d_i^{t2} - d_i^{t1})^2}{(d_i^{t2} + d_i^{t1})^2}$					0,0004	0,0003	0,0093	0,0165
$K_i^{\Delta t}$					0,0207	0,0174	0,0967	0,1285
Виробництво								
Неманеврені	6,85	0,27	64,05	102,00	8614,7	9008,3	10484,7	10059,7

Закінчення табл. 2.18

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Частково маневрені	7,17	0,06	84,51	134,95	8780,5	8332,1	6780,2	7185,3
Маневрені	0,00	0,07	1,42	2,30	181,7	190,6	233,0	223,1
Сума	14,0	0,4	150,0	239,3	17577,0	17531,1	17497,8	17468,0
$\frac{(d_i^{f2} - d_i^{f1})^2}{(d_i^{f2} + d_i^{f1})^2}$					0,0008	0,00002	0,0086	0,0137
$K_i^{\Delta t}$					0,0282	0,0048	0,0926	0,1170

Джерело: власні розрахунки

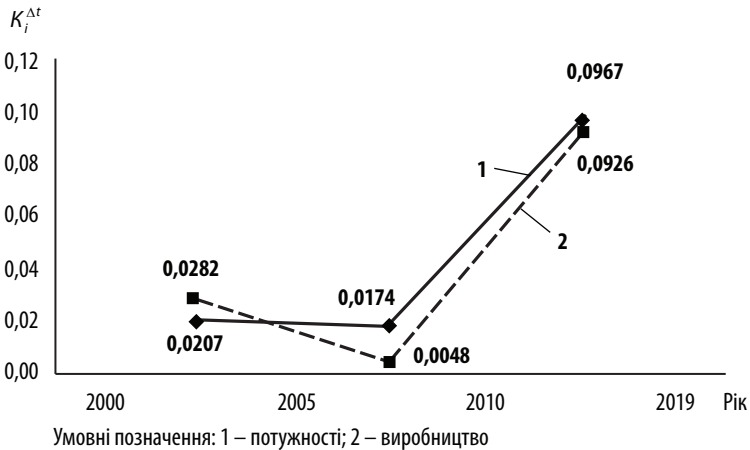


Рис. 2.20. Динаміка інтегральних показників структурних зрушень у потужностях і виробництві електроенергії за маневреністю в Україні у 2000–2019 рр.

Джерело: власні розрахунки

Як видно з рис. 2.20, у виробництві електроенергії за видами за маневреності в країні у 2010–2019 рр. відбулися більш суттєві структурні зрушення, аніж у потужностях.

У *табл. 2.19* наведено загальну характеристику структурних зрушень у потужностях і виробництві електроенергії за видами маневреності в Україні у 2000–2019 рр.

Як свідчать дані *табл. 2.19*, за період 2000–2019 рр. найбільші структурні зрушення в потужностях та виробництві електроенергії в Україні відбулися у маневрених видів генерації – відповідно 1,0323 (значне) та 0,2261 (суттєве), а також у неманеврених – відповідно 0,2057 (суттєве) та 0,2239 (суттєве). У частково маневрених видів генерації в цей період відбулося суттєве зниження у потужності (-0,2034) та виробництві (-0,2034).

Тому що, по-перше, у 2000–2019 рр. не було потреби у збільшенні потужностей, особливо неманеврених і частково маневрених видів генерації електроенергії в країні. По-друге, неефективним є збільшення фактичного виробництва електроенергії в країні за рахунок неманеврених видів генерації.

Дослідимо, як змінилася структура енергетичного сектора України у 2000–2019 рр. за видами генерації електроенергії, для цього буде використувати методичний підхід, наведений на *рис. 2.15*.

Класифікація потужностей та виробництва електроенергії за видами генерації в Україні має такий вигляд (*табл. 2.20*).

На *рис. 2.21* наведено структуру потужностей та виробництва електроенергії в Україні за видами генерації у 2019 р.

Як видно з *рис. 2.21*, структури потужностей та виробництва електроенергії за видами генерації в Україні не збігаються. Так, на ТЕС, ТЕЦ, ГЕС і ВДЕ потужностей значно більше, ніж виробляється електроенергії, і це ще без урахування загального спаду виробництва електроенергії в країні.

У *табл. 2.21* наведено структуру та динаміку потужностей та виробництва електроенергії в Україні видами генерації в Україні у 2000–2019 рр.

Таблиця 2.19

Загальна характеристика структурних зрушень у потужностях і виробництві електроенергії за видами маневреності в Україні у 2000–2019 рр.

Вид маневреності	Питома вага, %			Темп змін, %			Структурне зрушення, 2019 р. до 2000 р.				
	d ₂₀₀₀	Ранг	d ₂₀₁₉	Ранг	Абсолютний	Ранг	2019 щодо 2000 р.	Ранг	Індекс структурного зрушення	Ранг	Міра суттєвості зрушення
Потужності											
Неманеврені	22,31	2	26,89	2	4,59	2	120,57	2	0,2057	2	суттєве
Частково маневрені	68,62	1	54,66	1	-13,96	3	79,66	3	-0,2034	3	суттєве
Маневрені	9,08	3	18,45	3	9,37	1	203,23	1	1,0323	1	значне
Виробництво											
Неманеврені	45,10	2	55,2	1	10,10	1	122,39	2	0,2239	2	суттєве
Частково маневрені	48,19	1	36,6	2	-11,62	3	75,89	3	-0,2411	3	суттєве
Маневрені	6,71	3	8,2	3	1,52	2	122,61	1	0,2261	1	суттєве

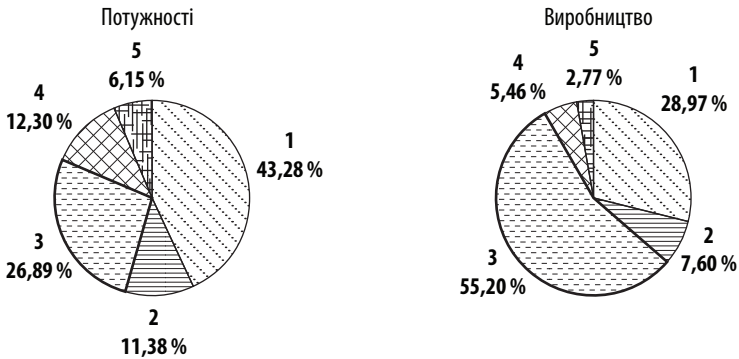
Джерело: власні розрахунки

Таблиця 2.20

Класифікація потужностей та виробництва електроенергії за видами генерації в Україні

Вид генерації	Джерело генерації електроенергії
Атомна (АЕС)	Атомні електростанції
Теплова (ТЕС)	Теплові електростанції та теплоелектроцентралі
Гідро (ГЕС)	Гідроелектростанції
Відновлювані джерела (ВДЕ)	Вітрові електростанції, сонячні електростанції та інші енергогенеруючі установки

Джерело: розроблено за [14; 34]



Умовні позначення: 1 – ТЕС; 2 – ТЕЦ; 3 – АЕС; 4 – ГЕС; 5 – ВДЕ

Рис. 2.21. Структура потужностей та виробництва електроенергії в Україні у 2019 р.

Джерело: за матеріалами [56]

У табл. 2.22 наведено розрахунки величин індексів і напрямків структурних зрушень у потужностях і виробництві електроенергії в Україні за видами генерації у 2000–2019 рр.

На рис. 2.22 наведено динаміку структурних зрушень у потужностях за видами генерації електроенергії в Україні у 2000–2019 рр.

Таблиця 2.21

Структура та динаміка потужностей і виробництва електроенергії в Україні у 2000–2019 рр. за видами генерації

Вид генерації	Частка в загальній генерації, %												Темп зміни, %											
	d ₂₀₀₀		d ₂₀₀₅		d ₂₀₁₀		d ₂₀₁₉		d ₂₀₀₅ /d ₂₀₀₀		d ₂₀₁₀ /d ₂₀₀₀		d ₂₀₁₉ /d ₂₀₁₀		d ₂₀₁₉ /d ₂₀₀₀									
	%	ранг	%	ранг	%	ранг	%	ранг	%	ранг	%	ранг	%	ранг	%	ранг								
Потужності																								
АЕС	22,3	2	24,4	2	25,3	2	26,9	2	109,3	1	103,7	2	106,4	3	120,6	3								
ТЕС	68,6	1	66,5	1	64,5	1	54,7	1	96,9	4	97,0	3	84,8	4	79,7	4								
ГЕС	8,9	3	9,0	3	10,1	3	12,3	3	100,8	2	112,5	1	122,1	2	138,4	2								
ВДЕ	0,2	4	0,2	4	0,186	4	6,1	4	100,8	3	96,2	4	3308,5	1	3205,4	1								
Виробництво																								
АЕС	45,1	2	47,7	1	47,2	1	55,2	1	105,8	1	98,9	3	117,0	3	122,4	2								
ТЕС	48,2	1	45,5	2	45,8	2	36,6	2	94,4	3	100,6	2	79,9	4	75,9	3								
ГЕС	6,7	3	6,7	3	7,0	3	5,5	3	100,1	2	104,0	1	78,2	2	81,4	1								
ВДЕ	0,0	4	0,1	4	0,1	4	2,8	4	+∞	–	98,5	4	5226,5	1	+∞	–								

Джерело: власні розрахунки

Таблиця 2.22

Розрахунок структурних зрушень у потужностях і виробництві електроенергії за видами генерації в Україні у 2000–2019 рр.

Види генерації	Частка, %				Різниця часток, %				Індекс структурного зрушення ($I_i^{\Delta T}$)			
	d_{2000}	d_{2005}	d_{2010}	d_{2019}	$d_{2005} - d_{2000}$	$d_{2010} - d_{2005}$	$d_{2019} - d_{2010}$	$d_{2019} - d_{2000}$	$I_i^{2000-2005}$	$I_i^{2005-2010}$	$I_i^{2010-2019}$	$I_i^{2000-2019}$
Потужності												
АЕС	22,3	24,4	25,3	26,9	2,07	0,89	1,62	4,59	0,0930	0,0367	0,0641	0,2057
ТЕС	68,6	66,5	64,5	54,7	-2,14	-2,01	-9,81	-13,96	-0,0312	-0,0302	-0,1521	-0,2034
ГЕС	8,9	9,0	10,1	12,3	0,07	1,12	2,22	3,41	0,0076	0,1252	0,2208	0,3841
ВДЕ	0,192	0,193	0,186	6,1	0,001	-0,007	5,96	5,96	0,0076	-0,0385	32,0846	31,0545
Виробництво												
АЕС	45,1	47,7	47,2	55,2	2,62	-0,52	8,00	10,10	0,0580	-0,0109	0,1696	0,2239
ТЕС	48,2	45,5	45,8	36,6	-2,68	0,25	-9,19	-11,62	-0,0556	0,0056	-0,2009	-0,2411
ГЕС	6,7	6,7	7,0	5,5	0,01	0,27	-1,52	-1,25	0,0011	0,0398	-0,2180	-0,1860
ВДЕ	0,0	0,054	0,053	2,8	0,054	-0,001	2,71	2,77		-0,0153	51,2647	

Джерело: власні розрахунки

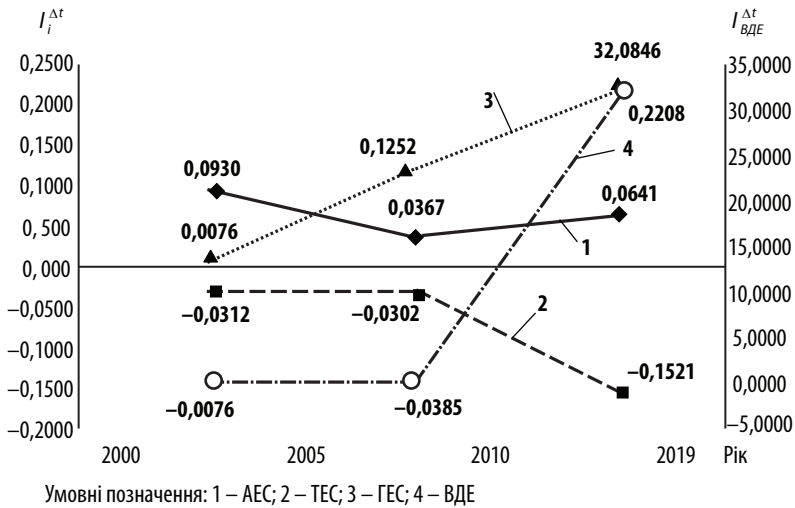


Рис. 2.22. Показники структурних зрушень у потужностях за видами генерації електроенергії в Україні у 2000–2019 рр.

Джерело: власні розрахунки

Як видно з рис. 2.22, позитивні структурні зрушення у потужностях за видами генерації електроенергії в Україні у 2000–2019 рр. відбулися у ВДЕ, ГЕС та АЕС, а зниження – у ТЕС.

На рис. 2.23 наведено динаміку структурних зрушень у виробництві електроенергії за видами генерації в Україні у 2000–2019 рр.

Як видно з рис. 2.23, позитивні структурні зрушення у виробництві електроенергії за видами генерації в Україні у 2000–2019 рр. відбулися у ВДЕ та АЕС, а зниження – у ТЕС та ГЕС.

У табл. 2.23 наведено розрахунки інтегральних коефіцієнтів структурного зрушення в потужностях і виробництві електроенергії в Україні у 2000–2019 рр.

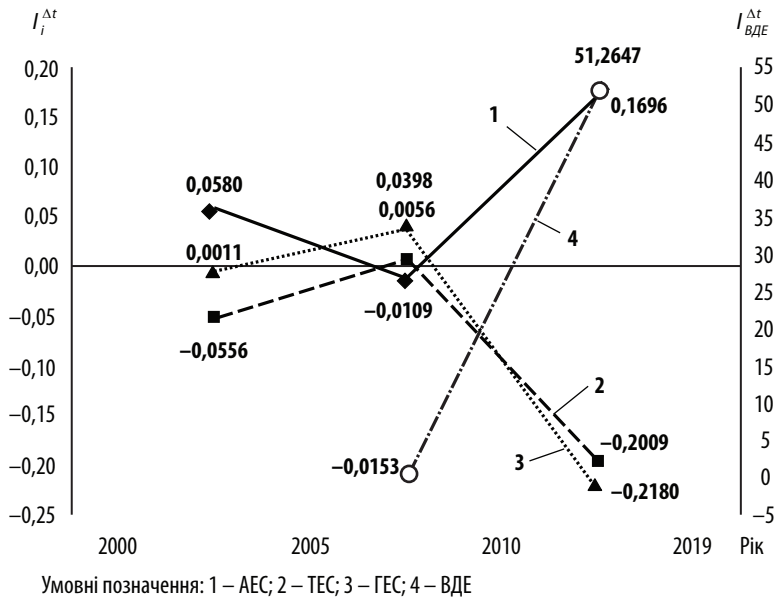


Рис. 2.23. Показники структурних зрушень у виробництві електроенергії за видами генерації в Україні у 2000–2019 рр.

Джерело: власні розрахунки

На рис. 2.24 наведено динаміку інтегральних коефіцієнтів структурного зрушення в потужностях і виробництві електроенергії за видами генерації в Україні у 2000–2019 рр.

Як видно з рис. 2.24, найбільше структурне зрушення в потужностях генерації електроенергії відбулося у 2010–2019 рр. – 0,0772 (низьке структурне зрушення), а за весь період, що аналізувався, структурне зрушення складало 0,1122 (низьке структурне зрушення). Найбільше структурне зрушення у виробництві електроенергії відбулося у 2010–2019 рр. – 0,0931 (низьке структурне зрушення), а за весь період, що аналізувався, структурне зрушення складало 0,1171 (низьке структурне зрушення).

Таблиця 2.23

Розрахунок інтегральних коефіцієнтів структурного зрушення в потужностях і виробництві електроенергії за видами генерації в Україні у 2000–2019 рр.

Види генерації	Квадрат різниць часток, %					Квадрат сум часток, %				
	$(\Delta d_{2005-2000})^2$	$(\Delta d_{2010-2005})^2$	$(\Delta d_{2019-2010})^2$	$(\Delta d_{2019-2000})^2$	$(\Delta d_{2005+2000})^2$	$(\Delta d_{2010+2005})^2$	$(\Delta d_{2019+2010})^2$	$(\Delta d_{2019+2000})^2$	$(\Delta d_{2019+2010})^2$	$(\Delta d_{2019+2000})^2$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	8	9
Потужності										
АЕС	4,30	0,80	2,62	21,05	2179,6	2465,6	2721,4	2420,5	2721,4	2420,5
ТЕС	4,60	4,03	96,15	194,79	18250,0	17145,7	14191,6	15197,8	14191,6	15197,8
ГЕС	0,00	1,26	4,95	11,64	318,1	362,0	500,4	448,6	500,4	448,6
ВДЕ	0,00	0,00	35,55	35,48	0,1	0,1	40,1	40,2	40,1	40,2
Сума	8,9	6,1	103,7	227,5	20747,7	19973,2	17413,4	18067,0	17413,4	18067,0
$\frac{(d_i^{t2} - d_i^{t1})^2}{(d_i^{t2} + d_i^{t1})^2}$					0,0004	0,0003	0,0060	0,0126	0,0060	0,0126
$K_i^{\Delta t}$					0,0207	0,0175	0,0772	0,1122	0,0772	0,1122
Виробництво										
АЕС	6,85	0,27	64,05	102,00	8614,7	9008,3	10484,7	10059,7	10484,7	10059,7
ТЕС	7,17	0,06	84,51	134,95	8780,5	8332,1	6780,2	7185,3	6780,2	7185,3
ГЕС	0,00	0,07	2,32	1,56	180,3	187,7	154,9	148,1	154,9	148,1

Закінчення табл. 2.23

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ВДЕ	0,00	0,00	7,36	7,65	0,0	0,0	7,9	7,6
Сума	14,0	0,4	150,9	238,5	17575,5	17528,1	17419,7	17393,1
$\frac{(d_t^{i2} - d_t^{i1})^2}{(d_t^{i2} + d_t^{i1})^2}$					0,0008	0,00002	0,0087	0,0137
K_t^{AM}					0,0282	0,0048	0,0931	0,1171

Джерело: власні розрахунки

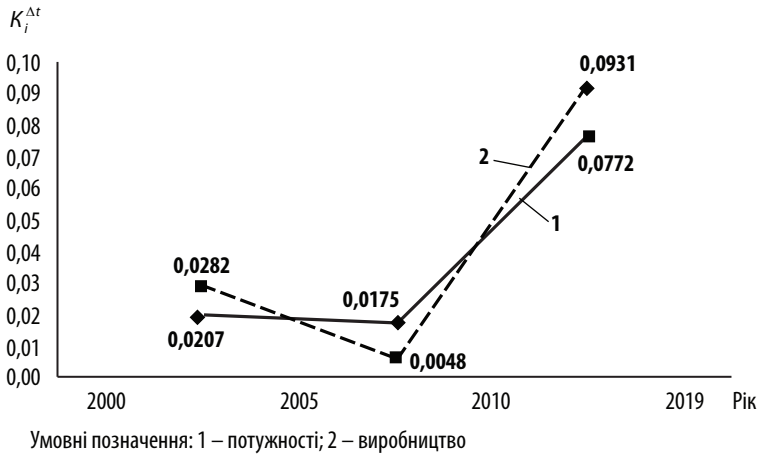


Рис. 2.24. Динаміка інтегральних показників структурних зрушень потужностей і виробництва електроенергії за видами генерації в Україні у 2000–2018 рр. за рахунок видів генерації

Джерело: власні розрахунки

Загальну характеристику структурних зрушень в електроенергетичному секторі за видами генерації в Україні у 2000–2019 рр. наведено у табл. 2.24.

Як видно з табл. 2.24, найбільші структурні зрушення в потужностях і виробництві електроенергії за видами генерації в Україні у 2000–2019 рр. відбулися у ВДЕ – відповідно 31,1 (значне) та $+\infty$ (значне). Суттєві позитивні структурні зрушення у потужностях і виробництві електроенергії відбулися у АЕС (відповідно 0,2057 та 0,2239) та у потужностях ГЕС – 0,3640. Суттєві негативні структурні зрушення у цей період відбулися у потужностях і виробництві ТЕС – 0,2034 та 0,2411 відповідно, та у виробництві ГЕС – 0,1860.

Загальну характеристику структурних зрушень у потужностях і генерації електроенергії за маневреністю та видами генерації в Україні у 2000–2019 рр. наведено у табл. 2.25.

Таблиця 2.24

Загальна характеристика структурних зрушень у потужностях і виробництві електроенергії за видами генерації в Україні у 2000–2019 рр.

Види генерації	Питома вага, %			Темп змін, %			Структурне зрушення, 2019 р. до 2000 р.				
	d ₂₀₀₀	Ранг	d ₂₀₁₉	Ранг	Абсолютний	Ранг	2019 щодо 2000 р.	Ранг	Індекс структурного зрушення	Ранг	Міра суттєвості зрушення
Потужності											
АЕС	22,3	2	26,9	2	4,6	2	120,6	3	0,2057	3	суттєве
ТЕС	68,6	1	54,7	1	-14,0	4	79,7	4	-0,2034	4	суттєве
ГЕС	8,9	3	12,3	3	3,4	3	138,4	2	0,3841	2	суттєве
ВДЕ	0,2	4	6,1	4	6,0	1	3205,4	1	31,0545	1	значне
Виробництво											
АЕС	45,1	2	55,2	1	10,1	1	122,4	1	0,2239	1	суттєве
ТЕС	48,2	1	36,6	2	-11,6	4	75,9	3	-0,2411	3	суттєве
ГЕС	6,7	3	5,5	3	-1,2	3	81,4	2	-0,1860	2	суттєве
ВДЕ	0,0	4	2,8	4	2,8	2	+∞	—	+∞	—	значне

Джерело: власні розрахунки

Таблиця 2.25

Загальна характеристика структурних зрушень у потужностях і генерації електроенергії за маневреністю та видами генерації в Україні у 2000–2019 рр.

Джерело генерації електроенергії	Темп змін, %				Характеристика			
	Абсолютний	Ранг	2019 щодо 2000 р.	Ранг	Маневреність	Міра суттєвості зрушення	Вид генерації	Міра суттєвості зрушення
Потужності								
АЕС	4,6	1	120,6	3	НМ	ССЗ	АЕС	ССЗ
ТЕС	-14,0	4	79,7	4	ЧМ	-ССЗ	ТЕС	-ССЗ
ГЕС	3,4	3	138,4	2	М	ЗСЗ	ГЕС	ССЗ
ВДЕ	6,0	2	3205,4	1			ВДЕ	ЗСЗ
Виробництво								
АЕС	10,1	1	122,4	1	НМ	ССЗ	АЕС	ССЗ
ТЕС	-11,6	4	75,9	3	ЧМ	-ССЗ	ТЕС	-ССЗ
ГЕС	-1,2	3	81,4	2	М	ССЗ	ГЕС	-ССЗ
ВДЕ	2,8	2	+∞	–			ВДЕ	ЗСЗ

Джерело: власні розрахунки

У табл. 2.25 наведено такі позначення: НМ, ЧМ, М – відповідно неманеврені, частково маневрені та маневрені види генерації електроенергії.

Таким чином, можна зробити висновок, що загалом в енергетиці України у 2000–2019 рр. відбулися суттєві структурні зрушення в потужностях і виробництві електроенергії за маневреністю та видами її генерації.

Дослідимо динаміку попиту на електроенергію в Україні та зміну його структури у 2000–2019 рр. Для цього будемо використовувати методичний підхід, який запропонований на рис. 2.15.

У табл. 2.26 наведено динаміку споживання електроенергії в Україні у 2000–2019 рр.

Таблиця 2.26

Динаміка споживання електроенергії в Україні у 2000–2019 рр.

Споживачі електроенергії	Рік											
	2000		2005		2010		2018		2019			
	млн кВт-год	%	млн кВт-год	%	млн кВт-год	%	млн кВт-год	%	млн кВт-год	%		
Економіка (крім КПС)	74557	65,7	78485	63,8	78164	58,3	63812	52,2	62435	51,9		
Комунально-побутова сфера (КПС)	8811	7,8	18555	15,1	19231	14,3	15506	12,7	15066	12,5		
Населення	30123	26,5	26064	21,1	36740	27,4	35947	29,4	35236	29,3		
Інші непрямислові споживачі	–	–	–	–	–	–	6880	5,6	7482	6,2		
Всього споживання	113491	100	123104	100	134135	100	122145	100	120219	100		

Джерело: власні розрахунки за матеріалами [56]

Як видно з табл. 2.26, попит на електроенергію в Україні з 2000 по 2010 рр. спочатку зріс на 118,19 %, а потім до 2019 р. зменшився на 10,37 %.

Найбільшу питому вагу у споживанні електроенергії в країні займав сектор економіки, потім населення і нарешті комунально-побутова сфера. При цьому питома вага економіки у загальному споживанні електроенергії в Україні зменшилась з 65,7 % у 2000 р. до 51,9 % у 2019 р., питома вага населення збільшилась на 2,8 % і комунально-побутової сфери також – на 4,7 %.

У табл. 2.27 наведено розрахунки величин індексів і напрямків структурних зрушень у споживанні електроенергії в Україні у 2000–2019 рр. за групами споживачів.

На рис. 2.25 наведено динаміку структурних зрушень у споживанні електроенергії в Україні у 2000–2019 рр.

Як видно з рис. 2.25, у споживанні електроенергії в Україні у 2000–2019 рр. відбувалися від’ємні структурні зрушення в економіці країни та комунально-побутової сфері, а у споживанні електроенергії населенням у 2005–2010 рр. відбулося зростання, а у 2010–2017 рр. – зниження.

Найбільше позитивне структурне зрушення у споживанні електричної енергії в Україні за період, що аналізувався, відбулося у комунально-побутової сфері – 0,6067 (суттєве), а також у населення – 0,1060 (незначне), а від’ємне - в економіці країни (- 0,2095) (суттєве).

У табл. 2.28 наведено розрахунки інтегрального коефіцієнта структурного зрушення в споживанні електроенергії в Україні у 2000–2018 рр.

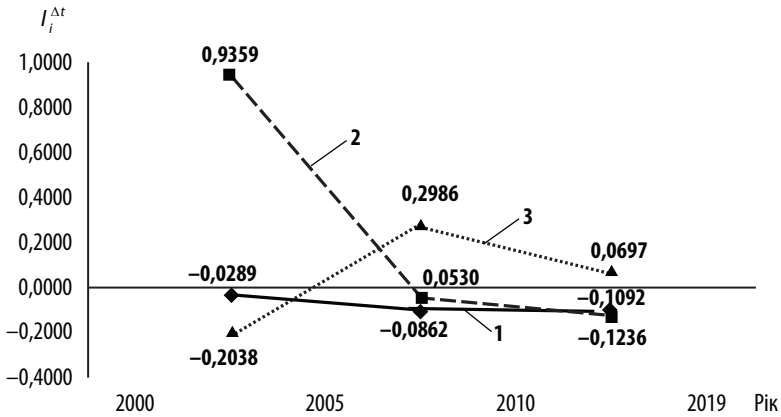
На рис. 2.26 наведено динаміку інтегрального коефіцієнта структурного зрушення у споживанні електроенергії в Україні у 2000–2019 рр.

Таблиця 2.27
 Розрахунок індексів і напрямів структурних зрушень у споживанні електроенергії в Україні у 2000–2019 рр.

Споживачі е лектроенергії	Частка у споживанні, %				Різниця часток, %						Індекс структурного зрушення ($I_j^{\Delta t}$)			
	d_{2000}	d_{2005}	d_{2010}	d_{2019}	$d_{2005} - d_{2000}$	$d_{2010} - d_{2000}$	$d_{2010} - d_{2005}$	$d_{2019} - d_{2010}$	$d_{2019} - d_{2005}$	$d_{2019} - d_{2000}$	$I_j^{2005-2010}$	$I_j^{2010-2019}$	$I_j^{2000-2019}$	
Економіка (крім КПС)	65,7	63,8	58,3	51,9	-1,9	-1,9	-5,5	-6,4	-13,8	-0,0289	-0,0862	-0,1092	-0,2095	
Комунально-побутова сфера (КПС)	7,8	15,1	14,3	12,5	7,3	7,3	-0,8	-1,8	4,7	0,9359	-0,0530	-0,1236	0,6067	
Населення	26,5	21,1	27,4	29,3	-5,4	-5,4	6,3	1,9	2,8	-0,2038	0,2986	0,0697	0,1060	
Інші непромислові споживачі	-	-	-	6,2	0,0	0,0	0,0	6,2	6,2	-	-	-	-	

Джерело: власні розрахунки

РОЗДІЛ 2. Аналіз стану та тенденцій розвитку електроенергетичного комплексу України



Умовні позначення: 1 – економіка (крім КПС); 2 – комунально-побутова сфера;
3 – населення

Рис. 2.25. Показники структурних зрушень у споживанні електроенергії в Україні у 2000–2019 рр.

Джерело: власні розрахунки

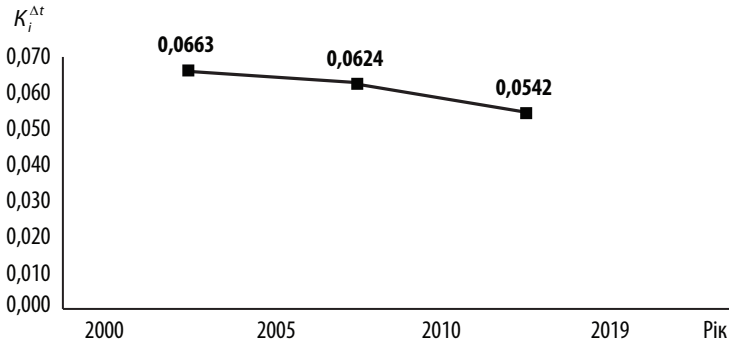


Рис. 2.26. Динаміка інтегрального коефіцієнта структурного зрушення у споживанні електроенергії в Україні у 2000–2019 рр.

Джерело: власні розрахунки

Таблиця 2.28

Розрахунок інтегрального коефіцієнта структурного зрушення у споживанні електроенергії в Україні у 2000-2019 рр.

Споживачі електроенергії	Квадрат різниць часток, %				Квадрат сум часток, %			
	$(\Delta d_{2005-2000})^2$	$(\Delta d_{2010-2005})^2$	$(\Delta d_{2019-2010})^2$	$(\Delta d_{2019-2000})^2$	$(\Delta d_{2005+2000})^2$	$(\Delta d_{2010+2005})^2$	$(\Delta d_{2019+2010})^2$	$(\Delta d_{2019+2000})^2$
Економіка (крім КПС)	3,61	30,25	40,52	189,49	16770,3	14908,4	12151,6	13837,8
Комунально-побутова сфера (КПС)	53,29	0,64	3,13	22,39	524,4	864,4	720,0	413,4
Населення	29,16	39,69	3,65	7,90	2265,8	2352,3	3216,0	3114,7
Інші непромислові споживачі	0,00	0,00	38,73	38,73	0,0	0,0	38,7	38,7
Сума	86,1	70,6	47,3	219,8	19560,4	18125,0	16087,6	17366,0
$\frac{(d_i^{t2} - d_i^{t1})^2}{(d_i^{t2} + d_i^{t1})^2}$					0,0044	0,0039	0,0029	0,0127
$K_i^{\Delta t}$					0,0663	0,0624	0,0542	0,1125

Джерело: власні розрахунки

Як видно з рис. 2.26, з 2000 по 2019 рр. динаміка інтегрального коефіцієнта структурного зрушення в споживанні електроенергії в Україні мала тенденцію до зниження. За весь період, що аналізується, інтегральний коефіцієнт структурного зрушення у споживанні електроенергії в країні склав величину 0,1125, яка характеризується як низьке структурне зрушення.

Загальну характеристику структурного зрушення в споживанні електроенергії в Україні у 2000–2019 рр. наведено в *табл. 2.29*.

Як видно з *табл. 2.29*, позитивні структурні зрушення у споживанні електроенергії в Україні у 2000–2019 рр. відбулися в комунально-побутовій сфері (0,6067 – суттєве) та населення (0,1060 – незначне), а в економіці країни – суттєве від’ємне (-0,2055).

Вищенаведені факти свідчать, що структурні зрушення в енергетичній сфері країни визначили на фоні незначного скорочення кінцевого споживання електричної енергії, скорочення її виробництва при відносно стабільній величині встановленої потужності генерації.

Таблиця 2.29
Загальна характеристика структурного зрушення в споживанні електроенергії в Україні у 2000–2019 рр.

Споживачі електроенергії	Питома вага, %			Темп змін, %			Структурне зрушення, 2019 р. до 2000 р.				
	d ₂₀₀₀	Ранг	d ₂₀₁₉	Ранг	Абсолютний	Ранг	2019 щодо 2000 р.	Ранг	Індекс структурного зрушення	Ранг	Міра суттєвості зрушення
Економіка (крім КПС)	65,7	1	51,9	1	-13,8	3	79,0	3	-0,2095	3	суттєве
Комунально-побутова сфера (КПС)	7,8	3	12,5	3	4,7	1	160,7	1	0,6067	1	суттєве
Населення	26,5	2	29,3	2	2,8	2	110,6	2	0,1060	2	незначне
Інші непромислові споживачі	—	—	6,2	—	—	—	—	—	—	—	—

Джерело: власні розрахунки

**3.1. Оцінка узгодженості тенденцій економічного
й енергетичного розвитку країни**

Енергія є основним чинником розвитку світової економіки, оскільки вона є важливим фактором виробництва майже всіх товарів і послуг у сучасній глобалізованій економіці. Розвиток енергетики відіграє одну з найважливіших функцій у соціально-економічних та екологічних аспектах сталого розвитку кожної країни й функціонуванні світової економіки.

Енергетичний розвиток сприяє економічному зростанню, оскільки створює нові робочі місця і вартість, пов’язану з видобутком, перетворенням і розподіленням енергії. Крім того, стабільні та низькі ціни на енергію допомагають стимулювати темпи зростання будь-якої економіки. Це пов’язано з тим, що більш низькі ціни на енергію призводять до збільшення наявного доходу споживачів і зниження витрат для виробників [57].

Електроенергетика є найважливішою галуззю енергетики, що відрізняється від інших видів можливістю передавати енергію на значну відстань. Це інфраструктурна галузь, з діяльністю якої безпосередньо пов’язані всі галузі економіки, які залежать від постачання електроенергії. Здатність електроенергетики постійно підтримувати рівень виробництва електроенергії, що забезпечує поточні потреби економіки, й генерувати додаткові потужності для можливості збільшення цих потреб, є ключовим фактором розвитку галузей промисловості та сфери послуг [58].

На рис. 3.1 наведено підхід щодо оцінки узгодженості тенденцій і структурних змін в економіці й енергетиці України.

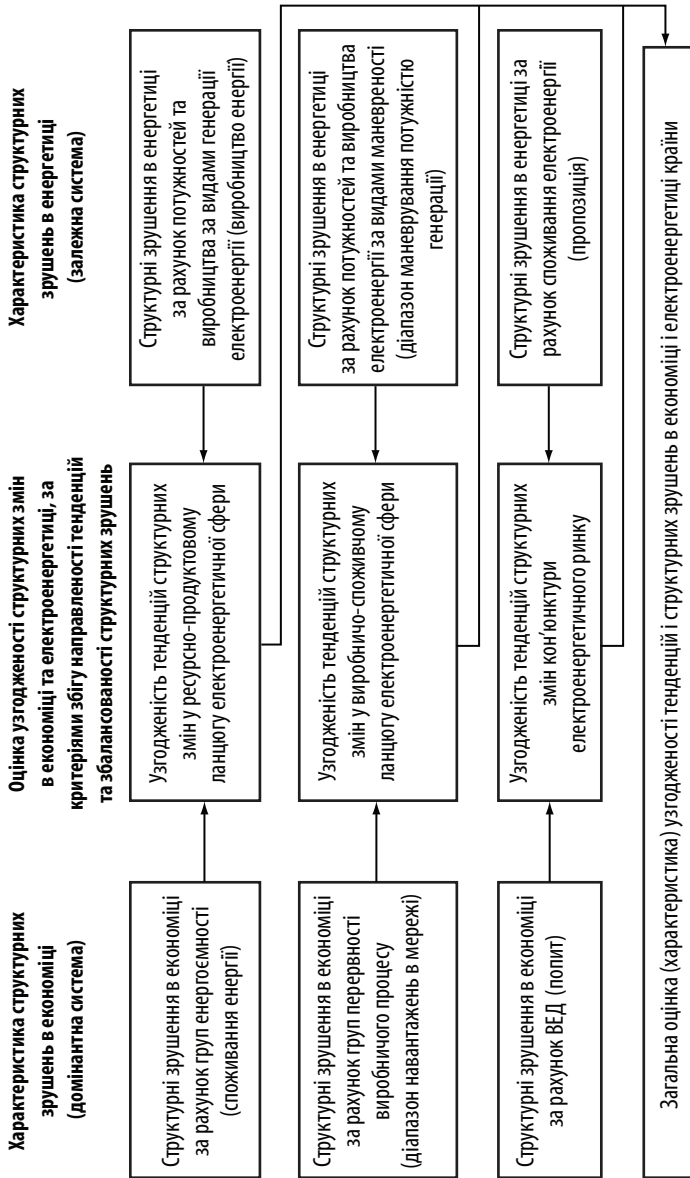


Рис. 3.1. Методичний підхід до оцінки узгодженості тенденцій і структурних зрушень в економіці та електроенергетиці України

Джерело: власна розробка

Згідно з методичним підходом (рис. 3.1) загальна оцінка узгодженості тенденцій і структурних зрушень в економіці й електроенергетиці проводиться на основі аналізу ресурсно-продуктового та виробничо-споживчого ланцюгів електроенергетичної сфери та кон'юнктури електроенергетичного ринку. Оцінка узгодженості тенденцій та структурних зрушень у ресурсно-продуктовому ланцюгу електроенергетичної сфери проводиться на основі аналізу відповідності процесів, що відбувалися в економіці, з позиції рівнів енергоємності ВЕД, та електроенергетиці (потужність, виробництво), з позиції видів генерації електроенергії у 2010–2019 рр.

У табл. 3.1 наведено загальну характеристику направленості тенденцій розвитку економіки (за рівнем енергоємності ВЕД) та електроенергетики (за видами генерації) в Україні у 2010–2019 рр.

Таблиця 3.1

Загальна характеристика направленості тенденцій розвитку економіки й електроенергетики в Україні у 2010–2019 рр.

	Питома вага, %				Середній абсолютний приріст / зниження, %	
	d ₂₀₁₀	Ранг	d ₂₀₁₉	Ранг	За період 2010–2019 рр.	Ранг
1	2	3	4	5	6	7
Рівень енергоємності						
Високоенергоємні	26,75	2	21,98	2	-0,38	3
Середньоенергоємні	14,08	3	13,81	3	-0,03	2
Низькоенергоємні	59,17	1	64,21	1	0,41	1
Потужності (вид генерації)						
АЕС	25,27	2	26,89	2	0,18	3
ТЕС	64,47	1	54,66	1	-1,09	4
ГЕС	10,07	3	12,30	3	0,25	2
ВДЕ	0,19	4	6,15	4	0,66	1
Виробництво (вид генерації)						
АЕС	47,20	1	55,20	1	0,89	1

Закінчення табл. 3.1

1	2	3	4	5	6	7
ТЕС	45,77	2	36,57	2	-1,02	4
ГЕС	6,98	3	5,46	3	-0,17	3
ВДЕ	0,05	4	2,77	4	0,30	2

Джерело: власні розрахунки

З табл. 3.1 видно, що у 2010–2019 рр. відбувалося зниження часток ВЕД економіки з високим і середнім рівнем енергоємності та зростання частки низькоенергоємних ВЕД в умовах зростання часток генерації електроенергії на АЕС та ВДЕ, й зниження частки генерації електроенергії на ГЕС та ТЕС.

На рис. 3.2 наведено динаміку інтегральних коефіцієнтів структурних зрушень в економіці – з позиції рівнів енергоємності ВЕД, та електроенергетиці – з позиції видів генерації електроенергії (потужність, виробництво) України, у 2010–2019 рр.

Як видно з рис. 3.2, структурні зрушення в економіці за рахунок рівнів її енергоємності ВЕД у досліджуваний період характеризувалися відносно стійкою динамікою та мали тенденцію до зниження з незначним зростанням у 2018–2019 рр. Структурні зрушення в електроенергетиці, як у потужностях, так і у виробництві, за рахунок видів генерації електроенергії у 2010–2019 рр. характеризувалися нестійкою динамікою.

Наявність зв'язку (узгодженості) між структурними зрушеннями в економіці та електроенергетиці (потужності, виробництво, споживання) пропонується досліджувати за допомогою лінійного коефіцієнта кореляції та якісної його інтерпретації за спеціальною шкалою Чеддока [59] (табл. 3.2).

Згідно з табл. 3.2 наявність узгодженості (за напрямом) у структурних зрушеннях економіки й електроенергетики можна вважати на рівні величини лінійного коефіцієнта кореляції, більшому 0,5 за модулем.

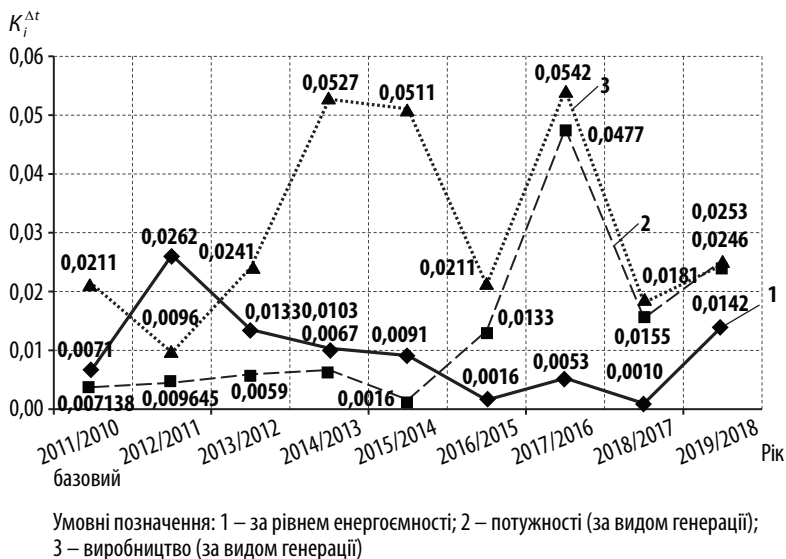


Рис. 3.2. Динаміка інтегральних коефіцієнтів структурних зрушень в економіці та електроенергетиці України у 2010–2019 рр.

Джерело: власні розрахунки

Таблиця 3.2

Оцінка тісноти зв'язку двох змінних на основі лінійного коефіцієнта кореляції

Величина коефіцієнта кореляції	0,1 – 0,3	0,3 – 0,5	0,5 – 0,7	0,7 – 0,9	0,9 – 0,99
Тіснота зв'язку	слабка	помірна	помітна	висока	дуже висока

Джерело: власна розробка

Згідно з величиною коефіцієнта кореляції, наведеною в табл. Е.1. (Додаток Е). та якісними характеристиками табл. 3.2, зв'язки між структурними зрушеннями в економіці, з позиції рівнів енергоємності ВЕД, та в потужностях і виробництві електроенергетики, з позиції видів генерації електроенергії, можна охарактеризувати таким чином: економіка – потужності електроенергетики (-0,2911) – слабкий від'ємний (неузгодженість); економіка – виробництво електроенер-

Енергетична модель економічного зростання України

гетики (-0,2751) – слабкий від’ємний (неузгодженість); потужності електроенергетики – виробництво електроенергетики – (0,3233) – помірний позитивний (неузгодженість).

Оцінка узгодженості тенденцій і структурних зрушень у виробничо-споживчому ланцюгу електроенергетичної сфери проводиться на основі аналізу відповідності процесів, що відбувалися в економіці, з позиції типу перервності виробничого процесу ВЕД, та електроенергетиці (потужність, виробництво), з позиції генерації електроенергії за видами маневреності, у 2010–2019 рр.

У табл. 3.3 наведено загальну характеристику направленості тенденцій розвитку економіки (за типом перервності виробничого процесу ВЕД) та електроенергетики (за видами маневреності генерації електроенергії) в Україні у 2010–2019 рр.

Таблиця 3.3

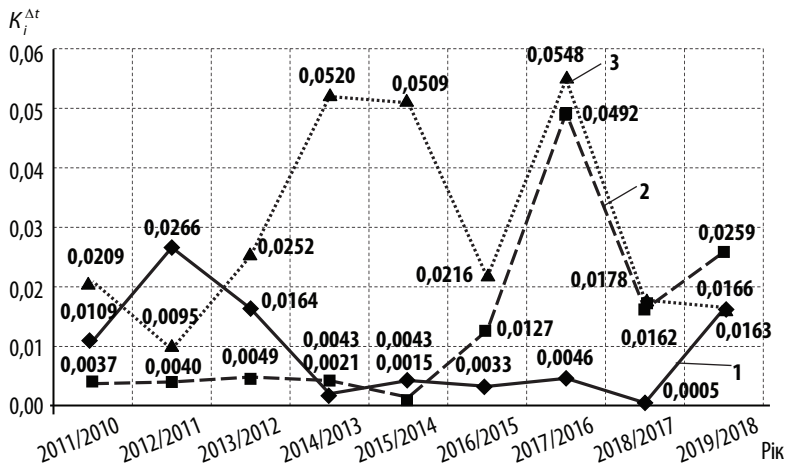
Загальна характеристика направленості тенденцій розвитку економіки й електроенергетики в Україні у 2010–2019 рр.

	Питома вага, %				Середній абсолютний приріст / зниження, %	
	d ₂₀₁₀	Ранг	d ₂₀₁₉	Ранг	За період 2010–2019 рр.	Ранг
Тип перервності виробничого процесу						
Безперервний	32,26	2	27,17	2	-0,55	2
Дискретний	67,84	1	72,83	1	0,55	1
Потужності (вид маневреності)						
Неманеврені	25,27	2	26,89	2	0,18	2
Частково маневрені	64,47	1	54,66	1	-1,09	3
Маневрені	10,26	3	18,45	3	0,91	1
Виробництво (вид маневреності)						
Неманеврені	47,20	1	55,20	1	0,89	1
Частково маневрені	45,77	2	36,57	2	-1,02	3
Маневрені	7,04	3	8,23	3	0,13	2

Джерело: власні розрахунки

Як свідчать дані табл. 3.3, у досліджуваному періоді відбувалося зниження частки ВЕД економіки з безперервним типом виробничого процесу та зростання частки ВЕД економіки з дискретним типом виробничого процесу в умовах зростання часток неманеврених і маневрених видів генерації електроенергії у потужностях та виробництві, та зниження частки частково маневрених видів генерації електроенергії у потужностях і виробництві.

На рис. 3.3 наведено динаміку інтегральних коефіцієнтів структурних зрушень в економіці, з позиції типу перервності виробничого процесу ВЕД, та електроенергетиці (потужність, виробництво), з позиції генерації електроенергії за видами маневреності України, у 2010–2019 рр.



Умовні позначення: 1 – за типом виробничого процесу; 2 – потужності (за видами маневреності); 3 – виробництво (за видами маневреності)

Рис. 3.3. Динаміка інтегральних коефіцієнтів структурних зрушень в економіці та електроенергетиці України у 2010–2019 рр.

Джерело: власні розрахунки

Як видно з рис. 3.3, структурні зрушення в економіці за рахунок типу перервності виробничого процесу ВЕД у 2010–2019 рр. харак-

теризувалися відносно стійкою динамікою та мали тенденцію до зниження з незначним зростанням у 2018–2019 рр.

Структурні зрушення в електроенергетиці, як у потужностях, так і у виробництві, за рахунок генерації електроенергії за видами маневреності в досліджуваному періоді характеризувалися нестійкою динамікою.

Згідно з величиною коефіцієнта кореляції, наведеною в табл. Е.1 (Додаток Е), та якісними характеристиками табл. 3.2, зв'язки між структурними зрушеннями в економіці, з позиції типу перервності виробничого процесу ВЕД, та в потужностях і виробництві електроенергетики, з позиції генерації електроенергії за видами маневреності, можна охарактеризувати таким чином: економіка – потужності електроенергетики (-0,1952) – слабкий від'ємний (неузгодженість); економіка – виробництво електроенергетики (-0,5849) – помітний від'ємний (узгодженість); потужності електроенергетики – виробництво електроенергетики – (0,2585) – слабкий позитивний (неузгодженість).

Оцінка узгодженості тенденцій і структурних зрушень у кон'юнктурі електроенергетичного ринку проводиться на основі аналізу відповідності процесів, що відбувалися в економіці, з позиції змін в структурі ВЕД економіки, та в кінцевому споживанні електроенергії за групами споживачів у 2010–2019 рр.

У табл. 3.4 наведено загальну характеристику направленості тенденцій розвитку економіки (за змінами в структурі ВЕД економіки) та кінцевому споживанні електроенергії за групами споживачів в Україні у 2010–2019 рр.

З табл. 3.4 видно, що у досліджуваному періоді найшвидше зростання часток відбувалося у таких ВЕД економіки: «Будівництво», «Комп'ютерне програмування, консультування та надання інформаційних послуг», «Сільське, лісове та рибне господарство», «Оренда машин та устаткування» та «Державне управління й оборона; обов'язкове соціальне страхування», а найшвидше зниження часток

Таблиця 3.4

Загальна характеристика направленості тенденцій розвитку економіки й електроенергетики в Україні у 2010–2019 рр.

Показники	Питома вага, %					Середній абсолютний приріст / зниження, %	
	d ₂₀₁₀	Ранг	d ₂₀₁₉	Ранг	Ранг	За період 2010–2019 рр.	Ранг
1	2	3	4	5	6	7	
ВЕД економіки							
Сільське, лісове та рибне господарство	8,17	4	10,35	2		0,242	3
Добування кам'яного та бурого вугілля	1,81	19	1,13	22		-0,075	26
Добування сирої нафти та природного газу	0,73	27	1,53	20		0,090	6
Добування металевих руд, інших корисних копалин та розроблення кар'єрів; надання допоміжних послуг у сфері добувної промисловості та розроблення кар'єрів	2,39	16	2,51	15		0,012	14
Виробництво харчових продуктів; напоїв та тютюнових виробів	8,27	3	7,91	3		-0,040	22
Текстильне виробництво, виробництво одягу, шкіри та інших матеріалів	0,75	26	0,53	29		-0,024	19
Оброблення деревини та виробництво виробів з деревини; целюлозно-паперове виробництво; видавнича діяльність	1,76	20	2,12	18		0,040	9
Виробництво коксу та кокспродуктів	1,20	22	0,61	27		-0,065	24
Виробництво продуктів нафтоперероблення	2,13	17	0,61	28		-0,169	28
Хімічна та нафтохімічна промисловість	2,87	13	2,52	14		-0,039	21

Продовження табл. 3.4

1	2	3	4	5	6	7
Виробництво іншої неметалевої мінеральної продукції	1,34	21	1,67	19	0,037	12
Металургійне виробництво та виробництво готових металевих виробів	9,36	2	5,92	6	-0,382	31
Машинобудування	5,49	6	2,93	12	-0,285	30
Інші галузі промисловості	0,85	24	1,31	21	0,051	8
Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря	4,07	8	4,83	7	0,084	7
Водопостачання; каналізація, поводження з відходами	0,65	28	0,64	26	-0,001	15
Будівництво	4,14	7	6,82	5	0,298	1
Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів	12,29	1	12,63	1	0,038	10
Транспорт, складське господарство	6,95	5	6,87	4	-0,009	17
Діяльність пошти та зв'язку	1,82	18	1,00	23	-0,091	27
Тимчасове розміщування й організація харчування	0,95	23	0,84	24	-0,011	18
Фінансова та страхова діяльність	3,99	9	2,19	17	-0,200	29
Операції з нерухомим майном	3,82	10	4,06	10	0,027	13
Оренда машин та устаткування; прокат побутових виробів і предметів особистого вжитку; Діяльність у сферах права, бухгалтерського обліку, інжинірингу; надання послуг підприємцям	2,72	14	4,51	8	0,199	4

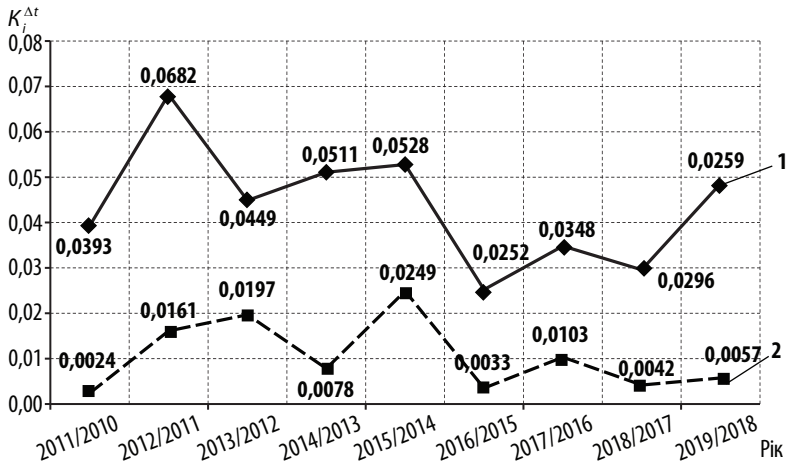
Закінчення табл. 3.4

1	2	3	4	5	6	7
Комп'ютерне програмування, консультування та надання інформаційних послуг	0,61	29	3,04	11	0,270	2
Наукові дослідження та розробки	0,47	30	0,41	31	-0,007	16
Державне управління й оборона; обов'язкове соціальне страхування	3,05	12	4,22	9	0,130	5
Освіта	3,51	11	2,90	13	-0,069	25
Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги	2,69	15	2,21	16	-0,054	23
Мистецтво, спорт, розваги та відпочинок	0,78	25	0,47	30	-0,034	20
Надання інших видів послуг	0,38	31	0,72	25	0,038	11
Кінцеве споживання						
Економіка (крім КПС)	57,9	1	51,9	1	-0,66	4
Комунально-побутова сфера (КПС)	12,4	3	12,5	3	0,01	3
Населення	25,5	2	29,3	2	0,42	1
Інші непромислові споживачі	4,2	4	6,2	4	0,22	2

Ажерело: власні розрахунки

спостерігалось у ВЕД «Металургійне виробництво та виробництво готових металевих виробів», «Машинобудування», «Фінансова та страхова діяльність», «Виробництво продуктів нафтоперероблення» та «Діяльність пошти та зв'язку». У кінцевому споживанні в період, що досліджувався, відбулося зростання часток у групах споживачів «Населення», «Інші непромислові споживачі» та «Комунально-побутова сфера», а зниження частки відбулося у групі споживачів «Економіка».

На рис. 3.4 наведено динаміку інтегральних коефіцієнтів структурних зрушень в економіці, з позиції змін в структурі ВЕД економіки, та в кінцевому споживанні електроенергії за групами споживачів у 2010–2019 рр.



Умовні позначення: 1 – зміна в структурі ВЕД економіки;
2 – кінцеве споживання

Рис. 3.4. Динаміка інтегральних коефіцієнтів структурних зрушень в економіці та кінцевому споживанні електроенергії в Україні у 2010–2019 рр.

Джерело: власні розрахунки

Як видно з рис. 3.4, структурні зрушення в економіці за рахунок зміни частки ВЕД та в кінцевому споживанні електроенергії за групами споживачів у 2010–2019 рр. характеризувалися схожою відносно нестійкою динамікою та мали тенденцію до зниження з незначним зростанням у 2018–2019 рр.

Згідно з величиною коефіцієнта кореляції, наведеною в табл. Ж.1 (Додаток Ж), та якісними характеристиками (див. табл. 3.8) зв'язки між структурними зрушеннями в економіці, з позиції змін в структурі ВЕД економіки, та в кінцевому споживанні електроенергії за групами споживачів, можна охарактеризувати таким чином: економіка – кінцеве споживання електроенергії (0,5829) – помітний позитивний (узгодженість).

У табл. 3.5 наведено загальну оцінку (характеристику) узгодженості тенденцій і структурних зрушень в економіці і електроенергетиці країни у 2010–2019 рр.

Таким чином, на основі проведеного аналізу узгодженості тенденцій і структурних зрушень в економіці і електроенергетиці країни можна зробити такі висновки:

- структурні зрушення в економіці країни, а саме скорочення обсягів виробництва у промислових галузях з високою енергоємністю і безперервним циклом виробництва обумовило скорочення споживання електроенергії в економічній діяльності, а отже, скорочення обсягів її виробництва;
- тенденції і несуттєві структурні зміни у парку виробничих потужностей генерації не узгоджені з аналогічними змінами у виробництві енергії та економіці країни;
- вище указана неузгодженість тенденцій і структурних змін обумовлює:
 - низький рівень використання встановлених потужностей генерації енергії, а отже, і високий рівень резервів електрогенерації, що не використовується;

Енергетична модель економічного зростання України

Таблиця 3.5
Загальна оцінка (характеристика) узгодженості тенденцій і структурних зрушень в економіці й електроенергетиці країни у 2010–2019 рр.

		Електроенергетика											
		Технологічна структура генерації в економіці				Маневрена структура генерації				Кінцеве споживання енергії			
		встановлені потужності		виробництво енергії		встановлені потужності		виробництво енергії		тенденція		зрушення	
1	Характерні ознаки економічної та енергетичної системи	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	тенденція	зрушення
	2	Спрямованість тенденційних змін в економіці											
Економіка	Спрямованість тенденційних змін в енергетиці	без СУП-ТЄВІХ змін	без СУП-ТЄВІХ змін	зниження	зрушення	без СУП-ТЄВІХ змін	зрушення	зниження	зниження	зрушення	зниження	зниження	зрушення
	Рівень енергоємності ВЕД	тенденція	неузгодженість	узгодженість	узгодженість	неузгодженість	неузгодженість	неузгодженість	узгодженість	узгодженість	узгодженість	узгодженість	узгодженість
	зрушення	неузгодженість	неузгодженість	неузгодженість	неузгодженість	неузгодженість	неузгодженість	неузгодженість	неузгодженість	неузгодженість	неузгодженість	неузгодженість	неузгодженість

Закінчення табл. 3.5

1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Економіка	Структура споживання за типом (режимом енергоспоживання) виробничого процесу ВЕД	зниження	неузгодженість		узгодженість		неузгодженість	неузгодженість	неузгодженість		узгодженість	
	Структура економіки за ВЕД	тенденція	неузгодженість				неузгодженість		узгодженість		узгодженість	
		зрушення										

Джерело: власна розробка

- високий рівень резервів електрогенерації визначає суттєвий рівень непродуктивних витрат, а отже, і високу загальну вартість виробництва енергії.

У цілому можна констатувати, що тенденції і структурні зміни в економіці України не супроводжувались відповідними змінами в енергетичному секторі країни, а отже, дані процеси були неузгодженими.

Неузгодженість тенденцій економічного і енергетичного розвитку визначаються відсутністю адекватної реакції у системному устрої енергетичної сфери України і, в першу чергу, у електроенергетичному комплексі.

3.2. Глобальні виклики та перспективи структурного розвитку електроенергетики країни

Ключові позиції сучасного бачення перспектив енергетичного розвитку світової економіки формуються під впливом результатів форсайт-прогнозів що розробляються провідними міжнародними інституціями й енергетичними компаніями, серед яких окремо слід виділити: Прогноз світової енергетики Міжнародного Енергетичного Агентства (МЕА) за 2016 р. [70], Міжнародний енергетичний прогноз Адміністрації енергетичної інформації США (АЕІ США) за 2016 р. [71], Прогноз розвитку енергетики світу і Росії до 2040 р. Інституту енергетичних досліджень РАН (ІНЕД) за 2014 р. [72], Інституту економіки енергетики Японії (ІЕЕЯ) за 2016 р. [73], British Petroleum (BP) за 2016 р. (BP-2016) [74] і Exxon Mobil (EM) за 2016 р. [75]. Горизонт більшості форсайт-прогнозів, за винятком BP, складає 25 років, «що дозволяє адекватно оцінювати картину і економічну ефективність проектів з можливістю побачити наслідки прийнятих рішень (як правило, з моменту прийняття інвестиційного рішення до введення великих енергетичних об'єктів в експлуатацію проходить до 10 років, термін окупності може перевищувати 15 років)» [72].

Найбільш широко визнаною у світі організацією з питанням форсайт-прогнозування є МЕА, яке має понад 10-річний досвід розробки

прогнозів світової енергетики (з 2004 р.). Із 2010 р. загальноприйнятим став сценарний підхід, згідно з яким дотепер розробляються три сценарії розвитку світової енергетики [70]:

- сценарій нинішньої політики (екстраполяційний), який враховує тільки прийняті національні заходи в енергетичній сфері без урахування майбутніх змін;
- сценарій нової політики (форсайт-прогноз), що бере до уваги як прийняті напрямки в енергетичній політиці, так і взяті на себе зобов'язання, які будуть реалізовані в майбутньому обчно, виходячи з критерію економічної доцільності;
- сценарій-450 (оптимістичний) адаптує політичні заходи з ймовірністю 50 % на шлях обмеження середньосвітової температури на 2 °С у довгостроковій перспективі порівняно з доіндустріальним рівнем.

На найбільшу увагу в рамках цього дослідження заслуговують такі висновки за прогнозами світової енергетики (ПСЕ), виконаними МЕА.

Вугілля було і залишається основним джерелом електрогенерації, хоча останні форсайт-прогнози вбачають сповільнення зростання енергоефективності вугільної електрогенерації. Це свідчить про низькі темпи та бар'єри щодо проникнення прогресивних технологій у вугільну електрогенерацію. Аналогічне сповільнення спостерігається і за питомими викидами CO₂ від вугільної електрогенерації.

Водночас визначається, що потужності вугільної електрогенерації зростають більш прискореними темпами, ніж обсяг виробництва електроенергії, що визначає зниження інтенсивності використання виробничих потужностей. Цей прогноз складено з урахуванням зміни в призначенні вугільної електрогенерації, а саме переходу від роботи ТЕС в базовому режимі до роботи у регулюючому режимі покриття коливань потужності генерації на основі ВДЕ.

Зважаючи на високу питому вагу вугільної електрогенерації, як у поточній, так і майбутній енергетичній картині світу, МЕА розгля-

дає її як невід'ємну складову технологічних перетворень. Ще у 2012 р. МЕА розробило технологічну дорожню карту по розгортанню HELE-технологій (High-Efficiency, Low-Emissions Coal-Fired Power Generation – вискоєфективна і низьковуглецева вугільна електрогенерація). Обґрунтування необхідності розвитку HELE-технологій обумовлено нижченаведеними причинами [76]:

- у багатьох країнах досі використовується неефективні технології електрогенерації з низькою вартістю і низькою якістю вугілля;
- хоча випробування показали потенціал зі скорочення викидів від спільного спалювання біомаси, така практика не є широко поширеною;
- експлуатація вугільних електростанцій супроводжується споживанням великої кількості води, що представляє причину серйозного занепокоєння в посушливих регіонах;
- забруднення непарниковими газами може викликати серйозні проблеми зі здоров'ям і часто шкодить місцевій інфраструктурі і, як наслідок, економіці. Хоча технології для зниження таких викидів вже доступні, не всі країни ще поширили їх ефективно.

Своєчасне розгортання технологій наступного покоління, зокрема, здатне продемонструвати таке [76]:

- передові технології спалювання та газифікації вугілля;
- інтеграцію технологій уловлювання CO_2 з технологіями спалювання і газифікації належного рівня;
- підвищення ефективності електрогенерації з первинного, недорогого вугілля, низької якості;
- зменшення витрат води HELE-технологій при збереженні їх продуктивності.

Мета розгортання Hele-технологій двояка: підвищити ефективність перетворення і скоротити викиди CO_2 . Як перспективні HELE-технології вбачаються такі [76]: технології надкритичних (SC) та ультранадкритичних (USC), а також просунутих ультранадкритичних

(A-USC) параметрів пари, а також комбінованого циклу з інтегрованою газифікацією вугілля (IGCC).

Перші дві технології забезпечують базове навантаження та доступні вже зараз. Вугілля низької якості або низькосортне (наприклад, лігніт) є кандидатами для більш ефективної електрогенерації, зокрема, з використанням сушіння до їх спалювання. Розширене використання IGCC забезпечує найвищу енергоефективність та найнижчі шкідливі викиди, до того ж можлива для використання у пікових режимах експлуатації.

Природному газу відводиться особливе місце у світовій електрогенерації майбутнього, оскільки серед викопних паливно-енергетичних ресурсів він характеризується найнижчими питомими викидами шкідливих речовин, здатний покривати пікові навантаження в енергосистемах та має відносно розвинуті технології, які дозволяють будувати нові генеруючі потужності з порівняно меншими капітальні витрати. Форсайт-прогнози МЕА передбачають прискорені темпи зростання газоспоживання.

Так, згідно з прогнозами МЕА, передбачається зростання вагомості природного газу у загальному світовому енергобалансі. Прогнозується, що до 2035 року природний газ має покрити 22–23 % усіх потреб у первинних енергоресурсах для електрогенерації. Передбачається, що зростання енергоефективності перетворення природного газу на електроенергію призведе до зростання виробництва електроенергії з цього виду викопного палива у 1,6 разу. Водночас завантаженість газових електрогенеруючих потужностей залишається відносно низькою – на рівні 40 %, що засвідчує переважне їх використання для покриття пікового попиту в енергосистемах.

Окремі прогнозні оцінки розвитку газової передбачає розвиток двох технологій: газотурбінної електрогенерації відкритого циклу (open-cycle gas turbine, OCGT) та газотурбінної електрогенерації комбінованого циклу (combined-cycle gas turbine, CCGT) – із віддання переваги останній [76]. Технологія газової електрогенерації на основі виключно парових турбін сьогодні вже не розглядається.

Газотурбінні установки (як ОСГТ та ССГТ) вважаються перспективною технологією майбутнього також у зв'язку з можливістю диверсифікації вхідного палива. Окрім природного газу, на них можливо використовувати інші види рідких (зокрема мазут) та газоподібних вуглеводнів. Можливість диверсифікації первинних енергоресурсів на ОСГТ обумовлюється їх потужностями. Так, використання мазуту на ОСГТ вимагає використання великих камер згоряння для спалювання важких видів палива, тоді як невеликі аеро-похідні ОСГТ з декількома маленькими пальниками або камерами згоряння є високочутливими до змін параметрів палива.

Сучасні ССГТ є більш екологічно прийнятними навіть у порівнянні з передовими вугільними електростанціями (технології SC та USC), перші викидають приблизно менше на 50 % CO₂ і до 9 разів NO_x за 1 кВт·год, ніж останні.

Газотурбінні установки (як ОСГТ та ССГТ) вважаються перспективною технологією майбутнього також у зв'язку з можливістю диверсифікації вхідного палива. Окрім природного газу, на них можна використовувати інші види рідких (зокрема мазут) і газоподібних вуглеводнів. Можливість диверсифікації первинних енергоресурсів на ОСГТ обумовлюється їх потужностями. Так, використання мазуту на ОСГТ вимагає використання великих камер згоряння для спалювання важких видів палива, тоді як невеликі аеро-похідні ОСГТ з декількома маленькими пальниками або камерами згоряння є високочутливими до змін параметрів палива.

Сучасні ССГТ є більш екологічно прийнятними навіть порівняно з передовими вугільними електростанціями (технології SC та USC), перші викидають приблизно менше на 50 % CO₂ і до 9 разів NO_x за 1 кВт·год, ніж останні.

Здатність конкурувати технології ОСГТ та ССГТ порівняно із сегментом вугільної генерації наразі збільшується у зв'язку із скороченням розриву між цінами на природний газ та вугілля в світі.

Загалом як ОСГТ, так і ССГТ вважаються зрілими технологіями, які економічно та екологічно придатні для застосування в майбутньо-

му. Наступні зміни прогнозуються МЕА як поліпшувальні інновації, які спрямовані на: по-перше, зростання рівня енергоефективності за рахунок зростання робочих температур; по-друге, скорочення капітальних та експлуатаційних витрат; по-третє, скорочення шкідливих викидів від електрогенерації.

Незважаючи на відносно високі темпи зростання атомної енергетики за прогнозами МЕА, відзначається скорочення частки атомних потужностей у загальному обсязі. МЕА прогнозує, що задля забезпечення високого рівня безпеки атомна генерація була і буде використовуватися в базовому режимі навантаження.

Все вироблене ядерне паливо буде використовуватися лише на потреби електрогенерації. МЕА не передбачає підвищення ефективності трансформації ядерного палива в електроенергію у прогнозованому періоді, яка і у 2035 р. залишиться на рівні 33 % (цілі ядерної безпеки ставляться понад цілі енергоефективності.

Отже, атомна енергетика була та залишається напрямом досягнення низьковуглецевого майбутнього, а атомна електрогенерація вважається зрілою технологією, яке забезпечуватиме базове навантаження в енергосистемах.

Гідроенергетика є ваговою складовою забезпечення низьковуглецевого майбутнього, однак потенціал гідроенергетичних ресурсів обмежений екологічними критеріями та соціально-економічними чинниками. Проте МЕА прогнозує зростання виробництва гідроенергії в майбутньому.

Аналогічна відповідність відзначається і за темпами приросту гідроелектрогенеруючих потужностей, завантаженість яких прогнозується на рівні 40 %, що характеризує їх як високманеврені джерела електрогенерації як в теперішньому, так і майбутньому.

МЕА розроблено технологічну дорожню карту розвитку гідроелектроенергетики, якою цей вид гідроелектрогенерації визнано як зрілу технологію, що буде забезпечувати основну частку виробництва електроенергії з відновлюваних джерел у майбутньому [78].

Однак екологічні наслідки для водних басейнів становлять основну перешкоду у розвитку гідроенергетики. Так, зростання ступеня використання гідроенергетичного потенціалу в країнах ЄС обмежений Водною директивою, згідно з якою передбачено початкове повернення стану водних об'єктів.

Запроваджені національні плани з розвитку електроенергетики в країнах ЄС основну увагу приділяють мікро- та малій гідроелектроенергетиці, обмежуючи зростання великих потужностей. Основним напрямом розвитку гідроенергетики в ЄС є будівництво нових ГАЕС або відкритого або насосного циклів на основі реконструкції або перебудови старих ГЕС.

Інші відновлювані джерела енергії (ВДЕ), з яких основними є сонячна та вітрова енергія, є найбільш швидкозростаючим джерелом електрогенерації. Саме вони мають спрямувати світову енергетику на шлях сталого розвитку.

В абсолютному виразі прогноз відновлюваної енергетики переоцінюється з року в рік у напрямку збільшення: прогноз на 2035 р. у ПСЕ-2016 вищий за ПСЕ-2010 на 32,4 %.

Основними стримуючими чинниками розвитку є:

по-перше, негарантоване виробництво електроенергії, яке залежить від погодних умов, відсутність розвинених технологій зберігання;

по-друге, висока капіталомісткість технологій, що обумовлює високі повні витрати на виробництво електроенергії;

по-третьє, значна державна підтримка їх виробництва, відміна якої у країнах ОЕСР планується після 2020 р., що істотно скоротить інвестиційну привабливість галузі.

У таких умовах таке прискорення розгортання відновлювальної енергетики можливо шляхом їх підкріплення маневреними та вільними потужностями гарантованих джерел електрогенерації, з урахуванням здешевлення технологій, а також розвитком високовольтних мереж транскордонної передачі.

Сучасні тенденції розвитку світової енергетики формуються під впливом парадигми, так званого глобального енергетичного переходу, шляхи реалізації якої полягають в рамках охарактеризованих вище напрямках технологічного розвитку електроенергетики. Світові експертні організації вважають, що суть енергетичного переходу полягає у реалізації напрямів розвитку і освоєнні інноваційних технологій енергоперетворення, які для електроенергетики наведено на *рис. 3.5*.



Рис. 3.5. Глобальний енергетичний перехід та його основні напрями в електроенергетичному секторі

Джерело: за матеріалами [79]

Розглянемо більш детально сутність напрямів реалізації енергетичного переходу.

Управління енергосистемою за парадигми енергетичного переходу сьогодні має назву «розумна» енергосистема і є узагальненням розвинутих на цей час технологій «розумних» мереж (smart grids). Ці мережі необхідні для розвитку розподіленої генерації, а також масового використання ВДЕ в енергосистемі (для вирішення проблеми

нестабільності генерації енергії). Головним наслідком розвитку «розумних» мереж для електроенергетики є відхід від концепції базового навантаження і перехід до концепції підлаштування навантаження відповідно до споживаної потужності. У результаті реалізації цього напряму очікується загострення конфлікту між ядерно-вугільною генерацією з повільною зміною потужності і генерацією на основі ВДЕ з гнучкою зміною потужності (у вітровій енергетиці). У разі збігу мінімуму навантаження і максимуму генерації ВДЕ буде потрібно відключення від мережі або ВДЕ, або ядерних, або вугільних енергоблоків, причому останніх проблематично через технічні причини, а для цього необхідне розроблення регламентів, що оптимізують роботу енергосистем у подібних ситуаціях.

Далека передача електроенергії. Поява великої кількості дрібних джерел генерації, зростання реактивного навантаження, ускладнення топології мереж, необхідність підвищення якості електроенергії вимагають узгодження фаз і управління коефіцієнтом потужності. Ці завдання передбачається вирішити за допомогою технологій FACTS та ліній передачі постійного струму.

FACTS (Flexible Alternative Current (AC) Transmission Systems) – гнучкі системи передачі на змінному струмі. Системи FACTS з'явилися близько 1990 року. Передумовами їх розробки послугувала поява ряду електронних компонентів високої потужності достатніх для забезпечення управління фазою, активною і реактивною потужністю, напругою в мережі та трансформаторних підстанціях. Поки таких систем у світі одиниці. Потужність, що передається ЛЕП, обмежена нагріванням проводів. Постійний струм дозволяє по тій же лінії передавати удвічі більшу потужність, ніж змінний. Крім того, лінії постійного струму дозволяють пов'язувати частини мережі змінного струму з різною фазою і частотою. Ключовим для поширення ЛЕП постійного струму стало створення потужних напівпровідникових випрямлячів і інверторів. У СРСР була створена ЛЕП ПТ 1150 кВ.

Відсутність потреб електроенергії у надпровідниках давно привертає енергетиків. Однак зниження вартості надпровідникового об-

ладнання відстає від прогнозів. Незважаючи на відкриття в 1986 р. високотемпературної надпровідності потужнострумів, металеві провідники доводиться охолоджувати рідким гелієм.

Акумулятори, суперконденсатори і надпровідникові накопичувачі запасують енергію постійного струму. Світлодіоди і електронні прибори споживають постійний струм. Тому можна очікувати створення двох паралельних мереж у кінцевого споживача: низьковольтної мережі постійного струму для живлення освітлення (світлодіодного), електроніки слабких струмів і силової мережі змінного струму.

Розвиток технологій далекої передачі електроенергії також дозволить знизити потребу в генеруючих потужностях, підвищити надійність енергопостачання і гнучко задовольняти попит на енергію.

Технології накопичення електроенергії в енергосистемі необхідні для підвищення ефективності використання потужностей і підвищення надійності енергопостачання. Особливо важливі ці технології для розвитку відновлюваної електроенергетики внаслідок нестабільності вироблення на ВДЕ залежно від погодних умов.

Технології в галузі акумулювання енергії:

- гідроакумулюючі станції (ГАЕС з ККД до 65 %);
- акумулятори та суперконденсатори;
- стиснене повітря (ККД до 30–40 %);
- супермаховики (ККД може досягати 90 % і більше);
- надпровідні котушки (ККД до 2050 р. може бути доведений до 99 %);
- водневі генератори (ККД може досягти 50–60 % до 2050 р.);
- акумулятори тепла з використанням фазових переходів або енергії хімічних реакцій (ККД до 30 %).

Найбільш економічно ефективними накопичувачами енергії є ГАЕС і свинцево-кислотні акумулятори.

Розподілена енергетика. Попит на стійкий доступ до енергетичних та інформаційних систем, перехід до більш кваліфікованих видів

енергії посилять попит на розвиток розподіленої енергетики. Розподілена енергетика дозволяє підвищити надійність і незалежність енергопостачання, гарантувати управління енергозабезпеченням для окремого споживача. Технологічний прогрес дає можливість економічно виправданого розвитку розподіленої генерації. Розвиток розподіленої генерації передбачає інтеграцію енергетики в техносферу, яка може відбуватися за двома напрямками.

По-перше, в цей час енергія виробляється переважно на великих спеціалізованих підприємствах (особливо електроенергія), але вже сформувався тренд збільшення виробництва енергії як побічного продукту інших технологічних процесів на неспеціалізованих підприємствах, що в умовах високих цін на енергоносії стає рентабельним.

По-друге, розвиток ВДЕ в рамках технологій «активного будинку» і «активної будівлі» дозволяє використовувати потенціал виробництва енергії безпосередньо в будівлях за рахунок сонячної енергетики, теплової енергії, відходів тощо. Як наслідок, у перспективі відбуватиметься трансформація споживачів енергії (промислових, сервісних і комунальних) у виробників, які частково забезпечують власні потреби, а частково постачають енергію іншим споживачам. Найбільший потенціал розвитку розподіленої генерації зосереджено в розвинених країнах у зв'язку з високим технологічним рівнем і постіндустріальним типом економіки.

Поряд з парадигмою глобального енергетичного переходу значна увага світового суспільства приділяється розвитку екологічно безпечних способів генерації, до яких, у першу чергу, відносять електрогенерацію на основі ВДЕ.

Вітроенергетика. Розвиток наземних вітроенергетичних установок досягло стадії зрілості. Прогнозується що капітальні витрати на їх будівництво можуть бути знижені до 2030 р. до 950 дол., а до 2050 р. – до 900 дол. за 1 кВт встановленої потужності. Потенціал зниження витрат для морських вітроенергетичних установок істотно вище. До 2030 р. капітальні витрати на їх будівництво можуть бути знижені до 1500 дол., а до 2050 р. – до 1300 дол. за 1 кВт встановленої потужності.

Розвиток сонячної фотовольтаїки (прямого перетворення сонячної енергії в електроенергію) у перспективі буде дуже швидким, оскільки технологія ще не досягла стадії зрілості. Капітальні витрати на будівництво СЕС можуть бути знижені до 2030 р до 1000 дол., до 2050 р до 750 дол. за 1 кВт встановленої потужності.

Розвиток термальною сонячної енергетики в перспективі буде дуже швидким, оскільки технологія не досягла стадії зрілості. Капітальні витрати на будівництво термальних СЕС можуть бути знижені до 2030–2050 рр. до 4200 дол. за 1 кВт встановленої потужності.

На сучасному етапі глобального енергетичного розвитку для генерації електричної енергії використовується обмежена кількість базових технологій енергоперетворення. Ознаками, що визначають специфічні відмінності технологій, є види первинної енергії і способи енергоперетворення, що використовуються в електрогенерації. Саме ці складові технологій визначають їх технічну й економічну ефективність.

Зважаючи на указане вище, критерієм відбору технологій, доцільних до застосування в Україні, обрано їх технічну і економічну ефективність, для оцінки яких використано зворотні до них характеристики ресурсоемності та вартості виробництва енергії.

Сукупність технологій електрогенерації в цілях цього дослідження можна поділити на два типи за двома загальними ознаками ресурсів.

До *першого типу* групи слід віднести технології електрогенерації, в основу яких закладено процес перетворення органічного та ядерного палива на електроенергію.

До *другого типу* слід віднести технології електрогенерації, в основу яких закладено процеси перетворення енергії невичерпних і відновлюваних джерел енергії (крім біологічних, які включено до першої групи) на електроенергію.

Ресурси технологій першого типу являють собою енергетичну сировину, витрати якої прямо залежать від обсягів виробництва електроенергії за певною технологією, тобто є перемінною величиною.

Ресурси технологій другого типу являють собою земельні ділянки, водойми і споруди, необхідні для розміщення пристроїв уловлювання енергії відновлюваних джерел, є постійною величиною у величині, достатній для забезпечення максимального завантаження потужностей електрогенерації не залежно від обсягів виробництва електроенергії.

Абсолютні величини використання різних видів ресурсів для забезпечення електрогенерації мають різний вимір і методики обчислення, а тому не можуть бути використані для складення виваженої порівняльної оцінки ресурсних характеристик різних технологій.

Необхідність проведення в рамках цієї роботи порівняння ресурсних характеристик технологій електрогенерації визначила задачу щодо розроблення методичного підходу і методики до їх обчислення у єдиному вимірі.

Для характеристики ресурсоемності виробництва енергії залежно від типу технологій електрогенерації використовувались:

- для технологій на основі процесів перетворення палива та ядерної енергії – витрати паливно-енергетичної сировини у енергетичному вимірі на одиницю виробництва енергії, з розмірністю кДж/кВт·год;
- для характеристики ресурсоемності технологій на основі процесів перетворення енергії відновлюваних і невичерпних джерел (сонця, вітру, руху води, ін.) – величина ресурсів, необхідних для забезпечення виробництва електроенергії на базі у ВДЕ в енергетичному еквіваленті, з розмірністю кДж/кВт·год.

Величина відновлюваних ресурсів, необхідних для генерації енергії, дорівнює частині ресурсів ВДЕ, які уловлюються енергетичною установкою. Величини ресурсів різних видів ВДЕ мають різні фізичні виміри і не є порівняними. Тому в аспекті цієї роботи виникла методична проблема приведення величин різних видів відновлюваних енергетичних ресурсів до єдиного виміру, яку і було вирішено, застосувавши стандартну методику приведення різних мір до єдиної (порівняної), а саме електроенергетичного виміру.

В основу процедури приведення величини ресурсів, необхідних для забезпечення генерації на базі ВДЕ, закладено допущення, що ефективність електрогенерації цього типу дорівнює найвищій ефективності серед технологій, віднесених до першого типу. Для цього еталоном для обчислення величини ресурсів вибрано технологію газотурбінної електрогенерації комбінованого циклу (ССГТ).

Обчислення величини ресурсів, необхідних для забезпечення електрогенерації на базі ВДЕ в енергетичному еквіваленті, проводилось по кожній з технологій цього типу за формулою:

$$NR_n = K_{rec} \times NR_e, \quad (3.1)$$

де NR_n – норма ресурсоємності виробництва одиниці електроенергії за певною технологією другого типу (невідомо величина);

K_{rec} – коефіцієнт перерахунку ресурсоємності виробництва електроенергії за технологією-еталоном у відповідну величину за певною технологією другого типу (невідоме значення);

NR_e – норма ресурсоємності виробництва електроенергії за технологією-еталоном, у цьому випадку 8168 кДж/кВт·год.

K_{rec} розраховувався за формулою:

$$K_n^{np} = \frac{W_e}{W_n}, \quad (3.2)$$

де W_e – потужність виробництва електроенергії електростанцією-еталоном, у цьому випадку 3153600000 кВт·год на рік;

W_n – потужність виробництва електроенергії електростанцією з технологією електрогенерації другого типу (невідомо величина), кВт·год на рік.

W_n розраховується за формулою:

$$W_n = \frac{W_e}{F_t \times K_n^{BB}}, \quad (3.3)$$

де F_t – фонд робочого часу електростанцій (теоретично досяжний) – 8760 годин;

K_n^{BB} – коефіцієнт використання встановленої потужності певної електростанції з технологією електрогенерації другого типу.

Розрахунок значень показників ресурсоемності та приведених витрат на виробництво електроенергії за технологіями виконано на основі вихідних даних, наведених у табл. Ж.1 Додатка Ж, складеному за матеріалами [80–84].

Розрахунок приведених витрат на виробництво електроенергії за технологіями виконано у Додатку Ж, складеному за матеріалами [80–84].

Результати проведених розрахунків наведено у табл. 3.6 та табл. 3.7.

Таблиця 3.6

**Ресурсоемність виробництва електроенергії
за технологіями електрогенерації**

№	Позначення технології	Основна ознака технології	Ресурсоемність виробництва електроенергії, кДж/кВт·год	Індекс ресурсоемності виробництва електроенергії
1	2	3	4	5
1	CCFPP	традиційні вугільні ТЕС (спалювання кускового вугілля)	9950	0,292
2	PCC	спалювання пиловидного вугілля	9685	0,312
3	PCUS	ультра надкритичне спалювання пиловидного вугілля	8800	0,491
4	IGCC	комбінований цикл з інтегрованою газифікацією вугілля	9182	0,338
5	OCGT	газотурбінна електрогенерація відкритого циклу	9306	0,082
6	CCGT	газотурбінна електрогенерація комбінованого циклу	8168	0,113
7	BC	спалювання біомаси	11611	0,420
8	BBFB	піроліз біомаси в киплячому шарі	14243	0,673

Закінчення табл. 3.6

1	2	3	4	5
9	BG	газифікація біомаси	9915	0,675
10	Nuclear gen. 3	ядерні реактори 3 покоління	9407	0,459
11	HP	великі ГЕС	22299	0,455
12	SHP	малі ГЕС	22299	0,455
13	Solar PV	сонячні батареї	49008	1,000
14	Wind onshore	континентальні вітряки	49008	1,000
15	Wind offshore	вітряки на узбережжі	49008	1,000

Джерело: за матеріалами [80–84]

Таблиця 3.7

Приведені витрати на виробництво електроенергії технологіями електрогенерації

№	Позначення технології	Основна ознака технології	Норма витрат на одиницю виробництва енергії, дол. США/кВт·год			Індекс витрат виробництва електроенергії
			капітальних вкладень*	операційних витрат	приведених витрат	
1	2	3	4	5	6	7
1	CCFPP	традиційні вугільні ТЕС (спалювання кускового вугілля)	0,0183	0,0014	0,0197	0,292
2	PCC	спалювання пилівидного вугілля	0,0195	0,0037	0,0232	0,312
3	PCUS	ультра надкритичне спалювання пилівидного вугілля	0,0307	0,0053	0,0361	0,491

Енергетична модель економічного зростання України

Закінчення табл. 3.7

1	2	3	4	5	6	7
4	IGCC	комбінований цикл з інтегрованою газифікацією вугілля	0,0212	0,0049	0,0260	0,338
5	OCGT	газотурбінна електрогенерація відкритого циклу	0,0051	0,0013	0,0064	0,082
6	CCGT	газотурбінна електрогенерація комбінованого циклу	0,0071	0,0017	0,0088	0,113
7	BC	спалювання біомаси	0,0789	0,0076	0,0864	0,420
8	BBFB	піроліз біомаси в киплячому шарі	0,1265	0,0140	0,1404	0,673
9	BG	газифікація біомаси	0,1268	0,0165	0,1433	0,675
10	Nuclear gen. 3	ядерні реактори 3 покоління	0,0216	0,0109	0,0325	0,459
11	HP	великі ГЕС	0,0369	0,0104	0,0473	0,432
12	SHP	малі ГЕС	0,1384	0,0104	0,1487	0,540
13	Solar PV	сонячні батареї	1,1272	0,0148	1,1420	1,000
14	Wind onshore	континентальні вітряки	0,3957	0,0172	0,4130	0,346
15	Wind offshore	вітряки на узбережжі	0,4781	0,0536	0,5317	0,424

*Розраховано на обсяг виробленої енергії в період окупності інвестицій (за проектом)

Джерело: за матеріалами [80–84]

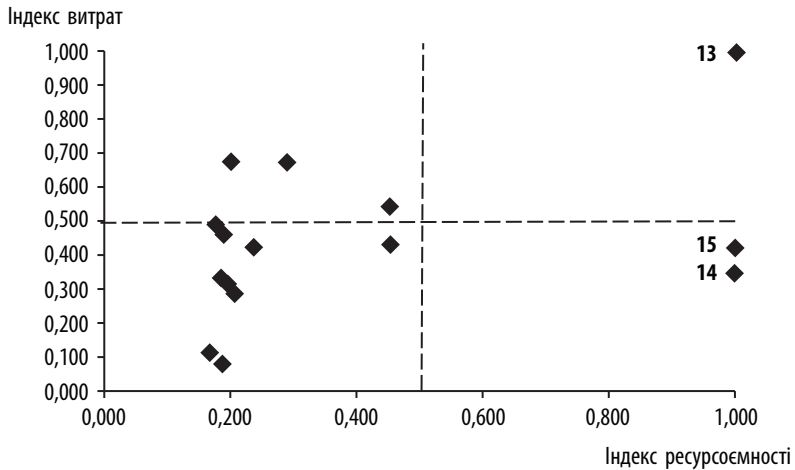
На основі значень розрахованих індексів, які згруповано у табл. 3.8, проведено порівняльну комплексну (техніко-економічну) оцінку ефективності технологій на основі застосування матричного методу (рис. 3.6 та 3.7).

Таблиця 3.8

Індекси ресурсоемності та приведених витрат основних технологій електрогенерації

№	Позначення технології	Основна ознака технології	Індекс ресурсоемності		Індекс витрат	
			величина	рейтинг	величина	рейтинг
1	CCFPP	традиційні вугільні ТЕС (спалювання кускового вугілля)	0,375	8	0,292	3
2	PCC	спалювання пиловидного вугілля	0,365	6	0,312	4
3	PCUS	Ультра надкритичне спалювання пиловидного вугілля	0,332	2	0,491	11
4	IGCC	комбінований цикл з інтегрованою газифікацією вугілля	0,346	3	0,338	5
5	OCGT	газотурбінна електрогенерація відкритого циклу	0,351	4	0,082	1
6	CCGT	газотурбінна електрогенерація комбінованого циклу	0,308	1	0,113	2
7	BC	спалювання біомаси	0,437	9	0,420	7
8	BBFB	піроліз біомаси в киплячому шарі	0,537	12	0,673	13
9	BG	газифікація біомаси	0,374	7	0,675	14
10	Nuclear gen. 3	ядерні реактори 3 покоління	0,354	5	0,459	10
11	HP	великі ГЕС	0,455	10-11	0,432	9
12	SNP	малі ГЕС	0,455	10-11	0,540	12
13	Solar PV	сонячні батареї	1,000	12-15	1,000	15
14	Wind onshore	континентальні вітряки	1,000	12-15	0,346	6
15	Wind offshore	вітряки на узбережжі	1,000	12-15	0,424	8

Джерело: за матеріалами [80–84]



Умовні позначення технологій відповідають нумерації прийнятій у табл. 3.7 та 3.8

Рис. 3.6. Матриця комплексної оцінки ефективності технологій електрогенерації

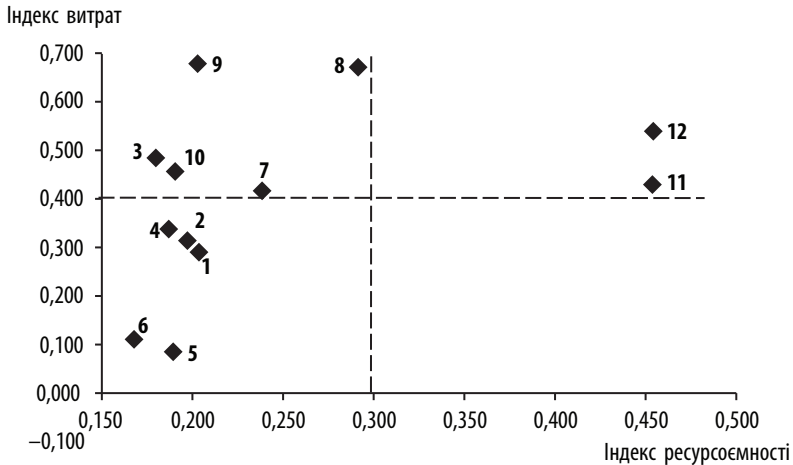
Джерело: власна розробка

Дані, наведені на рис. 3.6, свідчать, що три технології електрогенерації знаходяться на периферії матриці на межі мінімальної ефективності використання ресурсів. Мінімальну ефективність ресурсів та економічну ефективність має технологія фотоелектричної генерації (поз. 13). Технології вітрової електрогенерації (поз. 14 та 15) також знаходяться на межі мінімальної ефективності використання ресурсів у квадранті високої енергоємності та низьких витрат.

Положення технологій вітроелектричної на полі матриці свідчить, що її застосування доцільне тільки на незатребуваних до господарського використання землях.

Зважаючи на указане, основну групу технологій електрогенерації більш детально розглянуто за вибіркою, з якої виключено розглянуті вище технології Solar PV; Wind onshore; Wind offshore.

Матрицю комплексної оцінки ефективності по уточненій вибірці технологій наведено на *рис. 3.7*.



Умовні позначення технологій відповідають нумерації прийнятій у табл. 3.7 та 3.8

Рис. 3.7. Матриця комплексної оцінки ефективності атомних, теплових і гідравлічних технологій електрогенерації

Джерело: власна розробка

Дані матриці, наведеної на *рис. 3.8*, свідчать, що до квадранта найменшої ресурсоемності і витрат входять сучасні технології теплової електрогенерації. Найвищу ефективність мають газові технології, високу – вугільні. Виключенням з цієї сукупності стала тільки технологія електрогенерації на основі ультранадкритичного спалювання пиловидного вугілля (Pulverized coal Ultra Supercritical – PCUS), яка через високу норму приведених витрат на виробництво електроенергії увійшла до іншого квадранта – низької ресурсоемності та високих витрат.

До квадранта низької ресурсоемності та високих витрат, крім згаданої технології (PCUS), увійшла ще група технологій теплової електрогенерації на основі використання біопалива (BC, BBFB, BG)

Енергетична модель економічного зростання України

та ядерної генерації третього покоління (Nuclear gen. 3). Високі витрати на виробництво енергії за технологіями PCUS та Nuclear gen. 3 визначаються новизною і високою складністю, як самих технологій, так і низьким освоєнням виробництва специфічного технологічного обладнання і матеріалів для них. Високі приведені витрати на виробництво електроенергії за тепловими технологіями на основі використання біопалива визначені їх нетрадиційністю та незначною масштабітністю, яка притаманна електростанціям з технологіями цього типу.

До квадранта високої енергоемності та витрат входять технології гідрогенерації – великі та малі ГЕС.

Аналіз наведених вище матриць дозволив скласти загальний рейтинг ефективності технологій електрогенерації, наведений у *табл. 3.9*.

Таблиця 3.9

Загальний рейтинг технологій електрогенерації

№	Позначення технології	Основна ознака технології	Загальний рейтинг ефективності технології
1	2	3	4
1	CCFPP	традиційні вугільні ТЕС (спалювання кускового вугілля)	5
2	PCC	спалювання пиловидного вугілля	4
3	PCUS	ультра надкритичне спалювання пиловидного вугілля	6
4	IGCC	комбінований цикл з інтегрованою газифікацією вугілля	3
5	OCGT	газотурбінна електрогенерація відкритого циклу	2
6	CCGT	газотурбінна електрогенерація комбінованого циклу	1
7	BC	спалювання біомаси	8
8	BVFB	піроліз біомаси в киплячому шарі	14
9	BG	газифікація біомаси	10-11
10	Nuclear gen. 3	ядерні реактори 3 покоління	7

Закінчення табл. 3.9

1	2	3	4
11	HP	великі ГЕС	9
12	SHP	малі ГЕС	12-13
13	Solar PV	сонячні батареї	15
14	Wind onshore	континентальні вітряки	10-11
15	Wind offshore	вітряки на узбережжі	12-13

Джерело: власні розрахунки

Проведена порівняльна оцінка ефективності технологій електрогенерації доводить, що доцільними до використання в Україні є:

- газотурбінна генерація комбінованого та відкритого циклів (CCGT, OCGT);
- генерація комбінованого циклу з інтегрованою газифікацією вугілля (IGCC);
- генерація на основі спалювання пиловидного вугілля (PCC);
- останні покоління конденсаційних (традиційних) ТЕС на основі спалювання кускового вугілля (CCFPP).

Перспективними до освоєння в Україні є:

- генерація на основі ультранадкритичного спалювання пиловидного вугілля (PCUS);
- ядерні реактори третього покоління (Nuclear gen. 3).

З указанного переліку доцільних до використання і освоєння технологій електрогенерації високоманевреними, а отже, придатними для оперативного регулювання навантажень в енергетичних мережах та використання у комплексів розподіленої енергетики є газові технології CCGT, OCGT та вугільна технологія IGCC.

Окремо слід визначити, що майже всі вказані вище технології електрогенерації, крім ядерної, ґрунтуються на процесах перетворення в електроенергію органічного палива – газу та вугілля. З наведеного переліку технологій електрогенерації доцільних до використання

в Україні уже сьогодні є тільки конденсаційні ТЕС, всі ж інші потребують освоєння.

Першочерговими заходами зі структурно-технологічної модернізації енергетичного комплексу України повинна стати реалізація напрямів розвитку, що узгоджуються з положеннями парадигми глобального енергетичного переходу, а саме:

- створення системи управління енергомережею нового покоління (smart grids);
- розвиток розподіленої енергетики.

3.3. Теоретичні засади енергетичної моделі економічного розвитку країни

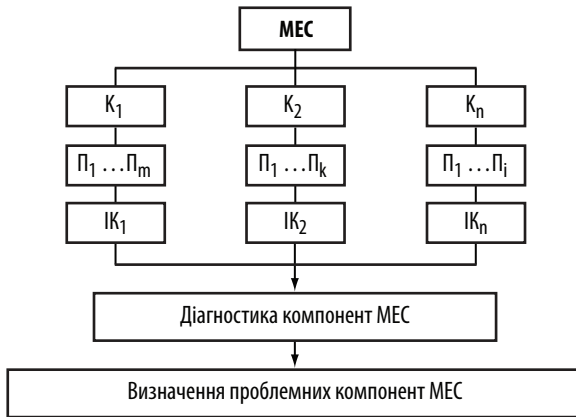
Дослідження особливостей формування та функціонування енергетичної моделі економічного розвитку країни є складним процесом, який потребує відповідного наукового обґрунтування, спрямованого на ідентифікацію ключових аспектів цього процесу.

Теоретичними базисом для визначення енергетичної моделі економічного розвитку країни є наукові теорії та концепції, що розкривають особливості

Поняття «економічна модель економічної системи» базується на змісті поняття «економічна система». Б. Гаврилишин вважав, що «... важливою детермінантою ефективності будь-якого суспільства є економічна система» [85, с. 152]. Автор Доповіді Римському клубу «Дороговкази в майбутнє» наголошує, що основними ознаками різних типів систем економіки є: головний мотив і/або критерій діяльності; характер власності; характер ринку; роль уряду; першопричина і головна мета [85].

Дослідимо більш детально сутність та зміст поняття модель економічної системи країни та визначимо перелік її основних компонент. У подальшому на основі оцінки й діагностики основних показників, що характеризують компоненти моделі, необхідно виявити наявні проблеми й відповідно до цих проблем визначити напрями їх подолан-

ня. Структурно-логічну схему дослідження моделі економічної системи країни наведено на рис. 3.8.



Умовні позначення: MEC – модель економічної системи;
 $K_1 \dots K_n$ – компоненти моделі економічної системи;
 $P_1 \dots P_m, P_k, P_j$ – часткові показники що характеризують компоненти моделі економічної системи;
 $IK_1 \dots IK_n$ – інтегральні показники оцінки компонент моделі економічної системи

Рис. 3.8. Структурно-логічна схема декомпозиції та діагностики моделі економічної системи

Джерело: власна розробка

Як видно з рис. 3.8, модель економічної системи складається з декількох базових елементів, які умовно можна назвати «компоненти моделі». Кількість компонент моделі залежить від її типу, а також деяких інших факторів, пов'язаних із специфікою дослідження. Наприклад, встановлена глибина дослідження буде визначати деталізацію побудованої моделі економічної системи. На цей процес впливатиме також суб'єктивні уявлення дослідника, належність його до певної наукової школи.

Теоретичне підґрунтя ідентифікації моделі економіки країни та її регіонів складається з надбань провідних наукових теорій і концепцій.

Наукова школа компаративістики, представниками якої є М. Бадудяньський, Г. Башнянин, А. Бузгалін, Б. Гаврилишин, В. Колганов, Б. Кульчицький, Л. Мізес, В. Ойкен та ін., фокусується на дослідженнях різних категорій економічних систем, типологізації економічних систем, пошуку маркерів, за якими можна проводити дослідження закономірностей розвитку та порівняльний аналіз економічних систем на основі врахування їх різноманіття.

Економіко-математичне забезпечення сучасної теорії управління, представлене в роботах В. Михайлова [86], В. Бесекерського, Є. Попова [87] та ін., пропонує логічний ланцюг для визначення поняття «модель економіки» (рис. 3.9), який оперує смисловими поняттями: система (перша ланка ланцюга – модель (друга ланка) – процес моделювання (третя ланка ланцюга).

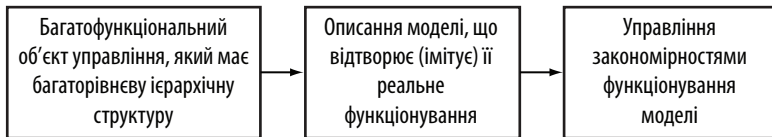


Рис. 3.9. Смисловий ланцюжок побудови змісту поняття «модель економічної системи» за теорією управління

Джерело: власна розробка

Виходячи з рис. 3.9 зміст першої та другої ланки логічного ланцюга (поняття «система» та «модель») доповнюють один одного. Отже, функціонування дослідження економічної системи країни доцільно проводити за допомогою інструмента «модель» та процесу «моделювання».

Сучасна теорія управління розглядає складні системи, що мають специфічні властивості, притаманні й економіці країни та її регіонів:

- здатність до саморозвитку;
- наявність великої кількості зв'язків між елементами (компонентами) системи, які мають той чи інший ступінь стійкості;
- наявність складної організаційної структури, яка може змінюватися під впливом зовнішнього та внутрішнього середовища;

- наявність інтегративних властивостей системи, які можуть не бути притаманними кожному з її елементів.

Специфіка складних соціально-економічних систем країн світу та їх регіонів призводить до появи великої кількості варіантів моделей економіки, що будуються як абстрактні конструкції з метою отримання адекватного відображення функціональної схеми системи економіки задля підвищення ефективності регулювання її соціально-економічного розвитку. З цієї точки зору термін «модель» має не самостійне, а підпорядковане, «інструментальне» тлумачення, близьке до математичного категоріального апарату.

Згідно з ідеєю цього дослідження здобутки теорії управління було адаптовано до економічної теорії та отримано таку схему визначення поняття «модель економічної системи» (рис. 3.10).

Наведений на рис. 3.10 блок моделей економічних систем країн світу сформовано із типів моделей економік різних країн світу, що розглядаються в науковій літературі найчастіше [88].

Цей блок базується на унікальному для кожної країни поєднанні різних ознак економічних систем – державного регулювання, структури власності, технологій тощо.

Поглибити розуміння сутності поняття «модель економічної системи країни» можна за допомогою здобутків досліджень з економічної математики та кібернетики. Метою таких наукових розробок є визначення закономірностей соціально-економічного зростання країн світу та прогнозування його тенденцій, про що свідчать приклади моделей, наведені на рис. 3.11.

Таким чином, головним об'єктом системних досліджень за вказаними напрямками виступає процес розвитку економічних систем у різних країнах світу.

Перевагою цих моделей є урахування внутрішньої логіки розвитку економіки країни в трансформаційному періоді, можливість прогнозування різних сценаріїв змін, що відбуваються в економіці під впливом реформаторських заходів.

Енергетична модель економічного зростання України

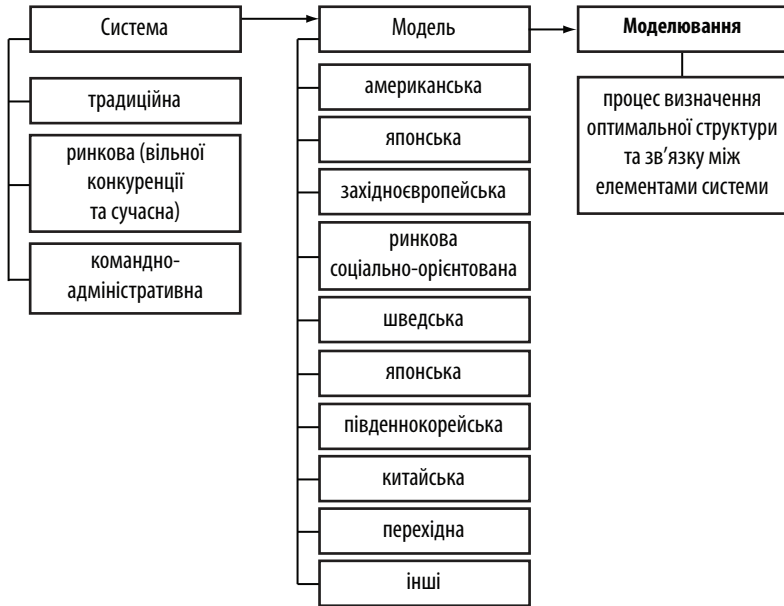


Рис. 3.10. Формування змісту поняття «модель економіки» в рамках теорії управління та економічної теорії

Джерело: за матеріалами [89]

Отже, економіко-кібернетичний підхід розглядає модель економічної системи країни як інструмент для аналізу та описання основних параметрів економічної системи в цілому та окремих її складових, визначення закономірностей її функціонування і прогнозування напрямів (варіантів) розвитку під впливом різних чинників.

З точки зору теорій державного управління та регулювання економіки глумачення основних ознак моделі економічної системи країни можна подати у такому вигляді (рис. 3.12).

З рис. 3.12 видно, що полярними за рівнем впливу державного регулювання є ліберальна та адміністративно-командна моделі економіки, перша з яких мінімізує, а друга – максимізує державні функції.

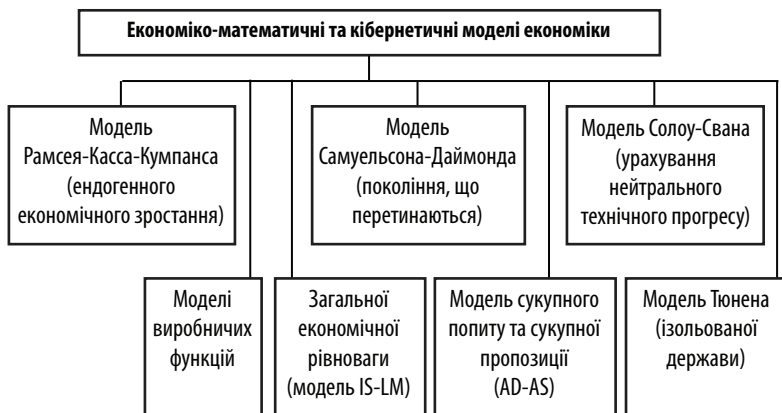


Рис. 3.11. Приклади економіко-математичних моделей, що характеризують різні аспекти розвитку економіки

Джерело: за матеріалами [89; 90]

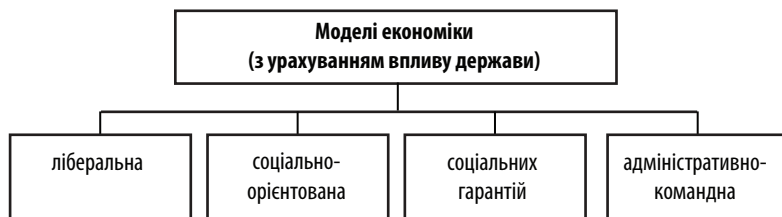


Рис. 3.12. Моделі економічних систем за ознакою державного регулювання економічного розвитку

Джерело: за матеріалами [85]

Моделі соціально орієнтованої економіки та економіки соціальних гарантій є проміжними та передбачають використання достатньо схожих механізмів державного управління соціально-економічним розвитком країни.

Еволюцію моделей державного регулювання економіки країни у відповідних економічних теоріях і концепціях відображено на рис. 3.13.

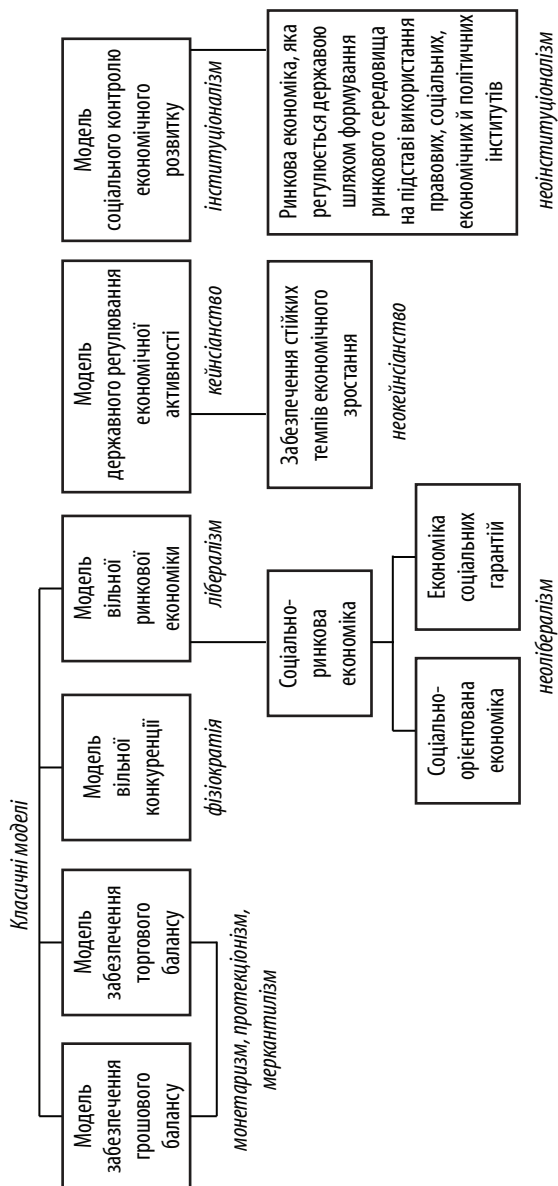


Рис. 3.13. Еволюція теоретичних концепцій побудови ринково-орієнтованих моделей економіки країни

Джерело: власна розробка

Як видно з рис. 3.13, на стадії первинного накопичення капіталу, яка тривала протягом XV–XVII ст., домінували протекціонізм, монетаризм і меркантилізм, в руслі яких були створені класичні економічні моделі – грошового й торгового балансу. Згодом на стадії розвитку капіталістичної мануфактури (XVII–XVIII ст.), розуміння ролі держави в регулюванні розвитку країни поглибилося в рамках економічних шкіл фізіократії та лібералізму, які сформувалися на початку XIX ст. на стадії раннього капіталізму.

Капіталізм першої половини XX ст. знаменувався переглядом ролі держави в регулюванні економіки на підґрунті кейнсіанства та інституціоналізму, представниками яких було запропоновано дві концептуальні моделі економіки: державного регулювання економічної активності шляхом забезпечення динамічного зростання попиту й суспільного виробництва та модель соціального контролю економічного розвитку.

Лібералізм, кейнсіанство та інституціоналізм набули подальшого поглиблення й певної трансформації у другій половині XX ст. Так, лібералізм трансформувався у неолібералізм, в рамках якого обґрунтовані моделі соціальної ринкової економіки – соціально орієнтованої та соціальних гарантій, які відрізняються між собою ступенем мотивації суб'єктів господарювання.

У сучасній світовій практиці функції державного регулювання й стимулювання розвитку економіки країни та регіонів, як правило, реалізуються через програмно-цільовий підхід. Залежно від напрямів, масштабів, глибини соціально-економічних перетворень, що здійснюються за державними цільовими програмами, формуються такі моделі економіки країни (рис. 3.14).

Модель трансформації застосовують країни або з низьким соціально-економічним потенціалом, або з тривалим періодом стагнації, внаслідок якого ускладнюється процес вибору стратегічних орієнтирів економічних реформ.

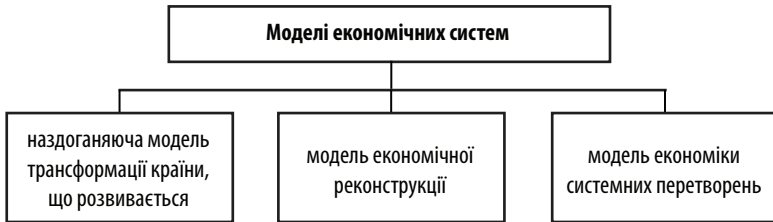


Рис. 3.14. Моделі економічних систем країни в рамках програмно-цільового підходу

Джерело: за матеріалами [91; 92]

За базову мету трансформації економіки країни зазвичай обирається досягнення рівня показників соціально-економічного розвитку розвинених країн світу. Цю модель економіки вважають наздоганяючою, оскільки вона не передбачає створення чинників економічного зростання, що забезпечують випередження розвинених країн у близькій перспективі.

На практиці ця модель може бути реалізована у двох формах: переважання експортної орієнтації або імпортозаміщення. Кожна з цих форм за певних соціально-економічних обставин може принести країні успіх у реформах, проте згодом ця модель має бути змінена на іншу.

Модель економічної реконструкції передбачає впровадження системних соціально-економічних реформ, зазвичай у короткий термін. Ці реформи мають за мету перехід до іншої якості функціонування економічної системи. На практиці вона реалізується шляхом визначення найбільш важливих проблем, які гальмують економічне зростання країни, та впровадження заходів з їх подолання. Реалізація моделі економічної реконструкції країни не можлива без широкого залучення держави у процес реформування, який передбачає імплементацію нових системних інститутів.

Деякі з цих інститутів можуть бути привнесені з інших країн, на зразок ринкових трансформаційних перетворень у країнах колишнього СРСР, а деякі – створені на власному національному підґрунті, як це

було в окремих країнах Центральної та Східної Європи. Впровадити інституціональний досвід інших країн світу в ході розбудови власної економічної моделі країни можна в короткий термін. Водночас вони не завжди можуть повною мірою бути адаптованими до специфіки країни, економіка якої реформується. Розвиток власних інститутів є процесом більш тривалим, але й більш ефективним, який вже передбачає використання іншої моделі – системних перетворень економіки країни.

Модель системних перетворень певною мірою можна вважати комбінацією перших двох, що дозволяє ефективно доповнювати їх специфічні інструменти залежно від економічної ситуації в країні, яка здійснює реформи. Застосування моделі системних перетворень економіки охоплює не тільки економіку, але й соціальну та політичну сфери.

Під впливом глобалізації розширюється категоріальний апарат економічної теорії внаслідок необхідності описання процесів включення країн до системи світової економіки в цілому та регіональних інтеграційних об'єднань. З точки зору визначення напрямів участі в інтеграційному процесі моделі економіки країн можуть бути розділені на такі типи (рис. 3.15).

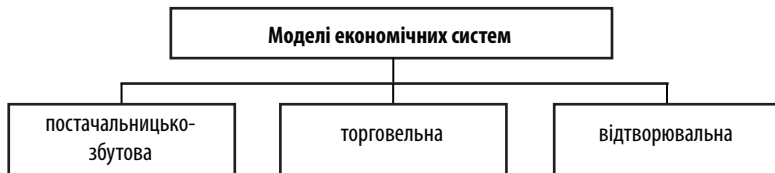


Рис. 3.15. Моделі економічних систем у контексті економічних концепцій глобалізації та інтеграції

Джерело: за матеріалами [93]

Постачальницько-збутова модель економіки передбачає приєднання країни до регіонального інтеграційного об'єднання нежорсткої форми. В рамках цієї моделі на основі угод визначаються обсяги, терміни й умови поставок продукції. В разі суттєвих змін у зовнішньому середовищі ці угоди порушуються, що негативно впливає на розвиток економіки країни.

Торговельна модель економіки країни базується на її участі у функціонуванні міжнародних, високоглобалізованих ринків товарів, послуг і капіталів. Вона передбачає стратегічну орієнтацію країни та її регіонів на збільшення частки своєї продукції на цих ринках за рахунок підвищення конкурентоспроможності й отримання більш вигідних умов ведення зовнішньоекономічної діяльності.

Найбільш складною за своєю суттю є відтворювальна модель економіки. В її рамках економічна інтеграція країни та регіонів відбувається на усіх етапах відтворювального процесу. Така модель, як показано в роботах [93; 94], стимулює структурну перебудову економіки країни-учасниці регіонального інтеграційного об'єднання на інноваційній основі та забезпечує підвищення конкурентоспроможності національних товаровиробників.

Серед множини напрямів економічного моделювання окреме місце займає бізнес-моделювання, що знаходить широке застосування в практиці господарської діяльності.

При визначенні сутності поняття «бізнес-модель» виділяють два підходи: *перший* – орієнтований на бізнес-процеси / ролі (підхід, направлений всередину підприємства); *другий* – орієнтований на цінність / клієнта (підхід, направлений на зовнішнє оточення підприємства).

Перший підхід пов'язаний з розглядом діяльності підприємства з точки зору бізнес-процесів і технологій (фокус уваги спрямований всередину підприємства).

Другий підхід, навпаки, передбачає орієнтацію на цінність, яку підприємство створює для зовнішніх клієнтів, а також на результати діяльності. Бізнес-модель дозволяє отримати відповідь на питання: що і як необхідно робити, щоб досягти бажаного результату [95].

Найбільш поширені розповсюджені тлумачення сутності поняття «бізнес-модель» різними авторами наведено в *табл. 3.10*.

Узагальнення наведеної в *табл. 3.10* інформації дозволяє стверджувати, що ключовими елементами бізнес-моделі будь-якого підприємства, що визначають її зміст, є:

Таблиця 3.10

Тлумачення сутності поняття «бізнес-модель» різними авторами

Автор	Визначення
Федоренко А. [96]	Бізнес-модель – логічно описує яким чином організація створює, поставляє клієнтам і набуває вартість – економічну, соціальну та інші форми вартості
Сооляте А. Ю. [97]	Бізнес-модель – це спосіб, яким компанія створює цінність для клієнтів і отримує від цього прибуток
Котельников В. Ю. [98]	Бізнес-модель підприємства – це відображення реально існуючого або планованого в майбутньому бізнесу (підприємства) в такій формі, яка може наочно демонструвати всі значущі властивості і особливості підприємства, пов'язані з його здатністю отримувати прибуток і бути конкурентоспроможним
Шингарев А. В. [99]	Бізнес-модель – це представлення набору пов'язаних модельних елементів, визначальних внутрішні і зовнішні середовище в компаніях у рамках єдиної системи
Остервальдер А., Пінье І. [100]	Бізнес-модель – це уявлення про те, як організація робить (або має намір зробити) гроші. Бізнес-модель описує цінність, яку організація пропонує різним клієнтам, відображає здатності організації, перелік партнерів, необхідних для створення, просування і постачання цієї цінності клієнтам, відносини капіталу, необхідні для отримання стійких потоків доходу
Слівотскі А. [101]	Бізнес-модель – це те, як компанія вибирає споживача, формулює і розмежує свої пропозиції, розподіляє ресурси, визначає, які завдання вона зможе виконати своїми силами і для яких доведеться залучати фахівців зі боку, виходить на ринок, створює цінність для споживача і отримує від цього прибуток. компанії можуть пропонувати продукти, послуги або технології, але це пропозиція, запрошення, речення ґрунтується на комплексній системі дій і взаємин, яка являє собою бізнес-модель компанії
Чесборо Г. [102]	Бізнес-модель – це спосіб, який компанія використовує для створення цінності і отримання прибутку

Джерело: за матеріалами [96–102]

- цінність для зовнішніх клієнтів, яку пропонує підприємство на основі своїх продуктів і послуг;
- система створення цієї цінності, що включає постачальників і цільових клієнтів, а також ланцюжки створення цінності;
- активи, які використовує підприємство для створення цінності;
- фінансова модель підприємства, яка визначає як структуру його витрат, так і отримання прибутку.

Зазвичай бізнес-модель підприємства формується з урахуванням цілей його розвитку, що визначають склад всіх базових компонентів бізнес-моделі – наскрізних бізнес-процесів, сукупність яких утворюють певну методологічну платформу, а саме:

- бізнес-функції, які визначають форми діяльності бізнесу;
- бізнес-процеси, що забезпечують виконання бізнес-функцій;
- організаційна структура, яка визначає, де виконуються бізнес-функції і бізнес-процеси;
- фази, що визначають, у якій послідовності мають бути впроваджені ті чи інші бізнес-функції;
- ролі, що визначають, хто виконує бізнес-процеси;
- правила, що визначають зв'язки між наведеними вище категоріями.

Різниця в цілях підприємств визначає множину фактичних бізнес-моделей, яка практично дорівнює множині підприємств, а це обумовлює необхідність їх класифікації за загальними ознаками. Класифікацію бізнес-моделей наведено на *рис. 3.16*.

Формалізовані бізнес-моделі можуть використовуватись для:

- аналізу й оцінки ефективності бізнесу;
- оцінки потенціалу й інвестиційної привабливості бізнесу;
- для оптимізації бізнесу.

Ідеологія функціонального підходу, а також певні теоретико-методичні положення, що закладені в концепції бізнес-моделювання,

можуть успішно застосовуватись і в моделюванні інших напрямів господарської діяльності, зокрема, енергозабезпечення економіки.

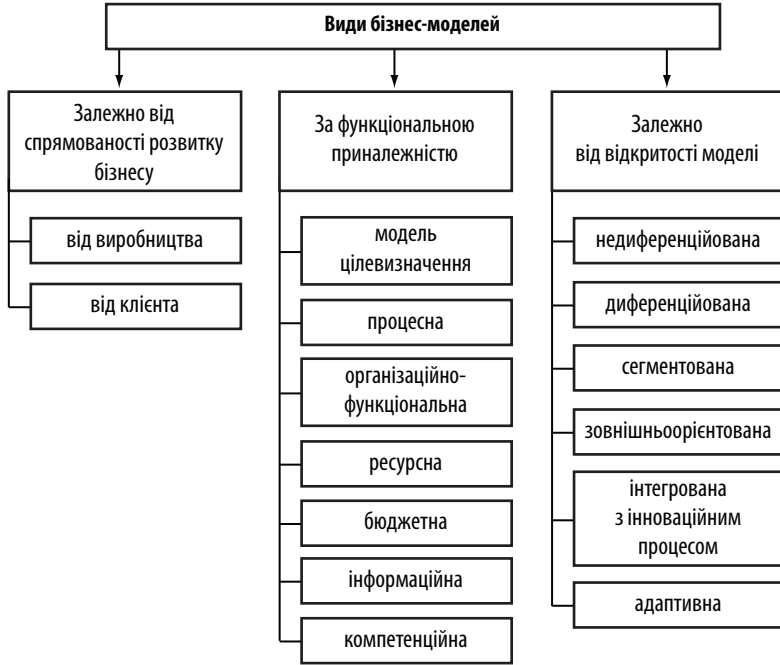


Рис. 3.16. Класифікація бізнес-моделей

Джерело: за матеріалами [95]

Таким чином, проведений огляд різних тлумачень сутності поняття «модель економіки» в рамках різних напрямів економічних досліджень дає підстави для їх узагальнення (табл. 3.11).

Дані табл. 3.11 свідчать, що ряд авторів [104; 107; 110 та ін.] робить акцент на інструментальному сенсі поняття «модель економіки». За таким тлумаченням підкреслюється взаємозв'язок поняття із застосуванням моделювання, з визначенням властивостей економіки країни на підставі використання певної абстрактної моделі. Зазвичай розробка економічної моделі країни та її регіонів здійснюється шля-

Енергетична модель економічного зростання України

хом використання сучасного математичного апарату дослідження економічних процесів.

Таблиця 3.11

Тлумачення сутності поняття «модель економіки» різними авторами

Автор	Визначення
1	2
А. Волков [103]	Весь комплекс соціально-економічних та політичних реалій країни.
Є. Вишневська [104]	Модель економічної системи – це типи організації господарства окремих країн, які відрізняються рівнем соціально-економічного розвитку, історичними та культурними умовами, законодавством та ін.
К. Гайтані [105]	Комплекс організаційних моделей індивідуумів та груп, зайнятих діяльністю для задоволення людських матеріальних потреб.
В. Геєць та ін. [91]	Модель економіки країни з постіндустріальним виробництвом зосереджує в собі процеси інтеграції та диверсифікації, що дає змогу фірмам надавати блага і послуги різних галузей і це дозволяє гнучко реагувати на зміни реагувати на зміни ринкової кон'юнктури, уникати зниження прибутків чи навіть банкрутств.
Електронний словник [106]	Засіб аналізу основних тенденцій розвитку економіки у певний період часу.
А. Колганов, В. Бузгалін [88]	Теоретичне відображення, яке абстрагується від багатьох рис реалій економічного життя й виокремлює певні загальні закономірності функціонування того чи іншого виду й типу економік.
В. Кудров [107]	Відношення власності, традиції підприємництва та його інфраструктури, комплекс інститутів та механізмів, які визначають характер тієї або іншої економічної та соціальної системи, а також форми та методи взаємодії держави та бізнесу в інтересах підвищення ефективності та конкурентоспроможності виробництва
Д. Лук'яненко, В. Чужиков, М. Вожняк [108]	Охоплює фактично всі основні напрями розвитку суспільства, а також механізми й інструменти регулювання в ньому
К. Макконел, С. Брю [109]	Ознаками моделі економіки країни є форми власності на засоби виробництва і метод узгодження та управління економічною діяльністю

Закінчення табл. 3.11

1	2
І. Поспелов [110]	Модель описує розвиток у часі повного циклу суспільного відтворення у гранично агрегованому вигляді
А. Уємов [111]	Система, дослідження якої слугує засобом для отримання інформації про іншу систему, це спрощене подання реального устрою та/або процесів, що протікають у ньому, явищ
В. Черняк [112]	Модель економіки характеризується співвідношенням: 1) форм власності та заснованих на них секторів економіки або укладів господарювання; 2) ринкових механізмів державного регулювання; 3) централізму і децентралізму в управлінні економікою; 4) конкуренції та монополізму; 5) лібералізованості й соціально орієнтованої економіки
А. Шохов [113]	Стійкий у часі алгоритм економічних відносин між великими соціальними групами
І. Школа та ін. [114]	Комплекс ідей, положень, співвідношень, які дають змогу визначити оптимальне поєднання різних елементів економічної системи

Про доцільність розмежування змісту понять «модель економіки» та «економічна модель» наголошують Дж. Гордін та Х. Акерманс [23], які підкреслюють, що змішання цих двох понять призводить до звуження дослідницької діяльності лише до описання системи за допомогою універсальної мови моделювання, що веде до неправильного розуміння реальності та прийняття невідповідних їй рішень.

Інші дослідники базуються на системному баченні економічного, соціального та політичного життя країни, коли визначають сутність поняття модель економіки країни [103; 104]. При цьому деякі дослідники, зокрема Є. Вишнеvsька, розрізняють поняття «модель економічної системи» та «національна економіка», розглядаючи останнє як «цілісні господарські комплекси, які характеризуються особливими соціально-економічними відносинами, специфічними

галузевою та територіальною структурою, системами управління» [104, с. 12]. У тлумаченні цього автора поняття «національна економіка» є більш широким, а «модель економічної системи» – вузьким, у змісті якого наголошено на організаційному механізмі господарювання. З цією точкою зору можна погодитися, адже поняття «модель» передбачає опис системи, що досліджується на мові певної наукової теорії [106].

На основі розглянутих ознак і варіантів типологізації моделей економіки країн світу можна зробити такі висновки:

- 1) не існує єдиного загально визнаного тлумачення поняття «модель економіки», різні дослідники дотримуються різних підходів до визначення змісту, структури, динаміки та факторів розвитку господарства країн світу;
- 2) сучасні дефініції поняття «модель економіки» країни трактуються у різній площині, а саме від аналізу у термінах сучасної теорії управління до розкриття взаємозв'язків між моделлю економіки та політичним правлінням й цінностями, притаманними різним варіантам суспільного устрою;
- 3) розповсюдженим є порівняння різних економічних моделей країн і відповідних цим моделям реально існуючих економік, без урахування особливостей розвитку продуктивних сил у регіональному вимірі.

Враховуючи, що сучасна типологізація моделей економіки має базуватися на застосуванні низки критеріїв, визначити сутність поняття «модель економіки» можна за допомогою термінології бізнес-моделювання, яка застосовується у сфері ІТ-технологій. За цією термінологією виділяються такі складові, як компоненти моделі, таксономічні одиниці, методи та підходи до проектування моделі, оцінка результатів функціонування.

Проведений аналіз теоретичних засад ідентифікації моделей економічних систем країн світу свідчить, що це поняття знаходиться на стику економічної теорії та практики (рис. 3.17).

Таким чином, сукупність наукових уявлень про різноманіття сучасних моделей економічних систем країн світу спирається на такі комплексні ознаки цього поняття:

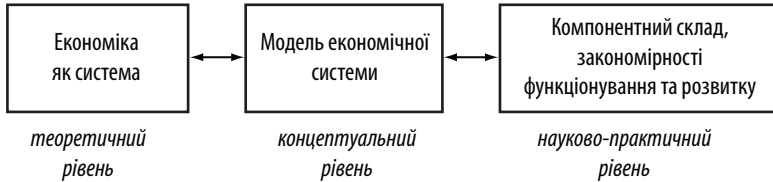


Рис. 3.17. Місце поняття «модель економічної системи» в економічних дослідженнях

Джерело: власна розробка

ознака 1 – абстрактність, теоретична конструктивність, інструментальність;

ознака 2 – спосіб організації функціонування економіки;

ознака 3 – механізм державного регулювання соціально-економічного розвитку;

ознака 4 – структура та структурна динаміка розвитку економіки.

Використання цих ознак при ідентифікації моделі економічної системи країни та визначення її компонентного складу дозволить підвищити рівень наукової обґрунтованості ідентифікації енергетичної моделі економічного розвитку України.

У науковій літературі наведено різні підходи до ідентифікації енергетичної моделі економічного розвитку країни. А. Жемба [116], досліджуючи проблеми формування енергетичної моделі глобального економічного розвитку, зазначає, що стадія розвитку, на якій перебуває економіка країни, може бути ідентифікована через ступінь використання існуючих та активізацію пошуку нових джерел енергії, показники енергоспоживання на одну особу; обсяги викидів CO_2 та інших шкідливих речовин на одну особу. У цьому контексті виділення трьох послідовних моделей економічного розвитку (доіндустріальної,

індустріальної та постіндустріальної) та перехід від індустріальної до постіндустріальної моделі зумовлює зміни в обсягах та структурі споживання традиційних і нетрадиційних енергоресурсів країнами світу. При цьому зміни в структурі економіки стимулюють зміни енергетичної моделі: збільшення питомої ваги інформаційного сектора, наукоємних виробництв та сфери послуг призводить до загального зниження енергоспоживання в країні. Розвиток високих технологій дозволяє диверсифікувати джерела енергопостачання та використовувати альтернативні види палива.

Д. Бусарев [117] досліджує фактори трансформаційних змін енергетичної парадигми світогосподарського розвитку в умовах глобалізації, а також визначає відповідності кількісно-якісних параметрів енергетичного балансу України критеріям постіндустріальної економіки. Такий підхід можна вважати спробою взаємоузгодити поняття «модель економічної системи» та «енергетична модель економічного розвитку країни».

За висновками автора, найбільше відставання Україна має за такими показниками, як енергомісткість ВВП; частка відновлюваної енергетики в енергобалансі; галузево-секторальний розподіл енергоспоживання; енергоефективність виробництва; енергетична залежність від поставок органічного палива через монополізацію енергосектора, відсутність реальних ринкових принципів його функціонування та вільної конкуренції [117].

Наведений аналіз теоретичного забезпечення ідентифікації моделей економічних систем країн світу та наукових рекомендацій щодо визначення енергетичних моделей економічного розвитку дозволив визначити основні складові цих понять і взаємозв'язок між ними (рис. 3.18).

Якщо розглядати модель економічної системи як науковий інструмент дослідження, то доцільно визначити певні умови або критерії ефективності використання цього інструменту в контексті наукового обґрунтування енергетичної безпеки країни.

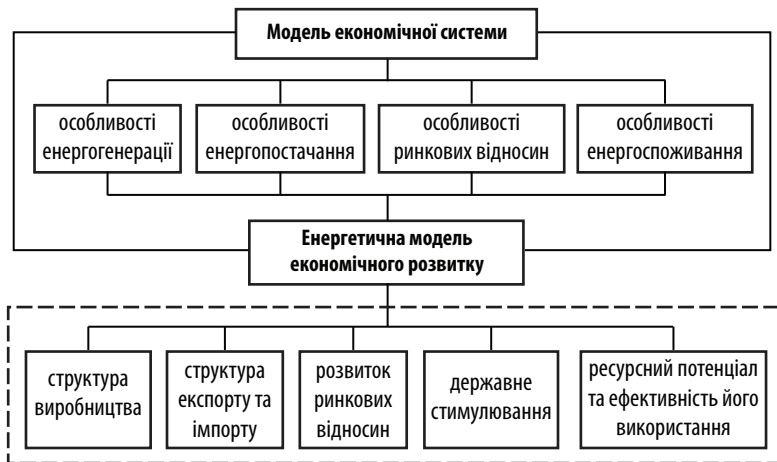


Рис. 3.18. Визначення взаємозв'язків між поняттями «модель економічної системи» та «енергетична модель економічного розвитку» в контексті реалізації

Джерело: власна розробка

Розглянемо це більш докладно.

1. До моделі має бути включена система критеріїв ефективності, які слугують індикаторами ефективності функціонування економіки як досліджуваного об'єкта.
2. Модель має відображати інституціональну та галузеву структуру господарства країни, що ідентифікується шляхом аналізу виділених компонент, кожна з яких характеризується відповідними показниками (параметрами).
3. Модель має пояснювати характер економічних відносин і їх вплив на економічний та енергетичний розвиток країни.
4. У моделі має бути відображено місце державного впливу на економічний та енергетичний розвиток країни.

4.1. Методичні засади енергетичної моделі розвитку національної економіки

У цій роботі енергетична модель економіки країни розглядається як специфічний інструмент дослідження економічних процесів у сфері енергетичного забезпечення економіки (народного господарства).

Будь-яка модель є спрощеним відображенням дійсності (об'єкта реальності). Моделі є операційною основою методу моделювання, а їх створення першим етапом цієї процедури моделювання. Зважаючи на це, властивості моделі повинні забезпечувати виконання загальних вимог (правил) до процесу моделювання.

Алгоритм процесу моделювання в загальному вигляді можна представити як послідовність етапів:

- створення моделі;
- дослідження моделі;
- аналіз певної системи за допомогою результатів моделювання.

Енергетична модель економіки країни повинна відображати системний устрій і процеси енергозабезпечення економіки країни, тому доцільність застосування системного підходу для розробки є очевидною.

При застосуванні системного підходу першим кроком процесу моделювання є визначення мети та завдань моделі, саме вони обумовлюють вибір компонент і функцій, що відображують основні властивості системи-оригіналу [118].

Загальними завданнями моделювання економічних систем у загальному розумінні є:

- оцінка властивостей (характеристик) базової системи та системи, що проектується;
- порівняння та зіставлення різних варіантів устрою однієї і тієї ж системи на основі результатів проведення різних експериментів з моделлю;
- прогноз – оцінка поведінки моделі при заданих умовах у майбутньому або визначення можливих варіантів поведінки при конкретно заданих для перевірки умовах;
- аналіз чутливості стану моделі від факторів, які найбільшою мірою впливають на поведінку характеристик моделі;
- оптимізація сукупності факторів, що впливають на поведінку моделі, для забезпечення її найвищої ефективності [119].

Застосування при побудові моделей системного підходу визначає необхідність додержання таких загально визначених принципів, як: поступового ускладнення; узгодження допущень і обмежень моделі; співвідношення окремих рівнів ієрархії; цілісності стадій побудови системи (в нашому випадку – моделі).

Моделювання – це процес відображення реального (або планованого) функціонування системи за допомогою спеціальної методології та інструментарію. Модель являє собою абстрактне відображення предмета у віртуальному середовищі. Переваги моделювання полягають у тому, що прийняття рішень у рамках віртуального світу не несуть ніякого ризику і не тягнуть небажаних наслідків, не завдають шкоди системі. Крім моделювання наслідків певних рішень, так само за допомогою моделі можна визначити максимальні потенційні можливості системи, ступінь її регулювання на найменші зміни в середовищі, провести різні експерименти та вибрати оптимальні способи впливу [120].

У теорії та практиці економічного моделювання паралельно розвиваються декілька підходів до моделювання економічних систем, які

при спільності завдань визначають методологічно різні класи моделей. Методологічну основу моделювання економічних систем наведено на рис. 4.1.

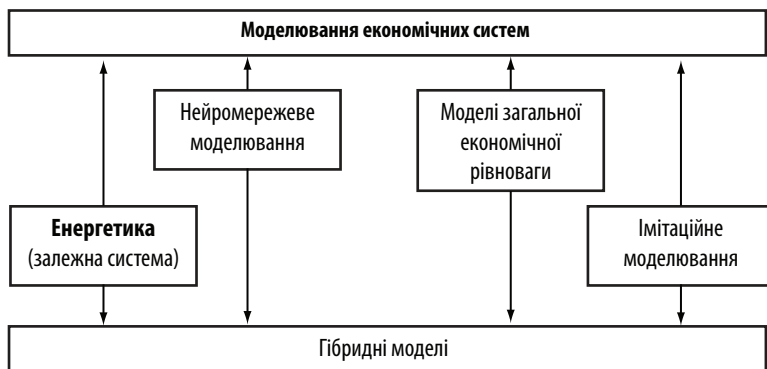


Рис. 4.1. Методологічна основа моделювання економічних систем

Джерело: власна розробка

Економетричні моделі застосовуються для дослідження стійких і слабодинамічних систем. Однак об'єкт моделювання в цій роботі – енергетичний сектор національної економіки, що є високодинамічною комплексною системою і являє собою сукупність самостійних елементів, зміни у поведінці деяких з них можуть впливати на функціонування всієї системи. Указані причинно-наслідкові зв'язки не можуть бути охарактеризовані за допомогою статистичних методів, якими оперує економетрика, тому їх застосування в енергетичній моделі економіки може бути лише фрагментарним і не може виступати достатнім інструментом моделювання.

Нейромережеве моделювання – метод дослідження слабоформалізованих систем і процесів за умов неповної або викривленої інформації, застосований на принципах побудови функціонування нервової системи людини і її здатності до навчання.

Цей метод дозволяє врахувати раціональні аспекти поведінки економічних агентів. Однак застосування нейромережевого підходу

у моделюванні економічних процесів в енергетичному секторі країни є проблематичним через складність побудови множини нейромереж для характеристики взаємодії економічних агентів у їх сукупності.

Моделі загальної економічної рівноваги, як правило, застосовуються у макроекономічному моделюванні, результати якого застосовуються для складання прогнозів та у розробці документів стратегічного планування. Макроекономічне моделювання комплексно відображає зв'язки між виробництвом, обігом, споживанням і накопиченням, між доходами, витратами і кінцевим попитом, між заощадженнями та інвестиціями тощо. У рамках цього методу широко застосовується підхід до моделювання економічних процесів, що використовує побудову обчислюваних моделей загальної рівноваги, відомих як CGE моделі (Computable General Equilibrium models). Такі моделі називаються загальними, оскільки включають в себе всіх діючих у системі агентів. Однак застосування моделі загальної економічної рівноваги для моделювання економічних процесів в енергетичному секторі країни є обмеженим через причини, наведені для охарактеризованих вище підходів до економічного моделювання.

Імітаційне моделювання. Одним із найбільш ефективних сучасних підходів до дослідження економічних систем є імітаційне моделювання. Імітаційну модель можна розглядати як множину правил, які визначають, у який стан система прийде в наступний момент від заданого поточного стану [121].

Застосування імітаційного моделювання економічних систем дозволяє:

- проводити експерименти у віртуальному, а не в реальному економічному середовищі;
- розглянути і порівняти значну кількість варіантів вихідних умов, сценаріїв розвитку подій, управлінських рішень;
- вивчати динаміку розвитку економічних систем;
- проводити поступову деталізацію підсистем, що моделюються.

В імітаційному моделюванні виділяють такі підходи:

- дискретно-подієве моделювання;
- системна динаміка;
- агент-орієнтоване моделювання.

Зазвичай імітаційні моделі розробляються за методом поступового ускладнення, тобто додавання функцій і принципів, що характеризують поведінку економічних агентів. Сутність складових імітаційної моделі може бути розкрита шляхом інших вищезгаданих методів економічного моделювання.

Імітаційне моделювання є потужним засобом аналізу складних економічних систем, що динамічно змінюються з часом.

Гібридні моделі – це моделі, в яких застосовується комбінація різних методів і підходів з метою забезпечення раціональної аналогії наближення будови і функціонування моделі до аналогічних властивостей реальної системи (об'єкта моделювання, оригіналу, прототипу та ін.).

Все наведене вище відноситься до моделей інформаційного типу.

Загальне поняття інформаційної моделі можна визначити як абстрактне відображення реального об'єкта / системи у віртуальному середовищі, що призначене для дослідження / прогнозування наслідків певних минулих / очікуваних змін у реальному об'єкті або його поведінці.

Зважаючи на загальні умови до інформаційного моделювання та специфіку економічної і енергетичної сфер країни, їх взаємозв'язок, поняття (а також ціль) енергетичної моделі економіки країни можна визначити таким чином.

Енергетична модель економіки країни – це спрощений образ системи енергетичного забезпечення національної економіки, створений в цілях дослідження її властивостей, прогнозування, планування та проведення сценарних розрахунків наслідків управлінських рішень, як в енергетичній, так і економічній сферах країни.

Енергетична модель економіки країни є відтворенням взаємопов'язаних елементів енергетичної і економічної сфер країни, проце-

сів взаємодії і функціонування, реакції на зміну навколишнього середовища.

Моделювання енергетичної і економічної сфер країни має здійснюватися за допомогою логічного або математичного опису компонент та функцій, що відображають істотні властивості реальних систем.

Зважаючи на широкий спектр завдань і різноплановість підходів до їх вирішення за допомогою енергетичної моделі економіки, вона повинна бути з класу гібридних моделей.

У цьому дослідженні об'єктом моделювання розуміється сфера енергетичного забезпечення економічної діяльності. До енергії, що використовується в економіці, слід відносити тільки товарні види енергії.

Товарну енергію у контексті цього дослідження доцільно поділяти:

- за ознакою її агрегатного (фізичного) стану на дві групи – власно енергія (електрична і теплова) та енергоносії;
- за ознакою сфери застосування теж на дві групи – універсальна і специфічна енергія (тверде, рідке і газоподібне паливо, тепло).

Універсальною енергією на поточний момент є електрична, оскільки може використовуватись як у суто специфічному для електроенергії призначенні (живлення електричних машин і приладів), так і заміщати більшість специфічних видів енергії (у виробництві тепла, на транспорті, ін.).

Універсальність, складність і низька ефективність накопичення і збереження електричної енергії визначають найбільш складну систему товарно-грошових відносин при її виробництві, транспортуванні (передачі) та розподіленні. Незважаючи на те, що постачання різних видів енергії вимагає спеціального техніко-технологічного забезпечення, товарно-грошові відносини в цій сфері відповідають їх загальним принципам і практикам енергоринків. Отже, моделювання сектора електрозабезпечення є більш складним зі всіх секторів енергозабезпечення, а його модель може використовуватись для моделювання інших

Енергетична модель економічного зростання України

сфер енергозабезпечення, а отже, розглядатись як універсальна, тобто енергетична модель економіки.

Систему енергозабезпечення економіки країни в агрегованому уявленні можна подати у вигляді, наведеному на *рис. 4.2*.



Рис. 4.2. Агрегована схема товарно-грошових відносин в енергетичній сфері

Джерело: власна розробка

З наведеної на *рис. 4.2* схеми видно, що основними компонентами енергетичної моделі економіки країни мають бути: підсистеми виробництва енергії, передачі та розподілення електроенергії, використання електроенергії; функціями в рамках моделі мають бути: функції компонент моделі, обмін комерційними зобов'язаннями, розрахунки за зобов'язаннями.

Під компонентою моделі в цьому дослідженні розуміється комплексна характеристика певного сектора енергетичної сфери країни реального / планового об'єкта моделювання на певний момент / період моделювання.

Під функцією моделі в цьому дослідженні розуміється реальна / очікувана реакція компоненти моделі на зміни зовнішніх умов її функціонування та взаємодії з іншими компонентами моделі.

Під полем факторів розуміється сукупність зовнішніх умов, обмежень і допущень щодо системи, яка моделюється.

Загальне постачання електричної енергії в країні забезпечується з двох джерел:

- внутрішнього – власне виробництво енергії в країні;
- зовнішнього – імпорт енергії (експорт – 5,1 %).

Беручи до уваги, що частка імпортової електричної енергії у її кінцевому споживанні є незначною (у 2018 році не перевищувала 0,03 %), подальший детальний розгляд цього джерела енергопостачання далі проводиться не буде.

Енергетична модель економіки є відображенням стану реальної системи енергозабезпечення (електрозабезпечення) країни, який в часі змінюється під впливом дії факторів.

Стан елементів системи визначається поточною технологічною структурою і продуктивністю виробничих потужностей (генерація, передача, розподілення). Зміна стану елемента (а в моделі – компоненти) є результатом їх поведінки, інтегрованим відображенням якої є обсяг і ефективність виробництва продукції. Обсяги і ефективність виробництва формуються під впливом як загальних, так і специфічних для певних елементів системи факторів.

Якщо абстрагуватись від того, що енергетика є складовою економіки, а представити їх двома незалежними взаємодіючими системами, то стає очевидним, що вплив економіки на енергетику визначають певні фактори, які є похідними від економічної формації, стану і тенденцій змін економіки країни.

Виробничо-технологічна структура, встановлені потужності генерації енергії, пропускна спроможність транспортно-розподільчої інфраструктури визначаються сукупностями зовнішніх і внутрішніх факторів (аргументів моделі).

Зовнішні фактори:

- енергетичні потреби економіки;
- доступність ППЕР;
- наслідки економічних змін (інвестиції, платоспроможність суб'єктів господарювання та населення, доступність кредитних ресурсів);
- ефективність державного регулювання енергетичного ринку.

Внутрішні фактори:

- ступінь збалансованості обсягів і потужностей генерації, передачі і розподілення енергії;
- технологічний рівень електроенергетики;
- відповідність маневрених потужностей генерації, пропускної спроможності електромереж діапазонам регулювання навантажень в ОЕСУ і регіональних енергосистемах;
- конкурентоспроможність електричної енергії на внутрішньому і зовнішньому енергоринках;
- протяжність електромереж і витрати на їх утримання, ціна послуг на передачу і розподілення електроенергії;
- ступінь монополізації в електроенергетиці.

Виробництво енергії є основною та найбільш складною і неоднорідною компонентою порівняно з двома іншими компонентами енергетичної моделі.

Основою виробництва електричної енергії є її генерація, тобто перетворення первинної енергії на готову до використання за призначенням. У сучасній електрогенерації можуть використовуватись всі доступні види первинної енергії, які традиційно розподіляють за ознакою обмеженості часу можливого використання на енергію відновлюваних і невідновлюваних джерел.

Вид первинної енергії, що використовується для електрогенерації, є визначальним фактором специфіки й ефективності способів, а отже, і конкретних технологій енергоперетворення.

Електрична енергія є універсальною, однак не є досконалою, оскільки на сучасному етапі технологічного розвитку вимагає забезпечення єдності (збігу) моментів (часу) генерації і використання енергії (момент акумуляції електроенергії теж збігається з моментом її виробництва і у часовому аспекті теж є її використанням). Ця властивість електроенергії визначає необхідність забезпечення збалансованості у часі її виробництва та використання, а отже, і низку технологічних, виробничих, інфраструктурних та організаційних заходів для виконання цієї вимоги.

Нерівномірність використання (споживання) енергії протягом доби, тижня, року викликає реакцію у виробництві (постачанні) енергії, для нейтралізації наслідків якої потрібен маневр потужністю генерації. Ця вимога в країні може бути виконана за рахунок забезпечення у складі парку електрогенерації маневрених потужностей, оптимальна загальна величина яких повинна бути не менше різниці між максимальною і мінімальною потужністю споживання енергії протягом року. Економічно виправдане маневрування потужністю генерації, як правило, забезпечується за рахунок застосування високоманевреної генерації на базі відповідних технологій. Це явище також є фактором, який чинить безпосередній вплив на структуру і поведінку компоненти моделі «Виробництво енергії», принципову схему якої наведено на *рис. 4.3*.

Крім виробничо-технологічної групи факторів, на поведінку компоненти впливають форма власності і ринкові відносини, суб'єктами яких є підприємства – виробники енергії. Специфіка дії першого фактору визначається конституційними нормами, які визначають рівність всіх форм власності, але їх функціональне призначення різне, так на основі державної форми власності забезпечується досягнення національних інтересів, а приватної – одержання комерційної вигоди власниками капіталу.

Відмінність цілей суб'єктів господарювання різних форм власності в ході їх реалізації обумовлює і відмінність поведінки їх у ринкових відносинах. Тому від того, інтереси яких суб'єктів домінують на енер-

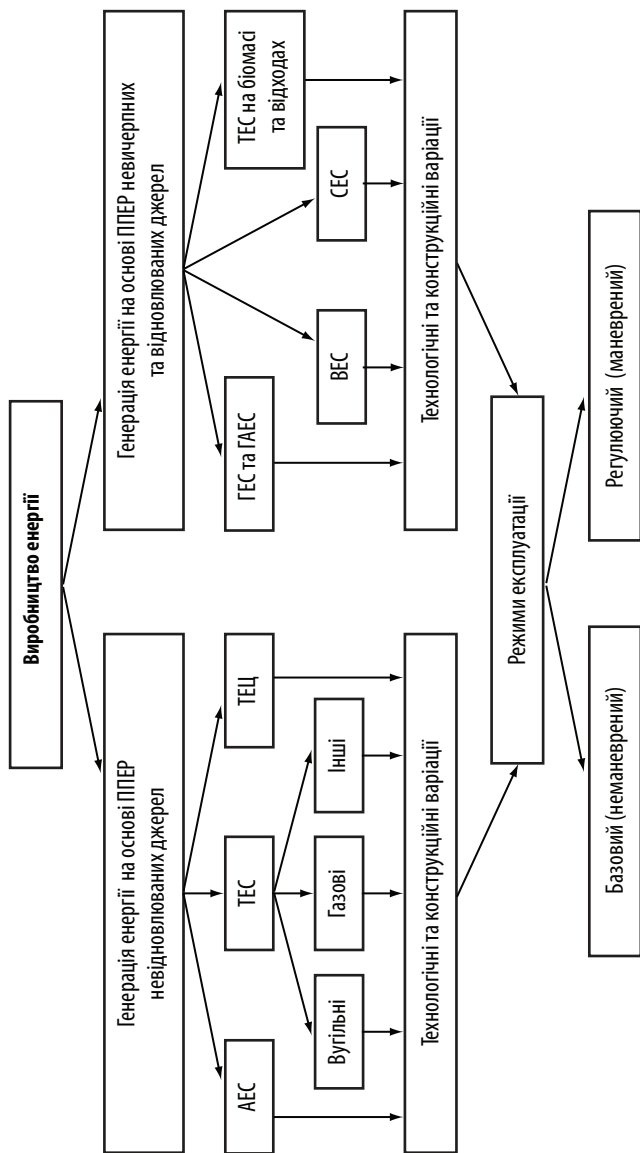


Рис. 4.3. Принципова схема компоненти «Виробництво енергії» енергетичної моделі економіки

Джерело: власна розробка

гетичному ринку, і залежить формування його кон'юнктура, а отже, і поведінка компоненти «Виробництво енергії» в енергетичній моделі економіки.

Друга компонента енергетичної моделі економіки країни відображає функціонування системи передачі і розподілення енергії.

У фізичному аспекті передача та розподілення (постачання) електричної енергії – це забезпечення постійного доступу до її джерел і її постачання до місця використання користувачам енергії. В економічному аспекті – це обмін зобов'язаннями суб'єктів (сторін) угод і розрахунків щодо постачання електричної енергії. Специфіка відносин у секторі енергопостачання прямо залежить від ступеня розвитку енергетичної інфраструктури і ринкових відносин. Відносини у секторі енергопостачання визначають поведінку компоненти «Постачання і розподілення енергії» енергетичної моделі економіки.

Ефективність не тільки енергопостачання, а й виробництва енергії залежить від устрою енергетичної системи в країні, а саме співвідношення масштабів секторів централізованого постачання і розподіленої генерації енергії. Цей фактор значною мірою впливає на ефективність регулювання раніше згаданого дисбалансу потужностей виробництва і споживання електричної енергії в періоди «пікових» навантажень в електромережах.

Принципову схему компоненти «Передача та розподілення енергії» наведено на *рис. 4.4*.

Енергетична модель також має відображати поведінку суб'єктів економічних відносин у сфері енергопостачання, що визначається їх формою власності. Зважаючи на те, що економічні відносини для всіх форм господарювання є загальними, можна стверджувати, що їх вплив на поведінку компоненти моделі буде подібним до охарактеризованого вище для компоненти «Виробництво енергії».

Третя компонента моделі «Використання енергії» є відображенням енергетичних потреб економіки країни. Саме ця компонента відображує:

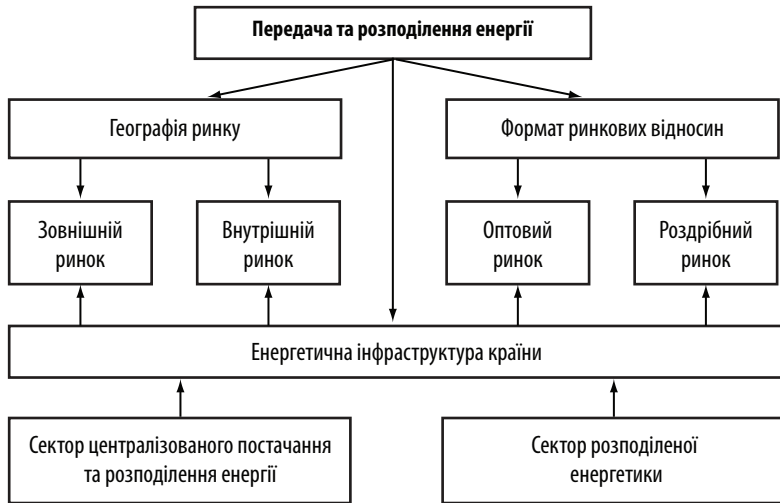


Рис. 4.4. Принципова схема компоненти «Передача та розподілення енергії» енергетичної моделі економіки

Джерело: власна розробка

- обсяги споживання електричної енергії за категоріями споживачів, для яких нормативно визначаються умови енергопостачання (у т. ч. тарифи);
- режими споживання електричної енергії, від яких прямо залежать режими подання енергії в електромережі, а отже, і потужність виробництва енергії на певний момент.

Принципову схему компоненти «Використання енергії» енергетичної моделі економіки наведено на рис. 4.5.

На рис. 4.6 наведено принципову схему енергетичної моделі економіки України, складену на основі узагальнень результатів раніш проведеного аналізу узгодженості тенденцій структурних зрушень в економіці та енергетиці країни, опису компонент моделі, характеристик факторів, що формують поведінку (функції) компонент та їх основні функції.

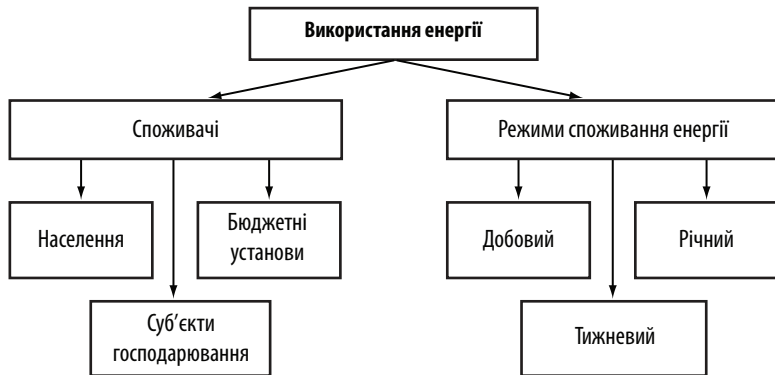


Рис. 4.5. Принципова схема компоненти «Використання енергії» енергетичної моделі економіки

Джерело: власна розробка

З наведеної схеми видно, що узгодження структурних змін і обсягів виробництва в енергетиці з відповідними економічними тенденціями може бути забезпечено за рахунок зміни у поведінці компонент енергетичної моделі в результаті змін у дії факторів, що визначають цю поведінку.

Зміни у поведінці якоїсь з компонент моделі є фактором послідовної реакції інших компонент, оскільки взаємовплив компонент має циклічну природу. Вплив визначальних факторів на компоненти моделі на схемі відображено товстими переривистими стрілками, а інших – тонкими лініями.

Загальна принципова схема моделі є універсальною і може використовуватись в аналітичних, прогнозних та інших цілях при підготовці управлінських рішень.

Таким чином, визначення напрямів структурних перетворень в енергетиці з метою забезпечення економічного розвитку країни необхідно проводити на основі моделювання факторів, що визначають поведінку компонент моделі. Кількісні характеристики факторів і ком-

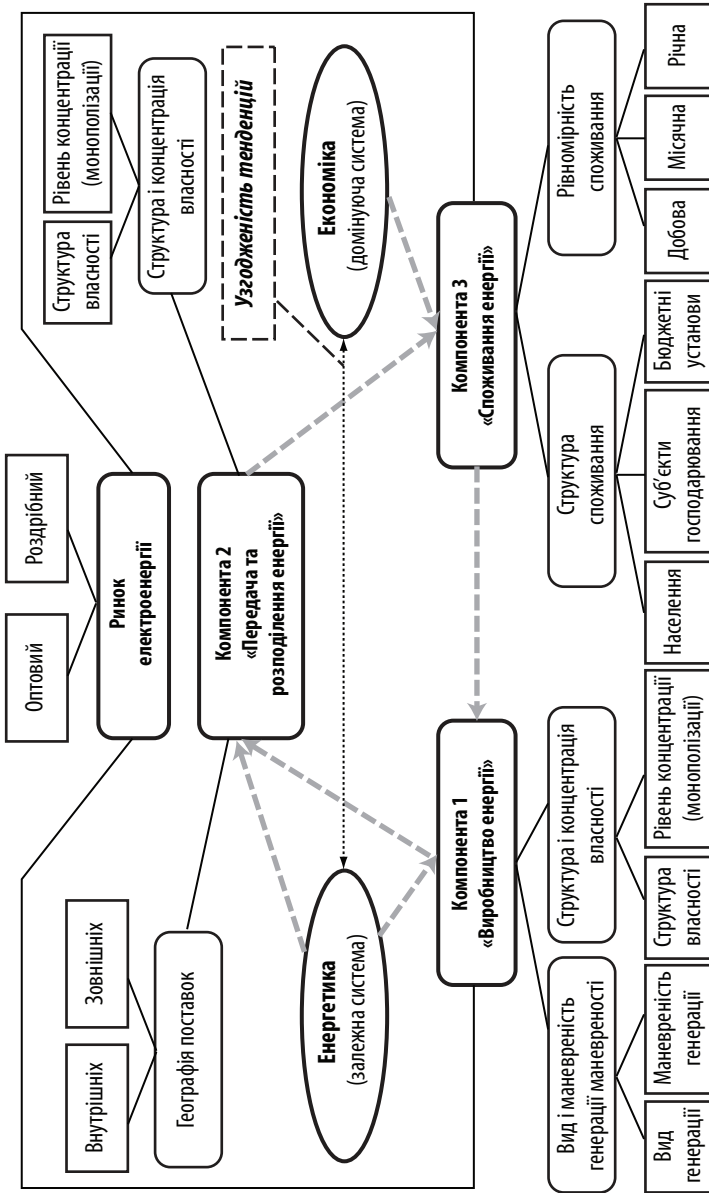


Рис. 4.6. Загальна принципова схема енергетичної моделі економіки України

Ажерело: власна розробка

понент моделі піддаються кількісному виміру і можуть розглядатись як параметри моделі.

4.2. Концепція побудови в країні енергетичної моделі економічного розвитку

Концепція формування енергетичної моделі економічного розвитку України ґрунтується на результатах моделювання структурних зрушень в електроенергетичному секторі країни.

Метою концепції є визначення ключових вимог до енергетичної моделі економіки, достатньої для побудови системи ефективного забезпечення енергетичних потреб країни шляхом проведення структурних перетворень в електроенергетичному секторі, які відповідають завданням економічного розвитку України.

Принципами при побудові енергетичної моделі економіки країни визначені:

- домінування економічного розвитку над енергетичним;
- пріоритетність енергетичної безпеки країни;
- узгодженість структурних перетворень в економічній і енергетичній сферах;
- ефективність використання виробничого потенціалу електроенергетичного сектора;
- пріоритетність структурно-технологічного розвитку електроенергетики;
- регульованість потужності навантажень в об'єднаних енергетичних системах;
- збалансованість енергетичних потужностей виробництва з обсягами генерації, передачі та розподілення енергії.

Очікуваними результатами практичного застосування концепції стануть:

- підвищення оперативності складання прогнозів і аналітичних оцінок заходів щодо:

- підвищення енергетичної і економічної ефективності виробництва (генерації) енергії;
- забезпечення узгодженості тенденцій економічного і енергетичного розвитку країни, режимів (графіків) споживання і відпуску електричної енергії;
- підвищення енергетичної незалежності і ефективності країни;
- зростання варіативності напрямів розвитку енергетичного сектора.

Моделювання проводилось з урахуванням цілей і завдань Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» схваленою розпорядженням Кабінету Міністрів України від 18 серпня 2017 р. № 605-р (далі – ЕСУ).

Побудова перспективної енергетичної моделі економіки країни проводилась у порядку, передбаченому методичним підходом, що наведено на *рис. 4.7*.

Базову енергетичну модель економіки України (пасивний сценарій) побудовано відповідно до наведених у попередньому пункті дослідження принципової схеми енергетичної моделі економіки України і методичного підходу до формування її параметрів. Структурно-параметричну характеристику моделі наведено на *рис. 4.8*.

Раніш виявлена низька ефективність енергоперетворення є наслідком утримання надлишку технологічно і фізично застарілих потужностей електрогенерації. Надлишок потужностей електрогенерації характеризується не тільки низьким рівнем коефіцієнта використання встановленої потужності (КВВП), про що більш детально буде сказано нижче, а й даними оперативного контролю НЕК «УКРЕНЕРГО» за станом парку генерації [125]. Так, станом на 04.12.2020 р., тобто в період максимальних обсягів споживання / виробництва електроенергії, з 81 блоку АЕС, ТЕС та ТЕЦ: 49 (60,5 %) знаходились в роботі; 24 (29,6 %) – на консервації та в резерві; 7 (8,6 %) – в плановому ремонті; 1 (1,2 %) – в аварійному ремонті. Цей факт свідчить про наявність в парку електрогенерації мінімум 24 надлишкових енергоблоків.

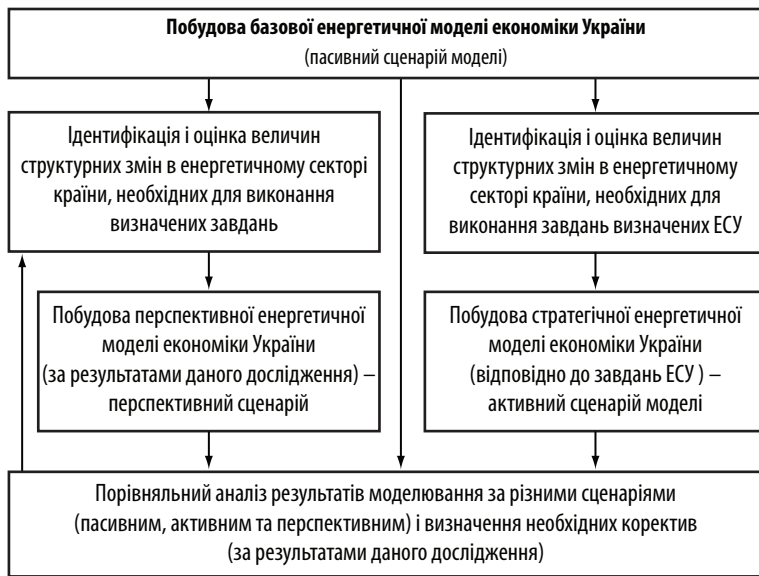


Рис. 4.7. Методичний підхід до побудови перспективної енергетичної моделі економіки країни

Джерело: власна розробка

Ще однією причиною низької ефективності енергоперетворення, яка обумовлює необхідність утримання і роботи в черговому режимі додаткових потужностей генерації, є проблема регулювання «пікових» і «напівпікових» періодів у споживанні електроенергії, як протягом року, так і доби.

Наведений на рис. 4.9 графік свідчить про суттєві сезонні коливання як споживання, так і виробництва електричної енергії в країні. Сезонні коливання споживання електричної енергії мають доволі широкий діапазон. У 2018 році мінімальний рівень споживання електроенергії спостерігався у червні (9903,9 млн кВт-год), а максимальний – у грудні (13547,6 млрд кВт-год), при цьому ширина діапазону сезонних коливань складала 3643,7 млн кВт-год, або 80,2 % від мінімального рівня.

Енергетична модель економічного зростання України

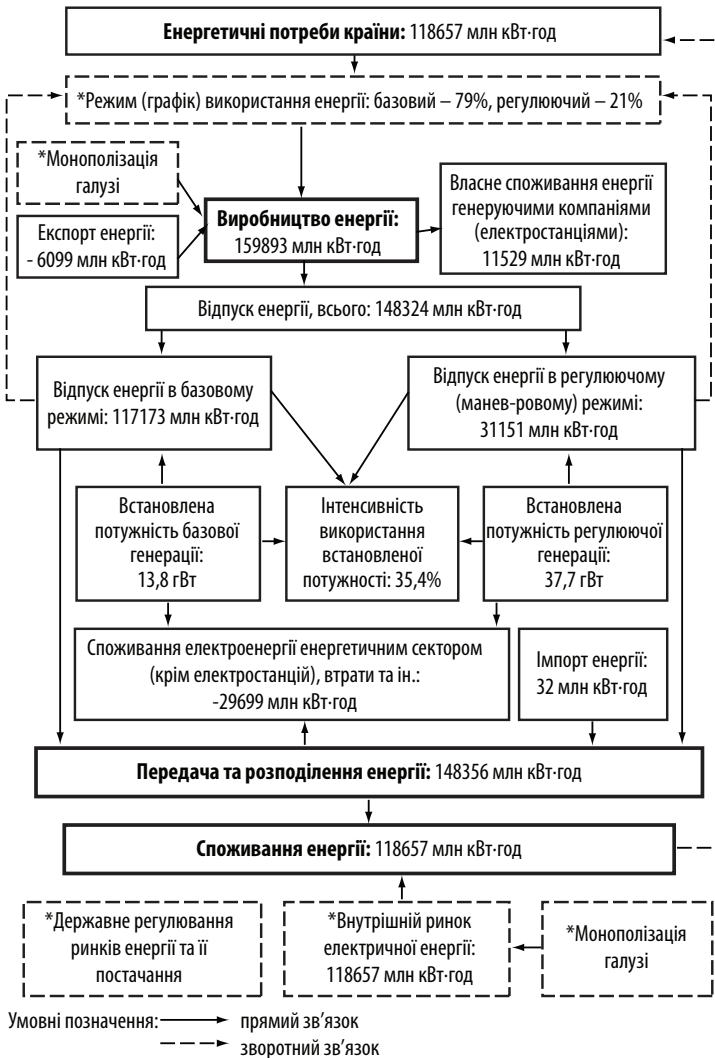


Рис. 4.8. Структурно-параметрична характеристика енергетичної моделі України (станом на 01.01.2019 р.)

Джерело: за матеріалами [122–124]

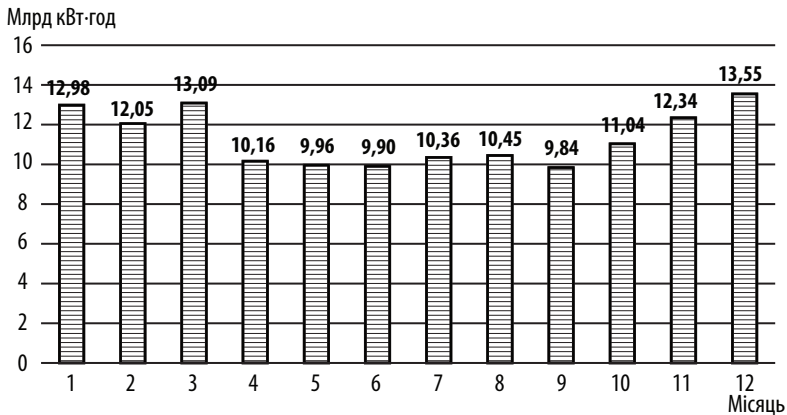


Рис. 4.9. Графік сезонного споживання електроенергії в Україні

Джерело: за матеріалами [126]

На рис. 4.9 наведено графік сезонного споживання електроенергії в Україні.

Крім сезонних коливань, умови виробництва електроенергії визначаються часовою нерівномірністю її споживання протягом доби, що викликає нерівномірність навантаження на об'єднану енергетичну систему (ОЕС) в цілому і сфері генерації зокрема.

На рис. 4.10 наведено рівень навантаження в електромережах в Україні у робочі дні.

Як видно з рис. 4.10, у середньодобовому споживанні електроенергії у робочі дні січня можна спостерігати «напівпіковий» період, коли споживання до мінімального складає 1,208, і «піковий» період – 1,416.

Дослідимо, яким чином здійснюється в Україні регулювання щодобових «напівпікових» і «пікових» навантажень, а також сезонних коливань протягом року.

Регулювання покриття навантажень в Об'єднаній енергетичній системі (ОЕС) України здійснюється відповідно до положень нормативного документу СОУ-Н ЕЕ ЯЕК 04.156:2009 «Основні ви-

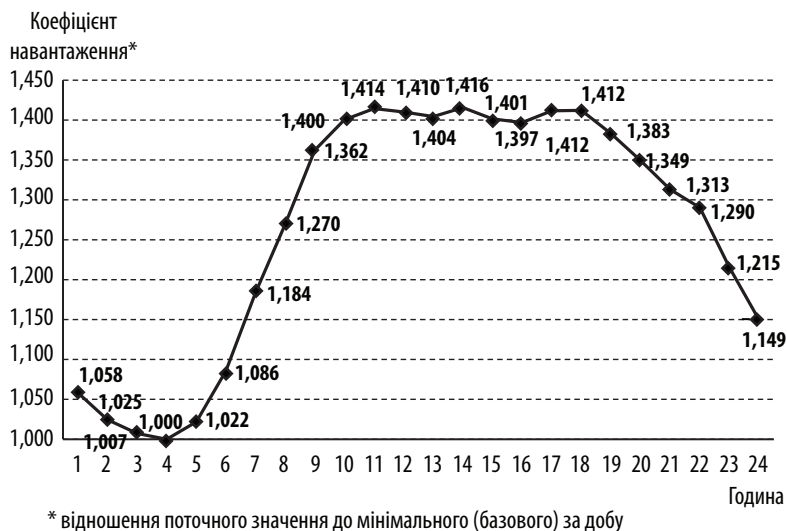


Рис. 4.10. Середній рівень навантаження електромереж ОЕСУ у робочі дні

Джерело: за матеріалами [126]

моги щодо регулювання частоти та потужності в ОЕС України» (затверджений наказом Міністерства палива та енергетики України від 24.03.2009 № 158), який визначає:

- *первинне регулювання частоти* – процес зміни активної потужності енергоблоків, агрегатів та електростанцій в цілому під впливом дії системи регулювання турбін, котлів, реакторів, систем групового регулювання активної потужності (ГРАП) ГЕС, а також регулюючого ефекту навантаження, викликаного зміною частоти в ОЕС внаслідок виникнення небалансу потужності в ОЕС, спрямований на зменшення цієї зміни, що закінчується встановленням квазістатичного балансу потужності при новому значенні частоти;
- *нормоване первинне регулювання частоти (НПРЧ)* – організована частина первинного регулювання, здійснювана в цілях забез-

печення гарантованої якості первинного регулювання і підвищення надійності ОЕС енергоблоками (агрегатами) виділених електростанцій, на яких заплановані і постійно підтримуються резерви первинного регулювання та забезпечення їх ефективного використання;

- *вторинне регулювання частоти і потужності* – процес зміни активної потужності виділених електростанцій для компенсації небалансу потужності, що виник внаслідок ліквідації перевантаження транзитних зв'язків, відновлення частоти і заданих зовнішніх перетоків і відновлення резервів первинної регулюючої потужності, витрачених під час дії первинного регулювання. Вторинне регулювання здійснюється зазвичай автоматично під дією централізованої системи автоматичного регулювання частоти і потужності (САРЧП), а за відсутності автоматизованих систем регулювання – оперативно (вручну);
- *третинне регулювання* – оперативна або автоматична зміна потужності (робочих точок) спеціально виділених енергоблоків (агрегатів), електростанцій третинного регулювання і споживачів-регуляторів (головним чином, шляхом зміни графіків навантаження) з метою відновлення вторинного резерву в міру його вичерпання, а також для здійснення оперативної корекції режиму в інших цілях. На енергоблоках (агрегатах), електростанціях третинного регулювання періодично передаються всі відхилення від планового режиму, спочатку сприйняті електростанціями первинного, а потім вторинного регулювання.

Для забезпечення ОЕС України первинним регулюванням прийняті такі величини первинного резерву для ОЕС України залежно від режиму її роботи (п. 5.3.3.8 СОУ-Н ЕЕ ЯЕК 04.156:2009):

- в ізолюваному режимі роботи – 1000 МВт. У цьому режимі ця величина може бути загальним обсягом резервів первинного та вторинного регулювання;
- у режимі паралельної роботи з ENTSO-E – ± 190 МВт;

Енергетична модель економічного зростання України

- у режимі паралельної роботи з країнами СНД і Балтії – ± 160 МВт [77].

Для забезпечення регулювання частоти і потужності в ОЕС заявками генеруючих компаній (ГК) до первинного (НПРЧ) та вторинного (САРЧП) регулювання можуть бути залучені енергоблоки теплових електростанцій, які були реконструйовані, або капітально відремонтовані. Перелік, потужність і інші характеристики цих енергоблоків наведено у *табл. 4.1*.

Таблиця 4.1

Потужності генерації, що забезпечують регулювання покриття навантаження в ОЕС

Енергокомпанія	Електростанція	№ енергоблоку	Потужність енергоблоку, мВт	Участь у регулюванні
ПАТ «Центренерго»	Трипільська	2	325	НПРЧ
	Вуглегірська	1	300	НПРЧ
4		300		
ПАТ «ДТЕК Дніпроенерго»	Запорізька	1	325	НПРЧ
		3	325	
	Криворізька	3	300	НПРЧ
	Бурштинська	3	185	НПРЧ, САРЧП
		4	195	
		5	215	
		6	195	
		7	206	
		8	195	
		9	195	
		10	195	
		11	195	
		12	195	
	Добровірівська	8	160	НПРЧ, САРЧП
Усього:	Х	Х	4006	Х

Джерело: складено за матеріалами [55; 124]

Дані, наведені в табл. 4.1, свідчать, що встановлена потужність енергетичних блоків теплових електростанцій, які беруть участь у регулюванні покриття навантаження в ОЕС, перевищує прийняту нормативними документами величину первинного резерву понад у 4 рази.

Первинний резерв регулювання потужності забезпечує лише змінну складову покриття навантаження ОЕС, загальна ж величина цього покриття значно більша. Зважаючи на це, проведемо оцінку загальної величини навантаження ОЕС за її складовими.

Для визначення величин навантажень ОЕС у періоди максимального і мінімального споживання електричної енергії використаємо дані НЕК Укренерго за замірами, проведеними у зимовий (24.02.2018) та літній (27.05.2018) дні [125].

Наведені дані свідчать, що:

- максимальна величина покриття навантаження в ОЕС, що спостерігалась у зимовий день 24.02.2018, складала 23,6 гВт, а мінімальна – 17,4 гВт;
- максимальна величина покриття навантаження в ОЕС, що спостерігалась у літній день 24.02.2018, складала 15,9 гВт, а мінімальна – 11,6 гВт.

Виходячи з цих фактів можна стверджувати, що:

- мінімальне навантаження в ОЕС відповідає його мінімальній річній величині (мінімальне навантаження у літній замірний день);
- максимальне навантаження в ОЕС відповідає його максимальній річній величині (максимальне навантаження у зимовий замірний день);
- навантаження в ОЕС у діапазоні між його максимальним і мінімальним значенням є змінним;
- змінна частина навантаження в ОЕС є неоднорідною, оскільки формується під впливом сезонних і добових коливань, при цьому сезонні коливання мають природу закономірних плавних

Енергетична модель економічного зростання України

змін протягом цілого року, а добових – закономірних різких змін протягом кожної доби.

Таким чином, дані щодо навантаження в ОЕС повинні характеризувати їх сезонні і добові коливання, оскільки саме вони є вихідною точкою визначення складу (структури) потужностей їх покриття. Зважаючи на це, діапазон (величину) навантаження на ОЕС пропонується поділити на такі складові:

- постійне навантаження, яке дорівнює мінімальній річній величині (11,6 гВт);
- діапазон сезонного коливання навантаження, що дорівнює різниці між мінімальною величиною навантаження в зимовий замірний день і мінімальної величини в літній замірний день (17,4 – 11,6 = 5,8 гВт);
- діапазон добового коливання навантаження, що дорівнює різниці між максимальною і мінімальною величиною навантаження в зимовий замірний день (23,6 – 17,4 = 6,2 гВт).

Зважаючи на викладене вище, діапазон навантаження в ОЕС можна подати у вигляді, наведеному у *табл. 4.2*.

Таблиця 4.2

Діапазон навантаження в ОЕС у робочі дні

№	Вид навантаження в ОЕС	Величина навантаження, ГВт
1	Постійне (базове) навантаження	11,6
2	Діапазон сезонного коливання навантаження	5,8
3	Діапазон добового коливання навантаження	6,2
4	Максимальне (пікове) навантаження (ряд. 1 + ряд. 2 + ряд. 3)	23,6

Джерело: власні розрахунки

Способи покриття навантаження в ОЕС значною мірою залежать від наявної номенклатури ППЕР, що використовуються у генерації енергії та стабільності різних видів навантаження. Більш стабільні

види навантаження не є вибагливими до мобільності потужностей їх покриття і, навпаки, нестабільні навантаження вимагають більш маневрених потужностей. Зважаючи на це, визначимо основні способи покриття різних видів навантажень в ОЕС.

Характеристику маневрених властивостей різних видів електростанцій у міру їх зростання наведено у *табл. 4.3*.

Таблиця 4.3

Характеристика маневрених властивостей електростанцій

Тип електростанції	Діапазон регулювання, % від встановленої потужності	Час набору повного навантаження, хвилин	
		з холодного стану	з гарячого стану
Атомні	70	390-660	60
ТЕС з енергетичними блока- ми 200–300 МВт	30-50	120-180	20-40
ТЕС газотурбінні	100	15-30	0,5
ГЕС традиційного типу	80-100	1-2	0,25-0,5
ГАЕС	200-220	1-2	0,25-0,5

Джерело: за матеріалами [7–17]

Зважаючи на маневрені властивості різних типів електростанцій (способів генерації), найбільш доцільне розподілення покриття навантажень в ОЕС буде мати такий вигляд (*табл. 4.4*).

Забезпечення покриття навантаження в ОЕС України забезпечується встановленими потужностями генерації енергії за прийнятими в генеруючих компаніях графіками.

Структуру розподілення потужностей покриття навантажень у ОЕС країни наведено у *табл. 4.5*.

Наведені у *табл. 4.5* дані дозволяють стверджувати, що найбільша частка покриття навантаження у ОЕС країни (49,2 %) має здійснюватися за рахунок низькомобільних потужностей базової генерації енергії, а саме найбільш потужних енергетичних блоків АЕС (42,4 %)

Енергетична модель економічного зростання України

та ТЕС (6,8 %). Сезонні коливання навантаження слід покривати за рахунок потужностей генерації середньої мобільності, а саме енергетичних блоків середньої потужності ТЕС (24,6 %). Добові коливання навантаження слід покривати за рахунок високомобільних потужностей генерації, а саме малопотужних енергетичних блоків ТЕС (17,3 %) та електростанцій вітчизняного гідрокомплексу (8,5 %).

Таблиця 4.4

Розподілення потужностей покриття навантажень в ОЕС за видами генерації енергії

Вид навантаження в ОЕС	Потужність покриття навантаження за видами електрогенерації, ГВт			
	АЕС	ТЕС/ТЕЦ	ГЕС/ГАЕС	Усього
1. Постійне (базове) навантаження	10,0	1,6		11,6
2. Діапазон сезонного коливання навантаження		5,8		5,8
3. Діапазон добового коливання навантаження		4,2	2,0	6,2
Максимальне (пікове) навантаження (ряд. 1 + ряд. 2 + ряд. 3)	10,0	11,6	2,0	23,6

Джерело: власні розрахунки

Таблиця 4.5

Структура розподілення потужностей покриття навантажень у ОЕС України за видами генерації енергії, %

Показник	АЕС	ТЕС/ТЕЦ	ГЕС/ГАЕС	Усього
Потужності базової генерації енергії	42,4	6,8		49,2
Компенсаційні потужності сезонних коливань		24,6		24,6
Компенсаційні потужності добових коливань		17,8	8,5	26,3
Усього:	42,4	49,2	8,5	100,0

Джерело: власні розрахунки

Покриття навантаження у ОЕС країни прямо залежить від наявності встановлених потужностей генерації енергії та інтенсивності їх використання. Крім покриття завантаження у ОЕС, ці ж параметри визначають і величину виробництва електричної енергії за технологіями генерації, а отже, можуть вважатись за основні (базові). Розподілення установлених потужностей за покриттям навантажень в ОЕС та видами електрогенерації наведено у *табл. 4.6*.

Таблиця 4.6

Розподілення установлених потужностей покриття навантажень у ОЕС України за видами генерації енергії, ГВт

Показник	АЕС	ТЕС/ТЕЦ	ГЕС/ГАЕС	Усього
Потужності базової генерації енергії	21,8	3,5	0	25,3
Компенсаційні потужності сезонних коливань	0	12,7	0	12,7
Компенсаційні потужності добових коливань	0	9,2	4,3	13,5
Усього:	21,8	25,4	4,3	51,5

Джерело: власні розрахунки

Суттєве значення в енергетичній моделі економіки мають відносини в майновій і ринковій сферах. Концентрація прав власності в енергетичному секторі визначає домінування інтересів певних власників активів, як у сфері виробництва енергії, так і її передачі та розподілу.

На сьогодні ступінь концентрації (монополізації) прав власності в майновому комплексі електроенергетики надзвичайно високий. Так, усі АЕС, ГЕС та ГАЕС, тобто 50,8 % установлених потужностей електрогенерації, належать державі. Парк теплової генерації країни містить 12 ТЕС, які знаходяться на підконтрольній державі території. В державній власності знаходиться 3 ТЕС, а контрольні пакети 9 інших генеруючих компаній належать корпорації ДТЕК (Додаток К).

У галузі передачі і розподілення електроенергії рівень концентрації (монополізації) також високий. Так, з 27 енергетичних компаній

(як правило, облэнерго) контрольні пакети 13 знаходяться у власності 5 фізичних осіб (Додаток К).

Незважаючи на те, що значна частка енергетичних компаній належить державі і знаходиться в її управлінні, інтереси держави на ринку електричної енергії не є домінантними, про що свідчать узагальнені дані НКРЕКП, які наведено на *рис. 4.11*.

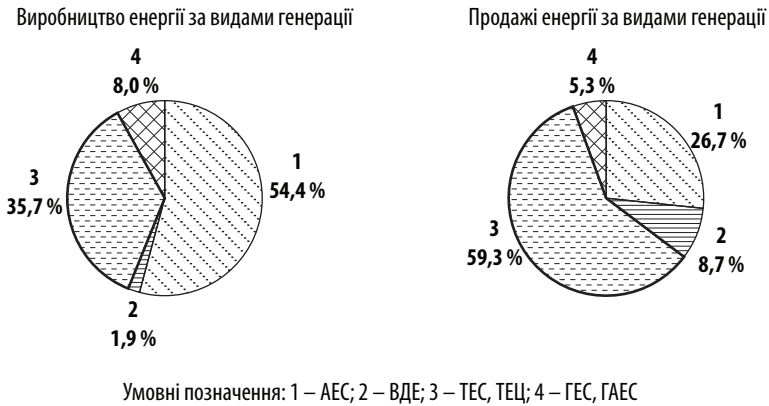


Рис. 4.11. Виробництво енергії і розподілення продажів за видами електрогенерації

Джерело: за матеріалами [138]

Відповідно до наведених на рис. 4.11 даних атомна електроенергія є найдешевшою. Найдорожче споживачам обходиться електроенергія з ВДЕ, далі йде електроенергія з ТЕС та ТЕЦ. Різке зростання з 2018 р. частки ВДЕ (які належать недержавним корпораціям) є одним із факторів, що зумовлює підвищення вартості електроенергії та, відповідно, збільшення фінансового навантаження на споживачів.

Таким чином, можна стверджувати, що на ринку електроенергії України домінують інтереси приватного капіталу і це є наслідком його недосконалості.

Важливими характеристиками електроенергії (ЕЕ) є електричний струм, напруга, потужність, частота. Ці характеристики й обумовлю-

ють формування моделі ринку електричної енергії (РЕЕ), яка визначається за атрибутивними елементами (рис. 4.12).



Рис. 4.12. Атрибутивні елементи моделі ринку електричної енергії

Джерело: за матеріалами [139–141]

На товарному РЕЕ відбувається торгівля активною ЕЕ із заданими властивостями частоти та напруги, на ринку допоміжних послуг (РДП) – торгівля послугами для забезпечення нормальної якості ЕЕ, що включають торгівлю резервами частоти, регулювання напруги та реактивної потужності для забезпечення належної якості ЕЕ та операційної надійності енергосистеми. На поточному етапі розвитку актуалізувалися питання торгівлі ЕЕ також як потужністю, тобто формування ринку потужностей (РП) що обумовлено потребами адекватного розвитку енергосистеми для середньо- і довгострокового задоволення споживчих потреб в ЕЕ. До того ж забезпечення економічно вигідних і технічно можливих перетоків ЕЕ, як всередині енергосистеми, та з суміжними енергосистемами, є завданням ринку пропускних потужностей (РПП) [139–141].

Слід зазначити, що ринок електричної енергії в Україні функціонує в нових умовах, які визначені Законом України «Про ринок електричної енергії» [62] (2017 рік), але деякі його ключові положення набрали чинності тільки у 2019 році. Таким чином, можна вважати, що ринок електричної енергії в країні знаходиться на стадії становлення.

У цілому за майновим і ринковим факторами енергетичної моделі можна констатувати, що вони негативно впливають на поведінку всіх

компонент енергетичної моделі економіки країни. При цьому слід зазначити, що кількісна оцінка впливу указаних факторів потребує розробки методу виміру даних параметрів моделі, що виходить за рамки цього дослідження, а тому проводиться не буде.

Енергетичну модель економіки України за активним сценарієм побудовано на основі базової моделі (пасивний сценарій) за умов реалізації заходів Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» (ЕСУ) [6]. Конкретно визначеними заходами (прогнозами, завданнями) цієї стратегії є:

- виведення у консервацію та/або заміщення сучасними високоманевреними потужностями додаткових 2–6 ГВт потужностей ТЕС;
- виробництво у 2035 році електроенергії у загальному обсязі 195 млрд кВт-год, у т. ч.: АЕС – 94 млрд кВт-год; ТЕС/ТЕЦ – 63 млрд кВт-год; ГЕС – 13 млрд кВт-год; ВДЕ (СЕС, ВЕС) – 25 млрд кВт-год.

Відповідно до орієнтовного прогнозу виробництва електроенергії до 2035 року (таблиця Б.3. ЕСУ) [6] частка ВДЕ (з гідроенергією включно) у загальному обсязі генерації у 2035 повинна скласти 19,5 %. Інших конкретизованих завдань у ЕСУ не ставиться.

Характеристику виробництва електричної енергії і потужностей з його забезпечення за умов пасивного сценарію розвитку галузі наведено у *табл. 4.7*.

Наведені в *табл. 4.7* дані свідчать, що наявний виробничий потенціал електроенергетики перевищує величину енергетичних потреб країни, що склались на початок 2019 року.

Значні обсяги передачі та розподілення електричної енергії в Україні проводяться за допомогою інфраструктури ОЕС, що склалась ще за умов Радянського Союзу, і електропередавальна здатність якої значно перевищує поточні потреби України.

Таблиця 4.7

**Характеристика виробництва електричної енергії і потужностей
з його забезпечення за умов пасивного сценарію розвитку
електроенергетики України**

Тип електро-станції	Виробництво електричної енергії, млрд кВт-год	Досягнутий КВВП	Необхідна встановлена потужність, тис. кВт	Наявна встановлена потужність на початок 2019 року, тис. кВт	Дефіцит / надлишок наявних потужностей, тис. кВт
АЕС	86	0,706	13835	13835	0
ТЕС/ТЕЦ	59	0,246	27412	29377	1965
ГЕС	13	0,233	6219	6242	23
ВДЕ (крім ГЕС)	3	0,145	2047	2054	7
Усього:	160	0,450	49516	51508	1992

Джерело: власні розрахунки

Зважаючи на те, що оптимізація (скорочення) пропускної здатності ОЕС відповідно до наявних обсягів передачі енергії здатна призвести до фізичного руйнування самої інфраструктури, проведення спрямованих на це заходів слід вважати недоцільним, а отже, і не моделювати.

Характеристику виробництва електричної енергії і потужностей з його забезпечення за умов активного сценарію розвитку галузі наведено у *табл. 4.8*.

Наведені в *табл. 4.8* дані свідчать про недостатність наявних у країні потужностей електрогенерації для виробництва обсягів електроенергії, що прогноуються в ЕСУ на 2035 рік [6].

Загальний дефіцит потужностей генерації у випадку зростання споживання електроенергії в країні у 2035 році – до 195 млрд кВт-год, або на 21,9 % щодо 2018 року, складе 19077 тис. кВт, у т.ч. по АЕС – 1362 тис. кВт-год, ГЕС – 123 тис. кВт, ВДЕ – 17628 тис. кВт і тільки

за тепловими електростанціями залишиться надлишок потужностей 107 тис. кВт.

Таблиця 4.8

Характеристика виробництва електричної енергії і потужностей з його забезпечення за умов активного сценарію розвитку електроенергетики України

Тип електро-станції	Виробництво електричної енергії, млрд кВт·год	Досягнутий КВВП	Необхідна встановлена потужність, тис. кВт	Наявна встановлена потужність на початок 2019 року, тис. кВт	Дефіцит / надлишок наявних потужностей, тис. кВт
АЕС	94	0,706	15197	13835	-1362
ТЕС/ТЕЦ	63	0,246	29270	29377	107
ГЕС	13	0,233	6365	6242	-123
ВДЕ (крім ГЕС)	25	0,145	19682	2054	-17628
Усього:	195	0,304	70515	51508	-19007

Джерело: власні розрахунки

Негативний результат моделювання ситуації за цим сценарієм виник через невизначеність в ЕСУ конкретних завдань щодо структурних перетворень в енергетичному секторі на фоні економічно необґрунтованого зростання частки генерації на основі ВДЕ.

У перспективному сценарії формування енергетичної моделі економіки було враховано:

- збільшення виробництва електричної енергії в країні відповідно до прогнозу ЕСУ до 190 млрд кВт·год;
- збільшення КВВП генерації (за видами) до рекомендованих величин (див. табл. 4.8).

Характеристику виробництва електричної енергії і потужностей з його забезпечення за умов перспективного сценарію розвитку галузі наведено у *табл. 4.9*.

Таблиця 4.9

**Характеристика виробництва електричної енергії і потужностей
з його забезпечення за умов перспективного сценарію розвитку
електроенергетики України**

Тип електро-станції	Виробництво електричної енергії, млрд кВт-год	Рекомендо-вана величи-на КВВП	Необхідна встановлена потужність, тис. кВт	Наявна встановлена потужність на початок 2019 року, тис. кВт	Дефі-цит / надли-шок наявних потужностей, тис. кВт
АЕС	94	0,858	12507	13835	1328
ТЕС/ТЕЦ	63	0,635	11326	29377	18051
ГЕС	13	0,398	3729	6242	2513
ВДЕ (крім ГЕС)	25	0,398	7171	2054	-5117
Усього:	195	0,641	34731	51508	16777

Джерело: власні розрахунки

Наведені в табл. 4.9 дані свідчать про достатність наявних у країні потужностей електрогенерації для виробництва обсягів електроенергії, що прогноуються в ЕСУ на 2035 рік [6].

Загальний профіцит потужностей генерації при зростанні споживання електроенергії в країні у 2035 році до 195 млрд кВт-год, або на 21,9 % щодо 2018 року, складе 16777 тис. кВт, у т. ч. по АЕС – 1328 тис. кВт-год, ТЕС/ТЕЦ – 18051 тис. кВт; ГЕС – 2513, ВДЕ – 17628 тис. кВт і тільки за електростанціями на основі ВДЕ дефіцит потужностей складе 5117 тис. кВт.

Дефіцит потужностей електростанцій на основі ВДЕ є економічно оправданим, оскільки обумовлюється тільки взятими Україною міжнародними зобов'язаннями щодо охорони навколишнього середовища.

Порівняльний аналіз результатів моделювання структурних перетворень в електроенергетичного секторі України за різними сценаріями наведено у *табл. 4.10*.

Таблиця 4.10

Порівняльний аналіз результатів моделювання структурних перетворень в електроенергетичному секторі України за різними сценаріями

Параметр моделі	Пасивний сценарій	Активний сценарій		Перспективний сценарій	
		величина	відхилення від пасивного сценарію, %	величина	відхилення від пасивного сценарію
1. Енергетичні потреби країни, млрд кВт-год	119	145	21,8	145	21,8
2. Виробництво електричної енергії, млрд кВт-год	160	195	21,9	195	21,9
3. Відпуск електричної енергії, всього, млрд кВт-год	148	180	21,6	180	21,6
з нього у:					
3.1. базовому режимі	117	142	21,4	142	21,4
3.2. регулюючому режимі	31	38	22,6	38	22,6
4. Установлена потужність генерації, всього, ГВт	51,5	51,5	0	51,5	0
5. Достатня потужність генерації, всього, ГВт	49,5	70,5	42,4	34,7	-29,0
6. КВВП	0,450	0,304	-32,4	0,641	42,4

Джерело: власні розрахунки

Наведені в табл. 4.10 результати порівняльного аналізу результатів моделювання ключових параметрів моделей свідчать, що:

- модель, побудована в умовах пасивного сценарію, не здатна забезпечити обсяги виробництва електричної енергії відповідно до прогнозу ЕСУ при достатності потужностей електрогенерації;

- модель, побудована за активним сценарієм, забезпечує обсяги виробництва електричної енергії відповідно до прогнозу ЕСУ, але при цьому визначає зниження ефективності енергетичного сектора країни (з причин, викладених вище) та дефіцит встановлених потужностей електрогенерації;
- модель, побудована за перспективним сценарієм, забезпечує обсяги виробництва електричної енергії відповідно до прогнозу ЕСУ та підвищення ефективності енергетичного сектора країни, що визначає надлишок (резерв) установлених потужностей електрогенерації.

У моделі також враховані необхідні зміни на ринку електричної енергії, які охарактеризовано в *табл. 4.11*.

Таблиця 4.11

Порівняльна характеристика моделей ринку електроенергії України за пасивним і перспективним сценаріями розвитку

№	Пасивний сценарій	Перспективний сценарій	Коментар
1	2	3	4
1	На товарному ринку електроенергії виділяються 1 неорганізований (ринок двосторонніх договорів) та 3 організовані (ринок на добу наперед, внутрішньодобовий ринок, балансуєчий ринок) сегменти	Усі сегменти товарного ринку електроенергії є організованими та розподіленими у часі: строковий ринок, ринок на добу наперед, внутрішньодобовий ринок, балансуєчий ринок	Організовані сегменти ринку є більш прозорими та сприяють доброчесності у ринковій торгівлі
2	Ринок двосторонніх договорів є неорганізованим сегментом ринку, виділеним за формою торгівлі, на якому торгується виключно фізична електроенергія за закритими цінами	Строковий ринок впроваджується на біржовій основі, на якому торгується фінансова електроенергія за блочними заявками, яку можна конвертувати у фізичну або вимагати фінансових розрахунків за нею	Фінансова форма організації строкового ринку спрощує строкове планування фізичних поставок електроенергії, дозволяє хеджувати ризики короткострокової волатильності цін

Продовження табл. 4.11

1	2	3	4
3	<p>Ринок на добу наперед функціонує у одну сесію за алгоритмом об'єднання цін на основі маржинального методу ціноутворення, торгівля на якому ведеться переважно погодинними продуктами</p>	<p>Ринок на добу наперед розділяється на 3 сесії. Перші дві сесії працюють у формі безперервних аукціонів за заявленими цінами, торгівля на яких ведеться блочними продуктами базового, напівпікового та пікового навантажень на добу наперед.</p> <p>Третя сесія працює на основі аукціонів із маржинальним методом ціноутворення з погодинними продуктами</p>	<p>Поділ ринку на добу наперед на сесії дозволяє нівелювати ризики різкого зростання ціни електроенергії до рівня маржинального енергоблоку, надавши внутрішнім споживачам пріоритетного доступу до дешевих видів внутрішньої генерації.</p> <p>Третя сесія ринку на добу наперед дозволяє узгодити правила внутрішньої та зовнішньої торгівлі, надавши рівноправного доступу зовнішнім учасникам торгів</p>
3а	<p>Із ринку виведені дешеві види атомної та гідроелектрогенерації для виконання спеціальних обов'язків із забезпечення загальносуспільних потреб. АЕС та ГЕС змушені продавати електроенергію за збитковими цінами штучно створеному державному трейдеру, який перепродає її постачальникам універсальних послуг</p>	<p>Виробники електроенергії державної форми власності продають її постачальникам універсальних послуг на безперервних аукціонах на добу наперед (перша сесія) за заявленими економічно обґрунтованими державно регульованими цінами</p>	<p>Постачальники універсальних послуг самостійно планують, приймають рішення та несуть відповідальність за купівлю електроенергії для забезпечення загальносуспільних потреб.</p> <p>Державні підприємства повністю покривають свої короткострокові витрати на мінімально рентабельному рівні</p>
4	<p>На внутрішньодобовому ринку ведеться безперервна торгівля за заявленими цінами погодинними продуктами</p>	<p>Внутрішньодобовий ринок поєднує дві форми торгівлі – аукціонну із маржинальним методом ціноутворення, на</p>	<p>Виробники електроенергії із відновлюваних джерел електрогенерації стають прямими учасни-</p>

Закінчення табл. 4.11

1	2	3	4
		<p>якій торгується «зелена» електроенергія, та безперервну за заявленими цінами, де торгуються прогнози профіцити / дефіцити електроенергії. Торгівля ведеться півгодинними продуктами</p>	<p>ками ринкової торгівлі, приймаючи на себе ризики прогнозування обсягів електрогенерації, несучи відповідальність за небаланси електроенергії.</p> <p>Постачальники зобов'язані купувати весь обсяг електрогенерації із відновлюваних джерел пропорційно їх обсягам купівлі на ринку на добу наперед.</p> <p>Оператор систем передачі в змозі проводити раннє балансування, купуючи / продаючи дефіцитні обсяги балансуєної енергії</p>

Джерело: власна розробка

Таким чином, за результатами проведеного моделювання можна визначити, що енергетична модель економіки, розроблена за перспективним сценарієм, забезпечує підвищення ефективності електроенергетичного сектора країни в межах наявної величини виробничого потенціалу галузі, але вимагає структурних перетворень.

Оцінку очікуваних наслідків структурних перетворень в електроенергетиці України за умов реалізації перспективного сценарію її розвитку наведено в *табл. 4.12*.

Таблиця 4.12

Оцінка наслідків структурних перетворень в електроенергетиці України за умов реалізації перспективного сценарію її розвитку

№	Елементи енергетичної моделі економіки країни	Характерні ознаки складових моделі за сценаріями розвитку електроенергетики		Оцінка структурного перетворення
		Пасивний сценарій	Перспективний сценарій	
1	2	3	4	5
	Компонента 1. Виробництво енергії	Незадовільна ефективність виробництва енергії	Задовільна ефективність виробництва	Позитивне
<i>1. Фактори компоненти 1:</i>				
1.1	Вид і маневреність генерації	Низька маневреність генерації через нераціональну структуру	Раціональна структура потужностей і виробництва енергії	Позитивне
1.1.1	Вид генерації	Надлишок потужностей теплової (вугільної) генерації	Збалансованість часток необхідної теплової генерації і її установлені потужності на рекомендованому рівні інтенсивності використання	Позитивне
1.1.2	Маневреність генерації	Дефіцит маневрених потужностей генерації	Збалансованість генерації і навантажень в діапазоні їх регулювання	Позитивне
1.2	Структура і концентрація власності	Протириччя інтересів генеруючих компаній державної і приватної форм власності	Протириччя інтересів генеруючих компаній державної і приватної форм власності	Несуттєве

Продовження табл. 4.12

1	2	3	4	5
1.2.1	Структура власності	Більше половини активів сектора генерації знаходяться у державній власності	Більше половини активів сектора генерації знаходяться у державній власності	Несуттєве
1.2.2	Концентрація власності	Висока концентрація приватного капіталу (одне корпоративне об'єднання) в секторі теплової (вугільної) генерації	Висока концентрація приватного капіталу (одне корпоративне об'єднання) в секторі теплової (вугільної) генерації	Несуттєве
	Компонента 2. Передача та розподілення енергії	Висока монополізованість сектора передачі і розподілення енергії	Висока монополізованість сектора передачі і розподілення енергії	Несуттєве
<i>2. Фактори компоненти 2:</i>				
2.1	Географія ринків	Внутрішня орієнтованість	Внутрішня орієнтованість	Несуттєве
2.1.1	Зовнішній	Несуттєва частка	Несуттєва частка	Несуттєве
2.2.2	Внутрішній	Переважна частка	Переважна частка	Несуттєве
2.2	Модель енергетичного ринку	На стадії становлення	Удосконалені ринкові відносини	Позитивне
2.2.1	Оптового	На стадії становлення	Удосконалені ринкові відносини	Позитивне
2.2.2	Роздрібного	На стадії становлення	Удосконалені ринкові відносини	Позитивне
2.3	Структура і концентрація власності	Домінування інтересів приватного сектора	Домінування інтересів приватного сектора	Несуттєве
2.3.1	Структура власності	Визначальна частка активів енергетич-	Визначальна частка активів енергетич-	Несуттєве

Продовження табл. 4.12

1	2	3	4	5
		ної інфраструктури у приватній власності	ної інфраструктури у приватній власності	
2.3.2	Концентрація власності	Висока концентрація пропозиції на оптових ринках електроенергії і послуг з забезпечення її постачання	Висока концентрація пропозиції на оптових ринках електроенергії і послуг з забезпечення її постачання	Несуттєве
	Компонента 3. Споживання енергії	Нерівномірне споживання енергії у часі на фоні зниження його обсягів	Нерівномірне споживання енергії у часі на фоні зростання його обсягів	Позитивне
<i>3. Фактори компоненти 3:</i>				
3.1	Структура споживання	Визначальне значення інтересів суб'єктів господарювання та населення	Визначальне значення інтересів населення та суб'єктів господарювання на фоні зростання обсягів споживання енергії узгодженого з тенденціями економічного зростання	Позитивне
3.1.1	Населення	Суттєва частка	Визначальне значення інтересів населення на фоні зростання обсягів споживання енергії	Позитивне
3.1.2	Суб'єкти господарювання	Визначальна частка	Суттєва частка	Позитивне

Закінчення табл. 4.12

1	2	3	4	5
3.1.3	Бюджетні установи	Мало суттєва частка	Мало суттєва частка	Без суттєвих змін
3.2	Рівномірність споживання	Суттєві добові, місячні і сезонні коливання споживання енергії	Суттєві добові, місячні і сезонні коливання споживання енергії	Без суттєвих змін
3.2.1	Добова	Різкі коливання споживання енергії	Різкі коливання споживання енергії	Без суттєвих змін
3.2.2	Місячна	Помітне зниження споживання енергії у вихідні і святкові дні	Помітне зниження споживання енергії у вихідні і святкові дні	Без суттєвих змін
3.2.3	Річна	Суттєві сезонні коливання споживання енергії	Суттєві сезонні коливання споживання енергії	Без суттєвих змін

Джерело: власна розробка

Проведена оцінка наслідків структурних перетворень в електроенергетиці України за умов реалізації перспективного сценарію її розвитку свідчить, що «локомотивом» енергетичного, а отже, й економічного розвитку країни повинен стати розвиток сектора виробництва (генерації) електричної енергії.

Зважаючи на викладене вище, для формування нової енергетичної моделі економіки можна рекомендувати проведення таких практичних заходів.

По-перше. У масштабах ОЕСУ з метою підвищення ефективності виробництва електроенергії збалансувати встановлену потужності базової генерації з величиною річного мінімального (постійного) навантаження електромереж. Реалізація цього заходу забезпечить суттєве зниження витрат на виробництво електроенергії.

По-друге. У масштабах ОЕСУ з метою підвищення ефективності регулювання змінної частини навантажень в електромережах створити сектор регулюючої генерації зі встановленою потужністю, здатною забезпечувати оперативне покриття навантажень в електромережах у діапазоні від мінімального (постійного) до максимального. Технічною основою регулюючої генерації мають стати високоефективні маневрені технології, а саме – OCGT, CCGT та IGCC. Реалізація цього заходу забезпечить суттєве зниження витрат на виробництво електроенергії та підвищить оперативність регулювання навантажень електромереж.

По-третє. Забезпечити державну підтримку розвитку енергетичного самозабезпечення територіальних громад на базі використання місцевих і державних, що не мають промислового значення, паливно-енергетичних ресурсів. Реалізація цього заходу забезпечить розвиток розподіленої енергетики, що дозволить вирішити проблеми енергозабезпечення населених пунктів з відсутнім або недостатнім чи неякісним електропостачанням, а в масштабах країни – скоротити протяжність розподільчих електромереж.

По-четверте. У міру реалізації указаних вище заходів в ОЕСУ сформувати систему управління нового покоління (smart grids).

Проведення перелічених вище заходів потребує розробки й імплементації відповідного нормативно-правового забезпечення.

4.3. Нормативно-правове підґрунтя розвитку ринкових відносин в електроенергетичній сфері країни

Електроенергетика України перебуває у кризовому стані та потребує фінансування для забезпечення сталого розвитку. Її проблеми пов'язані із фізичною зношеністю парку енергообладнання (напрацювання всіх енергоблоків ТЕС перевищило межу паркового ресурсу у 200 тис. год), екологічною невідповідністю (згідно з Національним планом зі скорочення викидів від великих спалювальних установок 90 енергоблоків ТЕС і котлів ТЕЦ України підлягають економодерні-

зації, а 135 енергетичних установок мають бути виведені з експлуатації), низькою маневреністю (для адекватного розвитку електроенергетики України потрібне негайне будівництво 2 ГВт високоманеврених та 2 ГВт акумулюючих потужностей [42]. Водночас Енергетичною стратегією України до 2035 р. як цільові орієнтири визначається зростання виробництва електроенергії із неуглецевих джерел (атомної – на 7 %, гідро – на 86 %, ВДЕ – на 178 %). Усе це потребує впровадження ринкових механізмів розвитку потужностей в Україні. Наразі означені механізми або відсутні, або не працюють [6].

Ключовою позицією нормативно-правового регулювання економічних відносин в енергетичній сфері є створення ефективних моделей енергетичних ринків. Запроваджена із 01.07.2019 р. європейська модель ринку електроенергії в Україні передбачає торгівлю електроенергією як товаром, ринкові механізми підтримки розвитку потужностей й досі не працюють. Функціонування моделі «товарного ринку електроенергії» (з англ. energy-only markets) в Україні створило дестимулюючі сигнали розвитку електроенергетики. Як зазначає ПрАТ «НЕК Укренерго», ці сигнали обумовлюють таке [42]:

- недоцільність підтримувати в роботі потужності з низьким коефіцієнтом використання виробничої потужності, а тим більше потужність, яка може бути потрібна раз на декілька років;
- об'єктивну неможливість обґрунтування інвестиційних рішень по впровадженню нових генеруючих потужностей та заходів з керованого управління попитом, оскільки в цих умовах відсутні гарантовані джерела повернення інвестицій, покриття умовно-постійних витрат та отримання достатнього рівня прибутків на термін «життєвого» циклу відповідного проекту, оскільки спрогнозувати фінансовий потік неможливо.

Об'єктивно визнати, що технологічна недосконалість і застарілість електроенергетики України обумовлюють необхідність надання інвестиційних стимулів до її розвитку. В умовах лібералізації такі стимули мають будуватися виключно на конкурентних засадах. До таких механізмів віднесено конкурсні процедури надання підтримки для нових

Енергетична модель економічного зростання України

потужностей та так звані «зелені» механізми для виробників електроенергії із відновлюваних джерел електрогенерації.

Нормативно-правове забезпечення розвитку електроенергетики України спрямоване на визначення та реалізацію перспективних напрямів розбудови електроенергетичного комплексу та являє собою багатоетапний процес (рис. 4.13).



Рис. 4.13. Нормативно-правове забезпечення розвитку електроенергетики України

Джерело: складено за [60; 61; 62]

Передосною нормативного регулювання розвитку електроенергетики України є звіт з оцінки відповідності (достатності) потужнос-

тей для покриття прогнозованого попиту на електроенергію та забезпечення необхідного резерву з урахуванням вимог безпеки постачання, який охоплює сценарну оцінку прогнозних балансів потужностей та електроенергії ОЕС України на короткострокову, середньострокову та довгострокову перспективу з урахуванням, зокрема, структурних, економічних, ринкових, екологічних умов, заходів з управління попитом та енергоефективності, з дотриманням стандартів операційної безпеки [3].

Звіт з оцінки достатності потужностей включає [60]:

- 1) опис сценаріїв розвитку;
- 2) методологію моделювання попиту / пропозиції на ЕЕ та роботи ОЕС України;
- 3) аналіз основних тенденцій розвитку потужностей та навантаження;
- 4) оцінку ризиків ОЕС України у разі настання критичних умов з використанням відповідних критеріїв оцінки;
- 5) результати розрахунків режимів роботи ОЕС України за найгіршими сценаріями та заходи із запобігання дефіциту генеруючої та передавальної потужності.

На основі виконаного аналізу та сформованих висновків оператор систем передачі готує пропозиції щодо [3; 60]:

- необхідності розвитку системи передачі (окремих її елементів) з метою забезпечення достатньої пропускної спроможності передачі електроенергії та її відпуску в енергосистему;
- необхідності розвитку міждержавних перетинів;
- необхідності будівництва, реконструкції, модернізації потужностей;
- пропозиції до нормативно-правових документів з метою удосконалення роботи ринку електроенергії.

Затверджений звіт з оцінки достатності потужності є основою для ініціювання Міненерго конкурсу на будівництво / реконструк-

цію / модернізацію потужності. Механізм потужності) у світовій практиці є окремими продуктовим сегментом ринку електроенергії, покликаним гарантувати інвесторам повернення капіталовкладень. При цьому відбір проектів інвестиційної підтримки здійснюється на конкурентних засадах (аукціонах на потужність).

Згідно зі ст. 29 п. 1 Закону України «Про ринок електричної енергії» від 13.04.2017 № 2019-VIII (далі – Закон № 2019-VIII) в Україні передбачено впровадження механізмів потужностей на конкурсній основі, зокрема, зазначається таке: «Якщо для покриття прогнозованого попиту на електроенергію наявних генеруючих потужностей, у т. ч. тих, що отримали право на будівництво, та заходів з управління попитом недостатньо, для забезпечення безпеки постачання електроенергії застосовуються конкурсні процедури на будівництво та на виконання заходів з управління попитом, які, зокрема, включають заходи з будівництва нової, проведення реконструкції (модернізації) діючої, подовження строку експлуатації енергоблоків атомних електростанцій. Величина необхідної потужності визначається на основі звіту з оцінки відповідності (достатності) генеруючих потужностей для покриття прогнозованого попиту та забезпечення необхідного резерву за результатами здійснення моніторингу безпеки постачання» [60].

Приймати рішення про впровадження механізмів потужностей України буде безпосередньо Кабінет Міністрів України разом із центральним органом виконавчої влади (наразі це Міненерго України), тоді як моніторинг виконання інвестором зобов'язань щодо забезпечення розвитку потужності, визначених за результатами конкурсу, здійснюється оператором систем передачі, тобто ПрАТ «НЕК Укренерго». Умови проведення конкурсів на будівництво потужностей та на виконання заходів з управління попитом мають враховувати вимоги щодо охорони навколишнього природного середовища та потребу в заохоченні інновацій (п. 3 ст. 29 Закону [60]).

Як інвестиційні стимули для розбудови потужностей електроенергетичного комплексу України можуть застосовуватися (п. 6 ст. 29 Закону [60]):

- 1) встановлення плати за послугу із забезпечення розвитку генеруючої потужності;
- 2) сприяння відведенню земельної ділянки/виділенню майданчика для будівництва нової генеруючої потужності;
- 3) застосування механізмів державно-приватного партнерства;
- 4) надання державної допомоги суб'єктам господарювання за рахунок ресурсів держави чи місцевих ресурсів.

Як передбачається, основним стимулом буде плата за послугу із забезпечення розвитку генеруючої потужності, яка буде визначатися за результатами конкурсу та сплачуватися оператором системи передачі переможцям такого конкурсу із тарифу на передачу електроенергії (тариф повинен бути збільшений на величину фонду із забезпечення розвитку потужності).

На виконання ст. 29 Закону № 2019-VIII центральним органом виконавчої влади (тоді ще Міненерговугілля) було розроблено, а Кабінетом Міністрів України затверджено Постанову «Про затвердження Порядку проведення конкурсу на будівництво генеруючої потужності та виконання заходів з управління попитом» від 10.07.2019 № 677, згідно з якою передбачається впровадження механізмів потужностей в Україні у формі цільових аукціонів на потужність, тобто виключно для додаткової потужності [61]. Основні положення та технологічний регламент цих аукціонів узагальнено систематизовано у *табл. 4.13* та *рис. 4.14*.

Таблиця 4.13

Нормативні положення конкурсів на потужність в Україні

Положення	Зміст
1	2
Об'єкти конкурсу	<ul style="list-style-type: none"> ▪ нова потужність; ▪ реконструкція (модернізація) діючої потужності; ▪ продовження строку експлуатації енергоблоків атомних електростанцій; ▪ виконання заходів з управління попитом

1	2
Підстава для конкурсу	Результати: а) звіту з оцінки відповідності (достатності) генеруючих потужностей; б) звіту про результати моніторингу безпеки постачання електроенергії
Суб'єкти конкурсу	Учасниками конкурсу можуть бути лише суб'єкти із досвідом реалізованого проєкту з реконструкції та/або модернізації енергетичного устаткування та/або нового будівництва електростанції із встановленою потужністю не менше 20 МВт
Кваліфікаційні вимоги до пропозиції	<ul style="list-style-type: none"> ▪ основні технічні вимоги; ▪ мінімальна та максимальна величина пропозиції додаткової потужності; ▪ необхідні режими роботи потужності; ▪ максимальний граничний строк введення об'єкта у промислову експлуатацію; ▪ мінімальний строк гарантованої (проєктної) експлуатації (години напрацювання) потужності; ▪ мінімальний строк оплати наданої послуги із забезпечення розвитку потужності
Гарантійне забезпечення	Для конкурсної документації дорівнює 10000 тис. євро за 1 МВт; Для переможців конкурсу – 30000 тис. євро за 1 МВт
Послідовність проведення конкурсу	Конкурс проводиться двома етапами: <ul style="list-style-type: none"> ▪ проведення кваліфікації учасників відповідно до вимог конкурсної документації; ▪ визначення переможця (переможців) з числа кваліфікованих учасників шляхом відбору кращої цінової пропозиції
Ціноутворення	Відбувається за заявленою ціною виходячи з таких умов: <ul style="list-style-type: none"> ▪ відбираються найнижчі цінові пропозиції за рейтингом у порядку збільшення, доки сума потужностей обраних конкурсних пропозицій повністю або з перевищенням (перевищення дорівнює мінімальній величині пропозиції додаткової потужності) покриє обсяг закупівлі величини необхідної потужності.

Закінчення табл. 4.13

1	2
	У випадку подання однакових цінових пропозицій рейтинг також визначається у порядку збільшення строку введення в експлуатацію об'єкта будівництва
Плата за послугу із розвитку потужності	Включається до тарифу на послуги з передачі електроенергії як окрема складова витрат. Здійснюється рівними частинами з дня наступного за введення об'єкта у експлуатацію протягом усього договірному періоду

Джерело: за матеріалами [61]

Примітка: ЕЕ – електроенергія, ГП – генеруюча потужність; ОСП – оператор систем передачі; КМУ – Кабінет Міністрів України

Загалом наведений механізм функціонування ринку потужностей є неідеальним, що обґрунтовується таким:

- довготривала процедура проведення конкурсу, що обумовлює накладання часових границь із звітом оцінки адекватності;
- прописаний під крупних гравців ринку, які мають істотний досвід у будівництві генеруючих потужностей та здатні нести гарантійне забезпечення;
- гарантійне забезпечення недиференційоване за типами технологій та обсягами капіталовкладень;
- оновлення парку потужностей є другорядним завданням порівняно із реконструкцією та продовження експлуатації існуючого;
- одноетапність проведення конкурсу за ціновими пропозиціями не дозволяє розвивати конкуренцію;
- відсутні екологічні вимоги до учасників конкурсу;
- низька відповідальність переможців конкурсу, які ризикують виключно гарантійним забезпеченням, відсутні штрафні санкції за недоступність потужності на ринку електроенергії, хоча б під час стресових ситуацій;

Енергетична модель економічного зростання України

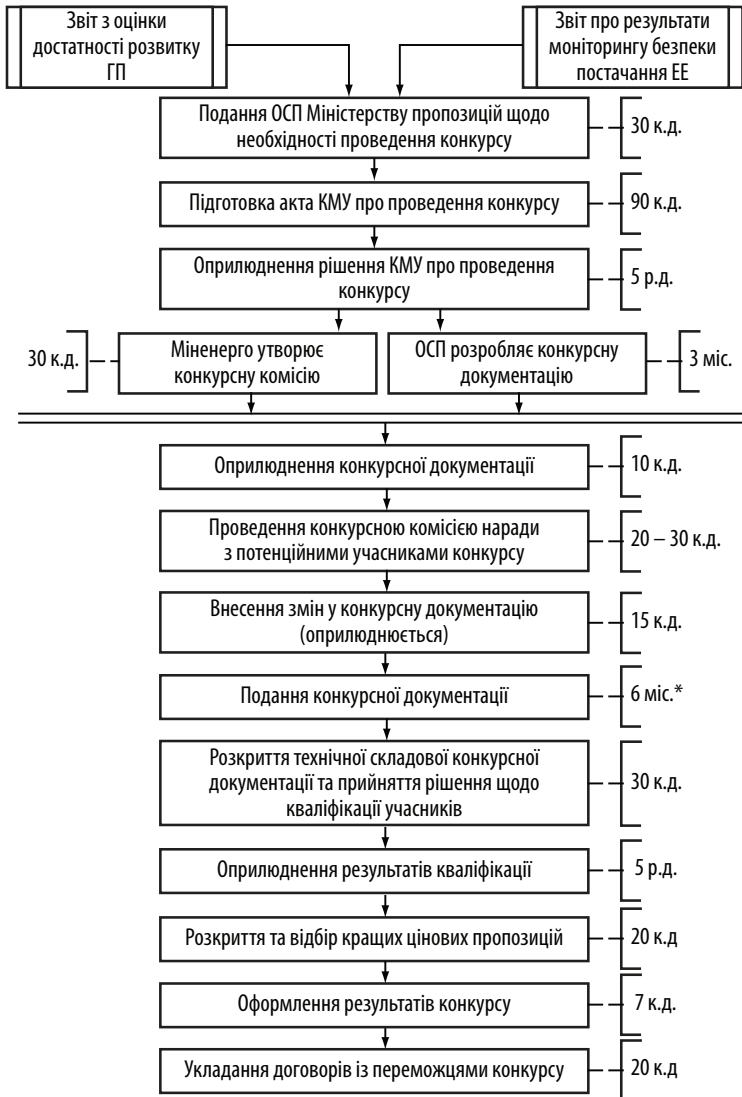


Рис. 4.14. Технологічний регламент конкурсів на потужність в Україні

Джерело: за матеріалами [61]

- плата за послугу з розвитку потужності включається у тариф на передачу, що обумовлює розмиття функцій передачі та виробництва;
- неоптимальність перекладання плати за потужність на споживачів, оскільки остання визначається рівними частинами.

Загалом системні проблем електроенергетики України (вужька диверсифікованість, неманевреність, великі понаднормативні напруження обладнання, ізолюваність і стрімкий розвиток відновлюваних джерел електрогенерації) дозволяють припустити, що цільовий підхід (тільки для додаткових потужностей) буде недостатнім для забезпечення адекватного сталого розвитку її у майбутньому.

Механізми потужностей ще не запущено в Україні, їх впровадження відкладається третій рік поспіль. Як зазначає ПрАТ «НЕК Укренерго» у звіті з оцінки відповідності потужностей на 2022–2031 рр., що передбачений механізм (конкурс) на потужність «на практиці може не дати очікуваного результату, оскільки повернення частки інвестицій не гарантує життєздатність відповідних проєктів» [42].

Другим напрямом стимулювання розвитку електроенергетики є «зелені» механізми, так звані «зелені» тарифи та «зелені аукціони» (останні ще не запущено). Наразі для підтримки розвитку виробництва електроенергії із відновлюваних джерел електрогенерації використовуються виключно «зелені тарифи», які встановлені на період до 2030 р. Згідно зі ст. 91 закону України «Про альтернативні джерела енергії» від 20.02.2003 № 555-IV за основу розрахунку цін на електроенергії із відновлюваних джерел електрогенерації прийнято тариф за кіловат-годину для 2-го класу промспоживачів станом на січень 2009 р., перерахований у євро на визначену дату і помножений на коефіцієнт залежно від виду потужності відновлюваних джерел електрогенерації. Функцію розрахунку «зелених» тарифів наразі покладено на НКРЕКП [63].

Держава гарантує застосування «зелених тарифів», закупівлю електроенергії із відновлюваних джерел електрогенерації а також

розрахунки у повному обсязі за вироблену електроенергію для відповідних об'єктів введених в експлуатацію до 31 грудня 2024 р. У разі запровадження інших механізмів стимулювання виробництва електроенергії із відновлюваних джерел електрогенерації, суб'єкти господарювання можуть обрати новий порядок стимулювання [60; 63].

Із запровадженням нової моделі ринку електроенергії в Україні обов'язки, визначені у Законі України № 555-IV щодо купівлі електроенергії із відновлюваних джерел електрогенерації у суб'єктів господарювання, яким встановлено «зелений» тариф, перейшли до гарантованого покупця [63; 64]. Гарантований покупець зобов'язаний викупити та здійснити оплату за «зеленим тарифом» всього фактичного обсягу електроенергії із відновлюваних джерел електрогенерації за вирахуванням витрат на власні потреби таких об'єктів на підставі даних комерційного обліку, отриманих від адміністратора комерційного обліку [63].

Згідно з п. 3 ст. 65 Закону України № 2019-VIII функціонує ринок відновлюваної електроенергії виключно у формі двосторонніх договорів, які укладаються між виробником, якому встановлено «зелений» тариф, та гарантованим покупцем на строк дії «зеленого» тарифу, встановленого для відповідного виробника [60].

Безпосередньо порядок купівлі електроенергії із відновлюваних джерел електрогенерації за «зеленим» тарифом визначається Регулятором [63] та був затверджений Постановою НКРЕКП від 26.04.2019 № 641 [64], згідно з якою схема договірних відносин на РВЕ виглядає таким чином (рис. 4.15).

Гарантований покупець одночасно з виконанням зобов'язань з купівлі електроенергії за «зеленим» тарифом надає оператору систем передачі послугу із забезпечення збільшення частки виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії. Така послуга надається до 2030 р. відповідно до типового договору про надання послуг, затвердженого НКРЕКП. Послуга надається на фактичні обсяги відпущеної електроенергії суб'єктами господарювання, які входять до складу балансуєної групи гарантованого покупця.

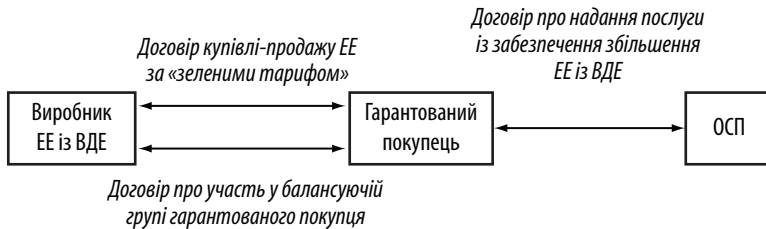


Рис. 4.15. Схема договірних відносин між виробниками електроенергії за «зеленим тарифом» та гарантованим покупцем

Джерело: за матеріалами [63; 64]

Вартість послуги визначається як різниця між вартістю електроенергії, купленої ним за «зеленим» тарифом, та її вартістю під час продажу на ринку на добу наперед та внутрішньодобовому ринку, витрат, пов'язаних із урегулюванням небалансів електроенергії балансуючої групи гарантованого покупця, та витрат, передбачених кошторисом гарантованого покупця на його діяльність. Розмір вартості послуги визначається відповідно до порядку купівлі електроенергії за «зеленим» тарифом та затверджується Регулятором [63; 64].

Обов'язки виробників електроенергії із відновлюваних джерел електрогенерації за «зеленим тарифом» [63]:

- 1) стати учасником ринку у визначеному порядку;
- 2) укласти з гарантованим покупцем двосторонній договір та увійти до балансуючої групи гарантованого покупця;
- 3) щодобово подавати гарантованому покупцю свої добові графіки відпуску електроенергії на наступну добу.

Права та обов'язки гарантованого покупця узагальнено у *табл. 4.14*.

За відхилення фактичних погодинних обсягів відпуску електроенергії виробників за «зеленим» тарифом від їхніх погодинних графіків відпуску виробниками, які входять до балансуючої групи гарантованого покупця, відшкодовується частка вартості врегулювання небалансу електроенергії гарантованого покупця відповідно до пра-

вил функціонування такої балансуючої групи (п. 5 ст. 71 [60]). Згідно із прикінцевих положень Закону № 2019-VIII (п. 11 Розділ XVII) до 31.12.2020 р. виробники електроенергії із відновлюваних джерел електрогенерації не несуть відповідальності за небаланси електроенергії, тоді як із 01.01.2021 р. передбачено поступове збільшення частки відшкодування небалансів на 10 % щорічно, тобто повна відповідальність таких виробників настане тільки 01.01.2030 р. [60].

Таблиця 4.14

Права й обов'язки гарантованого покупця перед виробниками електроенергії із відновлюваних джерел в Україні

Права гарантованого покупця:	Обов'язки гарантованого покупця:
1) своєчасне та в повному обсязі отримання коштів за продану електроенергії відповідно до укладених договорів; 2) отримання від виробників, у яких він купує електроенергію за «зеленим» тарифом, їхніх добових графіків відпуску; 3) отримання від адміністратора комерційного обліку даних про фактичні обсяги відпуску електроенергії виробниками, у яких купує її гарантований покупець; 4) доступ до інформації про діяльність на ринку електроенергії; 5) інші права, передбачені у нормативно-правових актах, що регулюють функціонування ринку електроенергії, та умовами укладених договорів	1) дотримуватися ліцензійних умов та інших нормативно-правових актів, що регулюють функціонування ринку електроенергії; 2) укласти та виконувати договори, обов'язкові для провадження діяльності на ринку електроенергії; 3) купувати у суб'єктів господарювання, яким встановлено «зелений» тариф, всю відпущену електроенергію із відновлюваних джерел електрогенерації за встановленим «зеленим» тарифом з урахуванням надбавки до нього; 4) стати стороною, відповідальною за баланс балансуючої групи гарантованого покупця, з якими він уклав двосторонні договори; 5) надавати повідомлення оператору систем передачі про договірні обсяги купівлі-продажу електроенергії; 6) сплачувати своєчасно та у повному обсязі за електроенергію, куплену у виробників за «зеленим» тарифом; 7) надавати учасникам ринку інформацію, необхідну для виконання ними функцій

Джерело: за матеріалами [60]

Враховуючи стрімкий розвиток відновлюваної електрогенерації в Україні та розбалансування енергосистеми, із липня 2020 року посилено фінансову відповідальність для крупних виробників «зеленої» електроенергії, яка має становити 50 % із 01.01.2021 р. та 100 % із 01.01.2022 р. за відхилення фактичного графіку електрогенерації від прогнозного для виробників електроенергії із сонця на 5 % та із вітру – на 10 % [60].

Отже, ринок відновлюваної електроенергії України функціонує у формі монопсонії, де гарантований покупець-монопсоніст зобов'язаний купувати всю електроенергію із відновлюваних джерел електрогенерації. Агрегований механізм його функціонування наведено на *рис. 4.16*.

Гарантований покупець виходить на ринок двосторонніх договорів (через торговельну платформу Української енергетичної біржі), ринок на добу наперед і внутрішньодобовий ринок (через торгівлі платформи ДП «Оператор ринку») на рівні нижніх цінових обмежень (10 грн/МВт·год) та за необхідності купує електроенергію на внутрішньодобовому ринку за найменшими заявленими цінами.

Згідно зі ст. 71 Закону № 2019-VIII продаж електроенергії із відновлюваних джерел електрогенерації за «зеленим тарифом» не виключає можливості відповідних виробників брати участь у інших сегментах товарного ринку електроенергії та за бажанням та за умов сприятливої ринкової кон'юнктури виробники електроенергії із відновлюваних джерел електрогенерації можуть продати її на різних часових сегментах замість продажу гарантованому покупцю [60].

На заміну «зеленим» тарифам в Україні пропонується запровадити аукціонний механізм підтримки розвитку електроенергії із відновлюваних джерел електрогенерації (згідно з Законом України «Про внесення змін до деяких законів України щодо забезпечення конкурентних умов виробництва електричної енергії з альтернативних джерел енергії» № 2755-VIII від 11.07.2019 [65]), що дасть змогу забезпечити прозору конкуренцію між інвесторами та встановити реальну ринкову ціну на «зелену» електроенергію. На думку заступника

Енергетична модель економічного зростання України

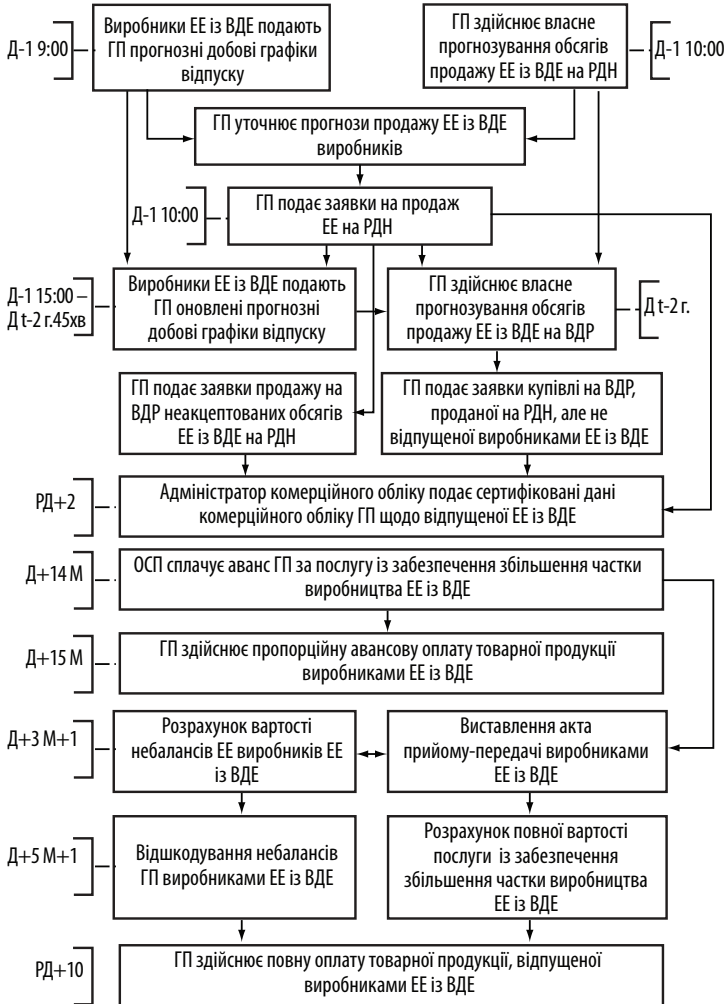


Рис. 4.16. Агрегований механізм функціонування ринку відновлюваної електроенергії в Україні

Джерело: за матеріалами [60; 63; 64]

Примітка: ЕЕ – електроенергія, ВДЕ – відновлювані джерела генерації, ГП – гарантований покупець, РДН – ринок на добу наперед, ВДР – внутрішньодобовий ринок, Д – доба постачання

директора представництва ЄБРР в Україні М. Петрова, відомі закордонні девелопери не зацікавлені в розвитку відновлюваної електроенергетики в Україні навіть в умовах найвищого в Європі «зеленого» тарифу, тоді як аукціонний механізм торгівлі – це більш надійний інструмент, ніж закон [66; 67]. Вимога щодо розробки та впровадження аукціонного підходу є ключовою також і для України у рамках співпраці з ЄБРР [68], тому питання впровадження аукціонного механізму торгівлі електроенергією із відновлюваних джерел електрогенерації є нагальним для забезпечення інвестиційної привабливості «зеленої» електрогенерації в Україні.

Для переможців аукціону пропонується надання фінансової підтримки у виді компенсації між аукціонною ціною з урахуванням надбавки за дотримання рівня використання обладнання українського виробництва та ціною електроенергії, визначеною за результатами продажу її на ринку на добу наперед. Щорічно на аукціоні буде розподілятися квота для об'єктів генерації на основі відновлюваних джерел електрогенерації, що визначається для кожного джерела альтернативної енергії (окрім доменного та коксівного газів, а з використанням гідроенергії – лише мікро-, міні- та малих гідроелектростанцій) [65].

У *табл. 4.15* наведено визначальні особливості проведення «зелених» аукціонів в Україні.

Згідно із Постановою КМУ «Про запровадження конкурентних умов стимулювання виробництва електричної енергії з альтернативних джерел енергії» від 29.12.2019 № 1175 пропонується такий технологічний регламент проведення «зелених» аукціонів (*табл. 4.16*).

Згідно з постановою КМУ від 29.12.2019 № 1175 [69] адміністратором електронної торгової системи визначено ДП «Прозоро. Продажі», а сам механізм функціонування «зелених» аукціонів є аналогом тендерної процедури у сфері публічних закупівель.

Проте затверджений механізм «зелених» аукціонів вважається неідеальним, та його помилка закладена на рівні принципів функціонування, зокрема:

Таблиця 4.15

Особливості функціонування «зелених» аукціонів в Україні

Характеристика	Особливості
1	2
Періодичність проведення аукціонів	Двічі на рік – до 01.05 та до 01.10
Строк застосування аукціонів	Із 01.07.2019 до 31.12.2029 рр.
Строк надання державної підтримки	На 20 років з дня введення об'єкта в експлуатацію
Визначення державної квоти	КМУ за поданням Міненерго встановлює річні квоти підтримки на наступні 5 років
Підстава для розрахунку квот	Міжнародні зобов'язання України щодо розвитку відновлюваної енергетики, Енергетична стратегія України, звіт з оцінки відповідності (достатності) генеруючих потужностей, план розвитку системи передачі, стану реалізації проєктів будівництва об'єктів відновлюваної енергетики
Розподіл квот державної підтримки	За видами відновлюваної електрогенерації для: СЕС – не менше 15 %; ВЕС – не менше 15 %; інших видів альтернативних джерел енергії (крім доменного та коксівного газів, а з використанням гідроенергії – лише мікро-, міні- та малих гідроелектростанцій) – не менше 15 %
Види аукціонів	Основна форма – технологічно спеціалізовані; ▪ додаткові – аукціони із земельними ділянками; ▪ додаткова (за можливістю) – технологічно нейтральні
Умови участі в аукціоні	СЕС потужністю понад 1 МВт та ВЕС понад 5 МВт, участь є обов'язковою, а для інших видів відновлюваних джерел електрогенерації – добровільною
Обмеження у розподілі квоти	За ціною – не більше встановленого «зеленого тарифу» за видами відновлюваних джерел електрогенерації. За обсягами – не більше 80 % від розміру квоти.

Закінчення табл. 4.15

1	2
	За вартістю: не більше 25 % від загального обсягу на одного кінцевого бенефіціара
Місце проведення аукціону	Електронні торговельні майданчики
Принцип побудови аукціонного	Тендерна процедура у формі сліпих аукціонів. Розкриття цінових пропозицій
Метод ціноутворення	За заявленими цінами: аукціонна ціна визначається для кожного учасника окремо та фіксується в євро та у гривневому еквіваленті, що визначений за офіційним валютним курсом НБУ на дату укладення договору. На дату сплати аукціонна ціна перераховується гарантованим покупцем у національну валюту за середнім офіційним валютним курсом Національного банку України за розрахунковий період
Ціна договору	Виражена у євро за 1 кВт-год
Гарантійне забезпечення	Для участі в аукціоні – безвідклична банківська гарантія у розмірі 5 євро/кВт, яка повертається після визначення його результатів. Для переможців аукціону – безвідклична банківська гарантія у розмірі 15 євро/кВт, яка повертається після впровадження об'єкта в експлуатацію
Строк будівництва нової потужності	Протягом двох років для СЕС та трьох років для інших виробників ЕЕ із відновлюваних джерел електрогенерації
Оплата вартості, відпущеної ЕЕ із відновлюваних джерел електрогенерації	Щомісячно не пізніше 20 числа місяця, що настає за розрахунковим періодом

Джерело: за матеріалами [65]

Таблиця 4.16

Агрегований технологічний регламент проведення «зелених» аукціонів в Україні [69]

Часові границі	Зміст завдань	Учасники	Особа, яка приймає рішення
1	2	3	4
Щороку до 15.09	Пропозиція щодо розміру річних квот підтримки суб'єктів господарювання, які виробляють ЕЕ із АДЕ на наступні 5 років з розподілом за окремими видами альтернативних джерел енергії	Держенерго-ефективності, оператор системи передачі	Уповноважений орган (Міненерго України)
Щороку до 31.10	Проект рішення щодо встановлення річних квот підтримки суб'єктів господарювання	Уповноважений орган (Мінекоенерго України)	Кабінет Міністрів України
Чітко невизначено	Рішення щодо встановлення річних квот підтримки та графіка проведення аукціонів	–	Кабінет Міністрів України
Чітко невизначено	Публікація оголошення про проведення аукціону	Гарантований покупець	–
Через 30 днів, але не пізніше 60 днів після опублікування оголошення	Подача заявок на участь в аукціоні, що складаються із величини потужності та цінової пропозиції	Потенційні учасники аукціону	–
	Перевірка відповідності ідентифікаційної інформації потенційного учасника	–	Оператор авторизованого електронного майданчика
Визначений час проведення торгів	Активізація модуля проведення аукціону, якщо поданих заявок більше двох	–	Автоматично електронною торговою системою
Протягом 15 хвилин	Оновлення цінових пропозицій учасників	–	Зареєстровані учасники аукціону

Закінчення табл. 4.16

1	2	3	4
Після 15 хвилин	Розкриття інформації учасників торгів	–	Автоматично електронною торговою системою
	Ранжування цінових пропозицій учасників у порядку збільшення	–	
	Формування протоколу про результати торгів	–	
Протягом 10 наступних робочих днів (роб. дн.)	Кваліфікація учасників за результатами торгів	–	Гарантований покупець
Протягом 2 наступних роб. дн.	Підписання протоколу про результати торгів з кожним учасником	–	Гарантований покупець
Протягом 15 наступних роб. дн.	Підписання протоколу про результати торгів та договору купівлі-продажу	–	Переможці аукціону
Протягом 15 наступних роб. дн.	Підписання договору купівлі-продажу	–	Гарантований покупець

- 1) забезпечення добросовісної конкуренції серед учасників – учасники торгів не можуть конкурувати один з одним на пониження ціни, оскільки торги відбуваються в 1 раунд, тому вони можуть лише «всліпу» змінювати власні цінові пропозиції;
- 2) відкритості, прозорості та недискримінації учасників – дані щодо пропозицій учасників є невідомими до оголошення результатів торгів та ціноутворення за заявленою ціною, що сприяє ціновій дискримінації учасників;
- 3) закритості інформації про учасників і їх пропозицій до моменту завершення аукціону – учасники торгів не можуть конкурувати один з одним;

- 4) автоматичної оцінки цінових пропозицій учасників електронною торговою системою – єдиним критерієм відбору переможців є ціна пропозиції;
- 5) об'єктивної та неупередженої перевірки гарантованим покупцем документів і відомостей учасників щодо відповідності вимогам після завершення аукціону – процедура кваліфікації учасників відбувається після завершення аукціону, що викривляє логіку процесу торгів і можливість попереднього коригування пропозицій учасників для розвитку конкуренції.

Загалом можна констатувати, що в Україні ще не створено ефективного нормативно-правового підґрунтя узгодженого економічного і енергетичного розвитку країни.

Із метою розвитку ринкових відносин в енергетичній сфері країни пропонуються такі заходи щодо їх реформування, які передбачають організацію торгівлі електроенергією виключно на організованій біржовій основі у всіх сегментах ринку, а саме:

- створення системи обігу фінансових деривативів (ф'ючерсів) на строковому ринку електроенергією із можливістю їх фінансового погашення, каскадування або конвертації у форвардні контракти;
- впровадження трьох біржових сесій на ринку на добу наперед, які поєднують безперервну торгівлю за заявленими цінами і сліпі аукціони, діючі за маржинальним ціноутворенням – перша сесія організується для покриття потреб захищених споживачів найдешевшою електроенергією за заявленими цінами виробників, на другій сесії розподіляються добові блочні продукти за заявленими цінами виробників серед внутрішніх споживачів електроенергії, на третій сесії торгуються погодинні продукти за маржинальним методом ціноутворення, де продавцями є як національні виробники (в межах залишкового навантаження), так і імпортери, трейдери й інші учасники ринку, які мають не-законтраковані обсяги електроенергії.

Подолання вад притаманних національній енергетиці, оновлення енергетичних потужностей, впровадження ВДЕ-технологій вимагають інвестиційної підтримки, яку доцільно надавати на конкурентних засадах, для чого на ринку потужностей пропонуються створення двох продуктових сегментів, а саме ринків традиційної та альтернативної потужності, кожен з яких, своєю чергою, необхідно поділити на чотири часових сегменти – спотовий (на наступну добу), коротко- (однорічні аукціони), середньо- (трирічні аукціони) та довгостроковий (п'ятирічні аукціони), що його учасникам дозволить завчасно планувати свою інвестиційну діяльність.

Реалізація викладених вище пропозицій щодо реформування ринку електроенергії України дозволять забезпечити його операційну ефективність функціонування та стратегічних розвиток електроенергетики в цілому.

ВИСНОВКИ

Проведене дослідження дозволило отримати такі взаємопов'язані наукові та практичні результати.

1. Установлено протиріччя між національними та глобальними тенденціями, як економічного, так і енергетичного розвитку, що проявляється у зменшенні обсягів національного ВВП, виробництва та споживання енергії на фоні їх глобального зростання.
2. Аналіз енергетичної сфери України показав наявність у країні стійких тенденцій: скорочення використання енергії в господарській діяльності та побуті; скорочення виробництва первинних паливно-енергетичних ресурсів; заміщення значної частки виробництва паливно-енергетичних ресурсів їх імпортованими поставками; зменшення обсягів енергоперетворення; технологічне відставання національного електроенергетичного комплексу від світових тенденцій; техніко-технологічна застарілість основних засобів в енергетиці.
3. Зменшення використання енергії з темпами, що перевищували темпи скорочення обсягів виробництва, обумовило деяке зниження енергоємності економіки, переважно за рахунок скорочення масштабів енергоємних виробництв. Однак величина цього зменшення не здатна забезпечити суттєвого скорочення п'ятикратного розриву між рівнями енергетичної ефективності світової і української економік.
4. Уточнено теоретичні засади енергетичної моделі економіки країни як відображення стану реальної системи енергозабезпечення (електрозабезпечення) країни, яка змінюється під дією сукупності зовнішніх та внутрішніх факторів. На відміну від економетричних моделей, енергетична модель має бути гібрид-

ною, побудованою на теоретико-методичних засадах імітаційного моделювання і моделі економічної рівноваги.

5. Обґрунтовано концептуальні положення енергетичної моделі економіки країни, які визначають склад процесів (компонент), що моделюються, послідовність їх зв'язків та вплив ресурсно-технологічних, виробничих, майнових і ринкових факторів на їх розвиток (поведінку).
6. Застосування розроблених теоретико-методичних положень дозволило визначити компонентно-факторну структуру та параметри енергетичної моделі економіки країни за різними сценаріями можливих структурно-технологічних перетворень в енергетиці, з яких до реалізації рекомендовано варіант, здатний забезпечувати довгострокові тенденції зростання ефективності сфери енергозабезпечення та економічного розвитку країни.
7. Розроблено методичне забезпечення виміру параметрів енергетичної моделі національної економіки в енергетичних величинах, що дозволило забезпечити можливість їх зіставлення при порівнянні наслідків структурних зрушень в енергетичній сфері за різними сценаріями.
8. Розроблено методичний підхід до ідентифікації доцільних до застосування в Україні інноваційних технологій електрогенерації за критеріями енергоємності і витратності виробництва енергії на основі порівняльної оцінки їх характеристик.
9. Практичне застосування методичного підходу до ідентифікації доцільних до освоєння в Україні технологій електрогенерації дозволило визначити основні напрями структурно-технологічної модернізації національної електроенергетики і сформувати портфель інноваційних енергетичних технологій, освоєння яких здатне забезпечити підвищення ефективності енергозабезпечення країни, підвищення збалансованості потужностей і режимів генерації з графіками використанням електроенергії, сти-

мулювати розвиток енергетичної самодостатності територій за рахунок створення систем управління енергомережами нового покоління (smart grids) та розвитку розподіленої генерації електроенергії (у т.ч. з використанням відновлюваних і нетрадиційних паливно-енергетичних ресурсів).

10. Розроблено методичний підхід до вибору оптимального варіанта енергетичної моделі національної економіки з множини сценаріїв можливих структурних зрушень за критерієм їх найбільшої відповідності завданням економічного зростання країни на основі оцінки економічних наслідків згаданих зрушень.
11. Розроблено концепцію побудови моделі економічного розвитку країни, впровадження якої має забезпечити тенденційні структурні зміни в національній енергетиці, спрямовані на забезпечення зростаючих енергетичних потреб країни, підвищення енергоефективності економіки і самої енергетики, підвищення доступності електроенергії.
12. Прогнозування структурних зрушень в енергетичній сфері України з використанням теоретико-методичних засад енергетичної моделі економіки дозволить: визначити напрями системного і технологічного розвитку енергетичного комплексу країни; обґрунтувати заходи з оптимізації встановлених потужностей генерації енергії з метою забезпечення збалансованості добових графіків (режимів) споживання і виробництва енергії, розширення ресурсної бази електрогенерації за рахунок інтенсифікації використання місцевого енергетичного потенціалу; підвищити ефективність генерації, передачі і розподілення електроенергії, а отже, і енергоефективність національної економіки в цілому.
13. Очікуваними результатами впровадження енергетичної моделі національної економіки, що рекомендується, має стати зростання: економічної ефективності базової електрогенерації; технологічного рівня, оперативності й економічної ефективності регулюючої електрогенерації; рівня енергетичного само-

забезпечення територій; якості, ефективності й оперативності управління енергосистемами.

14. Реалізація заходів з формування нової енергетичної моделі в країні економічного розвитку країни потребує додаткового нормативно-правового регулювання, у тому числі ринкових відносин в електроенергетичній сфері.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Gross domestic product: Total and per capita, current and constant (2015) prices, annual: Economic trends. URL: <https://unctadstat.unctad.org/wds/TableView/tableView.aspx?ReportId=96>

2. Таблиця «Витрати-випуск» // Державна служба статистики України. URL: <https://ukrstat.gov.ua>

3. Таблиця «Кінцевий випуск паливно-енергетичних ресурсів» // Державна служба статистики України. URL: <https://ukrstat.gov.ua>

4. Abosedra S., Shahbaz M., Sbia R. The Links between Energy Consumption, Financial Development, and Economic Growth in Lebanon: Evidence from Cointegration with Unknown Structural Breaks. URL: <https://www.hindawi.com/journals/jen/2015/965825/>

5. Toman M., Jemelkova B. Energy and Economic Development: An Assessment of the State of Knowledge. URL: <https://media.rff.org/archive/files/sharepoint/WorkImages/Download/RFF-DP-03-13.pdf>

6. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 18.08.2017 № 605-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80#Text>

7. Стан і перспективи розвитку технологій «інтелектуальних» електромереж, управління попитом та систем режимного управління в умовах розвитку поновлюваних джерел енергії у зарубіжній енергетичній сфері // НЕК «Укренерго». URL: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/04/1.-Stan-rozvytku-smart-grid.pdf>

8. Стрішенець О. Світові тенденції розвитку економіки енергетики у XXI ст.: адаптація до українських реалій. *Економічний часопис Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки*. 2016. № 1. С. 73–79.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

9. Fostering Effective Energy Transition 2020 edition // World Economic Forum. URL: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Fostering_Effective_Energy_Transition_2020_Edition.pdf

10. World Energy Trilemma Index 2020 // World Energy Council. URL: <https://trilemma.worldenergy.org/>

11. International Index of Energy Security Risk 2020 Edition // Global Energy Institute. URL: <https://www.globalenergyinstitute.org/energy-security-risk-index>

12. Статистический ежегодник мировой энергетики 2020. URL: <https://yearbook.enerdata.ru/total-energy/world-energy-intensity-gdp-data.html>

13. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2030 року : Постанова Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 № 1071-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1071-2013-%D1%80#Text>

14. Звіт про науково-дослідну роботу «Обґрунтування напрямів розвитку розподіленої енергетики в Україні» в складі цільового наукового проекту «Економічні, техніко-технологічні імперативи цільового розвитку енергетики України» (остаточний), Науково-дослідний центр індустріальних проблем розвитку Національної академії наук України – 2018.

15. Бицюра Ю. Структурні зрушення в економіці європейських країн. *Зовнішня торгівля: економіка, фінанси, право*. 2016. № 3. С. 59–72.

16. Аралбаева Г. Г., Афанасьев В. Н. Прогнозирование структурных сдвигов в отраслевой структуре экономики Оренбургской области на основе системы эконометрических уравнений. *ВЕСТНИК ОГУ*. 2011. № 13 (132). С. 23–29.

17. Шмидт Ю. И. Показатели оценки структурных сдвигов в аграрном секторе экономики. *Альманах современной науки и образования*. 2013. № 6 (73). С. 190–193.

18. Шкалева Е. В., Тарасова Ю. А. Оценка структурных сдвигов и структурных различий при проведении статистического анализа

экономического развития регионов // Территориальный орган федеральной службы государственной статистики по Тульской области. URL: http://tulastat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/tulastat/resources/2877a500487736b8b4f4f7eaa5adf2/Шкалева,Тарасова.pdf

19. Акбердина В. В. Структурные изменения в экономике Свердловской области: проблемы, тенденции развития. *Экономика регионов*. 2008. № 2. С. 149–161.

20. Красильников О. Ю. Структурные сдвиги в экономике: теория и методология. Саратов : Науч. кн., 1999. 74 с.

21. Елхина И. А. Структурные сдвиги и структурные различия хозяйственных систем в России. *Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета*. 2014. № 4. С. 38–41.

22. Большой экономический словарь / под ред. А. Н. Азрилияна. Москва : Ин-т новой экономики, 2007. 1152 с.

23. Геєць В., Шинкарук Л., Артемова Т. та ін. Структурні зміни та економічний розвиток України : монографія. Київ : Ін-т економіки та прогнозування НАНУ, 2011. 696 с.

24. Романова Т. В. Інтегральні показники оцінювання структурних зрушень в економіці. *Економіка і регіон*. 2016. № 6 (61). С. 20–27.

25. Земсков М. О. Развитие теории структурных сдвигов в экономических системах : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.01. Кострома, 2003. 140 с. URL: <http://economy-lib.com/razvitie-teorii-strukturnyh-sdvigov-v-ekonomicheskikh-sistemah#ixzz56A6B KfK7>

26. Усатый П. С. Структурные сдвиги в экономике и их воздействие на региональное развитие : дис. канд. экон. наук : 08.00.05. Ростов-на-Дону, 2002.

27. Memedovic O. Iapadre L. Structural Change in the World Economy: Main Features and Trends. UNIDO Working Paper 24/2009. URL: <http://https://open.unido.org>

28. Сухарев О. С. Структурная политика в экономике России: условия формирования. *Национальные интересы: приоритеты и без-*

опасность. 2014. № 3 (240). С. 2–18. URL: <https://inecon.org/docs/ni0314-02.pdf>

29. Черненко О. Л. Сучасні засади оцінювання структурних зрушень в економіці // III Международная научно-практическая конференция молодых ученых и студентов «Стратегия экономического развития стран в условиях глобализации», 17–18 февраля 2012 г. Т. 2. URL: http://confcontact.com/2012_02_17/2012_strategy2/20_Chernenko.htm

30. Трифонов Ю. В., Веселова Н. В. Методологические подходы к анализу структуры экономики на региональном уровне. *Вопросы статистики*. 2015. № 2. С. 37–49.

31. Манойленко А., Кравченко С. Исследование структурных сдвигов в национальной экономике как основа формирования приоритетов государственной инвестиционной политики. *Проблемы экономики*. 2015. № 2. С. 78–86.

32. Про внутрішні та зовнішні становище України в 2017 році. Аналітична доповідь до Щорічного Послання Президента України до Верховної Ради України. Київ : НІСД, 2016. 928 с.

33. Кизим М. О., Мілютін Г. В. Структурні зміни в економіці України та її енергоємність. *Бізнес Інформ*. 2017. № 12. С. 132–143.

34. Мілютін Г. В. Стан і структурні зрушення в енергетичному секторі України. *Проблеми економіки*. 2017. № 4. С. 125–137.

35. Мілютін Г. Методичні положення щодо дослідження структурних зрушень в економіці та енергетичному секторі країни. *Проблеми і перспективи економіки та управління*. 2018. № 1. С. 86–91. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/prpu_2018_1_13

36. Сивелькин В. А., Кузнецова В. Е. Статистический анализ структуры социально-экономических процессов и явлений : учеб. пособие. Оренбург, 2002. 99 с.

37. Маркевич К., Омельченко В. Глобальні енергетичні тренди крізь призму національних інтересів України : Аналітична доповідь. Київ : Заповіт, 2016. 118 с.

38. Energy_Technology_Perspectives_2020. URL: <https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2020>

39. Дячук О., Чепелев М., Подолець Р., Трипольська Г. та ін. Перехід України на відновлювану енергетику до 2050 року / за заг. ред. Ю. Огаренко, О. Алієвої. Київ : Вид-во ТОВ «АРТ КНИГА», 2017. 88 с.

40. BP Statistical Review of World Energy 2020. URL: <http://www.bp.com>

41. Динамічні ряди показників енергетичних балансів за 1990–2018 роки // Державна служба статистики України. URL: www.ukrstat.gov.ua/operativ/energ/drpeb/drpeb_u

42. Звіт з оцінки відповідності (достатності) генеруючих потужностей–2020 // НЕК «Укренерго». URL: <https://ua.energy/peredacha-i-dyspetcheryzatsiya/zvit-z-otsinky-vidpovidnosti-dostatnosti-generuyuchykh-potuzhnostej/#1538032249011-abadd3b9-db7ca1e4-9e6d>

43. План розвитку системи передачі на 2020–2029 роки // НЕК «Укренерго». URL: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2019/11/Plan-rozvytku-systemy-peredachi-na-2020-2029-roky.pdf>

44. Офіційний сайт НЕК «Укренерго». URL: <https://ua.energy/vstanovlena-potuzhnist-energosystemy-ukrayiny/>

45. Звіт з оцінки відповідності (достатності) генеруючих потужностей – 2019 // НЕК «Укренерго». URL: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2020/03/Zvit-z-otsinky-vidpovidnosti-dostatnosti-generuyuchykh-potuzhnostej-2019.pdf>

46. Межгосударственный стандарт ГОСТ 19431-84. Энергетика и электрификация. Термины и определения. URL: <https://docplayer.com/145918432-Energetika-i-elektifikaciya.html>

47. IEA. U.S. energy facts explained. URL: <https://www.eia.gov/energyexplained/us-energy-facts/>

48. Technology Roadmap: High-Efficiency, Low-Emissions Coal-Fired Power Generation – Chinese version // International Energy Agency. URL: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/>

technology-roadmap-high-efficiency-low-emissions-coal-fired-power-generation---chinese-version.html

49. Energy Supply Technologies Data // EA-ETSAP community. URL: <https://iea-etsap.org/index.php/energy-technology-data/energy-supply-technologies-data>

50. Technology Roadmap Nuclear Energy // International Energy Agency. URL: <https://www.iea.org/media/freepublications/technologyroadmaps/TechnologyRoadmapNuclearEnergy.pdf>

51. Technology Roadmap: Hydropower // International Energy Agency. URL: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/technology-roadmap-hydropower.html>

52. Звіт про управління Енергоатом – 2019 // НАЕК «Енергоатом». URL: https://www.energoatom.com.ua/uploads/2020/web_EA_19_s.pdf

53. Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control). URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32010L0075>

54. Cian E., Schymura M., Verdolini E., Voigt S. Energy intensity developments in 40 major economies: structural change or technology Improvement? Centre for European economic research Discussion Paper No. 13-052. URL: <http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp13052.pdf>

55. Інформаційна довідка про основні показники розвитку галузей паливно-енергетичного комплексу України // Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. URL: <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/#>

56. Звіт з оцінки відповідності (достатності) генеруючих потужностей. Київ : Укренерго, 2020. 106 с.

57. Salah Abosedra S., Shahbaz M., Sbia R. The Links between Energy Consumption, Financial Development, and Economic Growth in Lebanon: Evidence from Cointegration with Unknown Structural Breaks. URL: <https://www.hindawi.com/journals/jen/2015/965825/>

58. Обзор производства, передачи и распределения электроэнергии в государствах – членах Евразийского экономического союза и предложения по его развитию в целях использования интеграционного потенциала Союза. URL: http://www.eurasiancommission.org/ru/act/integr_i_makroec/dep_makroec_pol/SiteAssets/3.%20%D0%9E%D0%B1%D0%B7%D0%BE%D1%80%20%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE-.pdf

59. Робертс Ф. С. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экономическим задачам. Москва : Наука, гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. 496 с.

60. Про ринок електричної енергії : Закон від 13.04.2017 № 2019-VIII. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2019-19>

61. Про затвердження Порядку проведення конкурсу на будівництво генеруючої потужності та виконання заходів з управління попитом : Постанова КМУ від 10.07.2019 № 677. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/677-2019-%D0%BF#Text>

62. Про затвердження Кодексу системи передачі : Постанова НКРЕКП від 14.03.2018 № 309. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0309874-18>

63. Про альтернативні джерела енергії : Закон України від 20.02.2003 № 555-IV. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15/ed20081021>

64. Про затвердження нормативно-правових актів, що регулюють діяльність гарантованого покупця та купівлі електричної енергії за «зеленим» тарифом : Постанова НКРЕКП від 26.04.2019 № 641. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0641874-19#Text>

65. Про внесення змін до деяких законів України щодо забезпечення конкурентних умов виробництва електричної енергії з альтернативних джерел енергії : Закон України від 11.07.2019 № 2755-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2712-19#Text>

66. Кільницький О. «Зелена» конкуренція: як запровадити аукціони для поновлюваних джерел енергії // Mind.Ua. 2.05.2018. URL:

<https://mind.ua/publications/20184366-zelena-konkurenciya-yak-zaprovaditi-aukcioni-dlya-ponovlyuvanih-dzherel-energiyi>

67. Система аукціонів ВДЕ: Дизайн та компроміси 2. Круглий стіл. ЄУЕА. 2018 // Європейсько-українське енергетичне агентство. URL: <http://euea-energyagency.org/uk/novyny-ta-podiyi/dosyagnennya-ta-diyalnist-euea/1607-press-release-of-11-september-round-table-auction-system-of-re-design-and-compromises-3>

68. ЕБРР прекращает финансирование новых проектов в сфере солнечной энергетики // UA-Energy. 2018. URL: <http://uaenergy.com.ua/post/31758>

69. Про запровадження конкурентних умов стимулювання виробництва електричної енергії з альтернативних джерел енергії : Постанова КМУ від 29.12.2019 № 1175. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1175-2019-%D0%BF#Text>

70. World Energy Outlook 2016 // International Energy Agency. URL: <http://www.worldenergyoutlook.org/weo2016/>

71. International Energy Outlook 2016 / US Energy Information Administration. URL: [http://www.eia.gov/forecasts/ieo/pdf/0484\(2016\).pdf](http://www.eia.gov/forecasts/ieo/pdf/0484(2016).pdf)

72. Прогноз развития энергетики мира и России до 2040 / Институт энергетических исследований РАН. URL: <https://www.eriras.ru/files/prognoz-2040.pdf>.

73. Asia / World Energy Outlook 2015 // The Institute of Energy Economics of Japan. URL: <http://eneken.ieej.or.jp/data/6379.pdf>

74. BP Energy Outlook 2016 edition // British Petroleum. URL: <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/energy-outlook-2016/bp-energy-outlook-2016.pdf>

75. Exxon Mobil. 2016 Summary Annual Report. URL: https://www.annualreports.com/HostedData/AnnualReportArchive/e/NYSE_XOM_2016.pdf

76. Kehlhofer, R. et al (2009): Combined-cycle gas & steam turbine power plants. PennWell, Tulsa, Oklahoma, USA, 3rd Edition, 2009.

77. Technology Roadmap Nuclear Energy // International Energy Agency. URL: <https://www.iea.org/media/freepublications/technologymaps/TechnologyRoadmapNuclearEnergy.pdf>

78. Оновлена Енергетична стратегія України до 2030 р. від 07.06.2013 р. // Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. URL: mre.kmu.gov.ua/fuel/doccatalog/document?id=222032

79. Глобальная энергетика и устойчивое развитие. Мировая энергетика – 2050 (Белая книга) / под ред. В. В. Бушуева (ИЭС), В. А. Каламанова (МЦУЭР). Москва : ИД «Энергия», 2011. 360 с.

80. Technology Roadmap: Hydropower // International Energy Agency. URL: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/technology-roadmap-hydropower.html>

81. The International Renewable Energy Agency (IRENA) is an intergovernmental organisation dedicated to renewable energy. Biomass power generation. URL: http://costing.irena.org/media/2793/re_technologies_cost_analysis-biomass.pdf

82. The International Renewable Energy Agency (IRENA) is an intergovernmental organisation dedicated to renewable energy. Power generation 2014 URL: https://www.irena.org/documentdownloads/publications/irena_re_power_costs_2014_report.pdf

83. Projected Costs of Generating Electricity 2015 // International Energy agency. URL: <https://www.oecd-nea.org/ndd/pubs/2015/7057-proj-costs-electricity-2015.pdf>

84. Levelized Cost of Electricity Renewable Energy Technologies // Fraunhofer institute. URL: https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/en/documents/publications/studies/EN2018_Fraunhofer-ISE_LCOE_Renewable_Energy_Technologies.pdf

85. Гаврилишин Б. До ефективних суспільств: Дороговкази в майбутнє: доп. Римському Клубові. Київ : Університет. вид-во ПУЛЬСАРИ, 2009. 248 с.

86. Михайлов В. С. Теория управления. Киев : Выща школа ; Головное издательство, 1988. 312 с.

87. Бесекерский В. А., Попов Е. П. Теория систем автоматического регулирования. Санкт-Петербург : Профессия, 2004. 749 с.
88. Колганов А. И., Бузгалин А. В. Экономическая компаративистика : учебник. Москва : ИНФРА-М, 2009. 746 с.
89. Економіко-математичні моделі // Вікіпедія – вільна енциклопедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Економіко-математичні_моделі
90. Шарапов О. Д., Дербенцев В. Д., Семьонов Д. Є. Економічна кібернетика : навч. посіб. Київ : КНЕУ, 2004. 231 с.
91. Геєць В. М. та ін. Трансформація моделі економіки України (ідеологія, протиріччя, перспективи). Київ : Логос, 1999. 497 с.
92. Лазарчук М. О. Соціально-економічні реформи в Китаї: генезис та чинники. *Вісник МСУ. Економічні науки*. 2013, т. XVI. № 1–2. С. 117–124.
93. Белікова Н. В., Козирева О. В. Наукові проблеми аналізу та оцінки тенденцій й спрямованості економічної інтеграції у світі та його регіонах // Социально-экономическое развитие Украины и ее регионов: проблемы науки и практики : монография / под ред. В. С. Пономаренко, Н. А. Кизима, Е. В. Раевневой. Харьков : ИД «ИНЖЭК», 2012. 312 с. С. 231–245.
94. Белікова Н. В. Наукове забезпечення економічних реформ: теоретико-методичні аспекти : монографія. Харків : ВД «ИНЖЕК», 2014. 280 с.
95. Фролова Л. В., Кравченко Е. С. Формирование бизнес-модели предприятия : учебник. Киев : Центр учеб. лит., 2012. 384 с.
96. Федоренко А. Стратегия предприятия vs. Бизнес-модель предприятия. 2011. *Socium*. URL: <http://socium.com.ua/2011/02/business-strategy-vs-business-model/#more-1190>
97. Сооляттэ А. Ю. Бизнес-модель – ключ к развитию бизнеса на основе инноваций. *Менеджмент инноваций*. 2010. № 1 (09). С. 6–15.

98. Котельников В. Ю. Теп3: Новые бизнес-модели для новой эпохи быстрых перемен, движимых инновациями. Москва : Эксмо, 2007. 96 с.

99. Шингарев А. В. Построение бизнес-модели корпорации, ориентированной на развитие. 2002 // Административно-управленческий портал. URL: <http://www.aup.ru/books/m74/3.htm>

100. Остервальдер А., Пинье И. Построение бизнес-моделей. Москва : Альпина Паблишер. Серия Сколково, 2013. 288 с.

101. Сливотски А. Миграция ценности. Что будет с вашим бизнесом послезавтра? Москва : Манн, Иванов и Фербер, 2006. 432 с.

102. Генри Чесборо. Открытые бизнес-модели. IP-менеджмент. Москва : Поколение, 2008. 351 с.

103. Волков А. М. Швеция: социально-экономическая модель. Москва : Мысль, 1991. 348 с.

104. Вишневецкая Е. Н. Экономика и модели экономических систем стран мира : учеб. пособие. Донецк : ДонНТУ, 2010. 302 с.

105. Haitani K. Comparative Economic Systems: Organizational and Managerial Perspectives. Englewood Cliffs : Prentice-Hall, 1986. 414 p.

106. Электронный словарь. URL: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/166420/Модель>

107. Кудров В. М. Мировая экономика: социально-экономические модели развития. Москва : Магистр, 2009. 399 с.

108. Лук'яненко Д., Чужиков В., Вожняк М. Г. та ін. Конвергенція економічних моделей Польщі та України : монографія. Київ : КНЕУ, 2010. 719 с.

109. Макконел К., Брю С. Макроекономіка. Львів : Просвіта, 1997. 375 с.

110. Поспелов И. Г. Модель современной экономики России: методы, технология, результаты. URL: <http://spkurdyumov.narod.ru/pospелov20.htm>

111. Уемов А. И. Логические основы метода моделирования. Москва : Мысль, 1971. 311 с.

112. Черняк В. Модель економіки: вибір України. *Економіка України*. 1995. № 9. С. 32–38.

113. Шохов А. Экономические модели европейской цивилизации и новая экономика, 2010, ООО Центр Реализации Стратегических Проектов. URL: <http://www.shokhov.com/lib/ecomod.pdf>

114. Трансформаційні процеси економіки України в регіональному вимірі : монографія / за ред. І. М. Школи. Чернівці : Книги-XX, 2004. 360 с.

115. Gorgijn J., Akkermans H. Business Modelling is not Process Modelling. ECOMO 2000, Salt Lake City, USA, Springer, 2000.

116. Жемба А. Й. Проблеми становлення енергетичної моделі глобального економічного розвитку. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Економічні науки*. 2016. Вип. 1. С. 45–54.

117. Бусарев Д. В. Диверсифікація світового ринку енергоресурсів в умовах глобальної енергетичної кризи : автореф. ... канд. екон. наук : 08.00.02. Київ, 2014. 20 с.

118. Докучаева С. М. Системный подход в экономико-математическом моделировании. *Научные итоги года: достижения, проекты, гипотезы*. 2013. № 3.

119. Самсонова Н. А. Методология моделирования социально-экономических систем. *Вестник ЦЭМИ РАН*. 2018. Вып. 4. URL: <http://semi.jes.su>

120. Репин В. В., Елиферов В. Г. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. Москва : Манн, Иванов и Фербер, 2013. 544 с.

121. Борщев А. В. Практическое агентное моделирование и его место в арсенале аналитика. *Exponenta Pro*. 2004. № 3–4. С. 38–47.

122. Енергетичний баланс України за 2018 рік // Ukrstat.org – публікація документів Державної Служби Статистики України. URL:

https://ukrstat.org/uk/operativ/operativ2021/energ/En_bal/Bal_2018_final.xls

123. Енергетичний баланс України за 2018 рік (продуктовий) // Ukrstat.org – публікація документів Державної Служби Статистики України. URL: https://ukrstat.org/uk/operativ/operativ2021/energ/En_bal_prod/Bal_prod_2018_final.xls

124. Постачання та використання енергії у 2018 році // Ukrstat.org – публікація документів Державної Служби Статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/energ/pve/pve2018.zip>

125. Стан блоків ТЕС та АЕС // НЕК «Укренерго». URL: <https://ua.energy/blocks/>

126. Звіт з оцінки відповідності (достатності) генеруючих потужностей // НЕК «Укренерго». URL: <https://ua.energy/peredacha-i-dyspetcheryzatsiya/zvit-z-otsinky-vidpovidnosti-dostatnosti-generuyuchy-potuzhnostej/>

127. Добовий графік виробництва/споживання електроенергії // НЕК «Укренерго». URL: <https://ua.energy/peredacha-i-dyspetcheryzatsiya/dyspetcherska-informatsiya/dobovyj-grafik-vyrobnytstva-spozhyvannya-e-e/>

128. Mid-term Adequacy Forecast – 2019 // ENTSO-E. URL: <https://www.entsoe.eu/outlooks/midterm/main-findings-of-maf-2019/>

129. Banaszkiwicz M. Steam turbines start-ups // Academia. URL: https://www.academia.edu/39956160/MARIUSZ_BANASZKIEWICZ_Steam_turbines_start_ups

130. Mali S.D., Rathod G.P, Joshi D.H. Start-up Analysis of 125MW Steam Turbine at Different Condition // Academia. URL: https://www.academia.edu/19761519/Start_up_Analysis_of_125MW_Steam_Turbine_at_Different_Condition

131. Combined Cycle Power Plant - Best Practices 2015 // General Electric. URL: <https://www.ge.com/content/dam/gepower-pgdp/>

global/en_US/documents/product/power%20plants/power-plant-best-practices-2015.pdf

132. Kosman W., Rusin A. Preheating procedure for fast start-up of a steam turbine from a cold state // ResearchGate. URL: https://www.researchgate.net/publication/337952985_Preheating_procedure_for_fast_start-up_of_a_steam_turbine_from_a_cold_state

133. Gas Turbine Based Power Cycles – A State-of-the-Art Review // ResearchGate. URL: https://www.researchgate.net/publication/225211500_Gas_Turbine_Based_Power_Cycles_-_A_State-of-the-Art_Review

134. Gas power systems offerings – 2019 // GE Gas Power. URL: https://www.ge.com/content/dam/gepower-pgdp/global/en_US/documents/product/gas-power-systems-product-catalog-2019.pdf

135. Siemens Steam turbine portfolio overview // Siemens Energy. URL: <https://assets.siemens-energy.com/siemens/assets/api/uuid:e238c50b-4533-452b-b116-61ad97f93bd9/steam-turbine-overview-2019.pdf>

136. Thermal POWER PLANT // Mitsubishi Heavy Industries Energy. URL: https://www.mhi.com/products/energy/thermal_power_plant_list.html

137. Catalogue of CHP technologies – 2017 // U.S. Environmental Protection Agency Combined Heat and Power Partnership. URL: https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-07/documents/catalog_of_chp_technologies.pdf

138. We power the world with innovative gas engines – Siemens gas engine portfolio // Siemens Energy. URL: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/public/1599656816.9bc49909-dd4d-4381-8b58-6a0736407342.gasengines-overview.pdf>

139. Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг // НКРЕП, Регулятор. URL: <https://www.nerc.gov.ua>

140. Pollitt M. G. The impact of liberalization on the performance of the electricity supply industry. *An international survey' Journal of Energy Literature*. 1997. 3 (2). P. 3–31.

141. Erbach G. Understanding electricity markets in the EU. *European Parliamentary Research Service*. November 2016. URL: [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/593519/EPRS_BRI\(2016\)593519_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/593519/EPRS_BRI(2016)593519_EN.pdf)

142. Промисловість України у 2011–2015 роках : стат. зб. Київ, 2016 // Статистичний щорічник України за 2016 рік. Київ, 2017. 611 с.

143. Статистичний щорічник України за 2017 рік. Київ, 2018. 541 с.

144. Статистичний щорічник України за 2018 рік. Житомир : ТОВ «БУК-ДРУК», 2019. 482 с.

145. YouControl. URL: <https://youcontrol.com.ua>

146. Агентство з розвитку інфраструктури фондового ринку України «SMIDA». URL: <https://smida.gov.ua/db/owners>

147. OpenCorporates. URL: <https://opencorporates.com>

148. Реєстри органів юстиції // Міністерство юстиції України. URL: <https://minjust.gov.ua/registers>

149. Відкритий реєстр національних публічних діячів України «ПЕП». URL: <https://per.org.ua/uk/company/14092>

150. ДТЕК «Енерго». URL: <https://energo.dtek.com>

151. ДП НАЕК «Енергоатом». URL: <https://www.energoatom.com.ua/ua/>

152. ПАТ «Центрэнерго». URL: <http://www.centrenergo.com>

153. ПрАТ «Укргідроенерго». URL: <https://uhe.gov.ua>

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А.1

Динаміка ВВП у країнах світу у 2008–2019 рр. (у постійних цінах 2015 р., млн дол. США)

Країна	2008 р.	2009 р.	2010 р.	2011 р.	2012 р.	2013 р.
Китай	6 255 098,3	6 842 998,5	7 554 113,5	8 275 593,8	8 926 364,6	9 619 598,5
Індія	1 339 358,2	1 444 657,0	1 567 418,0	1 649 571,3	1 739 578,3	1 850 669,6
США	16 435 283,6	16 018 997,2	16 426 506,0	16 679 222,4	17 052 075,1	17 363 909,1
Німеччина	3 141 772,2	2 962 884,9	3 086 730,0	3 207 890,1	3 221 315,0	3 235 411,2
Велика Британія	2 711 082,8	2 599 550,2	2 653 466,2	2 687 316,7	2 725 755,9	2 785 344,1
Франція	2 344 786,5	2 276 943,6	2 321 336,6	2 372 463,6	2 379 927,8	2 394 101,2
Польща	387 227,5	398 194,5	413 089,0	432 742,3	438 475,7	443 411,9
Україна	120 047,8	101 876,8	102 154,0	107 737,3	107 994,5	107 965,5
Країни-члени ОЕСР	43 303 342,4	41 878 114,7	43 100 918,3	43 919 151,1	44 503 167,6	45 186 088,8
Світ	62 768 454,9	61 970 921,4	64 723 862,0	66 844 611,0	68 686 430,3	70 576 428,2

Енергетична модель економічного зростання України

Закінчення табл. А.1

Країна	2014 р.	2015 р.	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.
Китай	10 333 928,3	11 061 572,9	11 819 154,4	12 640 254,2	13 493 442,4	14 317 697,6
Індія	1 987 808,4	2 146 758,6	2 324 001,5	2 487 700,0	2 639 937,1	2 751 567,2
США	17 798 588,0	18 341 676,5	18 652 506,2	19 082 282,8	19 646 486,9	20 070 162,1
Німеччина	3 306 899,0	3 356 235,7	3 431 079,8	3 520 355,6	3 564 993,6	3 584 795,4
Велика Британія	2 865 080,9	2 932 784,8	2 983 298,6	3 035 217,3	3 073 236,1	3 111 986,7
Франція	2 417 340,3	2 444 467,0	2 471 392,8	2 527 647,7	2 573 227,8	2 612 449,2
Польща	458 392,9	477 811,9	492 823,5	516 630,1	544 288,9	569 004,6
Україна	100 891,0	91 031,0	93 253,0	95 552,7	98 806,5	102 001,4
Країни-члени ОЕСР	46 156 653,0	47 335 897,5	48 177 653,9	49 396 432,6	50 530 402,2	51 340 474,9
Світ	72 726 704,4	74 985 743,8	77 005 757,3	79 596 968,3	82 091 487,5	84 087 697,6

Джерело: складено за [1]

ДОДАТКИ

Таблиця А.2

Динаміка ВДВ в Україні у 2013–2019 рр. (в основних цінах, млн грн)

Вид діяльності	Код КВЕД	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сільське, лісове та рибне господарство	A01-A03	132 354	161 145	239 806	279 701	303 949	361 173	356 795
Добування кам'яного та бурого вугілля	B05	22 380	11 964	10 372	15 735	23 196	31 330	37 180
Добування сирової нафти та природного газу	B06	20 005	24 510	42 685	65 986	84 420	99 296	92 612
Добування металевих руд, інших корисних копалин та розроблення кар'єрів; надання допоміжних послуг у сфері добувної промисловості та розроблення кар'єрів	B07-B09	39 902	42 646	42 084	49 929	69 554	83 634	92 560
Виробництво харчових продуктів; напоїв та тютюнових виробів	C10-C12	46 070	56 979	74 263	90 862	105 329	110 624	119 223
Текстильне виробництво, виробництво одягу, шкіри та інших матеріалів	C13-C15	6 930	7 567	10 714	13 190	16 657	19 576	21 357
Виробництво деревини, паперу; поліграфічна діяльність та тиражування	C16-C18	9 602	12 034	16 071	20 286	23 718	28 552	29 659
Виробництво коксу та кокспродуктів	C19.1	2 762	2 582	3 265	3 655	5 468	5 781	5 328
Виробництво продуктів нафтоперероблення	C19.2	2 939	3 693	4 010	5 001	7 151	8 011	7 055

Енергетична модель економічного зростання України

Продовження табл. А.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Виробництво хімічних речовин і хімічної продукції	C20	5 672	5 844	8 232	7 755	8 602	10 210	9 878
Виробництво основних фармацевтичних продуктів і фармацевтичних препаратів	C21	3 223	5 163	7 002	9 099	10 638	12 649	14 236
Виробництво гумових і пластмасових виробів	C22	4 488	4 180	5 779	7 391	8 593	9 767	9 833
Виробництво іншої неметалевої мінеральної продукції	C23	8 002	6 913	9 176	12 365	15 392	18 988	22 257
Металургійне виробництво	C24	16 964	34 463	38 216	46 124	58 290	68 903	58 964
Виробництво готових металевих виробів, крім машин і устаткування	C25	6 382	5 786	7 643	9 904	13 485	16 894	19 104
Виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції	C26	2 217	2 396	2 457	3 962	4 403	5 541	6 143
Виробництво електричного устаткування	C27	6 508	6 992	7 424	8 617	10 702	14 039	13 531
Виробництво машин і устаткування, не віднесених до інших угруповань	C28	12 494	11 619	12 936	17 119	20 445	23 676	25 744
Виробництво автотранспортних засобів, причепів і напівпричепів	C29	2 843	3 120	3 113	4 020	5 468	7 241	6 303
Виробництво інших транспортних засобів	C30	20 238	11 914	10 914	12 534	19 444	19 674	22 092

ДОДАТКИ

Продовження табл. А.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Виробництво меблів; іншої продукції; ремонт і монтаж машин і устаткування	C31-C33	12 299	12 805	15 477	19 587	26 082	31 341	39 521
Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря	D35	44 220	44 836	53 385	73 809	85 970	111 856	124 908
Водопостачання; каналізація, поводження з відходами	E36-E39	6 946	7 236	7 924	8 502	9 880	11 394	14 436
Будівництво	F41-F43	38 450	36 876	38 928	47 457	64 431	81 259	107 430
Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів (включаючи націнку торгівлі)	G45-G47	222 789	233 702	273 989	318 075	409 994	471 844	526 299
Транспорт, складське господарство (включаючи націнку транспорту)	H49-H52	107 259	98 103	131 859	152 980	187 802	223 120	260 056
Поштова і кур'єрська діяльність	H53	2 826	2 786	3 119	3 765	3 407	4 136	4 810
Тимчасове розміщування й організація харчування	I55-I56	11 540	9 927	11 946	15 551	18 727	25 112	35 311
Видавнича діяльність; виробництво кіно- та відеофільмів, телевізійних програм, видання звукозаписів; діяльність радіомовлення та телевізійного мовлення	J58-J60	7 158	5 458	6 529	8 138	10 149	12 796	15 725
Телекомунікації (електрозв'язок)	J61	24 586	23 852	28 555	29 991	32 948	37 182	41 689

Продовження табл. А.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Комп'ютерне програмування, консультування та надання інформаційних послуг	J62-J63	17 503	23 414	37 512	51 139	67 199	88 850	125 253
Фінансова та страхова діяльність	K64-K66	67 531	70 601	67 512	65 445	81 369	97 807	114 658
Операції з нерухомим майном	L68	99 100	99 144	123 021	145 984	171 674	206 085	241 493
Діяльність у сферах права та бухгалтерського обліку; діяльність головних управлінь (хед-офісів); консультування з питань керування; діяльність у сферах архітектури та інжинірингу; технічні випробування та дослідження	M69-M71	22 348	18 829	21 923	30 802	42 726	50 068	79 501
Наукові дослідження та розробки	M72	11 508	12 626	13 492	13 152	16 546	22 367	18 698
Рекламна діяльність і дослідження кон'юнктури ринку; наукова та технічна діяльність; ветеринарна діяльність	M73-M75	14 848	15 684	20 374	24 506	27 265	40 919	43 324
Діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування	N77-N82	18 575	18 061	21 624	29 584	35 471	48 571	62 238
Державне управління й оборона; обов'язкове соціальне страхування	O84	73 194	78 731	95 085	123 065	163 798	212 789	266 656
Освіта	P85	81 745	76 068	82 778	88 996	133 213	158 620	172 645

Закінчення табл. А.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги	Q86-Q88	52 190	46 250	51 480	58 858	76 140	77 130	95 435
Мистецтво, спорт, розваги та відпочинок	R90-R93	13 344	12 339	12 357	13 554	17 376	20 375	24 053
Надання інших видів послуг	S94-S96, T97	14 430	13 881	14 356	17 053	22 490	29 010	38 837
Всього		1 336 364	1 382 719	1 689 387	2 023 228	2 519 561	3 018 190	3 422 830

Ажерело: складено за [2]

Таблиця А.3

Кінцеве споживання паливно-енергетичних ресурсів в Україні у 2013–2019 рр. (т ум. палива)

Вид діяльності	Код КВЕД	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сільське, лісове та рибне господарство	A01-03	2 616 652	2 336 095	2 293 910	2 527 496	2 686 375	2 729 470	2 750 072
Добування кам'яного та бурого вугілля	B05	108 413	45 827	43 767	47 226	25 941	10 579	8 767
Добування сирої нафти та природного газу	B06	621 443	468 425	822 867	821 232	953 237	1 150 179	918 307
Добування металевих руд, інших корисних копалин та розроблення кар'єрів; надання допоміжних послуг у сфері добувної промисловості та розроблення кар'єрів	B07-B09	1 194 816	1 099 498	999 503	1 019 885	1 052 225	1 097 936	896 606
Виробництво харчових продуктів; напоїв та тютюнових виробів	C10-C12	762 383	1 009 067	542 467	535 290	538 168	594 202	534 421
Текстильне виробництво, виробництво одягу, шкіри та інших матеріалів	C13-C15	17 464	14 254	11 242	15 506	16 375	18 874	16 215
Виробництво деревини, паперу; поліграфічна діяльність та тиражування	C16-C18	112 557	98 295	116 716	113 529	121 352	142 438	133 694
Виробництво коксу та кокспродуктів	C19.1	1 789 554	1 331 916	680 613	653 367	378 410	1 067 197	741 866
Виробництво продуктів нафтоперероблення	C19.2							

ДОДАТКИ

Продовження табл. А.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Виробництво хімічних речовині хімічної продукції	C20	488 658	299 104	261 033	335 083	232 236	344 670	284 494
Виробництво основних фармацевтичних продуктів і фармацевтичних препаратів	C21	9 896	9 713	10 027	9 117	9 244	10 817	10 988
Виробництво гумових і пластмасових виробів	C22	26 563	20 060	16 131	33 214	30 818	23 893	23 144
Виробництво іншої неметалевої мінеральної продукції	C23	1 852 811	1 506 690	1 429 780	1 508 927	1 396 349	1 597 302	1 701 803
Металургійне виробництво	C24	20 206 183	18 951 247	16 005 425	15 180 377	13 079 884	13 821 780	13 458 226
Виробництво готових металевих виробів, крім машин і устаткування	C25	91 836	49 964	40 642	45 133	46 055	50 226	43 995
Виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції	C26	4 887	3 300	3 990	3 170	3 475	3 384	4 043
Виробництво електричного устаткування	C27	56 357	42 640	42 309	36 520	33 214	32 614	28 252
Виробництво машин і устаткування, не віднесені до інших групвань	C28	221 077	179 750	170 861	123 424	163 986	203 350	146 704
Виробництво автотранспортних засобів, причепів і напівапричепів	C29	21 446	18 260	15 136	13 626	14 079	12 849	10 305
Виробництво інших транспортних засобів	C30	150 251	56 166	32 902	37 000	42 653	55 787	41 607

Енергетична модель економічного зростання України

Закінчення табл. А.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Виробництво меблів; іншої продукції; ремонт і монтаж машин і устаткування	C31-C33	325 230	44 126	57 521	55 904	58 186	59 203	63 055
Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря	D35	808 190	744 679	613 515	1 188 746	1 126 552	1 143 668	1 219 992
Водопостачання; каналізація, поводження з відходами	E36-E39	131 976	102 536	92 148	99 732	105 269	111 692	116 093
Будівництво	F41-F43	480 545	365 789	340 316	358 947	378 144	391 622	460 198
Оптова та роздрібна торгівля; ремонт авто-транспортних засобів і мотоциклів (включаючи націнку торгівлі)	G45-G47	571 774	433 542	409 050	542 148	472 603	545 345	550 103
Транспорт, складське господарство (включаючи націнку транспорту), поштова і кур'єрська діяльність	H49- H53	5 084 231	3 996 385	3 204 138	6 348 080	4 765 212	4 676 280	3 906 336
Тимчасове розміщування й організація харчування	I55-I56	26 525	13 211	11 706	11 120	10 012	14 786	19 678
Інші види економічної діяльності		931 214	660 136	597 174	600 471	873 910	697 263	568 661
Всього		38 712 932	33 900 675	28 864 889	32 264 270	28 613 964	30 602 406	28 657 625

Джерело: складено за [3]

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1

Структура економіки України за видами економічної діяльності і їх динаміка у 2000–2019 рр.

ВЕД	Частка ВЕД у випуску продукції, %										Темп зміни ВЕД, %									
	d ₂₀₀₀		d ₂₀₀₅		d ₂₀₁₀		d ₂₀₁₉		d ₂₀₀₅ /d ₂₀₀₀		d ₂₀₁₀ /d ₂₀₀₅		d ₂₀₁₉ /d ₂₀₁₀		d ₂₀₁₉ /d ₂₀₀₀					
	%	ранг	%	ранг	%	ранг	%	ранг	%	ранг	%	ранг	%	ранг	%	ранг				
1	2	3	4	5	6	7	11,64	2	10	11	12	13	14	15	16	17				
Сільське, лісове та рибне господарство	14,03	1	9,15	3	8,17	4	10,35	2	65,25	28	89,21	21	126,72	8	73,76	20				
Добування кам'яного та бурого вугілля	2,67	11	1,68	20	1,81	19	1,13	22	62,70	29	108,12	14	62,59	25	42,43	29				
Добування сирової нафти та природного газу	1,76	16	0,88	25	0,73	27	1,53	20	50,26	31	82,29	24	211,02	2	87,27	18				
Добування металевих руд, інших корисних копалин та розроблення кар'єрів; надання допоміжних послуг у сфері добувної промисловості та розроблення кар'єрів	1,59	18	1,84	18	2,39	16	2,51	15	115,73	15	129,84	9	104,63	13	157,21	10				
Виробництво харчових продуктів; напоїв та тютюнових виробів	11,31	2	11,62	1	8,27	3	7,91	3	102,77	21	71,14	28	95,66	17	69,93	23				

Енергетична модель економічного зростання України

Продовження табл. Б.1

1	2	3	4	5	6	7	11,64	2	10	11	12	13	14	15	16	17
Текстильне виробництво, виробництво одягу, шкіри та інших матеріалів	1,94	15	1,58	22	0,75	26	0,53	29	81,72	24	47,12	31	70,66	23	27,21	30
Оброблення деревини та виробництво виробів з деревини; целюлозно-паперове виробництво; видавнича діяльність	1,58	19	2,14	16	1,76	20	2,12	18	135,64	7	82,01	25	120,77	10	134,34	11
Виробництво коксу та коксопродуктів	0,97	24	1,30	23	1,20	22	0,61	27	132,97	10	92,46	19	50,92	30	62,60	24
Виробництво продуктів нафтоперероблення	3,49	10	4,35	7	2,13	17	0,61	28	124,71	13	48,97	30	28,61	31	17,47	31
Хімічна та нафтохімічна промисловість	3,55	9	4,07	9	2,87	13	2,52	14	114,67	16	70,51	29	87,74	19	70,94	22
Виробництво іншої неметалевої мінеральної продукції	1,30	22	1,73	19	1,34	21	1,67	19	133,17	9	77,39	26	124,56	9	128,36	12
Металургійне виробництво та виробництво готових металевих виробів	10,26	3	10,24	2	9,36	2	5,92	6	99,84	22	91,36	20	63,30	24	57,74	27
Машинобудування	5,83	6	7,15	5	5,49	6	2,93	12	122,76	14	76,80	27	53,37	29	50,31	28
Інші галузі промисловості	1,29	23	0,95	24	0,85	24	1,31	21	73,93	26	88,78	22	154,40	6	101,34	17

ДОДАТКИ

Продовження табл. Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Постачання електроенергії, газу, пари та кондиціованого повітря	5,82	7	3,20	10	4,07	8	4,83	7	54,95	30	127,42	10	118,46	11	82,95	19
Водопостачання; каналізація, поводження з відходами	0,90	26	0,60	28	0,65	28	0,64	26	67,21	27	107,26	15	98,80	15	71,23	21
Будівництво	3,84	8	4,08	8	4,14	7	6,82	5	106,21	18	101,45	17	164,71	5	177,47	7
Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів	6,94	4	8,77	4	12,29	1	12,63	1	126,31	11	140,13	6	102,79	14	181,94	5
Транспорт; складське господарство	6,65	5	6,13	6	6,95	5	6,87	4	92,20	23	113,29	12	98,80	16	103,20	15
Діяльність пошти та зв'язку	1,63	17	2,18	15	1,82	18	1,00	23	133,37	8	83,59	23	55,06	27	61,39	25
Тимчасове розміщування й організація харчування	0,50	28	0,63	27	0,95	23	0,84	24	124,72	12	150,85	5	89,26	18	167,92	8
Фінансова та страхова діяльність	1,33	21	2,62	11	3,99	9	2,19	17	196,27	1	152,56	4	54,85	28	164,22	9
Операції з нерухомим майном	1,57	20	2,40	14	3,82	10	4,06	10	152,45	5	159,50	3	106,31	12	258,49	4
Оренда машин та устаткування; прокат побутових виробів і предметів особистого вжитку; діяльність у сферах права, бухгалтерського обліку, інжинірингу; надання послуг підприємцям	0,96	25	1,62	21	2,72	14	4,51	8	169,30	2	167,90	2	165,78	4	471,23	2

Енергетична модель економічного зростання України

Закінчення табл. Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Комп'ютерне програмування, консультування та надання інформаційних послуг	0,19	31	0,29	31	0,61	29	3,04	11	151,50	6	213,95	1	497,78	1	1613,46	1
Наукові дослідження та розробки	0,67	27	0,51	29	0,47	30	0,41	31	75,62	25	93,67	18	85,82	20	60,79	26
Державне управління й обсяг: обов'язкове соціальне страхування	2,34	13	2,59	12	3,05	12	4,22	9	110,39	17	118,02	11	138,18	7	180,03	6
Освіта	2,44	12	2,58	13	3,51	11	2,90	13	105,77	19	135,93	7	82,44	21	118,53	13
Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги	1,95	14	2,02	17	2,69	15	2,21	16	103,35	20	133,34	8	81,90	22	112,87	14
Мистецтво, спорт, розваги та відпочинок	0,46	29	0,75	26	0,78	25	0,47	30	162,01	3	103,08	16	60,96	26	101,80	16
Надання інших видів послуг	0,22	30	0,35	30	0,38	31	0,72	25	154,86	4	109,10	13	190,42	3	321,71	3

Джерело: власна розробка

Таблиця Б.2

Структура економіки України за групами різної енергоємності і їх динаміка у 2000–2019 рр.

Група ВЕД за рівнем енергоємності	Частка ВЕД у випуску продукції, %						Темп зміни ВЕД, %									
	d_{2000}		d_{2005}		d_{2010}		d_{2019}		d_{2005}/d_{2000}		d_{2010}/d_{2000}		d_{2019}/d_{2000}			
	%	ранг	%	ранг	%	ранг	%	ранг	%	ранг	%	ранг	%	ранг		
Високої енергоємності	29,68	2	27,67	2	26,75	2	21,98	2	93,20	3	96,69	3	82,17	3	74,05	3
Середньої енергоємності	13,29	3	13,34	3	14,08	3	13,81	3	100,35	2	105,56	1	98,08	2	103,90	2
Низької енергоємності	57,02	1	58,99	1	59,17	1	64,21	1	103,46	1	100,29	2	108,52	1	112,60	1
Усього економіка	100	–	100	–	100	–	100	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Джерело: власна розробка

Таблиця Б.3

Структура економіки України за групами типу виробничого процесу і їх динаміка у 2000–2019 рр.

Група ВЕД за типом виробничого процесу	Частка ВЕД у випуску продукції, %						Темп зміни ВЕД, %									
	d_{2000}		d_{2005}		d_{2010}		d_{2019}		d_{2005}/d_{2000}		d_{2010}/d_{2000}		d_{2019}/d_{2000}			
	%	ранг	%	ранг	%	ранг	%	ранг	%	ранг	%	ранг	%	ранг		
Безперервний	37,66	2	34,30	2	32,16	2	27,17	2	91,06	2	93,77	2	84,47	2	72,13	2
Дискретний	62,34	1	65,70	1	67,84	1	72,83	1	105,40	1	103,25	1	107,36	1	116,84	1
Усього економіка	100	–	100	–	100	–	100	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Джерело: власна розробка

Таблиця Б.4
Розрахунок величин індексів і напрямків структурних зрушень ВЕД економіки України у 2000–2019 рр.

ВЕД	Частка ВЕД у випуску продукції, %						Різниця часток						Індекс структурного зрушення (I_t^{st})			
	d_{2000}	d_{2005}	d_{2010}	d_{2018}	$d_{2005} - d_{2000}$	$d_{2010} - d_{2005}$	$d_{2019} - d_{2010}$	$d_{2019} - d_{2000}$	$I_t^{2005-2010}$	$I_t^{2000-2005}$	$I_t^{2010-2019}$	$I_t^{2000-2019}$	10	11	12	13
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13				
Сільське, лісове та рибне господарство	14,03	9,15	8,17	10,35	-4,87	-0,99	2,18	-3,68	-0,35	-0,11	0,27	-0,26				
Добування кам'яного та бурого вугілля	2,67	1,68	1,81	1,13	-1,00	0,14	-0,68	-1,54	-0,37	0,08	-0,37	-0,58				
Добування сирої нафти та природного газу	1,76	0,88	0,73	1,53	-0,87	-0,16	0,81	-0,22	-0,50	-0,18	1,11	-0,13				
Добування металевих руд, інших корисних копалин та розроблення кар'єрів; надання допоміжних послуг у сфері добувної промисловості та розроблення кар'єрів	1,59	1,84	2,39	2,51	0,25	0,55	0,11	0,91	0,16	0,30	0,05	0,57				
Виробництво харчових продуктів; напоїв та тютюнових виробів	11,31	11,62	8,27	7,91	0,31	-3,35	-0,36	-3,40	0,03	-0,29	-0,04	-0,30				
Текстильне виробництво, виробництво одягу, шкіри та інших матеріалів	1,94	1,58	0,75	0,53	-0,35	-0,84	-0,22	-1,41	-0,18	-0,53	-0,29	-0,73				

ДОДАТКИ

Продовження табл. Б.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Оброблення деревини та виробництво виробів з деревини; целюлозно-паперове виробництво; видавнича діяльність	1,58	2,14	1,76	2,12	0,56	-0,38	0,36	0,54	0,36	-0,18	0,21	0,34
Виробництво коксу та кокспродуктів	0,97	1,30	1,20	0,61	0,32	-0,10	-0,59	-0,36	0,33	-0,08	-0,49	-0,37
Виробництво продуктів нафтоперероблення	3,49	4,35	2,13	0,61	0,86	-2,22	-1,52	-2,88	0,25	-0,51	-0,71	-0,83
Хімічна та нафтохімічна промисловість	3,55	4,07	2,87	2,52	0,52	-1,20	-0,35	-1,03	0,15	-0,29	-0,12	-0,29
Виробництво іншої неметалевої мінеральної продукції	1,30	1,73	1,34	1,67	0,43	-0,39	0,33	0,37	0,33	-0,23	0,25	0,28
Металургійне виробництво та виробництво готових металевих виробів	10,26	10,24	9,36	5,92	-0,02	-0,89	-3,43	-4,34	0,00	-0,09	-0,37	-0,42
Машинобудування	5,83	7,15	5,49	2,93	1,33	-1,66	-2,56	-2,89	0,23	-0,23	-0,47	-0,50
Інші галузі промисловості	1,29	0,95	0,85	1,31	-0,34	-0,11	0,46	0,02	-0,26	-0,11	0,54	0,01
Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря	5,82	3,20	4,07	4,83	-2,62	0,88	0,75	-0,99	-0,45	0,27	0,18	-0,17
Водопостачання; каналізація, поводження з відходами	0,90	0,60	0,65	0,64	-0,29	0,04	-0,01	-0,26	-0,33	0,07	-0,01	-0,29
Будівництво	3,84	4,08	4,14	6,82	0,24	0,06	2,68	2,98	0,06	0,01	0,65	0,77

Енергетична модель економічного зростання України

Продовження табл. Б.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів	6,94	8,77	12,29	12,63	1,83	3,52	0,34	5,69	0,26	0,40	0,03	0,82
Транспорт, складське господарство	6,65	6,13	6,95	6,87	-0,52	0,82	-0,08	0,21	-0,08	0,13	-0,01	0,03
Діяльність пошти та зв'язу	1,63	2,18	1,82	1,00	0,54	-0,36	-0,82	-0,63	0,33	-0,16	-0,45	-0,39
Тимчасове розміщування й організація харчування	0,50	0,63	0,95	0,84	0,12	0,32	-0,10	0,34	0,25	0,51	-0,11	0,68
Фінансова та страхова діяльність	1,33	2,62	3,99	2,19	1,28	1,37	-1,80	0,86	0,96	0,53	-0,45	0,64
Операції з нерухомим майном	1,57	2,40	3,82	4,06	0,82	1,43	0,24	2,49	0,52	0,59	0,06	1,58
Оренда машин та устаткування; прокат побутових виробів і предметів особистого вжитку; Діяльність у сферах права, бухгалтерського обліку, інжинірингу; надання послуг підприємцям	0,96	1,62	2,72	4,51	0,66	1,10	1,79	3,55	0,69	0,68	0,66	3,71
Комп'ютерне програмування, консультування та надання інформаційних послуг	0,19	0,29	0,61	3,04	0,10	0,33	2,43	2,85	0,52	1,14	3,98	15,13
Наукові дослідження та розробки	0,67	0,51	0,47	0,41	-0,16	-0,03	-0,07	-0,26	-0,24	-0,06	-0,14	-0,39
Державне управління й оборона; обов'язкове соціальне страхування	2,34	2,59	3,05	4,22	0,24	0,47	1,17	1,88	0,10	0,18	0,38	0,80

Закінчення табл. Б.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Освіта	2,44	2,58	3,51	2,90	0,14	0,93	-0,62	0,45	0,06	0,36	-0,18	0,19
Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги	1,95	2,02	2,69	2,21	0,07	0,67	-0,49	0,25	0,03	0,33	-0,18	0,13
Мистецтво, спорт, розваги та відпочинок	0,46	0,75	0,78	0,47	0,29	0,02	-0,30	0,01	0,62	0,03	-0,39	0,02
Надання інших видів послуг	0,22	0,35	0,38	0,72	0,12	0,03	0,34	0,50	0,55	0,09	0,90	2,22

Джерело: власна розробка

Енергетична модель економічного зростання України

Таблиця Б.5

Розрахунок інтегрального коефіцієнта структурного зрушення за рахунок ВЕД в економіці України у 2000–2019 рр.

ВЕД	Різниця часток			Сума часток			Квадрат різниці часток, ($d_i^2 - d_i^1$)			Квадрат суми часток, ($d_i^2 + d_i^1$)						
	$d_{2005}^- - d_{2000}^-$	$d_{2010}^- - d_{2005}^-$	$d_{2019}^- - d_{2010}^-$	$d_{2005}^+ - d_{2000}^+$	$d_{2010}^+ - d_{2005}^+$	$d_{2019}^+ - d_{2010}^+$	$d_{2005}^- - d_{2000}^-$	$d_{2010}^- - d_{2005}^-$	$d_{2019}^- - d_{2000}^-$	$d_{2005}^+ - d_{2000}^+$	$d_{2010}^+ - d_{2005}^+$	$d_{2019}^+ - d_{2000}^+$				
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1																
Сільське, лісове та рибне господарство	-4,87	-0,99	2,18	-3,68	23,18	17,32	18,51	24,38	23,763	0,976	4,759	13,550	537,382	299,948	342,720	594,151
Добування кам'яного та бурого вугілля	-1,00	0,14	-0,68	-1,54	4,35	3,49	2,95	3,81	0,993	0,018	0,459	2,367	18,902	12,159	8,674	14,485
Добування сирої нафти та природного газу	-0,87	-0,16	0,81	-0,22	2,64	1,61	2,26	3,29	0,763	0,024	0,650	0,050	6,963	2,589	5,103	10,816
Добування металевих руд, інших корисних копалин та розроблення кар'єрів; надання допоміжних послуг у сфері добувної промисловості та розроблення кар'єрів	0,25	0,55	0,11	0,91	3,44	4,24	4,90	4,10	0,063	0,303	0,012	0,831	11,822	17,972	24,014	16,805

ДОДАТКИ

Продовження табл. Б.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Виробництво харчових продуктів; напоїв та тютюнових виробів	0,31	-3,35	-0,36	-3,40	22,93	19,89	16,17	19,21	0,098	11,244	0,129	11,555	525,582	395,416	261,570	369,164
Текстильне виробництво, виробництво одягу, шкіри та інших матеріалів	-0,35	-0,84	-0,22	-1,41	3,52	2,33	1,27	2,47	0,126	0,702	0,048	1,992	12,413	5,433	1,623	6,083
Оброблення деревини та виробництво виробів з деревини; целюлозно-паперове виробництво; видавнича діяльність	0,56	-0,38	0,36	0,54	3,72	3,90	3,87	3,70	0,316	0,148	0,133	0,294	13,823	15,174	15,014	13,672
Виробництво коксу та кокспродуктів	0,32	-0,10	-0,59	-0,36	2,27	2,49	1,81	1,58	0,103	0,010	0,345	0,133	5,149	6,214	3,266	2,509
Виробництво продуктів нафтоперероблення	0,86	-2,22	-1,52	-2,88	7,83	6,48	2,74	4,10	0,742	4,923	2,311	8,279	61,377	41,954	7,498	16,773
Хімічна та нафтохімічна промисловість	0,52	-1,20	-0,35	-1,03	7,62	6,94	5,39	6,07	0,271	1,442	0,124	1,065	58,090	48,187	29,042	36,833
Виробництво іншої неметалевої мінеральної продукції	0,43	-0,39	0,33	0,37	3,03	3,07	3,01	2,97	0,186	0,153	0,108	0,136	9,186	9,429	9,049	8,812

Енергетична модель економічного зростання України

Продовження табл. Б.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Металургійне виробництво та виробництво готових металевих виробів	-0,02	-0,89	-3,43	-4,34	20,50	19,60	15,28	16,18	0,000	0,783	11,794	18,798	420,362	384,210	233,539	261,904
Машинобудування	1,33	-1,66	-2,56	-2,89	12,98	12,64	8,42	8,76	1,759	2,754	6,560	8,378	168,418	159,877	70,957	76,684
Інші галузі промисловості	-0,34	-0,11	0,46	0,02	2,24	1,80	2,15	2,60	0,113	0,011	0,212	0,000	5,039	3,244	4,644	6,752
Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря	-2,62	0,88	0,75	-0,99	9,02	7,27	8,90	10,65	6,871	0,769	0,566	0,985	81,296	52,883	79,228	113,323
Водопостачання; каналізація, поводження з відходами	-0,29	0,04	-0,01	-0,26	1,50	1,25	1,29	1,54	0,087	0,002	0,000	0,067	2,250	1,562	1,653	2,359
Будівництво	0,24	0,06	2,68	2,98	7,93	8,22	10,96	10,66	0,057	0,004	7,182	8,866	62,813	67,622	120,171	113,732
Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів	1,83	3,52	0,34	5,69	15,71	21,06	24,92	19,58	3,338	12,390	0,118	32,373	246,953	443,595	621,228	383,278
Транспорт, складське господарство	-0,52	0,82	-0,08	0,21	12,79	13,09	13,82	13,52	0,269	0,665	0,007	0,045	163,538	171,219	190,908	182,792

ДОДАТКИ

Продовження табл. Б.5

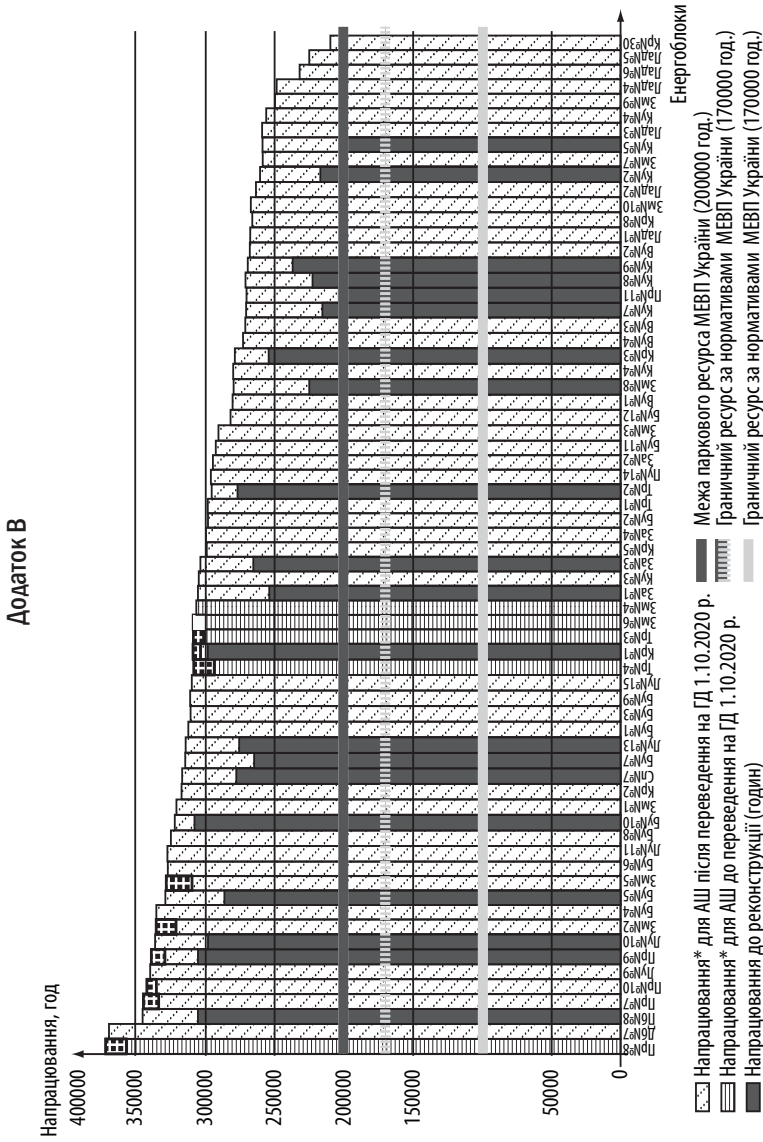
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Діяльність пошти та зв'язку	0,54	-0,36	-0,82	-0,63	3,81	4,00	2,82	2,63	0,297	0,128	0,668	0,397	14,504	15,967	7,959	6,937
Тимчасове розміщення й організація харчування	0,12	0,32	-0,10	0,34	1,13	1,57	1,79	1,35	0,015	0,102	0,010	0,116	1,275	2,472	3,201	1,813
Фінансова та страхова діяльність	1,28	1,37	-1,80	0,86	3,95	6,61	6,18	3,52	1,646	1,890	3,247	0,733	15,590	43,642	38,182	12,400
Операції з нерухомим майном	0,82	1,43	0,24	2,49	3,97	6,22	7,88	5,63	0,679	2,031	0,058	6,200	15,732	38,633	62,118	31,723
Оренда машин та устаткування; прокат побутових виробів і предметів особистого вжитку;																
Діяльність у сферах права, бухгалтерського обліку, інжинірингу; надання послуг підприємцям	0,66	1,10	1,79	3,55	2,58	4,34	7,23	5,47	0,440	1,211	3,205	12,632	6,647	18,855	52,315	29,909
Комп'ютерне програмування, консультування та надання інформаційних послуг	0,10	0,33	2,43	2,85	0,47	0,90	3,65	3,23	0,009	0,106	5,905	8,136	0,225	0,804	13,336	10,429

Енергетична модель економічного зростання України

Закінчення табл. Б.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Наукові дослідження та розробки	-0,16	-0,03	-0,07	-0,26	1,17	0,98	0,88	1,07	0,027	0,001	0,005	0,069	1,378	0,958	0,774	1,155
Державне управління й оборона; обов'язкове соціальне страхування	0,24	0,47	1,17	1,88	4,93	5,64	7,27	6,56	0,059	0,217	1,359	3,518	24,315	31,818	52,895	43,076
Освіта	0,14	0,93	-0,62	0,45	5,03	6,10	6,41	5,34	0,020	0,863	0,381	0,205	25,289	37,193	41,093	28,522
Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги	0,07	0,67	-0,49	0,25	3,97	4,71	4,90	4,16	0,004	0,454	0,238	0,063	15,797	22,216	24,005	17,311
Мистецтво, спорт, розваги та відпочинок	0,29	0,02	-0,30	0,01	1,22	1,53	1,25	0,94	0,083	0,001	0,092	0,000	1,480	2,334	1,558	0,878
Надання інших видів послуг	0,12	0,03	0,34	0,50	0,57	0,73	1,10	0,95	0,015	0,001	0,117	0,247	0,327	0,528	1,211	0,895
Сума									43,212	44,323	50,800	142,08	2533,92	23254,10	2328,55	2415,97
$\frac{(d_t^2 - d_t^1)^2}{(d_t^2 + d_t^1)^2}$													0,0171	0,0188	0,0218	0,0588
$K_t^{\Delta t}$													0,1306	0,1372	0,1477	0,2425

Джерело: власна розробка



Джерело: складено за матеріалами [6]

ДОДАТОК Д

Таблиця Д.1

Потужність електростанцій і виробництво електроенергії в Україні

Рік	Усі електростанції		у тому числі					
	потужність, млн кВт	виробництво електроенергії, млрд кВт-год	гідроелектростанції		теплові електростанції		атомні електростанції	
			потужність, млн кВт	виробництво електроенергії, млрд кВт-год	потужність, млн кВт	виробництво електроенергії, млрд кВт-год	потужність, млн кВт	виробництво електроенергії, млрд кВт-год
2000	52,9	171,4	4,7	11,5	36,3	82,6	11,8	77,3
2007	54,0	196,3	5,1	10,3	35,0	93,4	13,8	92,5
2008	54,0	192,6	5,1	11,5	35,0	91,2	13,8	89,8
2009	54,4	173,6	5,4	11,9	35,0	78,7	13,8	82,9
2010	54,6	188,8	5,5	13,2	35,2	86,5	13,8	89,2
2011	54,6	194,9	5,5	10,9	35,0	93,6	13,8	90,2
2012	55,0	198,9	5,5	11,0	35,1	97,1	13,8	90,1
2013	55,9	194,4	5,5	14,5	35,6	95,5	13,8	83,2
2014	55,8	182,8	5,9	9,3	35,3	83,5	13,8	88,4
2015	55,9	163,7	5,9	7,0	35,3	67,5	13,8	87,6
2016	59,2	147,8	6,1	9,0	38,0	61,3	13,8	75,9
2017	52,9	144,9	6,2	10,4	31,1	51,7	13,8	80,3
2018	51,5	148,3	6,2	11,8	29,4	54,7	13,8	79,4
2019	51,4	141,2	6,3	7,7	28,1	51,6	13,8	77,9

Джерело: за матеріалами [142–144]

ДОДАТКИ

ДОДАТОК Е

Таблиця Е.1

Розрахунок лінійних коефіцієнтів кореляції між інтегральними показниками структурних зрушень в економіці та електроенергетиці України у 2010–2019 рр.

	Економіка			Електроенергетика				
	Рівень енергоємності	Тип виробничого процесу	ВЕД-економіки	Потужність (вид маневреності)	Виробництво (вид маневреності)	Потужність (вид генерації)	Виробництво (вид генерації)	Кінцеве споживання
Економіка	1,0000	0,8951	0,9233	-0,2958	-0,3000	-0,2911	-0,2751	0,4688
	0,8951	1,0000	0,6866	-0,1952	-0,5849	-0,2024	-0,5642	0,2882
	0,9233	0,6866	1,0000	-0,4007	-0,0397	-0,3961	-0,0108	0,5829
Електроенергетика	-0,2958	-0,1952	-0,4007	1,0000	0,2585	0,9986	0,3026	-0,2827
	-0,3000	-0,5849	-0,0397	0,2585	1,0000	0,2790	0,9877	0,3158
	-0,2911	-0,2024	-0,3961	0,9986	0,2790	1,0000	0,3233	-0,2865
	-0,2751	-0,5642	-0,0108	0,3026	0,9877	0,3233	1,0000	0,2806
	0,4688	0,2882	0,5829	-0,2827	0,3158	-0,2865	0,2806	1,0000

Джерело: власна розробка

Додаток Ж

Таблиця Ж.1

Основні техніко-економічні характеристики виробництва електричної енергії з різних видів сировини, за різними технологіями

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Назва технології	Використання сировини у тепловому еквіваленті на генерацію електроенергії, кДж/кВт/год	Споживання палива кг, на генерацію 1 кВт/год	ККД електричний, %	Капітальні витрати на 1 кВт потужності, дол. США	Операційні річні витрати на 1 кВт/год, дол. США	Потужність типової електростанції, мВт	Коефіцієнт використання встановленої потужності, %	Загальні приведені витрати на 1 кВт/год, дол. США
Вугілля								
Конденсаційні ТЕС	9950	0,43	30-36	2166	10,68	550	90	0,027
Спалювання пилويدного вугілля (Pulverized coal Critical, Super critical)	9685	0,426	37-39	2311	28,82	550	90	0,029
Спалювання пило-видного вугілля з максимальною інтенсифікацією процесу (Pulverized coal Ultra Supercritical)	8800	0,387	39-41	3636	42,1	550	90	0,028

ДОДАТКИ

Продовження табл. Ж.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Повільний піроліз	9400-11200	0,413-0,493	36-40	3200	40	400	90	0,029
IGCC	9182	0,403	39-43	2503	38,42	400	90	0,029
Природний газ								
Combustion turbine	9306	0,224	38-48	607	10,16	200	90	0,074
NGCC	8168	0,196	48-58	840	13,31	400	90	0,075
Біомаса								
Біомаса спалювання	11611	0,774	29-35	3109	59,66	200	90	0,030
Біомаса піроліз з киллячим шаром Biomass Bubbling Fluidized Bed	14243	0,950	34-37	4985	110	200	90	0,042
Біомаса газифікація	9915	0,661	36-41	5000	130	400	90	0,036
Ядерна енергія								
Реактори 3 покоління	9407	-	33-36	3399	85,97	1000	90	0,011
Гідроенергія								
Великі ГЕС	-	-	90-95	3200	30	500	90	0,004
Малі ГЕС (до 50 мВт)	-	-	88-90	4000	30	50	90	0,004
Сонячна енергія								
Сонячні фотоелементи (PV)	-	-	15-18	7406	19,40	10	20	0,011

Закінчення табл. Ж.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Енергія вітру								
Континентальні ві- тряки	-	-	31-35	2600	22,65	25	34	0,008
Вітряки на узбережжі	-	-	31-35	3141	70,42	25	38	0,021

Джерело: розроблено за матеріалами [66–70]

Таблиця Ж.2

Розрахунок приведених витрат на виробництво одиниці енергії за технологіями генерації

№	Позначення-технології	Основна ознака технології	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	ССРРР	традиційні вугільні ТЕС (спалювання кускового вугілля)	2311	550	1271050000	0,9	8760	436200000	0,275	15	0,0195	28,82	15851000	0,0037	0,0197	0,0014	0,0197	0,0232
2	РСС	спалювання пилويدного вугілля	2311	550	1271050000	0,9	8760	436200000	0,275	15	0,0195	28,82	15851000	0,0037	0,0197	0,0014	0,0197	0,0232

Енергетична модель економічного зростання України

Продовження табл. Ж.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
3	PCUS	ультра над-критичне спалювання пилويدного вугілля	3636	550	1999800000	0,9	8760	4336200000	0,461	15	0,0307	42,10	23155000	0,0053	0,0361
4	IGCC	комбінований цикл з інтегрованою газифікацією вугілля	2503	400	1001200000	0,9	8760	3153600000	0,317	15	0,0212	38,42	15368000	0,0049	0,0260
5	OCGT	газотурбінна електро-генерація відкритого циклу	607	200	121400000	0,9	8760	1576800000	0,077	15	0,0051	10,16	2032000	0,0013	0,0064
6	CCGT	газотурбінна електро-генерація комбінованого циклу	840	400	336000000	0,9	8760	3153600000	0,107	15	0,0071	13,31	5324000	0,0017	0,0088

ДОДАТКИ

Продовження табл. Ж.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
7	BC	спалювання біомаси	3109	200	621800000	0,9	8760	1576800000	0,394	5	0,0789	59,66	11932000	0,0076	0,0864
8	BBFB	піроліз біома- си в киплячо- му шарі	4985	200	997000000	0,9	8760	1576800000	0,632	5	0,1265	110,00	22000000	0,0140	0,1404
9	BG	газифікація біомаси	5000	400	200000000	0,9	8760	3153600000	0,634	5	0,1268	130,00	52000000	0,0165	0,1433
10	Nuclear gen. 3	ядерні реакто- ри 3 покоління	3399	1000	3399000000	0,9	8760	7884000000	0,431	20	0,0216	85,97	85970000	0,0109	0,0325
11	HP	великі ГЕС	3200	500	1600000000	0,33	8760	1445400000	1,107	30	0,0369	30,00	15000000	0,0104	0,0473
12	SHP	малі ГЕС	4000	50	200000000	0,33	8760	1445400000	1,384	10	0,1384	30,00	15000000	0,0104	0,1487

Енергетична модель економічного зростання України

Закінчення табл. Ж.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
13	Solar PV	сонячні батареї	7406	10	74060000	0,15	8760	13140000	5,636	5	1,1272	19,40	194000	0,0148	1,1420
14	Wind onshore	континенталь- ні вітряки	2600	25	65000000	0,15	8760	32850000	1,979	5	0,3957	22,65	566250	0,0172	0,4130
15	Wind offshore	вітряки на узбережжі	3141	25	78525000	0,15	8760	32850000	2,390	5	0,4781	70,42	1760500	0,0536	0,5317

Джерело: розроблено за матеріалами [66–70]

ДОДАТКИ

ДОДАТОК К

Таблиця К.1

Корпоративно-майнова належність потужностей теплової
електрогенерації в Україні

№	Назва	Входить до складу в Україні	ЄДРПОУ	Контрольний пакет акцій, або бенефіціарний власник	Встановлена потужність, мВт
1	2	3	4	5	6
1	Запорізька	ДТЕК Дніпро-енерго	00130872	Бенефіціарний власник Ахметов Р. Л.* 1. DTEK Holdings Limited (ДТЕК Холдингз Лімітед), Кіпр – 25% 2. DTEK Energy B.V. (ДТЕК Енерджі Б.В.), Нідерланди – 43,81 %	2850
2	Вуглегірська ¹⁾	ПАТ Центр-енерго	22927045	Держава 78,28 %	3600
3	Криворізька	ДТЕК Дніпро-енерго	00130872	Бенефіціарний власник Ахметов Р. Л.* 1. DTEK Holdings Limited (ДТЕК Холдингз Лімітед), Кіпр – 25 % 2. DTEK Energy B.V. (ДТЕК Енерджі Б.В.), Нідерланди – 43,8 1%	2892
4	Бурштинська	ДТЕК Захід-енерго	23269555	Бенефіціарний власник Ахметов Р. Л.* 1. DTEK Holdings Limited (ДТЕК Холдингз Лімітед), Кіпр – 45,1% 2. DTEK Energy B.V. (ДТЕК Енерджі Б.В.), Нідерланди – 27,13 %	1201

Енергетична модель економічного зростання України

Продовження табл. К.1

1	2	3	4	5	6
5	Зміївська	ПАТ Центр-енерго	22927045	Держава 78,28 % акцій	2200
6	Трипільська	ПАТ Центр-енерго	22927045	Держава 78,28 % акцій	1825
7	Ладизинська	ДТЕК Захід-енерго	23269555	Бенефіціарний власник Ахметов Р.Л.* 1. DTEK Holdings Limited (ДТЕК Холдингз Лімітед), Кіпр – 45,1% 2. DTEK Energy B.V. (ДТЕК Енерджі Б.В.), Нідерланди – 27,13 %	1800
8	Курахівська ¹⁾	ДТЕК Схід-енерго	31831942	Бенефіціарний власник Ахметов Р.Л.* ДТЕК Energy B.V. (ДТЕК Енерджі Б.В.), Нідерланди – 100 %	1532
9	Добровірівська	ДТЕК Захід-енерго	23269555	Бенефіціарний власник Ахметов Р.Л.* 1. DTEK Holdings Limited (ДТЕК Холдингз Лімітед), Кіпр 2. DTEK Energy B.V. (ДТЕК Енерджі Б.В.), Нідерланди	600
10	Придніпровська	ДТЕК Дніпро-енерго	00130872	Бенефіціарний власник Ахметов Р.Л.* 1. DTEK Holdings Limited (ДТЕК Холдингз Лімітед), Кіпр – 25% 2. DTEK Energy B.V. (ДТЕК Енерджі Б.В.), Нідерланди - 43,81%	1765

ДОДАТКИ

Закінчення табл. К.1

1	2	3	4	5	6
11	Міронівська ¹⁾	ДТЕК Схід-енерго	31831942	Бенефіціарний власник Ахметов Р.Л.* ДТЕК Energy B.V. (ДТЕК Енерджі Б.В.), Нідерланди – 100 %	115
12	Старобешівська	окуповано	-	н/д	н/д
13	Зуївська	окуповано	-	н/д	н/д
14	Луганська ¹⁾	ДТЕК Схід-енерго	31831942	Бенефіціарний власник Ахметов Р.Л.* ДТЕК Energy B.V. (ДТЕК Енерджі Б.В.), Нідерланди – 100 %	850
Всього:		Х	Х	Х	21230

Джерело: за матеріалами [145–153]

Примітки: 1) станції у зоні ризику біля лінії фронту

*ДТЕК (регіональний)-> ДТЕК HOLDINGS LIMITED (Кіпр)-> Бенефіціарний власник Ахметов Р. Л.

Корпоративно-майнова належність потужностей
атомної електрогенерації в Україні

№	Назва АЕС	Власник	ЄДРПОУ	Контрольний пакет	Встановлена потужність, мВт
1	Рівненська	ДП НАЕК «Енерго-атом»	24584661	Держава	2835
2	Південно-Українська	ДП НАЕК «Енерго-атом»	24584661	Держава	3000
3	Запорізька	ДП НАЕК «Енерго-атом»	24584661	Держава	6000
4	Хмельницька	ДП НАЕК «Енерго-атом»	24584661	Держава	2000
	Всього:	Х	Х	Х	13835

Джерело: за матеріалами [145–149; 151]

ДОДАТКИ

Таблиця К.3

Корпоративно-майнова належність потужностей гідравлічної електрогенерації в Україні

№	Назва електростанції	Власник	ЄДРПОУ	Контрольний пакет	Встановлена потужність, мВт
1	2	3	4	5	6
1	Київська ГЕС	Публічне акціонерне товариство «Укргідроенерго»	20588716	Держава 100 %	440
2	Канівська ГЕС	Публічне акціонерне товариство «Укргідроенерго»	20588716	Держава 100 %	500
3	Кременчуцька ГЕС	Публічне акціонерне товариство «Укргідроенерго»	20588716	Держава 100 %	687,4
4	Середньодніпровська ГЕС	Публічне акціонерне товариство «Укргідроенерго»	20588716	Держава 100 %	388
5	Дніпровська ГЕС	Публічне акціонерне товариство «Укргідроенерго»	20588716	Держава 100 %	1563,1
6	Каховська ГЕС	Публічне акціонерне товариство «Укргідроенерго»	20588716	Держава 100 %	343,2
7	Київська (ГАЕС)	Публічне акціонерне товариство «Укргідроенерго»	20588716	Держава 100 %	213,8
8	Дністровська ГЕС	Публічне акціонерне товариство «Укргідроенерго»	20588716	Держава 100 %	702

Енергетична модель економічного зростання України

Закінчення табл. К.3

1	2	3	4	5	6
9	Дністровська (ГАЕС)	Публічне акціонерне товариство «Укргідроенерго»	20588716	Держава 100 %	972
	Всього:	Х	Х	Х	5809,5

Джерело: за матеріалами [145–149; 153]

Таблиця К.4

Корпоративно-майнова належність розподільчих мереж за територіями охоплення

№	Назва офіційна	ЄДРПОУ	Бенефіціар, частка акцій % [4]	Територія охоплення, тис. кв. км
1	2	3	4	5
1	Акціонерне товариство «Вінниця Обленерго»	00130694	<p>Марков Максим Олександрович</p> <p>1. Gargensia Enterprises Limited – 22,44%</p> <p>2. Товариство з обмеженою відповідальністю «Компанія з управління активами «Інвестиційний капітал Україна» (Закритий недиверсифікований пайовий інвестиційний фонд «Інвестиційний капітал-Фонд акцій»), 34486135, Україна – 24,99 %</p> <p>3. Товариство з обмеженою відповідальністю «Луганське енергетичне об'єднання», 31443937, Україна – 50 %</p> <p>Пов'язані особи: К. Грігорішин</p>	26,5
2	Публічне акціонерне товариство «Черкаси Обленерго»	22800735	<p>Порушено справу про банкрутство*</p> <p>1. Пайовий закритий недиверсифікований венчурний інвестиційний фонд «Сьомий» Товариства з обмеженою відповідальністю «Компанія з управління активами «Сварог Ессет Менеджмент», 33499232, Україна – 21,94 %</p> <p>2. Приватне акціонерне товариство «Українська енергозберігаюча сервісна компанія», 20077482, Україна – 25 %</p> <p>3. Держава Україна (в особі суб'єкта управління об'єктами державної власності: Фонд державного майна України), 00032945, Україна – 46 %</p>	20,9

Продовження табл. К.4

1	2	3	4	5
3	Товариство з обмеженою відповідальністю «Луганське енергетичне об'єднання»	31443937	Марков Максим Олександрович, Республіка Болгарія (порушено справу про банкрутство)* 1. Товариство з обмеженою відповідальністю «Самхато Ентерпрайзис Лімітед» Кіпр – 99 %	16,3
4	Акціонерне товариство «Харків Обленерго»	00131954	1. Держава Україна (в особі суб'єкта управління об'єктами державної власності: (Фонд державного майна України), 00032945, Україна – 65 % 2. Інтер Гроус Інвестментс Лімітед, Кіпр – 29,7 9%	31,4
5	Відкрите акціонерне товариство «Тернопіль Обленерго»	00130725	1. Держава Україна, - 50,99% 2. Vikontia Enterprises Limited, HE 152932, КІПР – 24,98% 3. Larva Investments limited, HE 152935, КІПР – 15,1 %	13,8
6	Акціонерне товариство «Чернігів Обленерго»	22815333	1. UA Energy Distribution Holding Limited Кіпр – 25 % 2. Vikontia Enterprises Limited Кіпр – 23,20 % 3. Larva Investments Limited Кіпр – 24,99 % 4. Паювий закритий недиверсифікований венчурний інвестиційний фонд «Сьомий» Товариства з обмеженою відповідальністю «Компанія з управління активами «Сварог Есет Менеджмент», 33499232, Україна – 7,29 % 5. Wadless Holdings Limited КІПР – 9,99 %	27,1

ДОДАТКИ

Продовження табл. К.4

1	2	3	4	5
7	Акціонерне товариство «Полтава Обленерго»	00131819	1. UA Energy Distribution Holding Limited Кіпр – 23,29 % 2. Bikontia Enterprises Limited Кіпр – 23,92 % 3. Larva Investments Limited Кіпр – 25 % 4. Пайовий закритий недиверсифікований венчурний інвестиційний фонд «Сьомий» Товариства з обмеженою відповідальністю «Компанія з управління активами «Сварог Есет Менеджмент», 33499232, Україна – 8,75 % 5. Wadless Holdings Limited Кіпр – 10,01 %	28,8
8	Акціонерне товариство «Суми Обленерго»	23293513	1. UA Energy Distribution Holding Limited Кіпр – 18,50 % 2. Bikontia Enterprises Limited Кіпр – 24,99 % 3. Larva Investments Limited Кіпр – 24,99 % 4. Держава Україна – 25 %	23,8
9	Акціонерне товариство «Миколаїв Обленерго»	23399393	1. Товариство з обмеженою відповідальністю «Венчурні інвестиційні проекти» (Пайовий закритий недиверсифікований венчурний інвестиційний фонд «Міжрегіональний венчурний фонд»), 32162871, Україна – 7,27 % 2. Приватне акціонерне товариство «Рівнеобленерго», 05424874, Україна – 8,99 % 3. Держава Україна (в особі суб'єкта управління об'єктами державної власності: (Фонд державного майна України), 00032945, Україна – 70 %	24,6
10	Приватне акціонерне товариство ДТЕК «Київські регіональні електромережі»	23243188	Бенефіціарний власник Ахметов Р. Л.* 1. Товариство з обмеженою відповідальністю «ДТЕК Мережі», 41916207, Україна – 93,99 %	28,1

Енергетична модель економічного зростання України

Продовження табл. К.4

1	2	3	4	5
11	Акціонерне товариство ДТЕК «Одеські електромережі»	00131713	1. Товариство з обмеженою відповідальністю «ДТЕК Мережі», 41916207, Україна – 93,99 % 2. Держава Україна – 20%	33,3
12	Акціонерне товариство «Житомир Обленерго»	22048622	Компанія з обмеженою відповідальністю «ВС Енерджі Інтернешл Н.В.», Нідерланди – 75,55 %	29,8
13	Севастополь Обленерго	-	-	-
14	Приватне акціонерне товариство «Кіровоград Обленерго»	23226362	Компанія з обмеженою відповідальністю «ВС Енерджі Інтернешл Н.В.», Нідерланди – 94,16 % Пов'язані особи: Валтс Вігантс, Віліс Дамбінс (Латвія), Марина Ярославська (Німеччина)	24,6
15	Приватне акціонерне товариство «Рівне Обленерго»	05424874	Washington Holdings B.V., Нідерланди – 83,32% Пов'язані особи: Марина Ярославська, Олег Сізерман (Німеччина)	20,1
16	Приватне акціонерне товариство «Закарпаття Обленерго»	00131529	Омбрі Електрикал Енерджі Ко. Лімітед (Ombri Electrical Energy Co. Limited), КІПР – 100% Пов'язані особи: Львовочкіна Ю. В.	7,8
17	Акціонерне товариство «Херсон Обленерго»	05396638	Товариство з обмеженою відповідальністю «ВС Груп Менеджмент», 33947089, Україна – 94,51 % Пов'язані особи: Сізерман Олег, Ярославська Марина	28,5

ДОДАТКИ

Продовження табл. К.4

1	2	3	4	5
18	Акціонерне товариство «Чернівці Обленерго»	00130760	Товариство з обмеженою відповідальністю «ВС Груп Менеджмент», 33947089, Україна – 94,37 % Пов'язані особи: Сізерман Олег, Ярославська Марина	8,1
19	Акціонерне товариство «Хмельницьк Обленерго»	22767506	1. Держава Україна – 70 % 2. ДТЕК Грідс Б.В. (DTEK Grids B.V.) Нідерланди – 6,74 %	20,6
20	ПРАТ «ДТЕК Київські електромережі» (м. Київ)	41946011	ДТЕК Грідс Б. В. (DTEK Grids B.V.) н/д, Нідерланди – 100 %	0,839
21	Акціонерне товариство ДТЕК «Донецькі електромережі»	00131268	ДТЕК Грідс Б. В. (DTEK Grids B.V.) н/д, Нідерланди – 100 %	14,7
22	ПАТ «ДТЕК Крим-енерго»	-	-	-
23	Акціонерне товариство ДТЕК «Дніпровські електромережі»	23359034	ДТЕК Грідс Б. В. (DTEK Grids B.V.) н/д, Нідерланди – 76,67 %	31,9
24	Приватне акціонерне товариство «Львів Обленерго»	00131587	1. Wadless Holdings Limited КІПР – 5,44 % 2. Лекс Перфекта Лімітед (Lex Perfecta Limited) Кіпр – 25 % 3. Кереліо Комершіал Лімітед (Kerelio Commercial Limited) Кіпр – 12,19 %	21,8

Енергетична модель економічного зростання України

Продовження табл. К.4

1	2	3	4	5
25	Приватне акціонерне товариство «Прикарпаття Обленерго»	00131564	<p>4. Маргароза Комершіал Лімітед (Margaroz Commercial Limited) Кіпр – 25 %</p> <p>5. Компанія «Міосарія Комершал ЛТД» Кіпр – 13,49 %</p> <p>6. «Зокатні Енгерпрайзис ЛТД» Кіпр – 13,49 %</p> <p>Пов'язані особи: Суркіс Ігор Рахмільович, Боголюбов</p>	8,3
1	2	3	4	5
26	Публічне акціонерне товариство «Запоріжжя Обленерго»	00130926	<p>1. Лекс Перфекта Лімітед (Lex Perfecta Limited) Кіпр – 24,99 %</p> <p>2. Кереліо Комершіал Лімітед (Kerelio Commercial Limited) Кіпр – 12,71 %</p> <p>3. Маргароза Комершіал Лімітед (Margaroz Commercial Limited) Кіпр – 24,99 %</p> <p>4. Компанія «Міосарія Комершал ЛТД» Кіпр – 12,51 %</p> <p>5. «Зокатні Енгерпрайзис ЛТД» Кіпр – 12,51 %</p> <p>Пов'язані особи: Суркіс Ігор Рахмільович, Боголюбов</p>	27,2
27	Приватне акціонерне товариство «Волінь Обленерго»	00131512	<p>1. Держава – 60 %</p> <p>2. Bicontia Enterprises Limited Кіпр – 12,3 %</p> <p>3. Лекс Перфекта Лімітед (Lex Perfecta Limited) Кіпр – 16,52 %</p> <p>4. Кереліо Комершіал Лімітед (Kerelio Commercial Limited) Кіпр – 7,08 %</p> <p>1. Сан Посейданіус Інвестментс Лімітед (San Posidanius Investments Limited) Кіпр – 75 %</p>	20,1

Закінчення табл. К.4

1	2	3	4	5
			2. Пайовий закритий недиверсифікований венчурний інвестиційний фонд «Сьомий» Товариства з обмеженою відповідальністю «Компанія з управління активами «Сварог Ессет Менеджмент», 33499232, Україна – 21,19 % Пов'язані особи: Бойко Анатолій Юрійович	

Джерело: за матеріалами [145–149]

Наукове видання

Енергетична модель економічного зростання України

Монографія

За редакцією
доктора економічних наук, професора М. О. Кизима,
кандидата економічних наук В. В. Шпілевського

Підписано до друку 20.11.2021 р. Формат 60 x 84/16. Папір офсетний.

Гарнітура ArnoPro. Друк цифровий. Ум. друк. арк. 19,8.

Обл.-вид. арк. 24,9. Наклад 50 прим.

ФОП Лібуркіна Л. М.

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру
видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції

від 12.02.2003 р., серія ХК № 76

61002, м. Харків, вул. Маршала Бажанова, 28.

Надруковано у ФОП Рубашкін Д. Ю.