
ПЕРЕХІД УКРАЇНИ НА ВІДНОВЛЮВАНУ ЕНЕРГЕТИКУ ДО 2050 РОКУ

ЗВІТ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ МОДЕЛЮВАННЯ БАЗОВОГО ТА АЛЬТЕРНАТИВНИХ СЦЕНАРІЇВ РОЗВИТКУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕКТОРУ

ПЕРЕХІД УКРАЇНИ НА ВІДНОВЛЮВАНУ ЕНЕРГЕТИКУ ДО 2050 РОКУ

ЗВІТ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ МОДЕЛЮВАННЯ БАЗОВОГО ТА АЛЬТЕРНАТИВНИХ СЦЕНАРІЇВ РОЗВИТКУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕКТОРУ

HEINRICH
BÖLL
STIFTUNG
КИЇВ



УДК 620.97(477)«.../2050»
П27

ПЕРЕХІД УКРАЇНИ НА ВІДНОВЛЮВАНУ ЕНЕРГЕТИКУ ДО 2050 РОКУ

Звіт за результатами моделювання
базового та альтернативних сценаріїв
розвитку енергетичного сектору

Автори та авторки звіту:

Олександр Дячук¹, к. т. н, ст. н. с., керівник групи авторів (вступ, розділи: 1.3., 2.2., 2.4.-2.6, 3, 4.1., 5,7);

Максим Чепелев², к. е. н. (розділи: 2.1; 6);

Роман Подолець¹, к.е.н., ст.н.с. (розділи: 2.1, 2.3, 4.2);

Галина Трипольська¹, к. е. н., ст. н. с. (розділи: 1.2, 3.3., 4.1., 4.4.);

Віталій Венгер¹, к. е. н., ст. н. с. (розділ 4.3);

Тетяна Саприкіна¹, м. н. с. (розділи: 3.1, 3.2.);

Роман Юхимець¹, н. с. (розділ 1.1.).

¹ Державна установа «Інститут економіки та прогнозування Національної академії наук України».

² Університет Пердью, США.

Редакція:

Юлія Огаренко, координаторка проекту з розробки сценаріїв розвитку енергетичного сектору України до 2050 року;

Оксана Алієва, координаторка програми «Зміни клімату і енергетична політика», Представництво Фонду ім. Гайнріха Бьолля в Україні.

Дизайн та верстка: Анастасія Скокова.

П27 «Перехід України на відновлювану енергетику до 2050 року» / О. Дячук, М. Чепелев, Р. Подолець, Г. Трипольська та ін. ; за заг. ред. Ю. Огаренко та О. Алієвої // Пред-во Фонду ім. Г. Бьолля в Україні. – Київ : Вид-во ТОВ «АРТ КНИГА», 2017. – 88 с.

ISBN 978-617-7242-35-1

Дослідження «Перехід України на відновлювану енергетику до 2050 року» виконано у 2016-2017 роках Державною установою «Інститут економіки та прогнозування Національної академії наук України» за підтримки Представництва Фонду ім. Гайнріха Бьолля в Україні у співпраці з організаціями громадянського суспільства, органами державної влади, профільними асоціаціями та незалежними експертами. В роботі представлено результати моделювання базового та альтернативних сценаріїв розвитку енергетичного сектору України до 2050 року, а також продемонстровано, яким чином може бути досягнутий перехід від викопних видів палива до відновлюваних джерел енергії, та які економічні наслідки це матиме.

УДК 620.97(477)«.../2050»

ISBN 978-617-7242-35-1

© Представництво Фонду ім. Г. Бьолля в Україні, 2017

© Державна установа «Інститут економіки та прогнозування Національної академії наук України», 2017

Ще зовсім нещодавно нам здавалося, що енергія з вугілля та газу є у нас назавжди і майже безкоштовно. Сьогодні ми болісно відчуваємо, що роки зволікання і не зважання на потребу пошуку інших шляхів забезпечення енергетичних потреб України відгукнулися енергетичною кризою.

Конфлікт на Донбасі і відсутність доступу до власних покладів вугілля, застарілі блоки українських АЕС, відсутність інвестицій в енергетичні інновації та новітні технології, дорожчання енергетичних ресурсів дають зрозуміти, що часу відкладати проблему на потім уже немає.

Разом із тим, стрімкий розвиток відновлюваної енергетики в світі, здешевлення сонячних та вітрових

технологій, їх вищі екологічні і соціальні стандарти, а також міжнародний консенсус щодо необхідності переходу на відновлювану енергетику заради скорочення викидів парникових газів і протидії змінам клімату дають розуміння, в який бік треба дивитися, коли йдеться про оновлення енергетичного сектору України.

Саме тому ми вирішили, що першим кроком на шляху енергетичного переходу в Україні повинно стати саме проведення дослідження, яке б показало, що заміщення традиційних джерел енергії на відновлювані є можливим для України, а головне – відповіло б на питання, що ми повинні для цього зробити.

З повагою,
Директор Представництва
Фонду ім. Г. Бьоля в Україні,
Сергей Сумленний



Україна обрала один із пріоритетних напрямів розвитку – здобуття енергетичної незалежності. Тому вже сьогодні ми впевнено рухаємося шляхом скорочення і заміщення споживання газу, підвищення рівня енергоефективності у різних сферах життєдіяльності населення, розвитку відновлюваної енергетики.

В Україні вже чимало досягнень. За останні 3 роки завдяки послідовним діям Уряду та удосконаленню законодавчої бази у сфері відновлюваної енергетики залучено близько 700 млн євро в українські «зелені» проекти. Майже 400 млн євро вкладено у введення 1 670 МВт нових теплових потужностей, що використовують альтернативні джерела енергії. Близько 300 млн євро спрямовано бізнесом на встановлення 278 МВт потужностей об'єктів відновлюваної електроенергетики.

Все це свідчить про по-справжньому дієве удосконалене законодавство, що є результатом плідної роботи Уряду, Парламенту, Держенергоефективності та усіх учасників ринку.

Це підтверджує той факт, що Україна розпочала глобальний енергетичний перехід для майбутнього еконо-

мічного зростання. Відновлювана енергетика приносить додаткові інвестиції в українську економіку і відкриває нові горизонти розвитку.

Ми усвідомлюємо, що потенціал розвитку «чистої» енергетики значний. Відповідно до Національного плану дій з відновлюваної енергетики до 2020 року ми маємо забезпечити 11% енергетичних потреб держави за рахунок енергії з відновлюваних джерел вже у 2020 році.

Крім цього, у 2035 році частка «зеленої» енергії у загальному первинному постачанні має скласти 25%. Отже, ми продовжуємо шукати шляхи прискорення переходу до сталої енергетики не тільки для досягнення енергетичної незалежності, а й для забезпечення гідного майбутнього для прийдешніх поколінь. Саме тому дана робота є вкрай важливою, адже вона демонструє можливості, які зараз відкриті для України за умови активізації зусиль усіх гравців ринку на шляху до сталого енергетичного та економічного зростання.

З повагою,
Голова Держенергоефективності
Сергій Савчук



Ключовою особливістю сучасних глобальних економічних процесів є стрімке нарощування конкурентної боротьби між країнами за обмежені природні ресурси, основними з яких є енергетичні товари та продукти харчування. Практично жодна країна світу не може повністю забезпечити себе такими ресурсами.

Як показують результати багатьох наукових досліджень, використання традиційних енергоресурсів (вугілля, нафта, газ) наносить значну шкоду екосистемі планети та спричиняє зміни клімату, що у свою чергу позначається на здоров'ї та умовах життя населення і, як наслідок, на світовій та національній економіках. Через це в останні десятиріччя

світова спільнота активно розвиває технології та засоби використання невичерпних і чистих джерел енергії, таких як вітер, сонячне випромінювання, відновлювані біоенергетичні ресурси та інші.

Локалізація зазначених проблем не є винятковою, тож Україна повинна активно долучатися до ініціатив низьковуглецевого економічного розвитку, всебічно дбаючи про сьогоднішнє та наступні покоління. Завданням науковців та експертів у цьому контексті є реалізація комплексного аналізу взаємозалежностей між умовами використання природних ресурсів та ризиками, яке воно несе навколишньому середовищу.

Державна установа «Інститут економіки та прогнозування НАН України» вдячна за пропозицію та підтримку Представництва Фонду ім. Г. Бюлля в Україні у проведенні наукового дослідження щодо можливостей України перейти на майже повне використання відновлюваних джерел енергії до 2050 року. Подібна трансформація енергетичного сектора може стати важливим фактором соціально-економічного розвитку України, що призводитиме до покращення умов життя населення, підвищення конкурентоздатності економіки, нівелювання проблеми енергетичної залежності тощо.

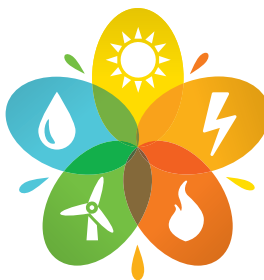
Звичайно, такий «енергетичний перехід» вимагатиме значних ресурсів (людських, фінансових, технологічних), а також передбачатиме необхідність здійснення відповідних структурних змін в економіці України. Представлені результати є першим кроком до енергетичного переходу, тож в подальшому дослідження мають бути розширені з огляду на те, що пов'язані з довгостроковою трансформацією енергетики та економіки потенційні переваги, а також виклики і загрози не є на сьогоднішній день досконало визначеними та вивченими. Проте ми переконані, що цей рух в правильному напрямі!

З повагою,
команда розробників
ДУ «Інститут економіки та прогнозування НАН України»

ОРГАНІЗАЦІЇ, ЩО ПІДТРИМУЮТЬ ПЕРЕХІД УКРАЇНИ НА ВІДНОВЛЮВАНУ ЕНЕРГЕТИКУ ДО 2050 РОКУ



ДЕРЖЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ



ПОДЯКИ

Представництво Фонду ім. Гайнріха Бьоля в Україні та Державна установа «Інститут економіки та прогнозування Національної академії наук України» висловлюють щирі подяки організаціям та експертам та експерткам, які долучилися до проведення дослідження, надавали консультаційну підтримку, брали участь в обговореннях, допомогали у зборі і верифікації даних:

Асоціація енергоаудиторів України

Вадим Литвин

Біоенергетична асоціація України

Георгій Гелетуха

Тетяна Железна

Юрій Матвеев

Олександра Трибой

ГО «Екоклуб»

Андрій Мартинюк

Ілля Єременко

ГО «Єдина Планета»

Олег Савицький

ГО «Центр екологічних ініціатив «Екодія»

Анна Акерман

Ірина Головка

Сергій Ключ

Ірина Ставчук

Група компаній «Рентехно»

Дмитро Лукомський

Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України

Валерій Коцюба

Наталя Лагутіна

Олена Ленська

НТЦ «Біомаса»

Ольга Гайдай

Олексій Епик

РМЕО «ЕКОСФЕРА»

Оксана Станкевич-Волосянчук

Українська вітроенергетична асоціація

Андрій Конеченков

Микола Савчук

Центр ресурсоефективного і чистого виробництва

Антон Клещов

Олександра Колмогорцева

Ігор Шилович

Державний автотранспортний науково-дослідний і проектний інститут

Олексій Клименко

Жіночий енергетичний клуб України

Валентина Белякова

Київський національний університет будівництва і архітектури

Михайло Кордюков

Народний депутат України

Олексій Рябчин

Національний екологічний центр України

Олексій Пасюк

Юрій Урбанський

Незалежний експерт з акумулюючих технологій

Ігор Пульвас

НЕК «Укренерго»

Олександр Карпенко

Дмитро Коваленко

Сергій Корнюш

Борис Костюковський

Сергій Шульженко

FSC Україна

Павло Кравець

Анна Стародуб

ITW SYSTEMS

Євген Гаркот

Oxygen Group

В'ячеслав Василенко

Анаїт Ованесян

Rengy Development

Нарек Арутюнян

WWF в Україні

Роман Волосянчук

Прийняття Паризької кліматичної угоди стало для світової спільноти знаковим рішенням, яке суттєво вплине на розвиток як світової економіки та енергетики, так і окремих країн, оскільки має на меті утримати зростання середньої температури на планеті набагато нижче, ніж 2°C, порівняно з доіндустріальним рівнем, і докласти зусиль до обмеження зростання температури до 1,5°C. Для цього необхідно, щоб енергетичний сектор став вуглецево-нейтральним (викиди парникових газів (ПГ) мають не перевищувати рівень їх поглинання та/або уловлювання на планеті). Тобто **має відбутися так званий «енергетичний перехід» (energy transition) на принципах сталого розвитку від викопних видів енергетичних ресурсів до відновлюваних**, стимулюючи при цьому значне підвищення енергоефективності та раціональності використання енергетичних ресурсів.

Представництво Фонду ім. Гайнріха Бюлля в Україні зініціювало проведення амбітного дослідження щодо можливості максимального переходу енергетичного сектору України на відновлювані джерела енергії (ВДЕ) до 2050 року. Державна установа «Інститут економіки та прогнозування Національної академії наук України» (ІЕП НАНУ), яка є основним партнером у цій роботі, здійснила моделювання трьох сценаріїв розвитку енергосектору. Дослідження проводилися з використанням загальновідомих економіко-математичних моделей (моделі TIMES-Україна та обчислюваної моделі загальної рівноваги України), які на постійній основі використовуються ІЕП НАНУ.

Консервативний сценарій, що фактично є базовим, передбачає «заморожування» технологій на теперішньому рівні. Ліберальний сценарій передбачає розвиток енергетичного сектору за умов вільної конкуренції, а Революційний – стрімкий розвиток ВДЕ, які складають 91% у кінцевому споживанні енергетичних ресурсів (КСЕ) до 2050 р. Варто зазначити, що ці сценарії розвитку енергетичного сектору України є саме сценаріями, а не стратегіями, планами, програмами тощо. Однак вони можуть бути взяті за основу для подальшого вивчення практичних кроків у напрямку «енергетичного переходу» України на ВДЕ.

Консервативний сценарій розглядається як гіпотетичний сценарій, коли характеристики більшості енергетичних технологій зберігаються незмінними до 2050 р. порівняно з 2012 р., а відтак майже не відбувається підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів та використовується зовсім незначна частина потенціалу ВДЕ. Консервативний сценарій використовується як база для порівняння альтернативних сценаріїв (Ліберального та Революційного), зокрема ефективності заходів та політик, які стимулюють технологічні зміни в енергетиці та економіці.

Умови *Ліберального сценарію* передбачають досконалу конкуренцію на всьому національному енерге-

тичному ринку та його секторах. У разі їх виконання можна очікувати, що **частка ВДЕ в структурі КСЕ до 2050 р. може перевищити 30%, а завдяки впровадженню заходів у сфері енергоефективності потреби в енергетичних ресурсах спадатимуть, що відбуватиметься при зростанні економіки**. Результати такого сценарію демонструють перспективи конкурентоспроможності відновлюваної енергетики порівняно до традиційної, без застосування додаткових стимулів для розвитку ВДЕ.

У разі впровадження цільової політики розвитку відновлюваної енергетики, що було умовою *Революційного сценарію* «енергетичного переходу» України, **цілком реально збільшити частку ВДЕ в структурі КСЕ в 2050 р. до 91%, скоротивши при цьому потреби в енергоресурсах на 42%** порівняно з Консервативним сценарієм за рахунок впровадження заходів з підвищення енергоефективності та енергозбереження. Тобто **результати моделювання Революційного сценарію свідчать про те, що Україна володіє достатнім відновлюваним енергетичним потенціалом, який може забезпечити повне покриття потенційного попиту на енергетичні ресурси та послуги навіть за умов збереження високої частки енергоємної промисловості** (металургія, хімічна галузь тощо) в країні. У разі забезпечення повного або принаймні часткового вітчизняного виробництва технологій в Україні можуть бути вирішені не лише енергетичні, екологічні та кліматичні проблеми, але також і соціально-економічні.

СКОРОЧЕННЯ ТА АБРЕВІАТУРИ

EPR – European Pressurized Reactor
(Європейський реактор під тиском)

ІРСС (МГЕЗК) – Intergovernmental Panel on Climate Change
(Міжурядова група експертів зі зміни клімату)

TIMES-Україна – Економіко-математична оптимізаційна модель

USAID – Агентство США з міжнародного розвитку

АЕАУ – Асоціація енергоаудиторів України

АЕС – атомні електростанції

ВВЕР – водно-водяний енергетичний реактор

ВВП – валовий внутрішній продукт

ВДЕ – відновлювані джерела енергії

ВЕС – вітрові електростанції

ВКСЕ – валове кінцеве споживання енергоресурсів

ВНОК – валове нагромадження основного капіталу

ВЯП – відпрацьоване ядерне паливо

ГАЕС – гідроакumuлюючі електростанції

ГВт – гігават

ГеоЕС – геотермальні електростанції

ГЕС – гідроелектростанції

Гт – гігатонн (мільярдів тонн)

ДВЗ – двигун внутрішнього згоряння

ДКЯР – Державний комітет ядерного регулювання України

ДСТУ – державний стандарт України

ЄС – Європейський союз

ЖКГ – Житлово-комунальне господарство

ЗАЕС – Запорізька атомна електростанція

ЗПРЕ – Загальне постачання первинних енергоресурсів

ІДСД НАНУ – Інститут демографії та соціальних досліджень НАН України

ІТП – індивідуальні теплові пункти

КВВП – коефіцієнт використання встановленої потужності

КВЕД – класифікатор видів економічної діяльності

КзПБ – комплексна (зведена) програма підвищення рівня безпеки енергоблоків АЕС України

ККД – коефіцієнт корисної дії

КСЕ – кінцеве споживання енергетичних ресурсів

МБто – Мільйон британських термічних одиниць

МВт – мегават

МВФ – Міжнародний валютний фонд

МЕА – Міжнародне енергетичне агентство

МСР – матриця соціальних рахунків

НЕЦУ – Національний екологічний центр України

ОЕСР – Організація економічного співробітництва та розвитку

ОМЗР – обчислювана модель загальної рівноваги

ООН – Організація Об'єднаних Націй

ПГ – парникові гази

ПДВ – податок на додану вартість

ПДж/р – петаджоуль на рік

ПКС – паритет купівельної спроможності

РАЕС – Рівненська атомна електростанція

РЕЧВ – ресурсоефективне та чисте виробництво

СБ – Світовий банк

СЕС – сонячні електростанції

СКП – статистична класифікація продукції

ТВВ – таблиця витрати-випуск

ТВт-год/рік – терават-годин на рік

ТЕС – теплові електростанції

ТЕЦ – теплові електроцентрали

ТЗ – транспортний засіб

УВЕА – Українська вітроенергетична асоціація

ХАЕС – Хмельницька атомна електростанція

ЮУАЕС – Южно-Українська атомна електростанція

1.1 Основні показники енергетичних балансів світу, ОЕСР, ЄС та України в 2014 р.....	16	Д.5.1.1 Основні вартісні характеристики теплових електростанцій (ТЕС).....	63
2.1 Матриця модельних сценаріїв.....	22	Д.5.1.2 Основні вартісні характеристики теплоелектроцентралей.....	64
2.2 Середньорічні темпи приросту ВВП України на період 2016-2050 рр., %.....	23	Д.5.1.3 Основні вартісні характеристики котелень.....	65
2.3 Прогноз чисельності населення України до 2050 року, млн осіб.....	24	Д.5.1.4 Основні вартісні характеристики промислових котлів (бойлерів).....	66
2.4 Зведена інформація про діючі АЕС України.....	25	Д.5.2.1 Основні вартісні характеристики технологій (в т.ч. котлів) для опалення приміщень.....	66
3.1 Оцінка перспективних технічних характеристик наземних ВЕС.....	27	Д.5.2.2 Основні вартісні характеристики технологій (в т.ч. котлів) для гарячого водопостачання.....	67
3.2 Потенціал сонячної енергетики, ГВт.....	27	Д.5.2.3 Припущення щодо інвестиційних потреб та ефективності заходів з термомодернізації будівель.....	67
3.3 Вартість сонячних електростанцій, євро/кВт.....	27	Д.5.3.1 Основні вартісні характеристики транспортних технологій.....	67
3.4 Біоенергетичний потенціал України.....	28	Д.5.4.1 Основні вартісні характеристики промислових технологій.....	68
3.5 Основні вартісні характеристики когенераційних технологій на біомасі.....	28	Д.6.1.1 Загальне постачання первинної енергії (ЗППЕ), тис. т н.е.....	68
3.6 Основні вартісні характеристики ТЕС на біомасі.....	28	Д.6.1.2 Власний видобуток (виробництво) енергоресурсів, тис. т н.е.....	68
3.7 Основні вартісні характеристики ТЕЦ на біомасі.....	29	Д.6.1.3 Імпорт енергоресурсів, тис. т н.е.....	69
3.8 Основні вартісні характеристики котелень на біомасі.....	29	Д.6.1.4 Кінцеве споживання енергоресурсів, тис. т н.е.....	69
3.9 Основні вартісні характеристики промислових котлів на біомасі.....	29	Д.6.1.5 Кінцеве споживання енергоресурсів за секторами, тис. т н.е.....	69
3.10 Відношення потужності акумуляторів до потужності сонячної електростанції, %.....	32	Д.6.1.6 Кінцеве споживання енергоресурсів промисловістю, тис. т н.е.....	69
3.11 Відношення потужності акумуляторів до потужності вітроелектростанції, %.....	32	Д.6.1.7 Кінцеве споживання енергоресурсів населенням, тис. т н.е.....	70
3.12 Вартість акумулюючих технологій, євро/кВт.....	32	Д.6.1.8 Кінцеве споживання енергоресурсів транспортом, тис. т н.е.....	70
4.1 Основні характеристики електричних транспортних засобів, представлених в моделі TIMES-Україна.....	34	Д.6.1.9 Кінцеве споживання енергоресурсів сферою послуг, тис. т н.е.....	70
4.2 Обсяги виробництва біоетанолу в Україні, тис. т.....	34	Д.6.1.10 Кінцеве споживання енергоресурсів сільським господарством, тис. т н.е.....	70
4.3 Основні характеристики транспортних засобів, що використовують біопаливо, представлених у моделі TIMES-Україна.....	35	Д.6.1.11 Виробництво електроенергії, млрд кВт-год.....	71
4.4 Швидкоокупні заходи в багатоквартирних будинках.....	36	Д.6.1.12 Встановлена потужність електростанцій, ГВт.....	71
4.5 Комплексна санація будівель (без заміни внутрішньоквартирних мереж).....	36	Д.6.1.13 Капітальні інвестиції в об'єкти електроенергетики, млн євро.....	71
4.6 Комплексна санація приватних будинків.....	36	Д.6.1.14 Загальне виробництво теплової енергії за типами палива, тис. т н.е.....	72
4.7 Питомі витрати на реалізацію заходів з енергозбереження в приміщеннях, млн євро/ПДж.....	37	Д.6.1.15 Споживання енергоресурсів котельнями ЦТП та автовиробниками теплової енергії (котельні та когенераційні установки), тис. т н.е.....	72
4.8 Економія енергетичних ресурсів для опалення залежно від типу заходів та категорії будинків, %.....	37	Д.6.1.16 Капітальні інвестиції у виробництво теплової енергії, млн євро.....	72
4.9 Припущення щодо інвестиційних потреб та ефективності заходів з термомодернізації будівель.....	37	Д.6.1.17 Викиди парникових газів, млн т CO ₂ -екв.....	72
4.10 Витрати енергоресурсів за умови впровадження нових технологій у промисловості.....	38	Д.6.1.18 Енергоємність та вуглецеємність.....	73
6.1 Вплив реалізації заходів розвитку енергетики на доходи домогосподарств у рамках Ліберального сценарію.....	52	Д.6.1.19 Витрати та інвестиції, млн євро.....	73
6.2 Вплив реалізації заходів розвитку енергетики на доходи домогосподарств у рамках Революційного сценарію.....	52	Д.6.2.1 Загальне постачання первинної енергії (ЗППЕ), тис. т н.е.....	73
Д.1.1 Оцінки основних прогнозних обсягів попиту на енергетичні послуги (драйвери) в моделі TIMES-Україна.....	59		
Д.4.1 Галузева структура ВВП України на період з 2015 по 2050 рік.....	63		

ПЕРЕЛІК ТАБЛИЦЬ

продовження

Д.6.2.2 Власний видобуток (виробництво) енергоресурсів, тис. т н.е.....	73
Д.6.2.3 Імпорт енергоресурсів, тис. т н.е.....	74
Д.6.2.4 Кінцеве споживання енергоресурсів, тис. т н.е.....	74
Д.6.2.5 Кінцеве споживання енергоресурсів за секторами, тис. т н.е.....	74
Д.6.2.6 Кінцеве споживання енергоресурсів промисловістю, тис. т н.е.....	74
Д.6.2.7 Кінцеве споживання енергоресурсів населенням, тис. т н.е.....	75
Д.6.2.8 Кінцеве споживання енергоресурсів транспортом, тис. т н.е.....	75
Д.6.2.9 Кінцеве споживання енергоресурсів сферою послуг, тис. т н.е.....	75
Д.6.2.10 Кінцеве споживання енергоресурсів сільським господарством, тис. т н.е.....	75
Д.6.2.11 Виробництво електроенергії, млрд кВт·год.....	76
Д.6.2.12 Встановлена потужність електростанцій, ГВт.....	76
Д.6.2.13 Капітальні інвестиції в об'єкти електроенергетики, млн євро.....	77
Д.6.2.14 Загальне виробництво теплової енергії за типами палива, тис. т н.е.....	77
Д.6.2.15 Споживання енергоресурсів котельнями ЦТП та автовиробниками теплової енергії (котельні та когенераційні установки), тис. т н.е.....	77
Д.6.2.16 Капітальні інвестиції у виробництво теплової енергії, млн євро.....	77
Д.6.2.17 Викиди парникових газів, млн т CO ₂ -екв.....	78
Д.6.2.18 Енергоємність та вуглецеємність.....	78
Д.6.2.19 Витрати та інвестиції, млн євро.....	78
Д.6.3.1 Загальне постачання первинної енергії (ЗППЕ), тис. т н.е.....	78
Д.6.3.2 Власний видобуток (виробництво) енергоресурсів, тис. т н.е.....	79
Д.6.3.3 Імпорт енергоресурсів, тис. т н.е.....	79
Д.6.3.4 Кінцеве споживання енергоресурсів (КСЕ), тис. т н.е.....	79
Д.6.3.5 Кінцеве споживання енергоресурсів за секторами, тис. т н.е.....	79
Д.6.3.6 Кінцеве споживання енергоресурсів промисловістю, тис. т н.е.....	80
Д.6.3.7 Кінцеве споживання енергоресурсів населенням, тис. т н.е.....	80
Д.6.3.8 Кінцеве споживання енергоресурсів транспортом, тис. т н.е.....	80
Д.6.3.9 Кінцеве споживання енергоресурсів сферою послуг, тис. т н.е.....	80
Д.6.3.10 Кінцеве споживання енергоресурсів сільським господарством, тис. т н.е.....	81
Д.6.3.11 Виробництво електроенергії, млрд кВт·год.....	81
Д.6.3.12 Встановлена потужність електростанцій, ГВт.....	81
Д.6.3.13 Капітальні інвестиції в об'єкти електроенергетики, млн євро.....	82
Д.6.3.14 Загальне виробництво теплової енергії за типами палива, тис. т н.е.....	82
Д.6.3.15 Споживання енергоресурсів котельнями ЦТП та автовиробниками теплової енергії (котельні та когенераційні установки), тис. т н.е.....	82
Д.6.3.16 Капітальні інвестиції у виробництво теплової енергії, млн євро.....	83
Д.6.3.17 Викиди парникових газів, млн т CO ₂ -екв.....	83
Д.6.3.18 Енергоємність та вуглецеємність.....	83
Д.6.3.19 Витрати та інвестиції, млн євро.....	83
Д.7.1 Галузеві ефекти реалізації заходів енергетичної політики в рамках Ліберального сценарію.....	84
Д.7.2 Галузеві ефекти реалізації заходів енергетичної політики в рамках Революційного сценарію.....	85
Д.8.1 Вплив реалізації заходів енергетичної політики на галузевий перерозподіл робочої сили.....	86

1.1 Глобальні тенденції інвестицій у ВДЕ за 2005-2016 рр...	15
1.2 Прогноз кінцевого споживання енергоресурсів за трьома глобальними сценаріями розвитку енергетичного сектору.	15
1.3 Динаміка загального постачання первинної енергії в Україні.....	17
1.4 Кінцеве споживання енергетичних ресурсів в Україні за секторами.....	17
1.5 Кінцеве споживання енергетичних ресурсів в Україні за їх видами.....	17
1.6 ВДЕ у валовому кінцевому споживанні енергоресурсів у 2014 р.....	17
1.7 Енергоємність ВВП (за ПКС).....	18
1.8 Вуглецеємність ВВП (за ПКС).....	18
2.1 Комплекс економіко-математичних моделей для прогнозування розвитку енергетики.....	20
2.2 Кругообіг потоків ОМЗР України.....	21
2.3 Прогноз цін на основні енергетичні ресурси (номінальні ціни).....	24
3.1 Розподіл річного середньодобового виробництва електроенергії СЕС (а) та ВЕС (б) України в 2013–2015 рр.....	30
3.2 Розподіл місячного середньодобового виробництва електроенергії СЕС України в 2013-2015 рр.....	31
3.3 Розподіл місячного середньодобового виробництва електроенергії ВЕС України в 2013-2015 рр.....	31
3.4 Щоденне виробництво електроенергії СЕС України в 2013-2015 рр.....	31
3.5 Щоденне виробництво електроенергії ВЕС України в 2013-2015 рр.....	32
3.6 Нормований графік виробництва електроенергії СЕС України в 2015 р.....	32
3.7 Нормований графік виробництва електроенергії ВЕС України в 2015 р.....	32
4.1 Питоме споживання енергії побутовими споживачами, кг н.е./м ² загальної площі на рік.....	35
4.2 Питоме споживання енергії побутовими споживачами для опалення в Україні, кВт год/м ² загальної площі на рік.....	35
5.1 Кінцеве споживання енергетичних ресурсів.....	40
5.2 Кінцеве споживання енергетичних ресурсів за Ліберальним сценарієм.....	40
5.3 Структура кінцевого споживання енергетичних ресурсів за Ліберальним сценарієм.....	40
5.4 Кінцеве споживання енергетичних ресурсів за Революційним сценарієм.....	40
5.5 Структура кінцевого споживання енергетичних ресурсів за Революційним сценарієм.....	40
5.6 Структура кінцевого споживання енергетичних ресурсів за секторами.....	41
5.7 Кінцеве споживання енергетичних ресурсів за секторами згідно з різними сценаріями.....	41
5.8 Кінцеве споживання енергетичних ресурсів промисловістю за Ліберальним сценарієм.....	41
5.9 Кінцеве споживання енергетичних ресурсів промисловістю за Революційним сценарієм.....	41
5.10 Кінцеве споживання енергетичних ресурсів населенням за Ліберальним сценарієм.....	42
5.11 Кінцеве споживання енергетичних ресурсів населенням за Революційним сценарієм.....	42
5.12 Кінцеве споживання енергетичних ресурсів транспортом за Ліберальним сценарієм.....	42
5.13 Кінцеве споживання енергетичних ресурсів транспортом за Революційним сценарієм.....	42
5.14 Кінцеве споживання енергетичних ресурсів сферою послуг за Ліберальним сценарієм.....	43
5.15 Кінцеве споживання енергетичних ресурсів сферою послуг за Революційним сценарієм.....	43
5.16 Кінцеве споживання енергетичних ресурсів сільським господарством за Ліберальним сценарієм.....	43
5.17 Кінцеве споживання енергетичних ресурсів сільським господарством за Революційним сценарієм.....	44
5.18 Виробництво електроенергії.....	44
5.19 Виробництво електроенергії за Ліберальним сценарієм.....	44
5.20 Структура виробництва електроенергії в 2012 та 2050 роках за Ліберальним сценарієм.....	44
5.21 Структура встановленої потужності електростанцій за Ліберальним сценарієм.....	45
5.22 Структура інвестиційних потреб в електроенергетиці за Консервативним та Ліберальним сценаріями до 2050 р.....	45
5.23 Виробництво електроенергії за Революційним сценарієм.....	45
5.24 Структура виробництва електроенергії в 2012 та 2050 роках за Революційним сценарієм.....	46
5.25 Структура встановленої потужності електростанцій за Революційним сценарієм.....	46
5.26 Структура інвестиційних потреб в електроенергетиці за Революційним сценарієм до 2050 р.....	46
5.27 Різниця в інвестиційних потребах в електроенергетиці між альтернативними та Консервативним сценаріями.....	46
5.28 Виробництво теплової енергії.....	46
5.29 Виробництво теплової енергії за Ліберальним сценарієм.....	47
5.30 Структура виробництва теплової енергії за Ліберальним сценарієм.....	47
5.31 Виробництво теплової енергії за Революційним сценарієм.....	47
5.32 Структура виробництва теплової енергії за Революційним сценарієм.....	47
5.33 Загальне постачання первинної енергії.....	47

ПЕРЕЛІК РИСУНКІВ

продовження

5.34 Первинна енергоємність ВВП за Ліберальним сценарієм.....	48
5.35 Первинна енергоємність на людину за Ліберальним сценарієм.....	48
5.36 Первинна енергоємність ВВП за Революційним сценарієм.....	48
5.37 Первинна енергоємність на людину за Революційним сценарієм.....	48
5.38 Викиди парникових газів.....	48
5.39 Викиди парникових газів за Ліберальним сценарієм.....	49
5.40 Структура викидів парникових газів за Ліберальним сценарієм.....	49
5.41 Викиди парникових газів за Революційним сценарієм.....	49
5.42 Структура викидів парникових газів за Революційним сценарієм.....	49
5.43 Щорічні витрати на функціонування енергетичної системи.....	49
5.44 Різниця між щорічними витратами на функціонування енергетичної системи між альтернативними та Консервативним сценаріями.....	49
6.1 Вплив реалізації сценаріїв розвитку енергетичного сектору на зростання ВВП.....	51
6.2 Вплив реалізації сценаріїв розвитку енергетичного сектору на зростання випуску.....	51
6.3 Вплив реалізації сценаріїв розвитку енергетичного сектору на зростання валового нагромадження основного капіталу (ВНОК).....	52
6.4 Розподіл додаткових інвестицій за джерелами.....	52
6.5 Вплив реалізації сценаріїв розвитку енергетичного сектору на рівень випуску за галузями у 2050 р.....	53
6.6 Вплив реалізації сценаріїв розвитку енергетичного сектору на зміну кількості зайнятих за галузями у 2050 р.....	54
Д.2.1 Базова структура енергетичної системи в моделі TIMES-Україна.....	61

ПЕРЕДМОВА	3
ОРГАНІЗАЦІЇ, ЩО ПІДТРИМУЮТЬ ПЕРЕХІД УКРАЇНИ НА ВІДНОВЛЮВАНУ ЕНЕРГЕТИКУ ДО 2050 РОКУ	4
ПОДЯКИ	5
РЕЗЮМЕ	6
СКОРОЧЕННЯ ТА АБРЕВІАТУРИ	7
ПЕРЕЛІК ТАБЛИЦЬ	8
ПЕРЕЛІК РИСУНКІВ	10
ВСТУП	13
1 РОЗВИТОК ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕКТОРУ В СВІТІ ТА УКРАЇНІ	14
1.1 Кліматична політика – рушійна сила змін в енергетиці.....	15
1.2 Глобальний сценарій переходу на ВДЕ.....	15
1.3 Сучасний стан енергетичного сектору України.....	17
2 МЕТОДОЛОГІЯ	19
2.1 Загальний методологічний підхід.....	20
2.2 Визначення та умови сценаріїв розвитку енергетичного сектору.....	21
2.3 Макроекономічні умови та припущення.....	23
2.4 Демографічні умови та припущення.....	23
2.5 Прогноз цін на енергетичні ресурси.....	24
2.6 Припущення щодо атомної енергетики.....	24
3 ПОТЕНЦІАЛ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ	26
3.1 Вітрова енергетика.....	27
3.2 Сонячна енергетика.....	27
3.3 Біоенергетика.....	27
3.4 Гідроенергетика.....	30
3.5 Балансування ВЕС та СЕС.....	30
4 НАЦІОНАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРСПЕКТИВИ	33
4.1 Транспортний сектор.....	34
4.2 Сектор будівель.....	35
4.3 Промисловість.....	37
4.4 Сільське господарство.....	38
5 РОЗВИТОК ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕКТОРУ УКРАЇНИ ЗА РІЗНИМИ СЦЕНАРІЯМИ ДО 2050 РОКУ	39
5.1 Кінцеве споживання енергетичних ресурсів.....	40
5.1.1 Промисловість.....	41
5.1.2 Населення.....	41
5.1.3 Транспорт.....	42
5.1.4 Сфера послуг.....	43
5.1.5 Сільське господарство.....	43
5.2 Виробництво електроенергії.....	44
5.3 Виробництво теплової енергії.....	46
5.4 Загальне постачання первинної енергії.....	47
5.5 Відносні індикатори розвитку енергосектору.....	47
5.6 Викиди парникових газів.....	48
5.7 Загальні витрати та інвестиції.....	49
6 ЕКОНОМІЧНІ НАСЛІДКИ СЦЕНАРІЇВ РОЗВИТКУ ЕНЕРГОСЕКТОРУ УКРАЇНИ ДО 2050 РОКУ	50
6.1 Макроекономічні наслідки.....	51
6.2 Наслідки для домогосподарств.....	52
6.3 Наслідки для галузей економіки.....	53
ВИСНОВКИ	55
ДОДАТКИ	58

Виснаження запасів традиційних видів енергоресурсів, зростання негативного впливу енергетики на навколишнє середовище і, відповідно, посилення екологічних вимог, значні коливання цін на енергоресурси, прагнення до посилення енергетичної та економічної безпеки, заполітизованість постачання енергетичних ресурсів та інші фактори призвели до нагальної потреби перегляду сучасного стану енергетичного сектору і пошуку можливостей для його оновлення та перевантаження.

Україна – одна з багатьох країн, які болісно відчувають усі перелічені проблеми. Залежність від імпорту дорогих енергетичних ресурсів породжує значні соціально-економічні проблеми. Надзвичайно високий ступінь зношення вітчизняної інфраструктури, зокрема енергетичної, і, відповідно, низька ефективність використання енергетичних ресурсів є одним із факторів, чому Україна опинилася серед країн з високими показниками енергоємності економіки. Так, рівень енергоємності ВВП України у 2,8 рази перевищує відповідні показники країн ОЕСР та Вишеградської групи станом на 2014 рік. Аналогічна ситуація спостерігається і щодо рівня вуглецеємності ВВП. Більше того, внаслідок енергетичного марнотратства та відсутності сучасних вимог до екологічно прийняттого функціонування енергетичної системи з дбайливим ставленням до навколишнього середовища в Україні встановився один із найвищих рівнів смертності через хвороби, пов'язані із забрудненням повітря¹.

Водночас Україна і світ стикнулись з проблемою зміни клімату, що спостерігається з середини ХХ ст. і є наслідком людської діяльності². У 2015 р. 195 країн світу, в тому числі Україна, прийняли рішення про ухвалення кліматичної Паризької угоди, яка спрямована на зміцнення глобального реагування на загрози змін клімату в контексті сталого розвитку та зусиль з викорінення бідності, зокрема й шляхом стримування зростання глобальної середньої температури значно нижче 2°C від доіндустріального рівня і докладання зусиль з метою обмеження зростання температури до 1,5°C. Однак уже в 2015-2016 рр. середня глобальна температура перевищила показник 1850 р. більш як на 1°C³. Тому необхідні негайні дії для ефективного й належного реагування на проблему глобальних викидів парникових газів, щоб досягти мети Паризької угоди.

Одним із найбільш комплексних та реальних шляхів вирішення зазначених проблем та адаптації до змін клімату, які вже відбуваються, є здійснення повного «енергетичного переходу» (energy transition) від викопних видів енергетичних ресурсів до відновлюваних. Це справді можливо, оскільки сьогоднішній розвиток високотехнологічних та наукоємних технологій уже відкрив реальні перспективи для відновлюваної енергетики.

На сьогодні рух у напрямку декарбонізації енергетики вже відбувається. Так, енергогенеруючі об'єкти відновлюваної енергетики стають все більш конкурентоспроможними порівняно з тими, що використовують викопне паливо, хоча ще досі не враховується справжня екологічна вартість електроенергії з викопного палива. Виробництво електричних транспортних засобів постійно зростає і розширюється

спектр їх моделей. Уже існують доступні технології для суттєвого підвищення енергоефективності будівель. Відбувається модернізація і роботизація виробничих процесів, а відтак суттєво знижується енергоємність промислової продукції. Зростають можливості акумулювання електроенергії. Існує прогрес у діджиталізації усіх сфер енергетики (ІТ-технології, розумні мережі тощо). Інвестиції в дослідження та розробки «чистих» технологій та будівництво нових об'єктів відновлюваної енергетики постійно зростають. Так, у 2015 р. сектор ВДЕ встановив черговий рекорд – залучено 312,2 млрд дол. США інвестицій, що більше ніж удвічі перевищує інвестиції у газовий та вугільний сектори (130 млрд дол. США)⁴.

На жаль, Україна відстає за рівнем використання ВДЕ не лише від економічно розвинених країн світу (у т.ч. від країн Вишеградської групи), але й від загальносвітового показника. Частка ВДЕ у валовому кінцевому споживанні енергоресурсів у світі склала 20% у 2014 р., тоді як в Україні цей показник склав лише 4,2%⁵.

Однак в Україні вже існує чимало передумов, необхідних для «енергетичного переходу». Зокрема, рівень інвестицій у відновлювану енергетику зростає, існують відповідні економічні стимули («зелений тариф», програми компенсації витрат на енергоефективні заходи), Державне агентство з енергоефективності і енергозбереження України просуває необхідність більш активно розвивати відновлювану енергетику. Україна є членом Європейського Енергетичного співтовариства та підписала і ратифікувала Угоду про асоціацію з ЄС, узявши зобов'язання підвищувати енергоефективність, розвивати відновлювану енергетику, скорочувати викиди парникових газів та забруднюючих речовин.

Для низки країн світу Greenpeace у співпраці з Institute of Engineering Thermodynamics, Systems Analysis and Technology Assessment (DLR), Global Wind Energy Council, SolarPowerEurope вже розробили цілком реалістичні сценарії повного енергозабезпечення на основі ВДЕ (Energy [R]evolution scenario)⁶ у довгостроковій перспективі. Натхненне їх результатами, Представництво Фонду ім. Гайнріха Бюлля в Україні зініціювало проведення аналогічного дослідження для України. Науковці Державної установи «Інститут економіки та прогнозування Національної академії наук України», яка є основним партнером у цій роботі, здійснили моделювання трьох сценаріїв розвитку енергосектору. Отримані результати не є стратегією розвитку енергетичного сектору України, хоча можуть бути використані для розробки відповідних довгострокових документів. Сценарії також не є прогнозами майбутнього енергетичного сектору України. У цій роботі виконано виключно моделювання, яким чином Україна може здійснити «енергетичний перехід» за заданих умов, якщо поставити ціль досягти 90-100% енергозабезпечення країни за рахунок ВДЕ у 2050 році. У звіті читачі можуть ознайомитися з результатами такого дослідження та побачити, як зміниться економіка держави, які наслідки для зменшення соціальної нерівності, збереження довкілля і виконання міжнародних зобов'язань матимуть місце, якщо Україна прийме рішення щодо «енергетичного переходу» на чисту і безпечну енергію.

¹ <https://www.theguardian.com/environment/2016/sep/27/more-than-million-died-due-air-pollution-china-one-year>

² Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Intergovernmental Panel on Climate Change. – Режим доступу: http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_ALL_FINAL.pdf [in English].

³ 2016 Climate Trends Continue to Break Records. – Режим доступу: <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2016/climate-trends-continue-to-break-records>

⁴ http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/06/GSR_2016_Full_Report.pdf

⁵ Розрахунки авторів за даними Міжнародного енергетичного агентства

⁶ <http://www.greenpeace.org/international/en/campaigns/climate-change/energyrevolution/>

1 РОЗВИТОК ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕКТОРУ У СВІТІ ТА УКРАЇНІ

Кліматична політика –
рушійна сила змін в енергетиці

Глобальний сценарій
переходу на ВДЕ

Сучасний стан
енергетичного сектору України



1.1 КЛІМАТИЧНА ПОЛІТИКА – РУШІЙНА СИЛА ЗМІН В ЕНЕРГЕТИЦІ

Прийняття Паризької кліматичної угоди⁷ у 2015 р. стало значимим рішенням, яке суттєво впливає на розвиток як світової економіки та енергетики, так і економік й енергетичних секторів окремих країн. У першу чергу трансформації з метою декарбонізації зазнає сектор виробництва електроенергії та тепла (інтенсивно розвивається розподільча генерація електроенергії та тепла, інтелектуальні мережі тощо), а також промисловість (широке використання робототехніки, технологій, що використовують електроенергію для виробництва продукції) та транспорт (поступова відмова від нафтопродуктів на користь електроенергії, водню, біопалива тощо). Приватний житловий сектор рухається в напрямку самозабезпечення енергією завдяки більш широкому використанню ВДЕ, технологій акумулювання енергії і суттєвому скороченню енергетичних потреб без втрати комфортності життя.

Міжнародне енергетичне агентство (МЕА) в своєму останньому World Energy Outlook 2016⁸, зазначає, що якщо країни дотримуватимуться своїх зобов'язань, узятих в рамках підготовки та ратифікації Паризької угоди (національно-визначені внески), то до 2040 року:

- виробництво електроенергії з ВДЕ досягне 37% у загальній структурі електрогенерації, порівняно з 23% зараз;
- майже 60% усіх нових потужностей використовуватимуть ВДЕ і більшість об'єктів відновлюваної енергетики будуть конкурентоспроможними без будь-яких субсидій;
- кількість електрокарів зросте з 1,3 до 150 млн од.;
- на 50% зросте попит на газ, заміщуючи вугілля в глобальному енергетичному балансі.

У разі реалізації зазначених прогнозів викиди CO₂ від функціонування глобального енергетичного сектору в середньому зростатимуть щорічно на 0,5%, тоді як із 2000 р. вони зростали в середньому на 2,4%. За переконанням МЕА, навіть **таке сповільнення зростання викидів CO₂ абсолютно недостатнє, щоб досягнути основної цілі Паризької кліматичної угоди – утримати приріст середньої температури на планеті набагато нижче, ніж 2°C порівняно з доіндустріальним рівнем.** За розрахунками Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (МГЕЗК, IPCC), у людства залишився так званий «вуглецевий бюджет», обсяг якого складає не більше

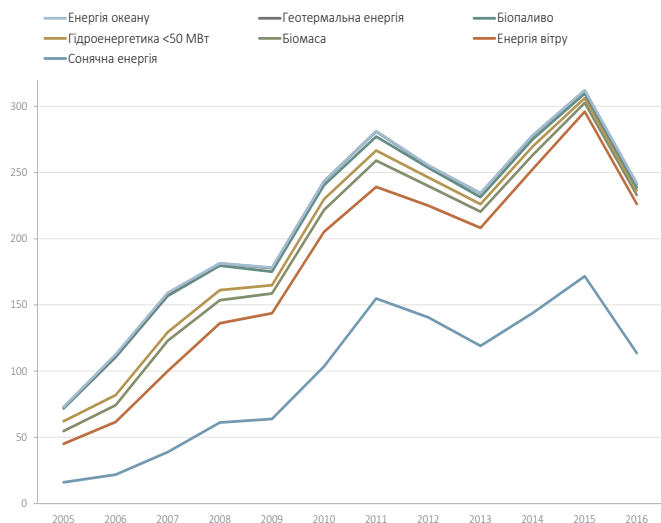


Рис. 1.1 Глобальні тенденції інвестицій у ВДЕ за 2005-2016 рр.

Одиниця виміру: млрд дол. США на рік. Джерело: підготовлено авторами за даними REN21, http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/17-8399_GSR_2017_Full_Report_0621_Opt.pdf.

⁷ http://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/russian_paris_agreement.pdf

⁸ World Energy Outlook 2016. Executive summary [Електронний ресурс] / Офіційний сайт International Energy Agency – Режим доступу: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WorldEnergyOutlook2016ExecutiveSummaryEnglish.pdf>

⁹ 1 гігатона дорівнює 1 млрд тонн

¹⁰ <http://www.greenpeace.org/international/en/>

¹¹ «Energy [R]evolution. A sustainable world Energy Outlook 2015. 100% renewable energy for all». Greenpeace International, Global wind energy Council, Solar PowerEurope September 2015

ніж 1 тис. Гт⁹ CO₂ від сьогодні. Тобто людство має ще більш активно переходити на вуглецево-нейтральний розвиток, зокрема й за рахунок розвитку ВДЕ.

Важливу роль у розвитку ВДЕ відіграють інвестиції. У 2015 році глобальні інвестиції у ВДЕ встановили черговий рекорд – 312,2 млрд дол. США (рис. 1.1), перевищили більш ніж удвічі інвестиції у газовий та вугільний сектори (130 млрд дол. США). У 2016 р. інвестиції зменшилися до 241,6 млрд дол. США, однак вони перевищили рівень 2013 р.

1.2 ГЛОБАЛЬНИЙ СЦЕНАРІЙ ПЕРЕХОДУ НА ВДЕ

У вересні 2015 року міжнародною природоохоронною організацією Greenpeace¹⁰ разом з Institute of Engineering Thermodynamics, Systems Analysis and Technology Assessment (DLR), Global Wind Energy Council, SolarPowerEurope було представлено оновлене дослідження з моделювання глобальних сценаріїв «енергетичного переходу»¹¹. Ці сценарії передбачають поступовий перехід від споживання викопного палива до 100% використання ВДЕ до 2050 р. і спрямовані на стримування глобального потепління в межах 2°C. Комбінація прогнозів щодо розвитку населення, зростання ВВП і показників енергоємності в майбутньому, використана для моделювання Базового сценарію розвитку енергетичного сектору, свідчить про зростання попиту на енергію на глобальному рівні. Відповідно до Базового сценарію очікується збільшення загального кінцевого споживання енергії на 65% від поточного рівня (від 326 900 ПДж/р у 2012 р. до 539 000 ПДж/р в 2050 р.). За сценарієм Енергетичної [Р]еволюції, кінцеве споживання енергоресурсів знизиться на 12% (рис. 1.2) порівняно з поточним споживанням і досягне 289 000 ПДж/р до 2050 р.

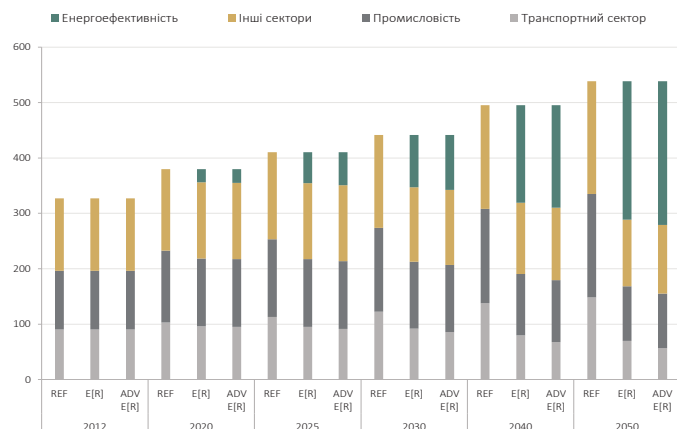


Рис. 1.2 Прогноз кінцевого споживання енергоресурсів за трьома глобальними сценаріями розвитку енергетичного сектору. Примітка: REF – базовий сценарій, E[R] – сценарій Енергетичної [Р]еволюції, ADV E[R] – вдосконалений сценарій Енергетичної [Р]еволюції.

Одиниця виміру: 1000 ПДж/рік. Джерело: Energy [R]evolution. A sustainable world Energy Outlook 2015. 100% renewable energy for all.

ВДЕ наразі задовольняють 21% світового попиту на тепло, в основному за рахунок біомаси. У майбутньому роль біомаси може зменшитися завдяки розвитку інших технологій. Так, у промисловості зростає роль сонячних колекторів, геотермальної енергії та енергії водню, особливо після 2030 р. Відповідно до простого та вдосконаленого сценаріїв Енергетичної [Р]еволюції ВДЕ забезпечуватимуть 42% та 43% відповідно світового попиту на тепло у 2030 р. та 86%/94% у

2050 році. Згідно з Базовим сценарієм заходи з енергоефективності дозволять знизити попит на тепло на 33% у 2050 р. Орієнтовний розмір інвестицій для виробництва тепла на основі ВДЕ складе 16,3 млрд дол. США до 2050 р. За вдосконаленим сценарієм потрібно буде інвестувати дещо більше коштів у заміщення природного газу синтетичними видами палива та/чи воднем.

Відповідно до основного сценарію Енергетичної [Р]еволюції попит на електроенергію збільшиться, незважаючи на підвищення ефективності у всіх секторах. Загальний попит на електроенергію зростає з 18 860 ТВт·год/рік у 2012 р. до 37 000 ТВт·год/рік у 2050 р. Завдяки заходам з енергозбереження можна буде уникнути виробництва 16 700 ТВт·год/рік. Перехід до безвуглецевої енергосистеми зі 100% ВДЕ відповідно до вдосконаленого сценарію Енергетичної [Р]еволюції призведе до подальшого збільшення попиту на електроенергію в 2050 р. до 40 000 ТВт·год/рік за рахунок електрифікації промисловості, транспорту і частково сектору теплоенергетики. Близько 8 100 ТВт·год використовуватиметься у 2050 р. електромобілями та на залізниці, 5 100 ТВт·год використовуватиметься для отримання водню і та 3 600 ТВт·год для виробництва синтетичних рідин.

Енергоефективність у секторі тепlopостачання важливіша, ніж в електроенергетиці. Відповідно до сценаріїв Енергетичної [Р]еволюції завдяки суттєвому підвищенню енергоефективності можна буде уникнути споживання 76 000 ПДж/рік до 2050 р. порівняно з Базовим сценарієм. Це стане можливим завдяки термореновації наявних будинків, «пасивній кліматизації» в нових будівлях, використанню високоефективних систем кондиціонування.

Виробництво електроенергії на основі ВДЕ більш ніж компенсуватиме відмову від енергогенерації на основі викопного палива та атомної енергетики. До 2050 р. 92% електроенергії в світі вироблятиметься з ВДЕ на основі простого сценарію Енергетичної [Р]еволюції. Вже в 2020 р. частка електроенергії, виробленої з ВДЕ, складатиме 31%, а в 2030 р. – 58%. Встановлена потужність ВДЕ складе 7 800 ГВт у 2030 р. і 17 000 ГВт до 2050 р. Щоб забезпечити виробництво 100% електроенергії з ВДЕ, відповідно до вдосконаленого сценарію необхідно мати 23 600 ГВт встановленої потужності ВДЕ-об'єктів у 2050 р. Енергія вітру та сонця стане основною у зростанні потужностей ВДЕ до 2020 р., а після 2020 р. це будуть геотермальна енергія та енергія океану. Зростає роль розумних мереж, систем управління попитом (demand side management), потужностей зі зберігання енергії. Витрати на виробництво

електроенергії відповідно до двох сценаріїв Енергетичної [Р]еволюції дещо зростуть порівняно з Базовим сценарієм до 2030 р., проте різниця буде незначною – близько 0,002 дол США/кВт·год (без врахування потенційних витрат на приєднання, балансування, зберігання енергії). Виробництво електроенергії з ВДЕ буде економічно вигідним у всіх регіонах світу з 2030 року. До 2050 р. середні світові витрати на виробництво електроенергії будуть на 0,025 дол. США/кВт·год. нижчі, ніж за Базового сценарію. Відповідно до вдосконаленого сценарію передбачено більше скорочення витрат завдяки ефекту від масштабу.

Світові витрати в енергетичному секторі становитимуть 48 трлн дол. США відповідно до сценарію Енергетичної [Р]еволюції, що на 50% більше, ніж за Базовим сценарієм (24,5 трлн дол. США) до 2050 р. Інвестиції відповідно до вдосконаленого сценарію мають становити 64,6 млрд дол США до 2050 р. Відповідно до Базового сценарію половина інвестицій буде спрямована на традиційні електростанції, а інша половина – на ВДЕ. Відповідно до обох сценаріїв Енергетичної [Р]еволюції 95% інвестицій буде спрямовано на ВДЕ, а решту – на електростанції на природному газі. Порівняно з викопним паливом для електростанцій на ВДЕ (крім біомаси) не потрібна сировина/паливо, тож вивільнені/зеконномлені кошти можуть бути спрямовані на інвестиції у ВДЕ, в той час як на викопне паливо ціни зростатимуть.

Сектор ВДЕ є потенційним джерелом великої кількості нових робочих місць. Зараз у світовій вугільній промисловості працюють 10 млн робітників. Фотовольтаїка може забезпечити таку саму кількість робочих місць уже через 15 років. Вітроенергетика може зрости з нинішніх 700 тис. робочих місць до 7,8 млн робочих місць до 2030 р. (що удвічі більше, ніж у світовій нафтогазовій галузі зараз), проте зміни мають розпочатися вже сьогодні. До 2030 р. кількість зайнятих у вугільній галузі значно зменшиться. Відповідно до вдосконаленого сценарію Енергетичної [Р]еволюції енергетичний сектор у світі матиме 35,5 млн робочих місць у 2020 р., а відповідно до Базового – 29,6 млн. У 2025 р. ці показники можуть скласти 45,2 млн та 29,1 млн робочих місць відповідно. У 2030 р. кількість робочих місць складе 46,1 млн та 27,3 млн відповідно. На ВДЕ припадатиме 86% робочих місць в енергетиці до 2030 р.

Табл. 1.1 Основні показники енергетичних балансів світу, ОЕСР, ЄС та України в 2014 р.*

Загальне постачання первинних енергоресурсів	Світ		ОЕСР		ЄС		Україна	
	тис. т н. е.	%	тис. т н. е.	%	тис. т н. е.	%	тис. т н. е.	%
Вугілля	3918491	28,6%	1012463	19,2%	268433	17,2%	35576	33,7%
Нафта	4349857	31,8%	2061714	39,1%	591918	37,8%	3043	2,9%
Нафтопродукти*	-64557	-0,5%	-180603	-3,4%	-82930	-5,3%	7645	7,2%
Газ	2900579	21,2%	1343845	25,5%	342846	21,9%	33412	31,6%
Ядерна енергія	661353	4,8%	516273	9,8%	228456	14,6%	23191	21,9%
Гідроенергія	334945	2,4%	120471	2,3%	32248	2,1%	729	0,7%
Геотермальна, сонячна та ін.	181072	1,3%	98024	1,9%	40069	2,6%	134	0,1%
Біопаливо і відходи	1412908	10,3%	299787	5,7%	141641	9,1%	1934	1,8%
Електроенергія*	2383	0,0%	395	0,0%	1333	0,1%	-725	-0,7%
Теплова енергія	2096	0,0%	899	0,0%	962	0,1%	745	0,7%
РАЗОМ	13699127	100%	5273268	100%	1564975	100%	105684	100%

* Від'ємні значення означають, що експорт перевищує суму імпорту і внутрішнього виробництва. Джерело: підготовлено авторами за даними Міжнародного енергетичного агентства.

1.3 СУЧАСНИЙ СТАН ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕКТОРУ УКРАЇНИ

Захопливі перспективи розвитку ВДЕ, представлені у глобальному сценарії Енергетичної [Р]еволюції, надихають дослідити, чи є можливим подібний сценарій розвитку енергетичного сектору в Україні, що, власне, є предметом цього дослідження (результати представлені у розділі 5). Разом із тим, перш ніж переходити до моделювання сценаріїв довгострокового розвитку енергетичного сектору України, варто, в першу чергу, проаналізувати сучасний його стан, що й представлено в цьому розділі.

У табл. 1.1 наведено порівняння енергетичного балансу України зі світовим енергобалансом, а також енергобалансом країн ОЕСР та ЄС. Можна відзначити, що використання вугілля в Україні значно перевищує відносні показники як для країн ОЕСР, так і для світу в цілому. Натомість використання нафти та нафтопродуктів в Україні значно нижче, ніж в цілому у світі і, тим більше в країнах ОЕСР. Це пов'язано з тим, що в Україні нафтопродукти використовуються переважно у транспортному секторі, а для виробництва електроенергії та тепла майже не використовуються, на відміну від країн ОЕСР. З іншого боку, в Україні споживання нафтопродуктів у транспортному секторі є нижчим, ніж середні показники для країн ОЕСР.

Динаміка загального постачання первинних енергоресурсів (ЗППЕ) в Україні наведена на рис. 1.3. Як видно, Україна впродовж останніх десяти років суттєво скоротила використання енергетичних ресурсів, у першу чергу природного газу. В 2013 р. ЗППЕ скоротилося майже на 20% порівняно з 2005 р., а в 2014 р. – більш як на чверть. Звичайно, падіння ЗППЕ в 2014 р., в першу чергу, пов'язано з військово-політичною, а відтак і з соціально-економічною ситуацією в Україні.

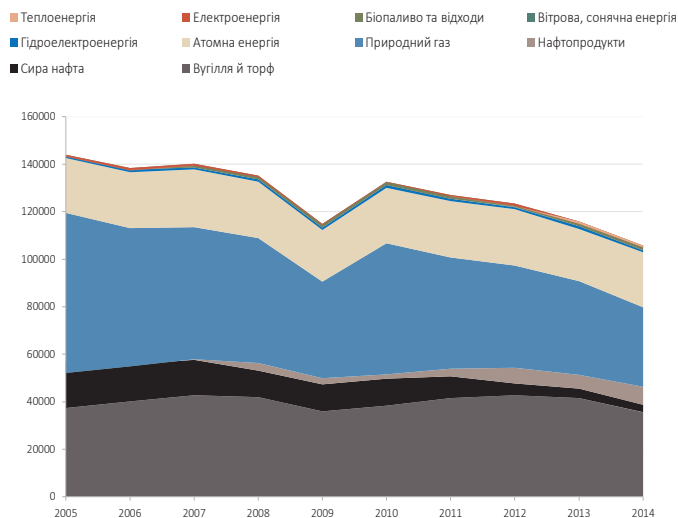


Рис. 1.3 Динаміка загального постачання первинної енергії в Україні

Одиниця виміру: тисяч тонн нафтового еквівалента. Джерело: підготовлено авторами за даними Міжнародного енергетичного агентства.

З 2007 р. постачання нафти замінив імпорт нафтопродуктів. Це пов'язано із занепадом вітчизняної нафтопереробки.

Кінцеве споживання енергетичних ресурсів (КСЕ) в Україні (рис. 1.4) впродовж 2005-2014 р. характеризувалося падінням частки промисловості (з 45% в 2005 до 34-35% в 2013-2014 рр.), більш-менш стабільною часткою населення на рівні 35% (за винятком 2007-2008 рр., коли частка населення в структурі КСЕ знизилася до 29-30%). Варто відзначити постійне зростання частки сфери послуг у структурі кінцевого енергоспоживання – з 3% в 2005 р. до 8-9% в 2012-2014 рр.

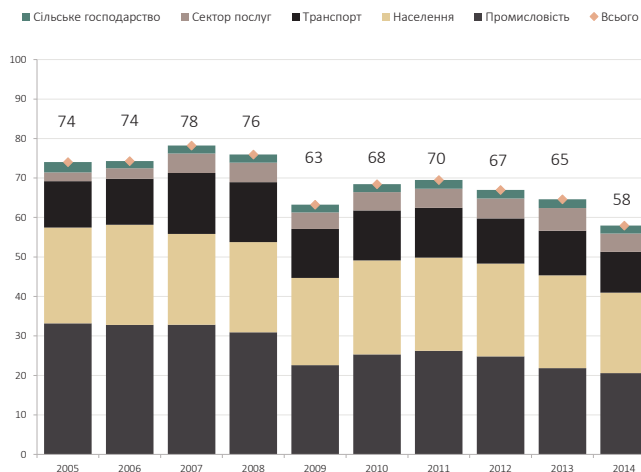


Рис. 1.4 Кінцеве споживання енергетичних ресурсів в Україні за секторами

Одиниця виміру: мільйон тонн нафтового еквівалента. Джерело: підготовлено авторами за даними Міжнародного енергетичного агентства.

У структурі КСЕ за типами енергоресурсів можна відзначити зменшення частки газу – з 38-39% в 2005-2008 рр. до 32% в 2012-2014 рр. і зростання частки електроенергії – з 14% в 2005 р. до 19% в 2014 р. (рис. 1.5).

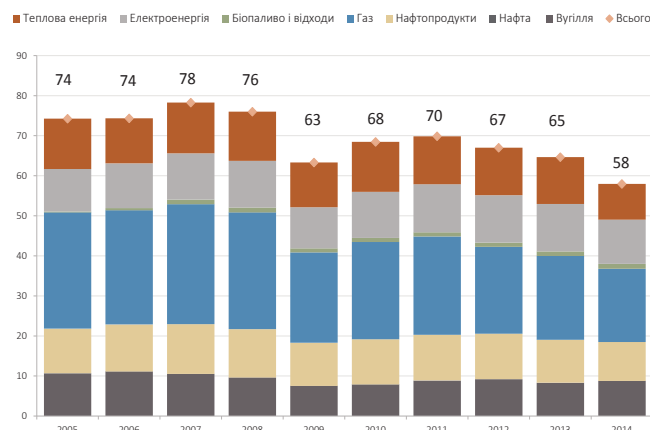


Рис. 1.5 Кінцеве споживання енергетичних ресурсів в Україні за їх видами

Одиниця виміру: мільйон тонн нафтового еквівалента. Джерело: підготовлено авторами за даними Міжнародного енергетичного агентства.

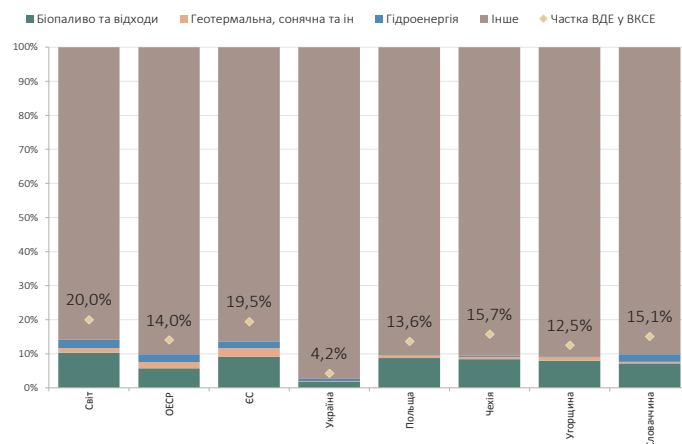


Рис. 1.6 ВДЕ у валовому кінцевому споживанні енергоресурсів у 2014

Одиниця виміру: відсотки. Використано дані станом на 2014 рік. Джерело: розрахунки авторів за даними Міжнародного енергетичного агентства.

Як видно з *табл. 1.1* та *рис. 1.5*, Україна не тільки відстає за рівнем використання ВДЕ від економічно розвинених країн світу (у т.ч. від країн Вишеградської групи), але й від загальносвітового показника (*рис. 1.6*). Частка ВДЕ у валовому кінцевому споживанні енергоресурсів (ВКСЕ)¹² в світі склала 20% в 2014 р., в той час як в Україні цей показник склав лише 4,2%.

Незважаючи на скорочення енергоємності ВВП та питомих викидів ПГ, економіка України залишається надзвичайно енергоємною порівняно не лише з розвиненими країнами світу, але й з європейськими сусідами, зокрема країнами Вишеградської четвірки (*рис. 1.7*).

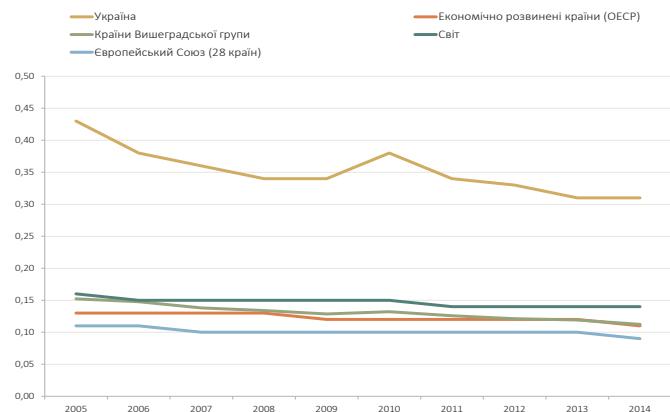


Рис. 1.7 Енергоємність ВВП (за ПКС)

Одиниця виміру: т н.е. / 1000 дол. США (2010). Джерело: підготовлено авторами за даними Міжнародного енергетичного агентства, <http://energyatlas.iea.org/?subject=1378539487>.

Хоча рівень енергоємності ВВП України скоротився майже вдвічі з 2000 по 2014 рр., однак він все ще у 2,8 рази перевищує відповідні показники країн ОЕСР та Вишеградської групи. Аналогічна ситуація спостерігається і щодо рівня вуглецеємності ВВП (за ПКС), який за даними 2014 р. у 2,4 та 2,6 рази перевищує показник країн ОЕСР та Вишеградської четвірки, а ЄС – у 3,8 рази (*рис. 1.8*).

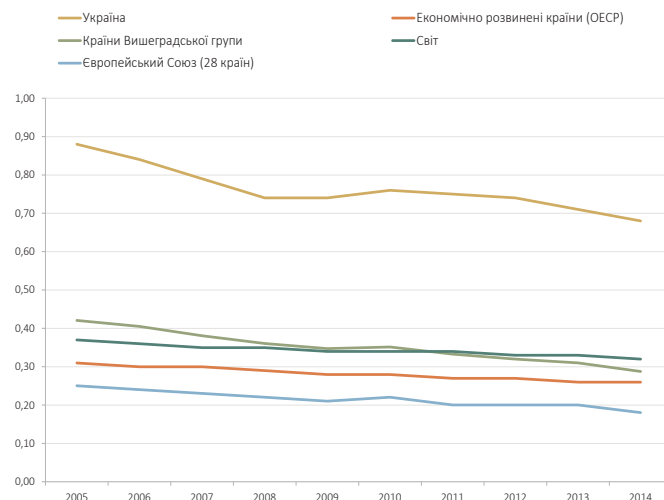


Рис. 1.8 Вуглецеємність ВВП (за ПКС)

Одиниця виміру: тонн CO₂ / 1000 дол. США (2010). Джерело: підготовлено авторами за даними Міжнародного енергетичного агентства, <http://energyatlas.iea.org/?subject=1378539487>.

¹² Валове кінцеве споживання енергоресурсів (ВКСЕ) – це сума кінцевого енергоспоживання, власного споживання енергетичним сектором і втрат при транспортуванні та розподіленні за винятком неенергетичного використання енергоресурсів.

2

МЕТОДОЛОГІЯ

Загальний методологічний підхід

Визначення та умови сценаріїв розвитку енергетичного сектору

Макроекономічні умови та припущення

Демографічні умови та припущення

Прогноз цін на енергетичні ресурси

Припущення щодо атомної енергетики



2.1 ЗАГАЛЬНИЙ МЕТОДОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД

Для моделювання сценаріїв розвитку енергетичного сектору України використано комплекс економіко-математичних моделей, що складається з динамічної оптимізаційної моделі *TIMES-Україна*¹³ та динамічної обчислювальної моделі загальної рівноваги (*ОМЗР*). Алгоритм дослідження економічних та енергетичних сценаріїв представлено на *рис. 2.1*.

Для розробки сценаріїв розвитку енергетики (*див. розділ 2.2*) було використано макроекономічний сценарій (*розділ 2.3*), який визначає динаміку основних драйверів (керуючих параметрів (КП) попиту на енергетичні послуги – ВВП, доданої вартості, виробництва промислової продукції, кількості і доходів населення, житлового фонду, цін на енергоресурси, інших макроекономічних та демографічних індикаторів, первинні прогнози яких узгоджуються між собою та використовуються для калібрування і параметризації *ОМЗР*.



Рис. 2.1 Комплекс економіко-математичних моделей для прогнозування розвитку енергетики

Джерело: підготовлено авторами.

Примітка: у цій роботі не були використані додаткові моделі для оцінки оптимізації роботи електроенергетичного сектору (такі як WASP Wien Automatic System Planning Package) для верифікації структури генеруючих потужностей за накладених техніко-економічних сценарних обмежень.

Оцінки прогнозних обсягів попиту на енергетичні послуги (потреби), виражені у формі роботи або корисної енергії (виробництво продукції, транспортні перевезення, опалення приміщень тощо), наведено в *Додатку Д.1*. Наприклад, оцінка потреби в опаленні за категоріями житлових приміщень у містах та сільській місцевості проводилася з урахуванням динаміки чисельності населення за місцем проживання та складу домогосподарств, темпів зростання питомої площі помешкань на одного мешканця, обсягів житлового будівництва з централізованими та автономними системами опалення. Аналогічно оцінка потреби в транспортних перевезеннях за видами транспорту здійснювалася на базі темпів оновлення парку транспортних засобів (рухомого складу) та прогнозу виробництва й міжнародної торгівлі товарами, що є основними видами вантажу (продукція рослинництва, добувної промисловості, металопрокату), що, своєю чергою, залежить від загально-економічних сценарних припущень.

Можливість задоволення визначеного в такий спосіб попиту на енергетичні послуги відповідно до умов макроекономічного сценарію оцінюється на наступному етапі за допомогою моделі енергетичної системи¹⁴ *TIMES-Україна*, де з урахуванням накладених бюджетних та технологічних обмежень розраховується оптиміальна комбінація енергетичних технологій по всьому ланцюжку використання енергетичних ресурсів, тобто безпосередньо формується прогнозний енергетичний баланс країни. Одночасно відбувається супут-

ній обрахунок інших важливих параметрів прогнозу, таких як граничні ціни або викиди шкідливих речовин від використання оціненого набору енергоресурсів.

Спершу розроблено Базовий (Консервативний) сценарій, припущення щодо якого не передбачають принципової зміни умов функціонування енергосистеми (*див. визначення у розділі 2.2*). Метою розрахунків за цим сценарієм є створення бази для порівняння з альтернативними енергетичними сценаріями, розробка яких є наступним кроком алгоритму аналізу. Для всіх сценаріїв розраховано найменші загальні витрати (або максимальна корисність) у рамках визначеної траєкторії розвитку системи, а також здійснюються відповідні оцінки структури постачання і використання енергії за галузями і видами палива, викидів ПГ за категоріями споживачів, оптиміальної технологічної структури виробників і споживачів енергії тощо.

Модель *TIMES-Україна*¹⁵ є оптимізаційною моделлю енергетичних потоків України. Енергетична система України (*див. Додаток Д.2*) в моделі *TIMES-Україна* представлена єдиним регіоном і складається з семи секторів: сектор постачання енергії (виробництво, імпорт, експорт, міжнародне бункерування, зміна запасів, а також виробництво вторинних енергоресурсів – нафтопродуктів, брикетів та іншого); виробництво електроенергії і тепла; промисловість; транспорт; побутовий сектор (населення); торгівля та послуги; сільське господарство (в т.ч. рибальство). Тобто структура моделі від-

¹³ Подолець Р.З., Дячук О.А. Стратегічне планування у паливно-енергетичному комплексі на базі моделі «TIMES-Україна»: наук. доп. / НАН України; Ін-т екон. та прогнозів. – К., 2011. – 150 с.

¹⁴ За аналогією із англійською літературою, під терміном «енергетична система» будемо розуміти весь комплекс економіко-господарських відносин, пов'язаних з оборотом енергосистів, тож цей термін є ширшим від загальноєвропейських «енергетична галузь» або «паливно-енергетичний комплекс».

¹⁵ Розроблено ДУ «Інститут економіки та прогнозування НАН України» для дослідження енерго-екологічної політики та сценаріїв розвитку національної енергетичної системи.

повідляє структурі енергетичного балансу України¹⁶ за формою Міжнародного енергетичного агентства. На сьогодні в моделі TIMES-Україна враховано понад 1,6 тис. технологій, база даних моделі оновлена за даними 2012 року і відкалібрована за цим же роком. Більш детальна інформація щодо структури та логіки побудови моделі TIMES-Україна наведена в статті О. Дячука та Р. Подольця.

Для оцінювання соціально-економічних наслідків реалізації Ліберального та Революційного сценаріїв розвитку енергетичного сектору України використано ОМЗР України¹⁷. Дана модель описує основні міжгалузеві зв'язки, враховує поведінку таких економічних агентів, як підприємства, сектор загального державного управління та домашні господарства. Окремими блоками в моделі представлені експорт та імпорт продукції (рис. 2.2).

Виробники в моделі розділені за 40 видами економічної діяльності, підприємства визначають обсяги виробництва та продажу за умови максимізації власного прибутку. Вироблена підприємствами продукція споживається домашніми господарствами, сектором загального державного управління, використовується для валового нагромадження капіталу, у виробничому процесі в якості сировини та матеріалів – проміжне споживання та експортується. Отримані підприємствами гроші від продажу товарів та послуг ідуть на придбання сировини та матеріалів, а також факторів виробництва – праці і капіталу. Сировину та матеріали підприємства можуть купувати у національних виробників або імпортувати. Плата за використання факторів виробництва виступає джерелом формування доходів домашніх господарств. Отримавши доходи, домогосподарства витрачають отримані гроші на прид-



Рис. 2.2 Кругообіг потоків ОМЗР України

Джерело: підготовлено авторами.

банья товарів та послуг, намагаючись максимізувати власну користість від споживання. Держава отримує податкові надходження, здійснює трансферти, виплачує субсидії та купує продукцію за державними замовленнями.

Основна статистична інформація, що використовується в процесі калібрування моделі, згрупована у т. зв. матрицю соціальних рахунків¹⁸ (МСР) – розширений аналог ТВВ¹⁹, яка в цьому випадку відрізняється від останньої додатковою інформацією щодо трансфертів між економічними агентами, включаючи дезагреговану структуру податкових надходжень, дані щодо галузевого розподілу інвестицій, деталізовану структуру кінцевого споживання домогосподарств залежно від середньодушового рівня доходів, виокремлення трансфертів для Пенсійного фонду та фондів соціального страхування.

На сьогодні ОМЗР України базується на даних ТВВ 2012 року та оновлена до показників 2016 року на основі даних системи національних рахунків з використанням процедури RAS методу²⁰.

2.2 ВИЗНАЧЕННЯ ТА УМОВИ СЦЕНАРІЇВ РОЗВИТКУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕКТОРУ

Базовий (Консервативний) сценарій розглядається як гіпотетичний сценарій, коли характеристики більшості технологій зберігаються незмінними до 2050 р., такими якими вони були станом на 2012 р. Відбувається поступове заміщення технологій лише в тому випадку, коли термін експлуатації певних існуючих потужностей добігає свого кінця. Вартість та ефективність технологій, що заміщують старі, відповідає сучасному рівню: вартість з часом знижується, а ефективність збільшується. Водночас більшість існуючих технологій іще можуть використовуватися протягом періоду моделювання (2012-2050 рр.). Застосування цього підходу є корисним для оцінки наслідків реалізації двох альтернативних сценаріїв, а саме ефективності заходів та політик, які стимулюють технологічні зміни в економіці²¹.

Перший сценарій **Ліберальний** (або «Досконалий конкурентний ринок») передбачає наявність досконалої конкуренції на всьому національному енергетичному ринку та його секторах, наявність економічних стимулів для розвитку відновлюваної енергетики та реалізації заходів з енергоефективності та енергозбереження, виконання основних еко-

¹⁶ Енергетичні баланси України за 2007-2014 рр. // Державна служба статистики України. – Режим доступу: <http://ukrstat.gov.ua/>

¹⁷ Чепелев М. Г. Моделирование та оцінка економічних наслідків субсидіювання побутових споживачів енергетичних ресурсів / дис. ... канд. Екон. Наук. – 08.00.11 / Чепелев Максим Григорович. – Київ, 2015. – 266 с. – Бібліогр.: с. 195-230.

¹⁸ Англ. «Social Accounting Matrix».

¹⁹ Таблица «вирати-випуск» (у цінах споживачів) [Електронний ресурс] // Державна служба статистики України. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>

²⁰ Trinh B. A Short Note on RAS Method [Електронний ресурс] / B. Trinh and N.V. Phong // Advances in Management & Applied Economics. – 2013. – Vol. 3, no. 4. – P. 133-137. – Режим доступу: http://www.scienpress.com/Upload/AMAE/Vol%203_4_12.pdf

²¹ https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg3/en/ch2s2-7-1-1.html

логічних вимог до об'єктів енергетики, застосування низького податку на викиди CO₂ тощо. Такий сценарій дозволяє оцінити конкурентоспроможність відновлюваної енергетики порівняно з традиційною за рівних макроекономічних умов.

Революційний сценарій трансформації вітчизняної енергетики до 2050 р. передбачає єдину комплексну ціль – задоволення енергетичних потреб (попиту) в секторах кінцевого споживання енергетичних ресурсів виключно за ра-

хунок ВДЕ, що значно посилить енергетичну незалежність та кліматичну політику України. При цьому має бути забезпечено зростання добробуту громадян України; надійне енергопостачання та енергетична достатність; економічна, енергетична, екологічна, продовольча та інші безпеки.

У табл. 2.1 підсумовано ключові умови та припущення Базового (Консервативного) та альтернативних сценаріїв. Макроекономічні індикатори, прогнозні ціни на енергоре-

Табл. 2.1 Матриця модельних сценаріїв

УМОВИ	СЦЕНАРІЙ		
	Базовий (Консервативний) сценарій	Ліберальний сценарій	Революційний сценарій
ВВП ²²	<ul style="list-style-type: none"> Середньорічні темпи зростання ВВП впродовж 2016-2050 рр. – 4,0%. До 2050 р. ВВП зростає в чотири рази. 		
Ціни на основні енергоресурси ²³	<ul style="list-style-type: none"> Імпортна ціна на нафту зростає з \$96 до \$129 за барель упродовж 2014-2050 рр. Приріст – 35%. Імпортна ціна на вугілля після падіння в 2015-2016 рр. упродовж 2014-2050 рр. коливатиметься на рівні \$55-70 (2014)/т. Приріст у 2050 р. – 0%. Ціна на природний газ зростає з \$10 до \$16 за МБто впродовж 2014-2050 рр. Приріст – 60%. 		
Населення України ²⁴	<ul style="list-style-type: none"> Чисельність населення України скоротиться з 45,2 млн осіб у 2014 р. до 38,9 млн осіб в 2050 р. 		
Вартість технологій ²⁵	<ul style="list-style-type: none"> Припущення щодо вартості технологій (капітальні інвестиції та операційні витрати) з використанням викопних палив, атомної енергії та ВДЕ переважно базуються на оцінках Міжнародного енергетичного агентства, даних Технологічного університету м. Лаппеенранта (Фінляндія) і, звичайно, даних вітчизняних експертів у сфері енергоефективності та відновлюваної енергетики. 		
Енергоефективність	<ul style="list-style-type: none"> Відсутні заходи з підвищення енергоефективності та енергозбереження, навіть економічно привабливі. Ефективність технологій у секторах кінцевого енергоспоживання на рівні 2012 р. Впровадження удосконалених технологій не передбачено. Незначний вплив зовнішніх (глобальних) чинників на вартість та ефективність технологій. Енергоємність ВВП зменшується внаслідок зміни структурних пропорцій економіки відповідно до макроекономічного сценарію та обмежених змін технологічної структури. 	<ul style="list-style-type: none"> Можливість запровадження будь-яких заходів з підвищення енергоефективності та енергозбереження. Реалізації економічно привабливих енергоефективних заходів. Наявність досконалої конкуренції на всьому національному енергетичному ринку та його секторах. 	<ul style="list-style-type: none"> Діють умови Ліберального сценарію. Стимулюється реалізація будь-яких заходів з підвищення енергоефективності та енергозбереження задля зменшення обсягів використання ВДЕ.
Відновлювані джерела енергії	<ul style="list-style-type: none"> «Зелений» тариф діє відповідно до графіку, визначеного законодавством до 2030 р., однак екологічних, кліматичних або інших обмежень на використання будь-якого палива немає. 	<ul style="list-style-type: none"> «Зелений» тариф діє відповідно до графіку, визначеного законодавством до 2030 р. Відсутні жодні інституційні бар'єри та втручання, не передбачені законодавством. Наявність тільки економічного стимулу для розвитку відновлюваної енергетики. 	<ul style="list-style-type: none"> Досягнення 90-100% ВДЕ в кінцевому споживанні енергетичних ресурсів. «Зелений» тариф діє відповідно до графіку, визначеного законодавством до 2030 р.
Атомна енергетика	<ul style="list-style-type: none"> Відсутність бар'єрів для розвитку. Можливість продовження експлуатації існуючих блоків максимум на 20 років. Вартість нових блоків відповідає європейським показникам. 	<ul style="list-style-type: none"> Відсутність бар'єрів для розвитку. Можливість продовження експлуатації існуючих блоків максимум на 20 років. Вартість нових блоків відповідає європейським показникам 	<ul style="list-style-type: none"> Повне згорання атомної енергетики до 2050 р. Можливість продовження експлуатації існуючих блоків АЕС максимум на 20 років до 2049. Відсутність будівництва нових блоків АЕС.
Екологічні вимоги	<ul style="list-style-type: none"> Немає 	<ul style="list-style-type: none"> Виконання вимог Директиви 2010/75/ЄС щодо викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря великими спалювальними установками (>50 МВт). Виконання вимог Директиви 2015/2193/ЄС щодо викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря середніми спалювальними установками (1-50 МВт) наразі не прийнято Україною і не включено в модель. 	<ul style="list-style-type: none"> Виконання вимог Директиви 2010/75/ЄС щодо викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря великими спалювальними установками (>50 МВт). Виконання вимог Директиви 2015/2193/ЄС щодо викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря середніми спалювальними установками (1-50 МВт) наразі не прийнято Україною і не включено в модель.

Джерело: підготовлено авторами.

²² Див. табл. 2.2

²³ Див. рис. 2.3

²⁴ Див. табл. 2.3

²⁵ Див. Додаток 2

сурси та динаміка чисельності населення України детально наведені в розділі 2.3 і є спільними вхідними даними для трьох сценаріїв.

Моделним базовим роком для цього дослідження взято 2012-й рік, оскільки саме цей рік для України був останнім, коли вітчизняна економіка була збалансованою, відбувалось економічне зростання і, що особливо важливо, не було військово-політичної кризи, породженої діями Російської Федерації, та забезпечувалась унітарність та соборність України.

2.3 МАКРОЕКОНОМІЧНІ УМОВИ ТА ПРИПУЩЕННЯ

При розробці Базового макроекономічного сценарію²⁶ припускалося, що врегулювання військово-політичного конфлікту на сході України відбудеться не раніше 2018-2019 рр. За таких умов протягом 2016-2018 рр. економіка України з високою імовірністю не зможе повністю вийти з кризи. Величина агрегованого ВВП навряд чи досягне докризового рівня 2012-2013 рр., хоча й буде спостерігатися незначне економічне зростання. Імовірні відчутні курсові коливання та подальша девальвація гривні становитимуть високий ризик для відновлення економічного зростання. Матиме місце незначне збільшення номінальної заробітної плати, водночас реальна заробітна плата зростатиме лише з 2019 р.

Тим не менше, економічне зростання відбуватиметься за рахунок харчової, легкої промисловості та фармацевтичної галузі. Можна очікувати відновлення позитивної динаміки також у виробництві будівельних матеріалів. У машинобудуванні позитивну динаміку демонструватиме виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції.

У коротко- та середньостроковому періодах очікується поступове відновлення обсягів виробництва у галузях реального сектору, хоча й дещо нижчими темпами, ніж у галузі сільськогосподарства. У період до 2020 р. зниження обсягів випуску може спостерігатись по окремих видах добувної промисловості, зокрема у сфері видобутку кам'яного та бурого вугілля. Більш активне відновлення видобутку спостерігатиметься в газовій сфері, зокрема внаслідок останніх реформ на ринку газу та підняття відпускних цін для газовидобувних компаній. Загалом галузі переробної промисловості зростатимуть дещо вищими темпами, ніж видобувної, що супроводжуватиметься зниженням частки останньої у ВВП.

Відновлення загальної позитивної динаміки в економіці України можна очікувати з 2017 р. У 2020-2025 рр. економіка розвиватиметься досить високими темпами (табл. 2.2). Видобувна галузь поступатиметься темпами зростання переробній промисловості, і гірничо-металургійний комплекс

поступово скорочуватиме свою частку у ВВП. Ця тенденція, вірогідно, збережеться й у довгостроковому періоді.

Відновлення докризових обсягів виробництва в абсолютній більшості галузей відбудеться протягом 2020-2025 рр., утім, для деяких видів економічної діяльності спостерігатимуться досить низькі темпи зростання, що зумовить повернення до докризових обсягів виробництва лише у довгостроковому періоді – після 2030 р. До таких галузей, зокрема, належать «Добування кам'яного та бурого вугілля», а також «Виробництво хімічних речовин та хімічної продукції».

Серед галузей переробної промисловості у довгостроковому періоді найвищі темпи приросту спостерігатимуться для галузей машинобудування, зокрема «Виробництва комп'ютерів, електронної та оптичної продукції» та «Виробництва електричного устаткування», а також харчової та фармацевтичної галузей.

У довгостроковому періоді (2026-2050 рр.) на агрегованому рівні в економіці України не очікується значних структурних зрушень, а темпи приросту сфери послуг будуть співставними з темпами зростання галузей товарного виробництва. Серед видів економічної діяльності третинного сектору очікується, що найбільші темпи приросту будуть характерні для галузей «Телекомунікації (електров'язок)» та «Комп'ютерне програмування, консультування та надання інформаційних послуг». Загалом середньорічні темпи приросту ВВП в рамках базового макроекономічного сценарію перебуватимуть на рівні 4% (табл. 2.2).

Представлені прогнози ВВП загалом узгоджуються з очікуваннями МВФ та Світового банку щодо України. Так, прогнози МВФ передбачають середньорічні темпи приросту ВВП протягом 2016-2020 рр. на рівні 2,9%²⁷. Відповідно до прогнозів Світового банку²⁸ – середньорічні темпи приросту ВВП України протягом 2016-2018 рр. становитимуть 2,0% та характеризуватимуться тенденцією до пришвидшення у середньостроковій перспективі (1% – у 2016 р., 2% – 2017 р., 3% – 2018 р.).

Галузева структура ВВП України на період 2015-2050 рр. у відсотках наведена в Додатку Д.4.

2.4 ДЕМОГРАФІЧНІ УМОВИ ТА ПРИПУЩЕННЯ

Моделювання сценаріїв розвитку енергетичного сектору України базується на використанні прогнозних даних чисельності населення Інституту демографії та соціальних досліджень НАН України (ІДСД НАНУ)²⁹, що є співставними із відповідними прогнозами Департаменту ООН із соціальних та економічних питань³⁰. Демографічні прогнози вітчизняних науковців по праву можуть вважатися більш надійними, оскільки вони є більш обґрунтованими і краще враховують існуючі реалії в Україні.

Табл. 2.2 Середньорічні темпи приросту ВВП України на період 2016-2050 рр., %

Сектори/Роки	2016-2020	2021-2025	2026-2030	2031-2035	2036-2040	2041-2045	2046-2050
Сільське, лісове та рибне господарство	1,4	5,7	4,9	5,1	5,1	5,1	5,1
Добувна промисловість і розроблення кар'єрів	3,0	3,4	2,3	2,0	2,0	2,0	2,0
Переробна промисловість	6,5	5,6	4,1	3,3	3,3	3,3	3,3
Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря	4,4	4,9	4,8	4,5	4,5	4,5	4,5
Будівництво	8,0	6,4	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1
Сфера товарного виробництва – разом	4,2	5,3	4,3	4,0	4,0	4,0	4,0
Сфера послуг – разом	2,5	5,0	4,2	4,0	4,0	4,0	4,0
ВВП	2,8	5,0	4,2	4,0	4,0	4,0	4,0

Джерело: підготовлено фахівцями ДУ «Інститут економіки та прогнозування НАН України» в 2016 р. в рамках проекту Агентства США з міжнародного розвитку (USAID) «Муніципальна енергетична реформа в Україні».

²⁶ Базовий макроекономічний сценарій був підготовлений фахівцями ДУ «Інститут економіки та прогнозування НАН України» в 2016 р. в рамках проекту Агентства США з міжнародного розвитку (USAID) «Муніципальна енергетична реформа в Україні».

²⁷ World Economic Outlook Database. International Monetary Fund. Available from: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2016/01/weodata/index.aspx>

²⁸ Global Economic Prospects. Europe and Central Asia. The World Bank. Available from: <http://pubdocs.worldbank.org/en/484281463605616745/Global-Economic-Prospects-June-2016-Europe-and-Central-Asia-analysis.pdf>

²⁹ <http://www.idss.org.ua/monografi/popforecast2014.rar>

³⁰ http://esa.un.org/unpd/wpp/unpp/panel_population.htm

Табл. 2.3 Прогноз чисельності населення України до 2050 р., млн осіб*

Сценарії	2012	2014	2015*	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
ІДСД- Сценарій ССС	45,3	45,2	42,7	44,4	43,6	42,8	41,8	40,8	39,9	38,9
ІДСД- Сценарій ВВВ				45,1	45,1	45,1	45,1	45,2	45,4	45,6
ІДСД- Сценарій ННН				43,4	41,6	39,7	37,8	35,8	33,9	32,0
ІДСД- Сталий сценарій				44,1	42,7	41,1	39,5	37,8	36,1	34,3
ІДСД- Сценарій ССН				44,3	43,3	42,1	40,8	39,5	38,3	37,1
ІДСД- Сценарій ВНВ				44,3	43,5	42,7	41,8	41,1	40,7	40,3
ІДСД- Сценарій НВН				44,2	43,2	42,1	41,0	39,8	38,5	37,0
Сценарій Департаменту ООН із соціальних та економічних питань				43,7	42,4	40,9	39,3	37,8	36,4	35,1

* Без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим і м. Севастополя. Джерело: підготовлено авторами за даними Інституту демографії та соціальних досліджень НАН України (ІДСД НАНУ)

У цій роботі використано один демографічний сценарій ІДСД НАНУ³¹ (сценарій ССС, табл. 2.3), який передбачає середні темпи народжуваності, середню тривалість життя та середню чисту міграцію в Україні.

Як видно з табл. 2.3, у 2015 р. чисельність населення України різко скоротилася, що пов'язано з тимчасовою окупацією території Автономної Республіки Крим і м. Севастополя. Оскільки для всіх сценаріїв зроблено припущення, що тимчасова окупація триватиме не довше ніж до 2020 р., динаміка чисельності населення України повернеться на свою траєкторію і далі рухатиметься згідно з розробленими раніше демографічними сценаріями.

2.5 ПРОГНОЗ ЦІН НА ЕНЕРГЕТИЧНІ РЕСУРСИ

Прогноз цін на основні енергетичні ресурси для України до 2050 р. базується на прогнозних цінах для світового ринку до 2030 р.³², опублікованих групою дослідників Світового банку в останньому звіті «Commodities Market Overview» (січень, 2017 р.)³³, які є найбільш актуальними на сьогодні і на основі яких, шляхом простої екстраполяції даних, отримується прогноз цін на 2035-2050 рр. (рис. 2.3).

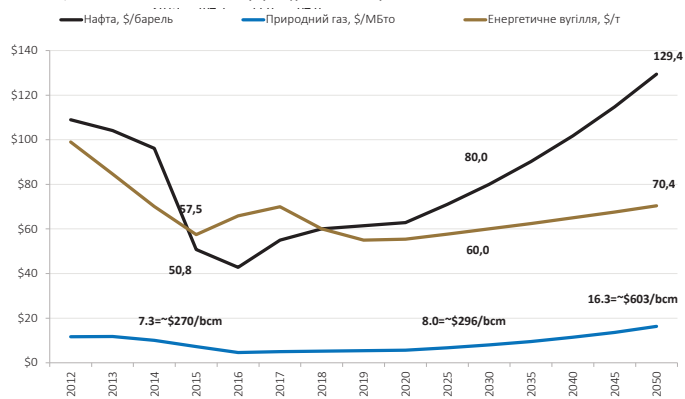


Рис. 2.3 Прогноз цін на основні енергетичні ресурси (номінальні ціни)

Джерело: підготовлено авторами за даними Світового банку (ціни на 2014-2030 рр.), власні розрахунки цін для періоду 2035-2050 рр.

2.6 ПРИПУЩЕННЯ ЩОДО АТОМНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Експлуатуючою організацією всіх діючих АЕС України (Запорізька, Рівненська, Хмельницька і Южно-Українська

АЕС) є ДП «НАЕК «Енергоатом». На діючих АЕС в експлуатації перебувають 15 енергоблоків: 13 – з реакторними установками типу ВВЕР-1000 і 2 – з ВВЕР-440.

Як видно з табл. 2.4, розпочате у 80-х роках ХХ ст. будівництво енергоблоків № 3 і № 4 Хмельницької АЕС не завершено. У 1990 р. воно було призупинено дією мораторію на будівництво нових блоків АЕС. Станом на початок квітня 2017 р. немає затвердженого в установленому порядку рішення щодо будівництва (добудови) цих енергоблоків.

У вересні 2015 р. Верховною Радою України було прийнято закони, що денонсували дію Угоди між Кабінетом Міністрів України та Урядом Російської Федерації щодо співпраці в будівництві ХАЕС №3 та №4 та визнали таким, що втратив чинність, Закон України «Про розміщення, проектування та будівництво енергоблоків № 3 і № 4 Хмельницької атомної електричної станції» № 5217-VI від 06.09.2012 р. На сьогодні не існує нової офіційної угоди про будівництво з іншим постачальником ядерної технології та не підтверджено відповідного фінансування.

Однак, згідно з оцінками ДП «НАЕК «Енергоатом» на сьогодні, будівельна готовність нових енергоблоків на ХАЕС така: енергоблок №3 – 75%, енергоблок №4 – 28%, загальна затверджена вартість будівництва – 3,7 млрд євро.

На думку експертів Національного екологічного центру України (НЕЦУ), зважаючи на тривалий процес підготовки проектів будівництва АЕС у Європі³⁶, **вбачається малою ймовірним здійснити усі стадії від пошуку постачальника технології та фінансування, затвердження проекту та будівництва енергоблоків у період до 2030 р.** Додатковим фактором, що суттєво впливатиме на збільшення строку будівництва та вартість проекту, на думку НЕЦУ, є неможливість використання існуючих конструкцій та факт визнаної Державною інспекцією ядерного регулювання України ймовірності часткового або повного демонтажу існуючих будівельних конструкцій енергоблоків ХАЕС №3, 4³⁷. Ці конструкції перебувають у незаконсервованому стані понад 30 років (з 1985 та 1986 рр.), частково затоплені водою і можливість їх використання та довговічність не є обґрунтованими.

За даними ДП «НАЕК «Енергоатом», вартість будівництва нових енергоблоків АЕС України на нових площадках складає \$7000 (~€6514) млн/ГВт³⁸. У 2016 р. Європейська Комісія оприлюднила звіт³⁹, у якому зазначається, що вартість будівництва нових потужностей атомних електростанцій ро-

³¹ У демографічних сценаріях ІДСД НАНУ аббревіатурні назви сценаріїв означають: ССС – Середня народжуваність, Середня тривалість життя, Середня чиста міграція; ВВВ – Висока народжуваність, Висока тривалість життя, Висока чиста міграція; ННН – Низька народжуваність, Низька тривалість життя, Низька чиста міграція; ССН – Середня народжуваність, Середня тривалість життя, Нульова нетто міграція; ВНВ – Висока народжуваність, Низька тривалість життя, Висока чиста міграція; НВН – Низька народжуваність, Висока тривалість життя, Низька чиста міграція; Сталий сценарій передбачає, що всі компоненти зафіксовані на рівні 2011 року.

³² Оскільки в Україні ціни на енергоресурси вже практично повністю лібералізовано, доцільно зробити припущення, що ціни на внутрішньому ринку відповідатимуть світовим.

³³ Commodities Market Overview. Investment Weakness in Commodity Exporters / World Bank Group, January 2017. Режим доступу: <http://pubdocs.worldbank.org/en/820161485188875433/CMO-January-2017-Full-Report.pdf>

³⁴ Наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України № 798 від 10.12.2015 «Концепція зняття з експлуатації діючих атомних електростанцій України». – С. 11.

³⁵ Презентація ДП «НАЕК «Енергоатом»: сьогоднішня, перспективи розвитку та проблемні питання. – Київ, 2017. – Режим доступу: <http://www.xaes.org.ua/pdf/pres201701261048.pdf>

³⁶ Реактор Фланманвіль-3 у Франції планують добудувати за 11 років, а у Фінляндії процес підготовки до спорудження Олкліутто-3 розпочався у 2000 р. і планується до завершення у 2018 р. із 9-річним відставанням. Більше на <https://www.carbonbrief.org/new-nuclear-finlands-cautionary-tale-for-the-uk> та <https://www.theguardian.com/environment/2016/jul/27/flamanville-france-edf-nuclear-reactor-hinkley-point-c>

³⁷ Лист Державної інспекції ядерного регулювання України №15-55/1439-60 від 01.03.2013 щодо вимог до проекту будівництва енергоблоків №3, 4 Хмельницької АЕС. – Режим доступу: http://necr.org.ua/wp-content/uploads/novi_ymogy_khaes_vidroid.pdf

³⁸ Презентація «Стратегічний розвиток ядерної галузі. Проблеми питання» зроблена ДП «НАЕК «Енергоатом» на Слуханнях у Комітеті ВРУ з питань паливно-енергетичного комплексу, ядерної політики та ядерної безпеки 15 квітня 2016 р. – С. 34. – Режим доступу: <https://yadi.sk/d-GtG06r7XBQ>

³⁹ Communication from the Commission «Nuclear Illustrative Programme presented under Article 40 of the Euratom Treaty for the opinion of the European Economic and Social Committee», Brussels, 4.4.2016, SWD(2016) 102 final.

сте щороку. Так, наприклад, при будівництві нових блоків АЕС типу EPR (European Pressurized Reactor, Європейський реактор з водою під тиском) у Фламанвілі (Франція) потужністю 1670 МВт оцінюється з розрахунку €6287 (~\$6756)/кВт, а в Ханхікві (Фінляндія) вартість нового будівництва енергоблоків АЕС потужністю 1200 МВт оцінюється в €6-7 млрд або €5000-5800 (~\$5373-6233)/кВт. У спільній роботі Міжнародного енергетичного агентства (МЕА) та Агентства з ядерної енергії при Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР) вказано, що вартість будівництва нових блоків АЕС у європейських країнах складає від \$4986 (€4640)/кВт у Словаччині до \$7535 (€7012)/кВт в Угорщині⁴⁰. Як видно, вартість нового будівництва в Угорщині співпадає з оцінками ДП «НАЕК «Енергоатом».

Враховуючи наведені вище дані вартості нового будівництва енергетичних блоків АЕС та те, що вона постійно зростає в зв'язку із посиленням вимог щодо безпеки функціонування АЕС, для довгострокового прогнозування розвитку енергетики України враховано вітчизняні дані ДП «НАЕК «Енергоатом». Тобто закладено, що ціна будівництва нових енергетичних блоків АЕС складатиме \$7,0 або €6,5 млрд за 1000 МВт встановленої потужності.

Серед 15 діючих енергоблоків АЕС України вже продовжено термін експлуатації для 6 блоків:

- РАЕС №1, 2 – 10.12.2010 р. продовжено термін експлуатації до 2030, 2031 року відповідно;
- ЮАЕС №1 – 28.11.2013 р. продовжено термін експлуатації до 02.12.2023 р.;
- ЗАЕС №1 – 14.09.2016 р. продовжено термін експлуатації до 23.12.2025 р.;
- ЗАЕС №2 – 04.10.2016 р. продовжено термін експлуатації до 19.02.2026 р.

Ведуться роботи на 4 енергоблоках: РАЕС №3; ЗАЕС №3, 4; ХАЕС №1. У 2020 р. завершується термін експлуатації для ЮАЕС №3 та ЗАЕС №5, а після 2020 р. – РАЕС №4; ЗАЕС №6; ХАЕС №2.

За даними ДП «НАЕК «Енергоатом»⁴¹, питомі витрати на одиницю встановленої потужності з продовження строку експлуатації енергоблоків №1, 2 РАЕС, враховуючи виконання обсягів реконструкції і модернізації, склали \$358 за 1 кВт⁴². У квітні 2016 р. на Слуханнях у Комітеті ВРУ з питань паливно-енергетичного комплексу, ядерної політики та ядерної безпеки у своїй презентації Голова ДП «НАЕК «Енергоатом» зазначив, що, за останніми оцінками, вартість продовження терміну експлуатації діючих енергоблоків АЕС України складає близько \$300 млн/ГВт (або \$300 за 1 кВт), тоді як будівництво нового блоку – \$7000 (~€6514) млн/ГВт. Однак до вартості продовження терміну експлуатації діючих енергоблоків АЕС України необхідно додати витрати реалізації Комплексної (зведеної) програми підвищення рівня безпеки енергоблоків АЕС України (КзПБ), затвердженої постановою Кабінету Міністрів України від 7 грудня 2011 р. № 1270⁴³. Згідно з оцінками ДП «НАЕК «Енергоатом» станом на 01.01.2016 така вартість складає 30,1 млрд грн. (без ПДВ) або 1,31 (~€1,22) млрд дол. США⁴⁴.

Для визначення вартості продовження терміну експлуатації діючих енергоблоків АЕС, яку використано при прогнозуванні довгострокового розвитку енергетики України, взято фактичні витрати, які були понесені при продовженні строку експлуатації енергоблоків №1, 2 РАЕС (\$358 за 1 кВт або €333 млн/1000 МВт) і додано середні витрати реалізації КзПБ для тих енергоблоків АЕС (9 енергоблоків), для яких цей термін ще не продовжено. Отже, така вартість продовження терміну експлуатації діючих енергоблоків АЕС на 20 років складатиме \$358 + \$1310/9 = \$504 (~€467) млн за 1000 МВт встановленої потужності.

Табл. 2.4 Зведена інформація про діючі АЕС України

Назва АЕС	№ енергоблока	Тип реактора	Встановлена потужність (МВт)	Початок будівництва	Підключення до мережі	Термін дії ліцензії на експлуатацію
Запорізька (ЗАЕС)	1*	ВВЕР-1000/320	1000	04.1980	10.12.1984	23.12.2025
	2*	ВВЕР-1000/320	1000	04.1981	22.07.1985	19.02.2026
	3	ВВЕР-1000/320	1000	04.1982	10.12.1986	05.03.2017
	4	ВВЕР-1000/320	1000	01.1984	18.12.1987	04.04.2018
	5	ВВЕР-1000/320	1000	07.1985	14.08.1989	27.05.2020
	6	ВВЕР-1000/320	1000	06.1986	19.10.1995	21.10.2026
Южно-Українська (ЮАЕС)	1*	ВВЕР-1000/302	1000	03.1977	31.12.1982	20.12.2023
	2*	ВВЕР-1000/338	1000	10.1979	06.01.1985	31.12.2025
	3	ВВЕР-1000/320	1000	02.1985	20.09.1989	10.02.2020
Рівненська (РАЕС)	1**	ВВЕР-440/213	415	08.1976	22.12.1980	22.12.2030
	2**	ВВЕР-440/213	420	10.1977	22.12.1981	22.12.2031
	3	ВВЕР-1000/320	1000	02.1981	21.12.1986	11.12.2017
	4	ВВЕР-1000/320	1000	1986	10.10.2004	07.06.2035
Хмельницька (ХАЕС)	1	ВВЕР-1000/320	1000	11.1981	22.12.1987	13.12.2018
	2	ВВЕР-1000/320	1000	1983	07.08.2004	07.09.2035
	3***	ВВЕР-1000		09.1985		
	4***	ВВЕР-1000		06.1986		

* Термін експлуатації енергоблока №1 та №2 Южно-Української АЕС, №1 та №2 Запорізької АЕС продовжено на 10 років.

** Терміни експлуатації енергоблоків №1 та №2 Рівненської АЕС продовжені на 20 років.

*** Енергоблоки не побудовані.

⁴⁰ Projected Costs of Generating Electricity // International Energy Agency, Nuclear energy agency under the Organisation for Economic Co-operation and Development, 2015. Режим доступу: <https://www.oecd-nea.org/ndd/pubs/2015/7057-proj-costs-electricity-2015.pdf>

⁴¹ Відповідь на запит Національного екологічного центру України, листом №11673 від 16.08.2013 р.

⁴² Лист ДП «НАЕК «Енергоатом» «Про надання інформації» №11673 від 16.08.2013 р. – Режим доступу: <http://nesci.org.ua/wp-content/uploads/2017/04/vidpovid-ea-2013.pdf>

⁴³ Постанова Кабінету Міністрів України від 7 грудня 2011 р. № 1270 «Про затвердження Комплексної (зведеної) програми підвищення рівня безпеки енергоблоків атомних електростанцій». – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/1270-2011-%D0%BF>

⁴⁴ Офіційний курс валют, встановлений Національним банком України станом на 05.01.2016 р. – Режим доступу: https://bank.gov.ua/control/uk/curmetal/currency/search?formType=searchFormDate&time_step=daily&date=05.01.2016&&execute=%D0%92%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D1%82%D0%B8&outer=xs

3

ПОТЕНЦІАЛ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ

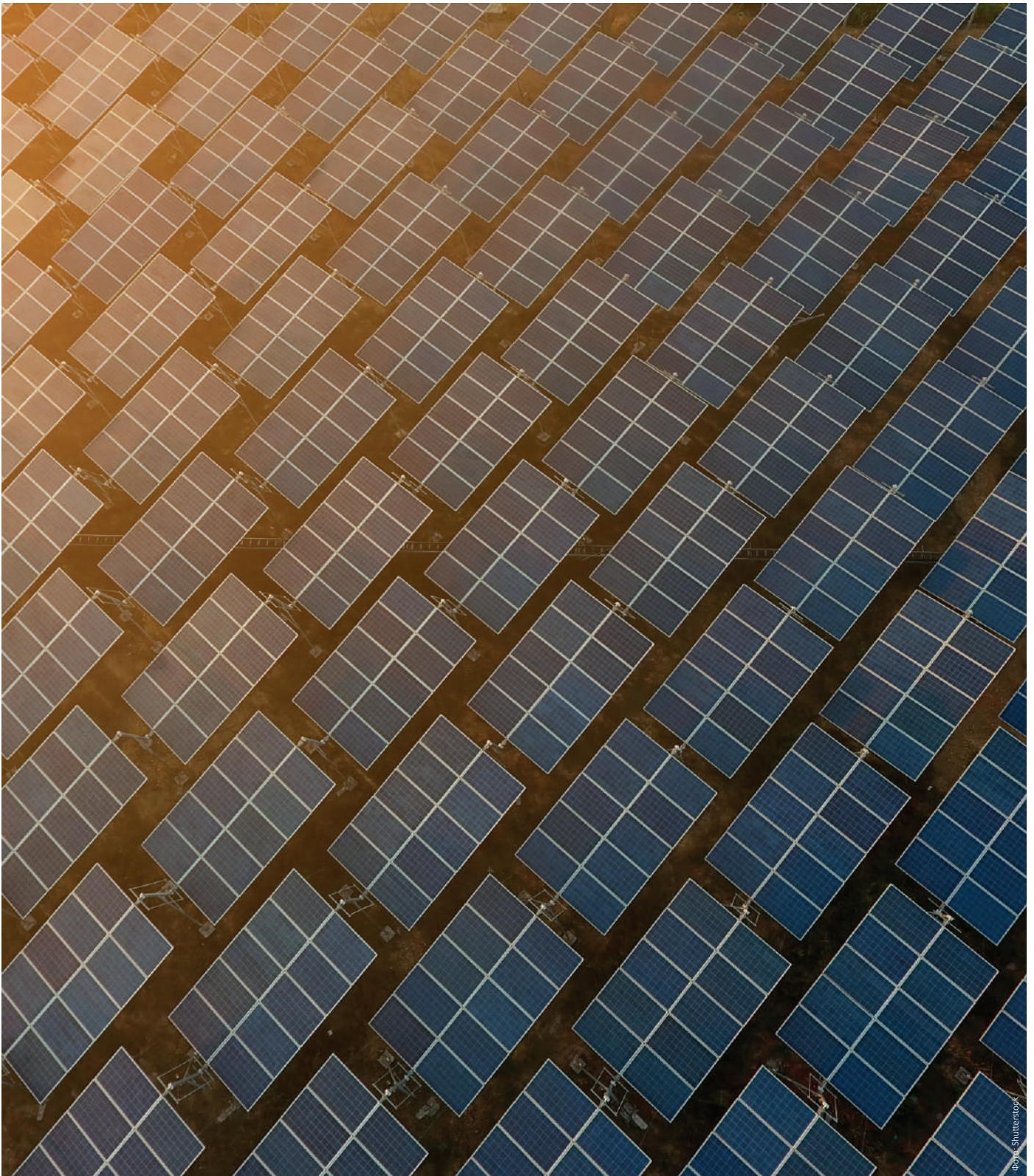
Вітрова
енергетика

Сонячна
енергетика

Біо-
енергетика

Гідро-
енергетика

Балансування
ВЕС та СЕС



3.1 ВІТРОВА ЕНЕРГЕТИКА

Україна володіє значним природним потенціалом для реалізації вітроенергетичних проєктів, що визначає зацікавленість держави в розвитку цієї галузі і привертає велику кількість потенційних вітчизняних та іноземних інвесторів.

Табл. 3.1 Оцінка перспективних технічних характеристик наземних ВЕС

		2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Вартість встановленої потужності (overnight cost ⁴⁵), євро/кВт	Мінімальна	1600	1500	1500	1440	1350	1300	1250	1250
	Середня	1665	1590	1590	1505	1440	1365	1325	1300
	Максимальна	1730	1680	1680	1570	1530	1430	1400	1350
Операційні витрати (орех), євро/кВт	Мінімальні	20	23	26	29	32	35	35	35
	Середні	25	28	31	34	37	40	40	40
	Максимальні	30	33	36	39	42	45	45	45
Усереднений КВВП по всіх ВЕС в Україні		36%	36%	36%	36%	37%	38%	39%	40%

Джерело: підготовлено авторами за даними Української вітроенергетичної асоціації, 2016.

вання електроенергії ВЕС можуть становити 56 млрд кВт год, що відповідає 29% від загального виробництва електроенергії в Україні до окупації Російською Федерацією Автономної Республіки Крим, м. Севастополя та здійснення нею військової агресії на території окремих районів Донецької та Луганської областей. У 2016 р. це могло б становити 34% від загального виробництва електроенергії.

Щодо вартості будівництва вітроелектростанцій «під ключ», то вона коливається наразі в межах \$1400-1700 за 1 кВт. Згідно з прогнозами УВЕА, до 2050 р. ця вартість може скоротитися більш як на 20% (табл. 3.1).

Для моделювання Ліберального та Революційного сценаріїв, а також із врахуванням досліджень Майкла Чайлда та ін.⁴⁶, наведених в роботі, було розглянуто більш оптимістичний потенціал вітрової енергетики, який у 2030 р. може скласти до 25 ГВт, а в 2050 – 60 ГВт.

З метою уникнення негативного впливу стрімкого розвитку вітроенергетики на популяції птахів при плануванні вітропарків необхідно враховувати відстань до природоохоронних зон або територій, де спостерігаються масові сезонні скупчення та проходять міграційні шляхи птахів, що й має бути зроблено при проведенні оцінки щодо впливу проєкту на довкілля. Розумне планування вітропарків дозволить уникнути або суттєво знизити потенційні ризики впливу ВЕС на популяції птахів.

3.2 СОНЯЧНА ЕНЕРГЕТИКА

Згідно з даними Держенергоєфективності, теоретично-можливий потенціал енергії сонця на території України складає більше 730 млрд кВт·год на рік⁴⁷, а технічно-можливий складає лише 34,2 млрд кВт·год на рік. Однією з головних перешкод для інтенсивного розвитку відновлюваної електроенергетики є погано розвинена мережа і її застаріла централізована концепція. За оцінками експертів компанії Rentechno⁴⁸, за сьогоdnішнього розвитку технологій ВДЕ в Україні здатні покрити до 80% попиту на електроенергію.

Використання сонячних панелей на дахах серед приватних домогосподарств до 2050 року може досягти 40-50%. Крім того, використання сонячних колекторів для нагріву води ставатиме дедалі більш економічно вигідним. Ці технології дозволять забезпечити попит на гарячу воду в приватних домогосподарствах на 70-100% впродовж літа та на

За останніми оцінками Української вітроенергетичної асоціації, 16 ГВт ВЕС – це реальний потенціал вітроенергетичного сектора України. При забезпеченні коефіцієнта використання встановленої потужності не менше 40%, який підтверджений на практиці нині для працюючих ВЕС у Запорізькій, Херсонській та Миколаївській областях, – річні обсяги генеру-

вання електроенергії ВЕС можуть становити 56 млрд кВт год, що відповідає 29% від загального виробництва електроенергії в Україні до окупації Російською Федерацією Автономної Республіки Крим, м. Севастополя та здійснення нею військової агресії на території окремих районів Донецької та Луганської областей. У 2016 р. це могло б становити 34% від загального виробництва електроенергії.

Для моделювання Ліберального та Революційного сценаріїв використовувалися наступні припущення щодо потенціалу (табл. 3.2) та вартості (табл. 3.3) сонячної енергетики в Україні із врахуванням досліджень Майкла Чайлда та ін.⁴⁹, та консультацій із вітчизняними експертами.

Табл. 3.2 Потенціал сонячної енергетики, ГВт

	2030	2050
Для наземних електростанцій	16	90
Для дахових електростанцій	5	36

Джерело: підготовлено авторами за даними дослідження M.Child, D.Bogdanov and C.Breyer «Transition towards a 100% renewable energy system by 2050 for Ukraine», 2016, та консультацій з вітчизняними експертами.

Табл. 3.3 Вартість сонячних електростанцій, євро/кВт

	2015	2020	2030	2050
Наземні	1300	750	700	475
Дахові	1700	800	750	510

Джерело: підготовлено авторами за даними дослідження M.Child, D.Bogdanov and C.Breyer «Transition towards a 100% renewable energy system by 2050 for Ukraine», 2016, та консультацій з вітчизняними експертами.

3.3 БІОЕНЕРГЕТИКА

За даними Біоенергетичної асоціації України, економічно доцільний біоенергетичний потенціал складає близько 20 млн т н.е., а у 2050 р. він може скласти 42 млн т н.е. (табл. 3.4), що стане можливим за рахунок збільшення використання кукурудзи для виробництва біогазу, вирощування енергетичних культур та використання біогазу. Наявний в Україні енергетичний потенціал відходів лісництва та сільського господарства практично не використовується – для уможливлення використання необхідно розвивати логістичні мережі зі збору, доставки та збереження біомаси, оскільки транспортування деревини малою насипною масою на великі відстані є збитковим. Для уможливлення використання біомаси в мережі ЖКГ крім вирішення низки технічних питань потрібні довгострокові контракти на поставки деревини.

Когенераційні технології дозволяють одночасно отримувати теплову та електричну енергію. Відновлюваною «сировиною» для таких технологій може бути біогаз, метан-

⁴⁵ Overnight cost includes pre-construction (owner's), construction (engineering, procurement and construction) and contingency costs, but not interest during construction (IDC).

⁴⁶ M.Child, D.Bogdanov and C.Breyer «Transition towards a 100% renewable energy system by 2050 for Ukraine», 2016, https://www.researchgate.net/publication/315117520_The_role_of_storage_technologies_for_the_transition_to_a_100_renewable_energy_system_in_Ukraine

⁴⁷ <http://sae.gov.uk/pressroom/1133>

⁴⁸ За результатами консультацій з експертами у галузі ВДЕ, проведених в рамках підготовки цього звіту у березні 2017р.

⁴⁹ M.Child, D.Bogdanov and C.Breyer «Transition towards a 100% renewable energy system by 2050 for Ukraine», 2016

Табл. 3.4 Біоенергетичний потенціал України

Вид біомаси	2015			2050
	Теоретичний потенціал, млн т	Частка, доступна для енергетики, %	Економічний потенціал, млн т у.п.	Економічний потенціал, млн т у.п.
Солома зернових культур	35,14	30	5,22	7,83
Солома ріпаку	3,10	40	0,62	0,93
Відходи виробництва кукурудзи на зерно (стебла, стрижні)	30,3	40	3,31	4,97
Відходи виробництва соняшника	21,2	40	1,74	1,74
Вторинні відходи с/г (лушпиння соняшника)	1,9	41	0,39	0,39
Усього агропотенціал	91,64		11,28	15,86
Деревна біомаса (дрова, відходи лісозаготівлі, деревини від рубок, тріска)	8,8	41	1,47	2,97
Деревна біомаса (рубка лісосмуг, сухостій)	11,0	58	2,57	1,47
Усього деревина	14,80		3,45	4,44
Біодизель	-	-	0,27	0,27
Біоетанол	-	-	0,77	0,77
Усього біопалива	-	-	1,04	1,04
Біогаз із побічних продуктів АПК (гній + харчова промисловість)	1,6 млрд м ³ CH ₄	50	0,97	3,40
Біогаз із полігонів ТПВ	0,6 млрд м ³ CH ₄	34	0,26	0,85
Біогаз зі стічних вод	1,0 млрд м ³ CH ₄	23	0,27	0,56
Усього біогаз	3,2 млрд м³ CH₄		1,5	4,81
тополя, міскантус, акація, вільха, верба	11,5	90	6,28	18,84
кукурудза (біогаз)	3,3 млрд м ³ CH ₄	90	3,68	14,72
Усього енергетичні культури			9,96	33,56
Торф			0,4	0,4
ВСЬОГО, млн т у.п.			27,63	60,10
ВСЬОГО, млн т н.е.			19,34	42,07

Примітка: зважаючи на вагомий екологічний наслідок видобутку торфу, енергетичний потенціал торфу не враховано при моделюванні сценаріїв розвитку енергосектору в цій роботі.

Джерело: дані надані Біоенергетичною асоціацією України.

вугільних родовищ тощо. На українському ринку представлені нові когенераційні установки провідних світових виробників, а також ті, що були у використанні (б/в). Основні технічні характеристики когенераційних технологій, використаних для моделювання довгострокових сценаріїв розвитку енергосектору, наведено в *табл. 3.5*.

Табл. 3.5 Основні вартісні характеристики когенераційних технологій на біомасі

	Нова	Б/в
Капітальні витрати, євро/кВт _{ел.}	532	250
Операційні витрати, євро/кВт _{ел.}	20	20
ККД, %	87,2	87,2

Джерело: підготовлено авторами за даними http://m-energo.biz/goods/al/Belgium_JMC412_biogas_2010_11000.

При технології сумісного спалювання біомаси з вугіллям інвестиції складають \$50-\$250/кВт, вартість електроенергії – \$20/МВт-год (якщо наявна своя сировина, а транспортні витрати мінімальні). Вартість сировини (біомаси) становить \$3-3,5/ГДж, тож вартість електроенергії може перевищити \$30-50/МВт-год. Станції винятково на біомасі більш дорогі та вимагають інвестицій у розмірі \$1500-3000/кВт. Відповідно, вартість електроенергії може становити \$40-90/МВт-год⁵⁰.

Для моделювання довгострокового розвитку енергосектору зроблено припущення, що до 2050 р. частка гарячого водозабезпечення за рахунок бойлерів на біомасі відповідатиме частці населення, яке використовує котли на біомасі

для опалення. Приготування їжі з використанням біомаси як палива, очікувано, не спостерігатиметься в майбутньому. За інформацією Біоенергетичної Асоціації України, на сьогодні виробництво теплової енергії з біомаси є вигідним за поточних цін на природний газ і залишиться таким у майбутньому. Наразі термін окупності установок з виробництва електроенергії на біомасі за наявності «зеленого» тарифу складає 8 років, а ТЕЦ на біомасі має термін окупності 4,5 роки, що є цікавим для бізнесу.

Основні технічні характеристики ТЕС, ТЕЦ та котельні на біомасі та біогазових технологій, використані для моделювання довгострокових сценаріїв розвитку енергосектору, отримані на основі даних Біоенергетичної асоціації України із врахуванням досліджень Майкла Чайлда та ін., наведених в роботі⁵¹, і наведені в *табл. 3.6-3.9*. Окрім того враховано, що в Україні зниження капітальних витрат може відбутися за рахунок власного виробництва обладнання.

Табл. 3.6 Основні вартісні характеристики ТЕС на біомасі

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Біомаса з деревини								
Капітальні витрати, євро/кВт _{ел.}	2800	2800	2800	2600	2500	2400	2200	2000
Операційні витрати, євро/кВт _{ел.}	30							

⁵⁰ <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/essentials3.pdf>

⁵¹ M.Child, D.Bogdanov and C.Breyer «Transition towards a 100% renewable energy system by 2050 for Ukraine», 2016

Продовження табл. 3.6

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
ККД, %	24	24	25	26	28	29	30	31
КВВП, %	50							
Термін експлуатації, років	30							
Біомаса з відходів агропромислового комплексу та ін.								
Капітальні витрати, євро/кВт _{ел.}	3500	2900	2800	2700	2600	2500	2300	2100
Операційні витрати, євро/кВт _{ел.}	30							
ККД, %	23	23	24	24	25	27	28	29
КВВП, %	50							
Термін експлуатації, років	30							
Біогаз								
Капітальні витрати, євро/кВт _{ел.}	4500	4400	4300	4200	4100	4000	3900	3800
Операційні витрати, євро/кВт _{ел.}	30							
ККД, %	42	42	42	43	43	43	44	44
КВВП, %	90							
Термін експлуатації, років	30							

Джерело: підготовлено авторами за даними Біоенергетичної асоціації України та дослідження M.Child, D.Bogdanov and C.Breyer «Transition towards a 100% renewable energy system by 2050 for Ukraine», 2016.

Табл. 3.7 Основні вартісні характеристики ТЕЦ на біомасі

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Біомаса з деревини								
Капітальні витрати, євро/кВт _{ел.}	3500	3400	3300	3200	3100	3000	2900	2800
Операційні витрати, євро/кВт _{ел.}	50							
ККД, %	20	20	20	20	20	20	21	21
КВВП, %	50							
Термін експлуатації, років	35							
Біомаса з відходів агропромислового комплексу								
Капітальні витрати, євро/кВт _{ел.}	3500	3400	3200	3100	2900	2900	2800	2800
Операційні витрати, євро/кВт _{ел.}	55							
ККД, %	19	19	19	19	19	19	20	20
КВВП, %	50							
Термін експлуатації, років	35							
Побутові відходи								
Капітальні витрати, євро/кВт _{ел.}	5500	5400	5200	5100	5000	4800	4500	4500

Продовження табл. 3.7

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Операційні витрати, євро/кВт _{ел.}	55							
ККД, %	25	25	25	25	25	25	26	26
КВВП, %	50							
Термін експлуатації, років	35							
Енергетичні культури								
Капітальні витрати, євро/кВт _{ел.}	3500	3400	3300	3200	3100	3000	3000	3000
Операційні витрати, євро/кВт _{ел.}	50							
ККД, %	20	20	20	20	20	20	21	21
КВВП, %	50							
Термін експлуатації, років	35							

Джерело: підготовлено авторами за даними Біоенергетичної асоціації України та дослідження M.Child, D.Bogdanov and C.Breyer «Transition towards a 100% renewable energy system by 2050 for Ukraine», 2016.

Табл. 3.8 Основні вартісні характеристики котельень на біомасі

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Біомаса з деревини								
Капітальні витрати, євро/кВт	150	145	142	140	138	136	136	136
Операційні витрати, євро/кВт	7							
ККД, %	64	64	64	64	64	65	65	65
КВВП, %	50							
Термін експлуатації, років	35							
Відходи агропромислового комплексу та ін.								
Капітальні витрати, євро/кВт _{ел.}	400	350	320	300	280	270	260	250
Операційні витрати, євро/кВт _{ел.}	7							
ККД, %	62	62	62	62	63	63	63	64
КВВП, %	50							
Термін експлуатації, років	35							

Джерело: підготовлено авторами за даними Біоенергетичної асоціації України.

Табл. 3.9 Основні вартісні характеристики промислових котлів на біомасі

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Біомаса з деревини								
Капітальні витрати, євро/кВт	145	142	140	138	136	134	134	145
Операційні витрати, євро/кВт	7							
ККД, %	83							

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
КВВП, %	60							
Термін експлуатації, років	40							
Відходи агропромислового комплексу та ін.								
Капітальні витрати, євро/кВт _{ел.}	270	260	250	240	230	220	220	270
Операційні витрати, євро/кВт _{ел.}	7							
ККД, %	80							
КВВП, %	60							
Термін експлуатації, років	40							

Джерело: підготовлено авторами за даними Біоенергетичної асоціації України.

3.4 ГІДРОЕНЕРГЕТИКА

Для усіх сценаріїв розвиток великої гідроенергетики майже не передбачається, оскільки цей тип генерації визнається як нестале (unsustainable) відновлюване джерело енергії. Відповідно до такого підходу потенційно розглядається лише добудова Каховської ГЕС-2 на основі існуючої греблі, оскільки серйозних екологічних наслідків при цьому не передбачається. Виходячи з таких припущень, потужність великої гідроенергетики (ГЕС та ГАЕС) складатиме 6033 МВт (2015 рік) + 250 МВт (Каховська ГЕС-2), що в сумі складатиме 6283 МВт.

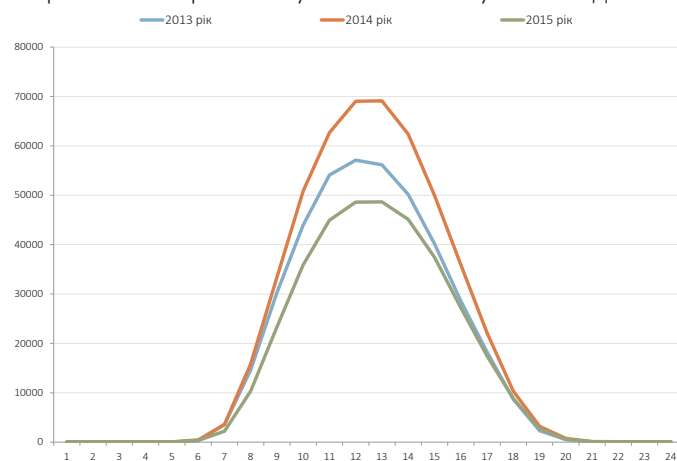
Щодо малих ГЕС, то з однієї сторони, на думку громадських екологічних організацій, не відомий жоден приклад малої ГЕС в Україні, яка б відповідала екологічним критеріям, і вони приносять значно більше екологічної шкоди, ніж можуть бути отримані потенційні вигоди, наприклад, скорочення викидів парникових газів. Водночас в Австрії та Норвегії є приклади ГЕС, які цілком безпечні для довкілля. Тому в цій роботі було обрано компромісний варіант: використання 50% наявного потенціалу за умови дотримання найсуворіших екологічних критеріїв. Станом на 2016 потужність малих ГЕС становить 90 МВт⁵².

Максимальна потужність малих ГЕС до 2030 р., за даними Інституту відновлюваної енергетики НАН України, складає 250 МВт⁵³. Тобто додатковий до існуючого потенціал – 250-90 = 180 МВт. Припускаючи, що 50% нових малих ГЕС відповідатимуть усім екологічним критеріям, то додатковий приріст виходить 90 МВт. При цьому зроблено припущення, що значну частину цього потенціалу має бути реалізовано внаслідок модернізації та підвищення ефективності наявних малих ГЕС. Будівництво нових міні-ГЕС може бути здійснене лише за умови дотримання жорстких екологічних критеріїв, які необхідно запровадити на законодавчому рівні (на зразок тих, які застосовують International Rivers Network⁵⁴, WWF⁵⁵, Greenpeace, Bankwatch⁵⁶). Окрім того, після 2030 року «зелений» тариф буде скасовано, тому будівництво нових міні-ГЕС після 2030 року є дуже сумнівним, тому що останні значно програватимуть за вартістю ВЕС та СЕС, які стрімко дешевшають.

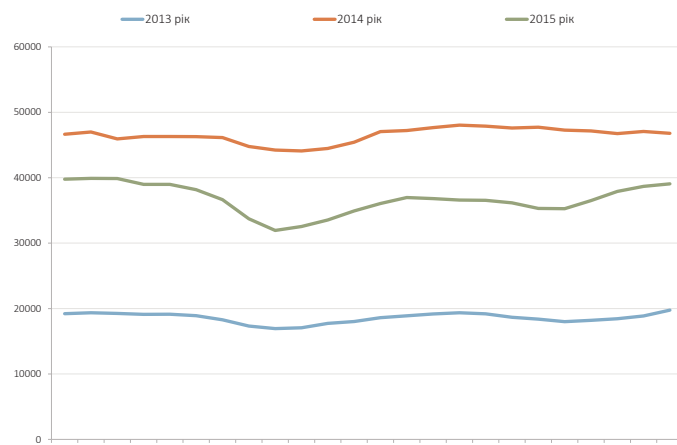
3.5 БАЛАНСУВАННЯ ВЕС ТА СЕС

Перехід електроенергетичного сектору на 90-100% використання ВДЕ (переважно вітрової та сонячної енергії) вимагатиме забезпечення необхідної кількості маневрових потужностей. Потенціал гідроенергетики не в змозі буде забезпечити необхідну кількість таких маневрових потужностей, тому сьогодні розвиток сонячної та вітрової енергетики має супроводжуватися розвитком технологій накопичення енергії (аккумуляторів), щоб забезпечувати стабільність та прогнозованість цих видів генерації.

На рис. 3.1 наведено графіки розподілу середньодобового виробництва електроенергії сонячними та вітровими електростанціями України за період 2013-2015 рр. На перший погляд, ці графіки (в річному вимірі) виглядають досить згладженими і можуть бути легко прогнозованими, а, отже, розрахунок потреби в маневрових потужностях може бути нескладним.



а. СЕС



б. ВЕС

Рис. 3.1 Розподіл річного середньодобового виробництва електроенергії СЕС (а) та ВЕС (б) України в 2013–2015 рр.

Одиниці виміру: тис. кВт·год. (вертикаль), години (горизонталь). Джерело: підготовлено авторами за даними НЕК «Укренерго».

Якщо поглянути на розподіл місячного середньодобового виробництва електроенергії СЕС та ВЕС України (рис. 3.2-3.3), то ситуація може вважатися дещо гіршою, але так само прийнятною щодо вибору алгоритму (методу) розрахунку необхідної кількості маневрових потужностей.

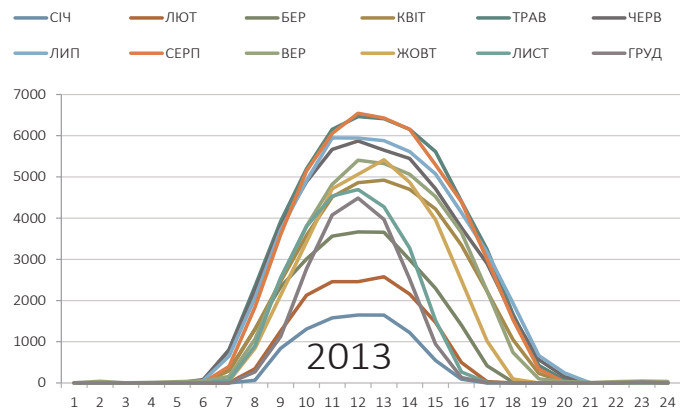
⁵² Звіт «Розвиток відновлюваних джерел енергії в Україні», <http://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2017/03/Rozvitok-VDE-v-Ukrai-ni.pdf>

⁵³ Звіт «Розвиток відновлюваних джерел енергії в Україні», <http://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2017/03/Rozvitok-VDE-v-Ukrai-ni.pdf>

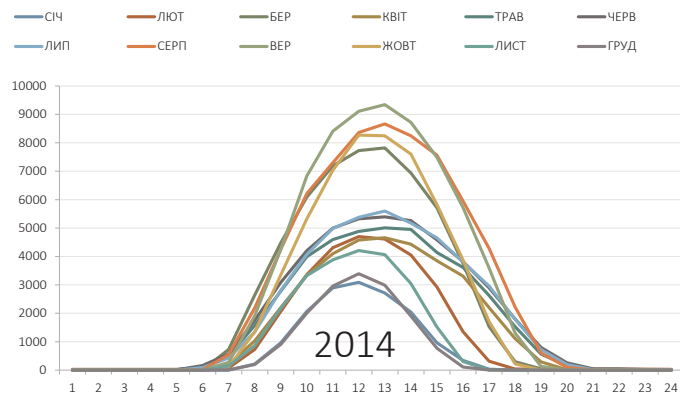
⁵⁴ <https://www.internationalrivers.org/>

⁵⁵ <http://wwf.panda.org/uk/7285130/hydropower-Ukraine>

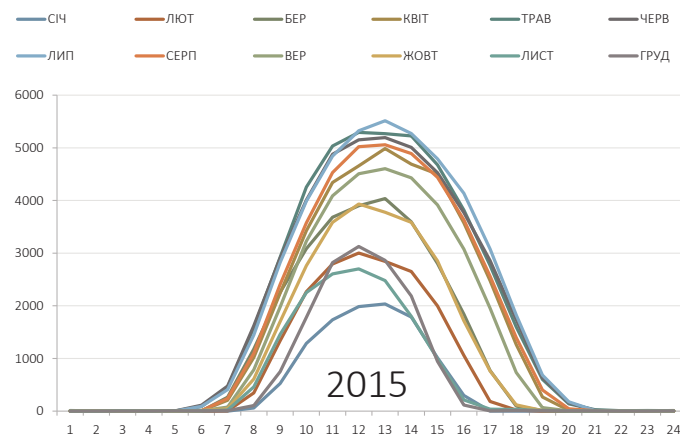
⁵⁶ <https://bankwatch.org/publications/sustainability-criteria-hydropower-development>



Одиниці виміру: тис. кВт·год. (вертикаль), години (горизонталь).

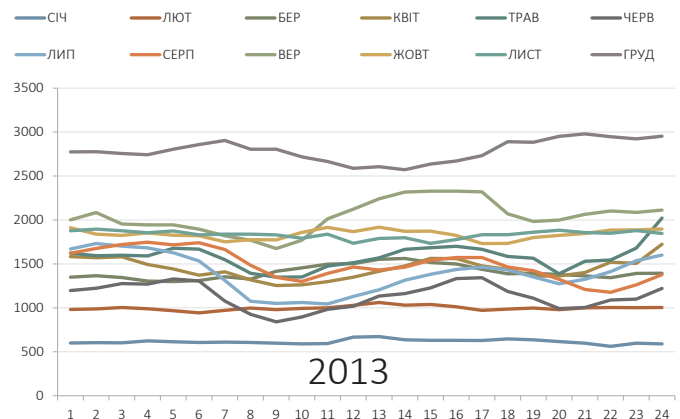


Одиниці виміру: тис. кВт·год. (вертикаль), години (горизонталь).

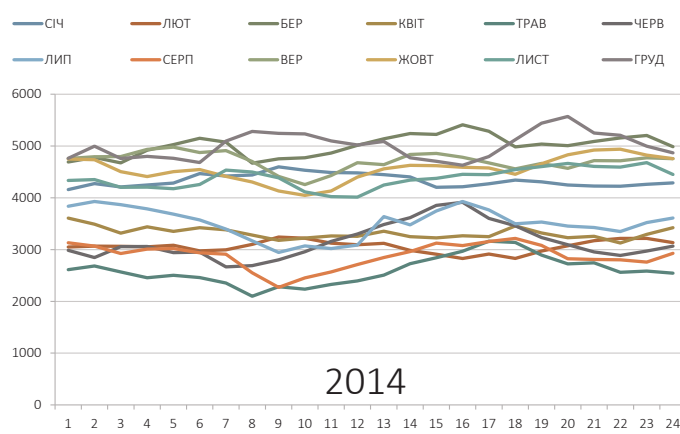


Одиниці виміру: тис. кВт·год. (вертикаль), години (горизонталь).

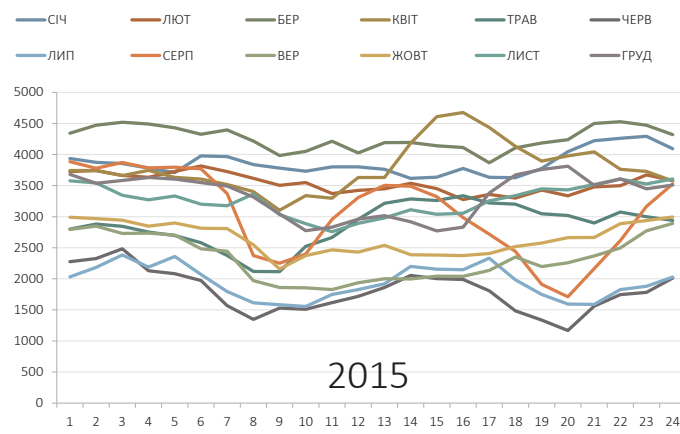
Рис. 3.2 Розподіл місячного середньодобового виробництва електроенергії СЕС України в 2013-2015 рр.



Одиниці виміру: тис. кВт·год. (вертикаль), години (горизонталь).



Одиниці виміру: тис. кВт·год. (вертикаль), години (горизонталь).



Одиниці виміру: тис. кВт·год. (вертикаль), години (горизонталь).

Рис. 3.3 Розподіл місячного середньодобового виробництва електроенергії ВЕС України в 2013-2015 рр.

Джерело: підготовлено авторами за даними НЕК «Укренерго».

Однак необхідно досліджувати щоденне виробництво електроенергії СЕС та ВЕС, і якщо поглянути на рис. 3.4-3.5, то вже можна побачити суттєву флуктуацію впродовж усього року.

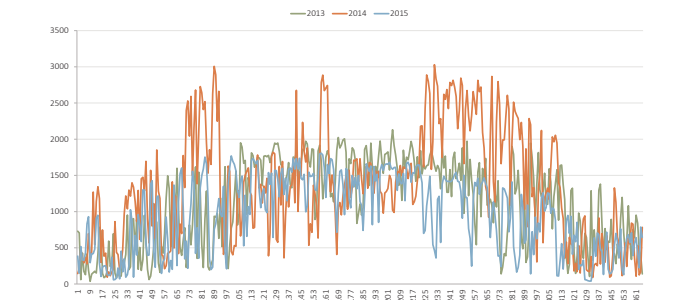


Рис. 3.4 Щоденне виробництво електроенергії СЕС України в 2013-2015 рр.

Одиниці виміру: тис. кВт·год. (вертикаль), дні року (горизонталь). Джерело: підготовлено авторами за даними НЕК «Укренерго».

Для розрахунку кількості маневрових потужностей у вигляді акумуляторів зроблено припущення (без врахування можливостей гідро- та біоенергетики), що вони мають забезпечувати стаке виробництво електроенергії СЕС та ВЕС впродовж доби, і кількість накопиченої електроенергії акумуляторами дорівнювала б її відпуску. Для теоретичного пояснення запропонованого підходу на рис. 3.6 показано нормований графік виробництва електроенергії СЕС України в 2015 р. Припускається, що в час, коли виробництво СЕС перевищуватиме середньозважене значення, акумулятор заряджатиметься, а коли буде меншим – акумулятор віддаватиме електроенергію в мережу, таким чином площа фігури А дорівнює сумі площ фігур В та С. З рис. 3.6 видно, що в час максимального виробництва електроенергії потужність акумулятора має бути близько 70% від потужності СЕС.

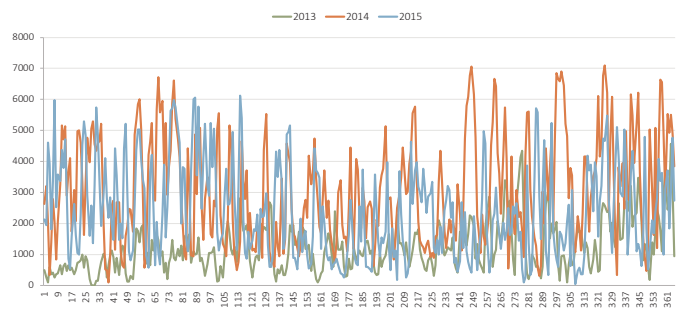


Рис. 3.5 Щоденне виробництво електроенергії ВЕС України в 2013-2015 рр.

Одиниці виміру: тис. кВт·год. (вертикаль), дні року (горизонталь). Джерело: підготовлено авторами за даними НЕК «Укренерго».

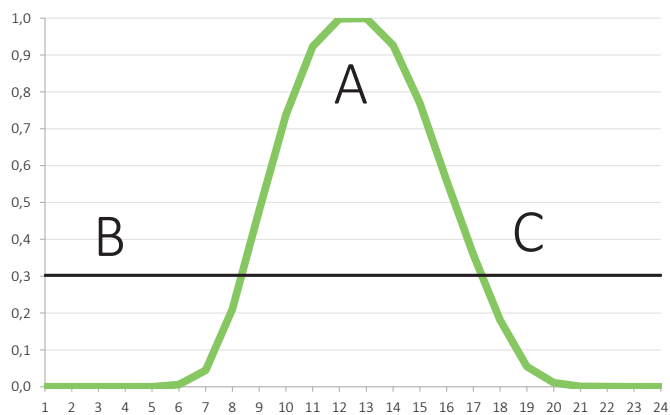


Рис. 3.6 Нормований графік виробництва електроенергії СЕС України в 2015 р.

Одиниці виміру: одиниць (вертикаль), години (горизонталь). Джерело: підготовлено авторами за даними НЕК «Укренерго».

Реальні дані показують (табл. 3.10), що відношення потужностей акумуляторів до потужності СЕС могло б коливатися від 63% до 91%, якби акумулятори застосовувалися за запропонованим принципом. Середнє ж значення цього відношення впродовж 2013-2015 рр. складало 75-77%.

Табл. 3.10 Відношення потужності акумуляторів до потужності СЕС, %

	2013	2014	2015	Середнє
Максимальне значення	93%	88%	88%	90%
Мінімальне значення	64%	63%	64%	64%
Середнє значення	75%	74%	74%	74%

Джерело: розрахунки авторів за даними НЕК «Укренерго».

Аналогічна ситуація склалася з ВЕС. На рис. 3.7 показано нормований графік виробництва електроенергії ВЕС України в 2015 р. і припускається, що в час коли виробництво ВЕС перевищуватиме середньозважене значення, акумулятор заряджатиметься, а коли буде меншим – акумулятор віддаватиме електроенергію в мережу, таким чином сума площ фігур А та В дорівнюватиме сумі площ фігур С та D. Провівши відповідні розрахунки, можна обчислити, що в час максимального виробництва електроенергії потужність акумулятора має бути близько 40% від потужності ВЕС.

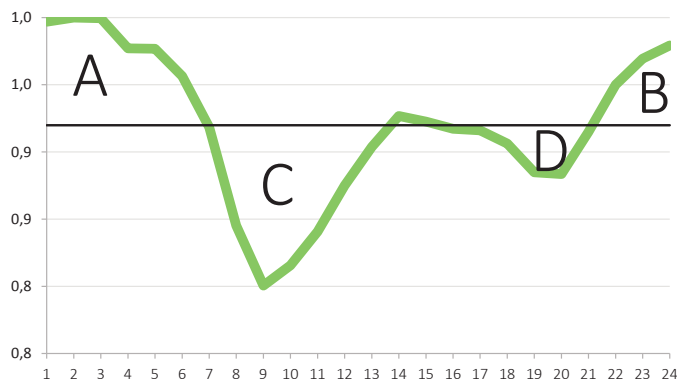


Рис. 3.7 Нормований графік виробництва електроенергії ВЕС України в 2015 р.

Одиниці виміру: одиниць (вертикаль), години (горизонталь). Джерело: підготовлено авторами за даними НЕК «Укренерго».

Реальні дані роботи ВЕС України в 2013-2015 рр. показують (табл. 3.11), що відношення потужностей акумуляторів до потужності ВЕС могло б коливатися від 9% до 94%, якби акумулятори застосовувалися за запропонованим принципом. Середнє ж значення цього відношення впродовж 2013-2015 рр. складало 47-54%.

Табл. 3.11 Відношення потужності акумуляторів до потужності ВЕС, %

	2013	2014	2015	Середнє
Максимальне значення	94%	73%	85%	84%
Мінімальне значення	5%	3%	4%	4%
Середнє значення	41%	38%	47%	42%

Джерело: розрахунки авторів за даними НЕК «Укренерго».

Виходячи із вищевказаних результатів аналізу, для моделювання сценаріїв довгострокового розвитку енергетики України на період до 2050 року було зроблено припущення, що на кожен 1 кВт потужності сонячних електростанцій необхідно резервувати 0,74, а для вітрової – 0,42 кВт акумуляючих потужностей. Очевидно, що потреба у впровадженні акумуляючих технологій не обмежується балансуванням ВДЕ, акумулятори також можуть застосовуватися для забезпечення надійності та безпеки енергосистеми навіть за поточної, досить низької частки ВДЕ в енергобалансі (пілотний проект здійснюється в Одеській обл.⁵⁷). Однак стрімке зростання саме ВЕС та СЕС становитиме найбільші виклики для енергосистеми, тому балансування вітрової та сонячної енергетики розглянуто в цій роботі як першочергова задача. Комплексне вивчення потреб в акумуляюванні енергії з урахуванням технічних та економічних характеристик більш широкого спектру акумуляючих технологій потребує додаткового дослідження.

Для моделювання Ліберального та Революційного сценаріїв у цій роботі використовувалися наступні припущення (табл. 3.12) щодо вартості акумуляючих технологій (стаціонарні літій-іонні акумулятори) із врахуванням досліджень Майкла Чайлда та ін.⁵⁸

Табл. 3.12 Вартість акумуляючих технологій, євро/кВт

	2015	2020	2030	2050
Акумуляючі технології	600	300	150	75

Джерело: підготовлено за даними дослідження M.Child, D.Bogdanov and C.Breyer «Transition towards a 100% renewable energy system by 2050 for Ukraine», 2016.

⁵⁷ <http://itc.ua/news/mask-v-ochered-koreyskaya-kompaniya-kokam-obsudila-s-minenergouglya-i-gosenergoeffektivnosti-voprosyi-stroitelstva-rezervnyih-hranilishh-energi-v-ukraine/>

⁵⁸ Доступний з: <http://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2017/03/Rozvitok-VDE-v-Ukrai-ni.pdf>
M.Child, D.Bogdanov and C.Breyer «Transition towards a 100% renewable energy system by 2050 for Ukraine», 2016

4

НАЦІОНАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРСПЕКТИВИ

Транспортний
сектор

Сектор
будівель

Промисловий
сектор

Сільське
господарство



4.1 ТРАНСПОРТНИЙ СЕКТОР

За даними Міністерства інфраструктури України, станом на квітень 2017 р. в Україні зареєстровано 3360 електромобілів, а темп зростання ринку за 2016 р. перевищив 500%. Міністерство інфраструктури України та Міністерство енергетики та вугільної промисловості України мають ціль досягти частки електромобілів у 15% серед продажів усіх авто у 2020 р.⁵⁹ За оцінками учасника ринку «Оксіджен Груп», до кінця 2017 р. в Україні буде 7-10 тис. легкових електрокарів, а для вантажного транспорту зарядні пристрої ще не представлені, проте очікувано можуть з'явитись у 2018 р. У країні наявна низка проектів з розвитку інфраструктури (зарядних станцій) у великих містах та на трасі Київ-Одеса.

Україна посіла 5-те місце в світі за темпами приросту електрокарів, проте ці електромобілі є переважно вживаними. Вартість легкового електромобіля, що був у вжитку, на вітчизняному ринку становить від 10-12 тис. євро, вартість нового – від 28 тис. євро⁶⁰. За даними «Оксіджен Груп», вартість електромобіля на водневому паливному елементі становить 50-60 тис. євро, проте вони ще не представлені в Україні. Тому більш перспективними є електромобілі й не лише для приватного володіння, але й для використання у службах таксі, пошти, сервісів доставки, перевезення невеликих вантажів, малого бізнесу тощо.

Наразі в Україні зареєстровано декілька законопроектів, які пропонують податкові преференції для потенційних власників електромобілів, а також сприятимуть підвищенню доступності для придбання та обслуговування цього виду транспорту, зокрема скасування ПДВ на імпорту та постачання комплектуючих та зарядних станцій для електрокарів, нульову ставку ПДВ на вироблені в Україні електрокари та зарядні станції, нульову ставку ПДВ на перевезення на е-транспорті та на оренду е-транспорту, податкову знижку в розмірі до 18% від вартості електрокара, яку можна буде повернути, нульову сплату до Пенсійного фонду при першій реєстрації електромобіля⁶¹.

Табл. 4.1 Основні характеристики електричних транспортних засобів, представлених в моделі TIMES-Україна

Вид транспорту	Вартість, тис. євро		Строк служби, років	Ефективність, км/ГДж		Річний пробіг, тис. км
	2015	2050		2015	2050	
Міжміські автобуси	400	180	20	185	220	27,5
Міські автобуси	400	190	20	180	215	27,5
Легкові автомобілі	27	20	20	855	885	17,2
Вантажівки	670	125	20	355	425	22,0
Мототранспорт	13	13	20	777	854	4,8

Джерело: розрахунки авторів.

Електромобілі можуть не тільки використовувати електроенергію з ВДЕ, але й у цілому скоротити потребу в енергії, оскільки вони є більш енергоефективними за авто з двигунами внутрішнього згоряння (ДВЗ). ККД електродвигунів може бути 90-98%, тоді як ККД ДВЗ – 30-45%⁶². Окрім того, низка досліджень демонструють, що енергоефективність електрокарів зростає за умови «зв'язки» електрокарів з іншими технологічними рішеннями,

наприклад, пристроями зберігання енергії⁶³. Основні характеристики електричних транспортних засобів, що використані в моделі TIMES-Україна, представлено в *табл. 4.1*.

Біоетанол в Україні виробляється у незначних обсягах (*табл. 4.2*). Відповідно до Енергетичного балансу України, у 2015 році біопаливо складало 0,5% споживання енергії автомобільним підсектором (або 53 тис. т), при тому що у 2014 році цей показник становив 0,6%.

Табл. 4.2 Обсяги виробництва біоетанолу в Україні, тис. т

2011 р.	2012 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.
55	52	66	51	53

Джерело: енергетичний баланс України (продуктовий) <http://www.ukrstat.gov.ua>

За даними Української Асоціації виробників альтернативних транспортних палив «Укрбіопаливо», наразі етанол виробляють не більше шести виробників, а рентабельність виробництва залежить від ціни на нафту: виробництво доцільне за ціни на нафту вище 55 дол. США/барель. Біоетанол виробляється з меляси, обсяг якої щорічно зменшується через зменшення обсягів виробництва цукру. ДК «Укрспирт» на наявних потужностях здатний виробляти 160 тис. т. Із наявних виробників «Біохімгруп» розташований на тимчасово непідконтрольній території (м. Донецьк). Будується завод «КоронаАрго» (м. Золотоноша, Черкаська обл.) з виробничою потужністю 100 тис. т етанолу/рік⁶⁴. У 2018 р. буде збудовано завод потужністю 100 тис. т етанолу/рік у Житомирській обл.⁶⁵ Під випуск біоетанолу перепрофілюють Заплавський завод з виробництвом 50 тис. т/рік⁶⁶. Разом це дає потенційне виробництво біоетанолу в обсязі 510 тис. т.

У 2013 р. 1 т біоетанолу коштувала 12 тис. грн., а високооктановий бензин – 13 тис. грн./тонна. Рентабельність виробництва залишається під питанням залежно від використовуваної технології та обсягу використання енергоресурсів – так, при виробництві одиниці біоетанолу в Україні використовується у 4 рази більше електроенергії, ніж у країнах ЄС⁶⁷. На тону виробленого біоетанолу спиртозаводи в Україні витрачають 9-12 т пари, тоді як заводи США та Канади – 2-3 т⁶⁸.

Будівництво потужностей з домішування для одного оператора роздрібної торгівлі нафтопродуктами коштує 3-4 млн дол. США, що дорівнює будівництву двох нових АЗС⁶⁹. Інвестиції у новий завод з виробництва біоетанолу в Україні становлять 1,1 євро/1 кг, або 110 млн євро/64 000 т н.е., або 1718 євро/1 т н.е. Інвестиції у переобладнання цукропереробного заводу для виробництва біоетанолу в Україні становлять 0,44 євро/1 л, або 86 євро/1 т н.е.⁷⁰ Для порівняння, станом на 2013 р. інвестиції у заводи з виробництва лігноцелюлозного біоетанолу в країнах ЄС становили 6-12 євро/кг біоетанолу⁷¹.

В Україні автомобілі виключно на моторному біопаливі (біодизелі, біоетанолі) малопоширені. Транспортні засоби на метані, пропан-бутані та на двигунах, розрахованих на невеликий вміст моторного біопалива, в Україні коштують приблизно однаково – від 5 до 24 тис. дол. США (залежно від класу, комплектації тощо). Основні характеристики транспортних засобів, що використовують біопаливо, представлених у моделі TIMES-Україна, представлено в *табл. 4.3*.

⁵⁹ Концепція реформи щодо стимулювання розвитку ринку електричного транспорту в Україні. #ELECTROTODAY. <http://www.mtu.gov.ua/files/EV%20Reform%2013.04%20FINAL.pdf>

⁶⁰ <http://nissan-elektro.com.ua>

⁶¹ Концепція реформи щодо стимулювання розвитку ринку електричного транспорту в Україні. #ELECTROTODAY. <http://www.mtu.gov.ua/files/EV%20Reform%2013.04%20FINAL.pdf>

⁶² Wilson, Lindsay Shades of Green: Electric Cars' Carbon Emissions Around the Globe. Shrink That Footprint 2013 <http://shrinkthatfootprint.com/wp-content/uploads/2013/02/Shades-of-Green-Full-Report.pdf>

⁶³ Crist, Philippe. Electric Vehicles Revisited – Costs, Subsidies and Prospects. Discussion Paper 2012. International Transport Forum. OECD, Paris <http://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/dp201203.pdf>

⁶⁴ В Полтавській області планується будівництво заводу по виробництву біоетанолу 27.02.2007 <http://www.proagro.com.ua/news/ukr/45866.html?l=3>

⁶⁵ <http://news.finance.ua/ru/news/-/395944/avstrijsky-postroyat-v-ukraine-zavod-po-proizvodstvu-bioetanolu>

⁶⁶ <http://oleg-leusenko.livejournal.com/tag/биопаливо>

⁶⁷ Фінське біопаливо: досвід для України: 13.05.2013 <http://oil-gas-energy.com.ua/finske-biopaliwo-dosvid-dlya-ukrainivcih.html>

⁶⁸ Трипольська Г. С. Агробіоенергетичний ринок України / Монографія. НАН України; Ін-т економіки та прогнозування. – К., 2011. – 264 с. ISBN 978-966-02-6077-1

⁶⁹ Слинко Д. Біопаливо. Чим загрожує переведення машин на паливе з овочів 08.07.2012 <http://news.finance.ua/ua/news/-/282810>

⁷⁰ Розраховано на основі даних: Кююн, С. Спирт ищет путь к бензину. 17 января 2014 http://gazeta.zn.ua/energy_market/spirit-ischet-put-k-benzinu_.html

⁷¹ Lignocellulosic Ethanol. Process and Demonstration. A Handbook Part I. 2013 by WIP Renewable Energies, Munich, Germany. David Chiaromonti, Arianna Giovannini, Rainer Janssen, Rita Mergner

Табл. 4.3 Основні характеристики транспортних засобів, що використовують біопаливо, представлених у моделі TIMES-Україна

Вид транспорту	Частка біопалива, %	Вартість, тис. євро		Строк служби, років	Ефективність, км/ГДж		Річний пробіг, тис. км
		2015	2050		2015	2050	
Міжміські автобуси							
Дизель + біодизель	до 20	210	190	20	93	112	27,5
Бензин + етанол	до 20	200	180	20	92	111	27,5
Біодизель	до 100	225	205	20	93	112	27,5
Етанол	до 100	240	215	20	92	111	27,5
Міські автобуси							
Дизель + біодизель	до 20	210	190	20	106	127	27,5
Бензин + етанол	до 20	200	180	20	108	130	27,5
Біодизель	до 100	250	205	20	106	127	27,5
Етанол	до 100	240	215	20	108	180	27,5
Легкові автомобілі							
Дизель + біодизель	до 20	20	18	20	308	370	14,3
Дизель + біодизель	до 70	20	19	20	293	352	14,3
Біодизель	до 100	21	20	20	280	335	14,3
Бензин + етанол	до 20	21	18	20	318	382	11,5
Бензин + етанол	до 70	21	19	20	302	362	11,5
Етанол	до 100	22	21	20	285	340	11,5
Вантажівки							
Дизель + біодизель	до 20	126	122	20	118	142	25,1
Бензин + етанол	до 20	130	125	20	122	146	25,1
Біодизель	до 100	140	134	20	118	142	21,7
Етанол	до 100	147	141	20	122	146	21,7

Джерело: розрахунки авторів.

4.2 СЕКТОР БУДІВЕЛЬ

Незважаючи на визначення енергоефективності як одного з головних пріоритетів державної політики та поступову авторизацію урядових ініціатив щодо стимулювання споживачів до ощадливого використання енергії у побуті, технічний стан більшості існуючих житлових та нежитлових будівель та відповідних енергетичних систем не дозволяє забезпечити необхідний рівень енергетичних характеристик будівель, а питомі витрати використання енергії значно перевищують аналогічні показники більшості країн Європи (рис. 4.1).

Енерговитрати на опалення 1м² загальної площі становлять в Україні – 250-400 кВт год на м² у рік (рис. 4.2), водночас у Німеччині – 180, у країнах Скандинавії – 150, а у будинках, споруджених із застосуванням теплозберігаючих технологій – 60-80 кВт год на м² у рік⁷².

Витрати енергії на опалення приміщень в Україні можуть бути суттєво скорочені, в першу чергу, завдяки теплоізоляції огорожувальних конструкцій (вікна, стіни, дах) будівель. Окрім скорочення тепловитрат, теплоізоляція дозволяє істотно знизити масу і товщину огорожувальних конструкцій, а, відповідно, і витрати на матеріали та їх транспортування. На сьогодні на українському ринку широко представлені

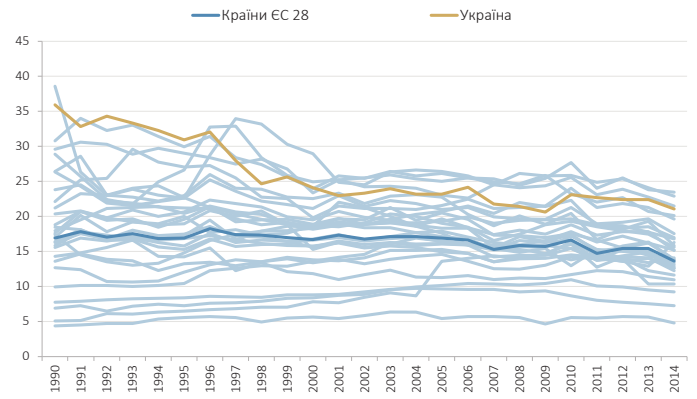


Рис. 4.1 Питоме споживання енергії побутовими споживачами, кг н.е./м² загальної площі на рік

Одиниця виміру: кг н.е. / м². Джерело: розраховано авторами за даними Міжнародного енергетичного агентства. Примітка: світло-блакитним кольором показано питоме споживання енергії побутовими споживачами для кожної країни ЄС, а темно-блакитним – середнє значення по ЄС.

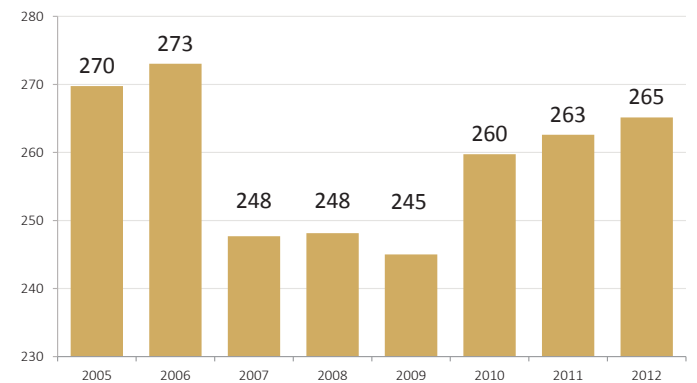


Рис. 4.2 Питоме споживання енергії побутовими споживачами для опалення в Україні, кВт год/м² загальної площі на рік

Одиниця виміру: кВт год / м² на рік. Джерело: розраховано авторами за даними Державної служби статистики України.

різні види теплоізоляційних матеріалів як іноземних, так і вітчизняних виробників. Основні вимоги до теплоізоляційних матеріалів визначаються згідно з ДСТУ Б ГОСТ 16381:2011. Вибір конкретних теплоізоляційних матеріалів визначається результатами техніко-економічного аналізу, беручи до уваги наявність сировини, її собівартість, фізико-механічні показники (густина, теплопровідність, міцність, водопоглинання, водостійкість), довговічність, відповідність вимогам санітарних норм (токсичність) та пожежну безпеку (горючість).

Однак теплоізоляція є лише одним із засобів термомодернізації будівлі. Також необхідно здійснювати модернізацію інженерного устаткування систем опалення, вентиляції, кондиціонування, гарячого водопостачання тощо, встановлення засобів обліку, використання відновлюваних та/або альтернативних джерел енергії та/або видів палива, організацію регулювання енергоспоживання для забезпечення реальної енергоефективності впроваджених заходів. При цьому важливим є широкомасштабне впровадження автоматизованих індивідуальних теплових пунктів (ІТП), які дозволяють при розподілі теплової енергії гнучко реагувати на зміну погодних умов. Модернізація систем енергозабезпечення об'єктів ЖКГ пов'язана також із розробкою і впровадженням гібридних систем електротеплозабезпечення багатопверхових будинків. Такі об'єкти можуть виконувати роль споживачів-регуляторів Об'єднаної електричної системи України.

Потенціал енергозбереження при впровадженні теплоізоляції будівель в Україні є достатньо великим, хоча інвестиційні витрати для його використання оцінюються у понад 500 млрд грн.⁷³ Разом із тим, відсутність об'єктивної інформації щодо структури житлового фонду та енергетичної

⁷² Україна на шляху здобуття незалежності. Досягнення та перспективи // Держенергоефективності. – Київ, 2016. – 45 с.

⁷³ Ладигін С. Юридичні аспекти проекту Закону України №4947 // ЖКГ. – 2016. – №6. – С. 11–12.

ефективності будівель не дозволяє проведення прямого об'рахунку необхідних інвестицій, періоду окупності проектів та відповідної економії енергії від реалізації заходів із термомодернізації. Тому для моделювання довгострокових сценаріїв розвитку енергосектору використано експертні усереднені значення.

Для оцінки середніх витрат на ремонт будівель і обсягів економії енергії відповідно до типу заходів були використані дані Асоціації енергоаудиторів України⁷⁴ (табл. 4.4-4.6) та компанії SEVEnergy⁷⁵. За оцінками вітчизняних експертів, лише за рахунок маловитратних короткострокових заходів, пов'язаних із приведенням будівельних конструкцій та систем опалення до належного стану (ізоляція трубопроводів опалення та гарячого водопостачання, що проходять через неопалювані приміщення; скління та ущільнення вікон і дверей; встановлення терморегуляторів та ліквідація перегрівання приміщень в осінньо-весняний період; промивання внутрішньобудинкових систем; герметизація міжпанельних швів житлових будинків тощо), в середньому ефект може скласти до 14% економії енергії.

Питомі витрати на квадратний метр площі при реалізації комплексної санації будівель (термомодернізація зовнішніх стін, перекриття та покрівлі будинків, заміна вікон та вхідних дверей, модернізація поточних інженерних мереж, системи опалення та гарячого водопостачання) є вищими, хоча за рахунок більшого ефекту питомі витрати на одиницю зекономленої енергії є меншими (табл. 4.7).

Аналогічні оцінки інвестицій та економії енергії при комплексній санації будівель були зроблені компанією SEVEnergy у рамках дослідження можливостей імплементації Директиви 2012/27/ЄС країнами Енергетичного Співтовариства⁷⁶ на основі аналізу та узагальнення великого масиву даних щодо фактичних витрат на реалізацію чотирьох категорій заходів з енергозбереження. Питомі витрати на

Табл. 4.4 Швидкоокупні заходи в багатоквартирних будинках

№	Поверх	Опалювана площа	Інвестиції на 1 буд.	Інвестиції на м ²	Базове споживання	Економія/будинок			
		м ²	грн.	грн.		кВт-год/ м ² рік	кВт-год/ м ² рік	%	кВт-год/ м ² рік
1	2-4	1 359	200 000	147	200	36	18%	48 924	58 894
2	5-8	3 740	320 000	86	163	30	18%	112 200	135 064
3	9-10	8 323	527 000	63	156	20	13%	166 460	200 382
4	>10	10 141	600 000	59	140	15	11%	152 115	183 113
Середньо-зважені значення		6 094	424 800	70	156	22	14%	134 733	162 188

Джерело: Асоціація енергоаудиторів України.

Табл. 4.5 Комплексна санація будівель (без заміни внутрішньоквартирних мереж)

№	Поверх	Опалювана площа	Інвестиції на 1 буд.	Інвестиції на м ²	Базове споживання	Економія/будинок			
		м ²	грн.	грн.		кВт-год/ м ² рік	кВт-год/ м ² рік	%	кВт-год/ м ² рік
1	2-4	1 359	2 050 000	1 508	200	125	63%	169 875	204 493
2	5-8	3 740	4 200 000	1 123	163	100	61%	374 000	450 215
3	9-10	8 323	7 000 000	841	156	60	38%	499 380	601 145
4	>10	10 141	8 500 000	838	140	54	38%	545 036	656 105
Середньо-зважені значення		5 655	5 320 000	941	158	73	46%	412 291	496 309

Джерело: Асоціація енергоаудиторів України.

Табл. 4.6 Комплексна санація приватних будинків

№	Поверх	Опалювана площа	Інвестиції на 1 буд.	Інвестиції на м ²	Базове споживання	Економія/будинок			
		м ²	грн.	грн.		кВт-год/ м ² рік	кВт-год/ м ² рік	%	кВт-год/ м ² рік
1	1-2	80	120 000	1 500	240	125	52%	10 000	8 872

Джерело: Асоціація енергоаудиторів України.

⁷⁴ <http://aea.org.ua/>

⁷⁵ <http://www.svn.cz>

⁷⁶ Impact Assessment of the Energy Efficiency Directive (2012/27/EU) for the Energy Community, https://www.energy-community.org/portal/page/portal/ENC_HOME/DOCS/3304025/0633975ADB61789CE053C92F8C06338.PDF

одиницю зекономленої енергії, наведені в табл. 4.7, є вищими за оцінки АЕА, проте меншими за аналогічні витрати у ЄС, що можна пояснити високим поточним рівнем споживання енергії в ЖКГ в країнах Енергетичного співтовариства, зокрема й в Україні (близько 250 кВт год/м² в порівнянні з 100-150 кВт-год/м²) і наявністю нереалізованого потенціалу відносно маловитратних технічних рішень з енергозбереження в приміщеннях.

Категорія заходів, спрямованих на зменшення втрат тепла, також включає великий перелік технічних рішень, у т. ч. теплоізоляцію стін та стелі, заміну вікон тощо з використанням найбільш ефективних доступних матеріалів та технологій, і є найдорожчим варіантом заходів з енергозбереження у розрахунку на одиницю зекономленої енергії. Щоправда, з урахуванням тривалого терміну служби та низької вартості обслуговування нових матеріалів або обладнання, заходи цього типу все одно можуть бути привабливими для споживачів. У згаданому дослідженні оцінено, що повна реконструкція будинку дозволить зекономити до 75% витрат енергоресурсів для опалення (табл. 4.8).

З урахуванням наведених оцінок, для моделювання сценаріїв довгострокового розвитку енергосектору були зроблені припущення щодо інвестиційних витрат та ефективності заходів з термомодернізації будівель, наведені в табл. 4.9.

Аналіз перспективної потреби в опаленні та використанні енергоресурсів на інші побутові потреби виконувався з урахуванням припущень демографічного сценарію, зокрема умов життя домогосподарств, а також прогнозних темпів зростання і структури сектору послуг. У секторі домогосподарств, незважаючи на закладений прогноз щодо подальшого поступового скорочення кількості населення, темпи зростання житлової площі будуть переважати цю негативну тенденцію: загальна площа житлових приміщень збільшиться до 2050 р. на 14,5% відносно 2015 року, при цьому середня

Табл. 4.7 Питомі витрати на реалізацію заходів з енергозбереження в приміщеннях, млн євро/ПДж

Категорія	Термомодернізація та інші заходи для зменшення втрат тепла	Автоматичне регулювання системи опалення	Встановлення систем утилізації тепла	Повна модернізація будинку
Приватний будинок	170	80	100	140
Багатоквартирний будинок	210	70	140	180
Офісні приміщення, зокрема:	250	70	160	210
- навчальні заклади	210	50	150	180
- заклади охорони здоров'я	250	100	200	220

Джерело: SEVE Energy.

Табл. 4.8 Економія енергетичних ресурсів для опалення залежно від типу заходів та категорії будинків, %

Категорія	Термомодернізація та інші заходи для зменшення втрат тепла	Автоматичне регулювання системи опалення	Встановлення систем утилізації тепла
Приватний будинок	50	7	17
Багатоквартирний будинок	50	8	
Офісні приміщення, зокрема:	40	9	
- навчальні заклади	45	9	
- заклади охорони здоров'я	50	8	

Джерело: SEVE Energy.

Табл. 4.9 Припущення щодо інвестиційних потреб та ефективності заходів з термомодернізації будівель

	Приватні житлові			Багатоквартирні			Нежитлові		
	інвестиції		економія	інвестиції		економія	інвестиції		економія
	грн/ кВт-год/ м ²	млн євро/ ПДж	%	грн/ кВт-год/ м ²	млн євро/ ПДж	%	грн/ кВт-год/ м ²	млн євро/ ПДж	%
Швидка санація	3,0	28,9	14	3,2	31,0	14	4,0	38,8	10
Повна санація	12,0	117,0	52	12,9	125,6	46	16,9	165,0	55
Додаткова модернізація	14,4	140,0	74	18,5	180,0	75	22,6	220,0	75

Джерело: підготовлено авторами за даними Асоціації енергоаудиторів України та SEVE Energy.

площа помешкань для домогосподарств, які мешкають у багатоквартирних будинках, складе близько 60 м², у приватних будинках – 90-100 м².

4.3 ПРОМИСЛОВІСТЬ

Збільшення промисловими підприємствами України використання енергії з відновлюваних джерел та альтернативних видів палива є важливим підходом для зменшення використання традиційних паливно-енергетичних ресурсів та скорочення пов'язаного з ними негативного впливу на навколишнє середовище.

Важливою складовою цього процесу є впровадження нових перспективних технологій, здатних забезпечити перехід вітчизняної промисловості на використання альтернативних видів енергії.

Так, з точки зору реалізації Революційного сценарію в металургійній галузі України, як і у всьому світі, перспективним є розвиток електродугового способу виробництва сталі (Electric Furnace)⁷⁷. Водночас витрати електроенергії на виробництво тонни електросталі залежать від низки факторів, зокрема від ємності електропечі, тривалості плавки тощо і можуть коливатися від 325 до 735 кВт-год/т⁷⁸. Для моделювання в цій роботі використовувалися дані стовпців 4 та 5 у табл. 4.10.

⁷⁷ За даними WSA у 2015 році понад 25% світового виробництва сталі вироблено в електродугових печах.

⁷⁸ Кудрин Б. Электропотребление в электрометаллургии / Б. И. Кудрин // Электрика. – 2003. – С. 35–45.

⁷⁹ За даними МЕА, із понад 50 перспективних технологій лише деякі виробничі процеси хімічної промисловості є суттєвими з точки зору енерговитрат.

⁸⁰ Перспективи енергетических технологій. В поддержку Плана действий «Группы восьми». Сценарии и стратегии до 2050 г. ОЭСР/МЭА, WWF России (перевод на русский язык, ред. часть 1 А. Кокорин, часть 2 Т. Муратова. – М.: 2007. – 586 с. – С. 505.

⁸¹ Nordic Energy Technology Perspectives 2016 (NETP 2016) is a Nordic edition of the International Energy Agency's (IEA) global Energy Technology Perspectives 2016. – 211 p. – P. 87. Режим доступу : <http://www.nordicenergy.org/project/nordic-energy-technology-perspectives>

⁸² Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Cement, Lime and Magnesium Oxide / [Електронний ресурс]. – Доступний з : eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/CLM_30042013_DEF.pdf

⁸³ Миколюк О., Ковальчук І. Практика впровадження енергоефективних технологій на підприємствах цементної промисловості України / О. Миколюк, І. Ковальчук // Вісник Хмельницького національного університету. – 2014. – № 1. – С. 227–230.

Табл. 4.10 Витрати енергоресурсів за умови впровадження нових технологій у промисловості

Галузь	Поточні середні витрати енергії на т продукції*	Дані Центру РЕЧВ**	Перспективні витрати енергоресурсів на т продукції***	Вартість технології, \$/т продукції****
1	2	3	4	5
Металургія	13-14 ГДж/т чавуну	від 0,7 до 6,5 ГДж/т	від 750 до 325 кВт-год/т сталі (1,2-2,7 ГДж)	\$540-600/т сталі
Виробництво аміаку	35-38 ГДж/т	7500 кВт-год/т (27 ГДж/т)	27 ГДж/т	\$30-50/т
Целюлозно-паперова	29-32 ГДж/т	-	від 18,7 до 17,1 ГДж/т	\$600-800/т
Цемент	Мокра технологія: 5,3-7,1 ГДж/т; Суша: 3-4 ГДж/т	1800 кВт-год/т (6,5 ГДж/т)	від 3,0 до 2,5 ГДж/т цементу	\$90-130/т
Виробництво скла		3000 кВт-год/т (10,8 ГДж/т)	10,8 ГДж/т	\$250-300/т

Джерело: складено за даними:

* Перспективи енергетичних технологій. В піддержку Плана дій «Групи восьми». Сценарії та стратегії до 2050 р. ОЕСР/МЭА, WWF Росії (переклад на російський мову, ред. часті 1 А. Кокорин, часті 2 Т. Муратова. – М.: 2007. – 586 с. – С. 485; 499; 505; 519. Nordic Energy Technology Perspectives 2016 (NETP 2016) is a Nordic edition of the International Energy Agency's (IEA) global Energy Technology Perspectives 2016. – 211 p. – P. 87. Режим доступу: <http://www.nordicenergy.org/project/nordic-energy-technology-perspectives>.

** Дані надано Центром ресурсоефективного та чистого виробництва, <http://www.recpc.kpi.ua/en/>.

*** Кудрин Б. Электропотребление в электрометаллургии / Б. И. Кудрин // Электрика. – 2003. – С. 35–45; Перспективы энергетических технологий. В поддержку Плана действий «Группы восьми». Сценарии и стратегии до 2050 г. ОЭСР/МЭА, WWF России (переклад на російський мову, ред. часті 1 А. Кокорин, часті 2 Т. Муратова. – М.: 2007. – 586 с. – С.514; Nordic Energy Technology Perspectives 2016 (NETP 2016) is a Nordic edition of the International Energy Agency's (IEA) global Energy Technology Perspectives 2016. – 211 p. – P. 87. Режим доступу: <http://www.nordicenergy.org/project/nordic-energy-technology-perspectives>; Миколюк О., Ковальчук І. Практика впровадження енергоефективних технологій на підприємствах цементної промисловості України / О. Миколюк, І. Ковальчук // Вісник Хмельницького національного університету. – 2014. – № 1. – С. 227–230.

**** Розрахунки авторів.

Отже, сьогодні у світі існують нові перспективні технології для різних промислових процесів, впровадження яких дозволяє перейти від споживання традиційних паливно-енергетичних ресурсів до використання енергії з відновлюваних джерел (зокрема електричної та теплової енергії, вироблених з ВДЕ), знижуючи при цьому обсяги її споживання та скорочуючи негативний вплив на навколишнє природне середовище.

4.4 СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО

Сільське господарство представлено в моделі TIMES-Україна у спрощеній формі. У цьому секторі виокремлено п'ять підсекторів: рослинництво, тваринництво, локальний транспорт, неенергетичне споживання та інші потреби. Крім того, відокремлено споживання енергетичних ресурсів на автовиробництво електроенергії та тепла. У моделі зроблені припущення, що кожен із попиту в сільському господарстві може бути задоволений технологіями, що використовують ВДЕ. Наведена нижче інформація для сільського господарства безпосередньо не використовується в моделі TIMES-Україна, однак наведена для того, щоб дати уявлення про перспективність переходу цього сектору на відновлювані джерела енергії.

Сільське і лісове господарство саме по собі використовує не більше 5% кінцевого попиту на енергію і не є значним емітером CO₂⁸⁴. Водночас перед цим сектором постають задачі зниження викидів парникових газів (в першу чергу, метану), забезпечення продовольчої безпеки в умовах зміни клімату та зростання чисельності населення і урбанізації, вирощування нових видів енергетичних культур, а також опанування нових технологій, що будуть використовуватися сільськогосподарськими машинами та механізмами.

Сільськогосподарські машини та механізми на біогазі лише перебувають на стадії випробувань перед виробництвом у промисловому масштабі (наприклад, модель New Holland Methane Power Tractor). Більш поширеним є варіант переобладнання наявних тракторів та інших механізмів із двигунів внутрішнього згорання на електроприводи. Лише набувають поширення електротрактори з ціною 8000-10000 дол. США (виробництво Китай) з вантажопідйомністю до 300 кг. Також наявні вантажівки (б/в, за ціною від 5000 дол. США на метані, ціна в Україні), трактори (б/в, за ціною від 1000 дол. США на метані, ціна в Україні), молоково-

зи (б/в, за ціною 4000-5000 дол. США на метані, ціна в Україні), тягачі, рокли (б/в, за ціною від 9000 дол. США на метані, ціна в Україні, з вантажопідйомністю близько 2000 кг). Електротрактори (б/в) в Україні коштують в середньому 13 000-15 000 дол. США⁸⁵.

Біодизель в Україні виробляється у незначних обсягах (до 20 тис. т на рік), практично для задоволення технічних потреб агрофірм. Станом на 2016 рік вартість інвестицій у біодизельну установку в Україні становить 95 тис. євро/2 млн л = 95 тис. євро/1513 т н.е. = 62 євро/т н.е.⁸⁶. Операційні витрати: 360 євро/1 т н.е.⁸⁷.

У 2007 р. в Одеській обл. компанією «Біодизель Бессарабії» було відкрито завод з виробництва біодизелю потужністю 7 тис. т на рік. Компанія «Лібер» відкрила завод потужністю 10 тис. т біодизелю на рік у Херсонській обл. у 2007 р.

До 2014 р. найбільшими виробниками біодизелю були «Оріана-Галев» (м. Калущ; сировина – ріпак), «Лібер» (м. Херсон; сировина – ріпак), «Стирол» (м. Горлівка; сировина – насіння соняшника). У фермерських господарствах країни було збудовано 300 установок з виробництва біодизелю загальною потужністю близько 500 тис. т на рік, а біодизель використовували для власних потреб⁸⁸. Виробництва біодизелю в Україні у промислових обсягах немає через відсутність сировини та попиту на нього. Єдиним винятковим проектом став запуск у Самбірському районі Львівської обл. у 2014 р. заводу потужністю 28 тис. л біодизелю на добу.

В Україні близько 10 років ведуться дослідження виробництва біодизелю з мікроводоростей. Вітчизняна компанія «Біодизель-Дніпро» вперше в Україні почала експлуатацію установки з культивування мікроводоростей та отримання з них олії⁸⁹. Реактори можна встановлювати як вертикально, так і горизонтально, що дозволяє значно економити площу, можна використовувати закриті керовані автоматизовані системи, системи самоочистки реактора. Водорості ростуть на 30% швидше, коли споживають CO₂⁹⁰. Так, у Кременчуцькому університеті ім. М. Остроградського розроблена технологія отримання біогазу з отруйних водоростей, які забруднюють річки. З 50 л водоростей вдалось отримати 200 л біогазу. В майбутньому технологія стане безвідходною⁹¹. Поки що в промисловому масштабі в Україні ці технології не використовуються⁹².

⁸⁴ Ukraine's Greenhouse Gas Inventory 1990-2015. Annual National Inventory Report for Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol. – Режим доступу: http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/application/zip/ukr-2017-nir-24may17.zip

⁸⁵ <https://ecoelectro.com.ua/electric-vehicles/electric-cars/>

⁸⁶ http://www.advantageaustria.org/mx/events/BEFA_Plantas_Biodiesel.pdf

⁸⁷ <http://www.eubia.org/cms/wiki-biomass/biofuels-for-transport/biodiesel/>

⁸⁸ Ukraine could export biofuel instead of rape. 27.11.2009: http://www.biofuels.ru/bioethanol/news/ukraine_could_export_biofuel_instead_of_rape

⁸⁹ Установки для выращивания водорослей. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://biodiesel.dp.ua/>.

⁹⁰ Гринюк І. Біопаливо з водоростей // Агросектор – 2009 – №6(36).

⁹¹ Ученые Кременчугского университета создали технологию добычи биогаза из ядовитых водорослей 27.05.2010 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://fuelalternative.com.ua/>

⁹² Трипольська Г.С. Агробіоенергетичний ринок України / Монографія. НАН України; Ін-т економіки та прогнозування. – К., 2011. – 264 с. ISBN 978-966-02-6077-1.

5

РОЗВИТОК ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕКТОРУ УКРАЇНИ ЗА РІЗНИМИ СЦЕНАРІЯМИ ДО 2050 РОКУ

Кінцеве споживання енергетичних ресурсів

Виробництво електроенергії

Виробництво теплової енергії

Загальне постачання первинної енергії

Відносні індикатори розвитку енергосектору

Викиди парникових газів

Загальні витрати та інвестиції



У цьому розділі представлені результати економіко-математичного моделювання за трьома сценаріями (Консервативний⁹³, Ліберальний та Революційний), які базуються на умовах та припущеннях (макроекономічних, демографічних, енергетичних, цінних та ін.), що наведені в попередніх розділах звіту. Детальні результати моделювання трьох сценаріїв представлено у табличній формі у Додатку Д.6.

5.1 КІНЦЕВЕ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ

Результати моделювання демонструють, що за прийнятих умов та припущень кінцеве споживання енергетичних ресурсів в Україні згідно з Консервативним сценарієм зростає з 67,0 млн т н.е. в 2012 р. до 85,1 млн т н.е. у 2050 р. (приріст 27%), тоді як за Революційного сценарію воно буде меншим на 27% у 2050 р. порівняно до базового 2012 р. Як видно з рис. 5.1, реалізація потенціалу підвищення енергоефективності та енергозбереження (ЕЕ) відіграє надзвичайно вагомую роль. **Це найдешевший «ресурс», і інвестиції в його реалізацію є більш економічно доцільними, ніж вкладення коштів у збільшення генерації електроенергії чи тепла.**

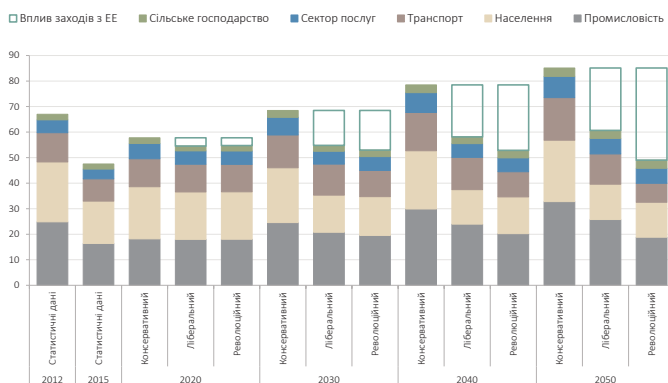


Рис. 5.1 Кінцеве споживання енергетичних ресурсів
Одиниця виміру: млн т н.е.

Згідно з Ліберальним сценарієм частка ВДЕ в структурі кінцевого споживання енергетичних ресурсів (КСЕ) до 2050 р. може перевищити 30%, а завдяки впровадженню енергоефективних заходів, обсяги КСЕ скоротяться на 9% до 60,7 млн т н.е. від базового 2012 року. На рис. 5.2 представлено вплив заходів з енергоефективності та ВДЕ порівняно до Консервативного сценарію.

Основну роль у збільшенні частки ВДЕ за Ліберальним сценарієм відіграватимуть електроенергія, вироблена з ВДЕ, біопаливо та відходи, сонячна енергія, яка використовується для нагріву води та опалення, а також тепла енергія, вироблена з ВДЕ безпосередньо домогосподарствами і така, що постачається споживачам централізовано (рис. 5.3).

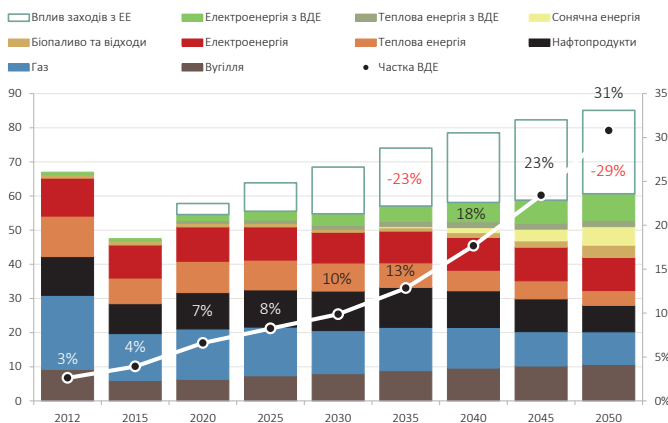


Рис. 5.2 Кінцеве споживання енергетичних ресурсів за Ліберальним сценарієм
Одиниця виміру: млн т н.е.

⁹³ Нагадаємо ще раз, що Консервативний сценарій розглядається як гіпотетичний сценарій, коли характеристики більшості технологій зберігаються незмінними до 2050 р., такими, якими вони були станом на 2012 р. Відбувається поступове заміщення технологій лише в тому випадку, коли термін експлуатації певних існуючих потужностей добігає свого кінця. Вартість та ефективність технологій, що заміщують старі, відповідає сучасному рівню: вартість з часом знижується, а ефективність збільшується. Водночас більшість існуючих технологій ще можуть використовуватися протягом періоду моделювання (2012-2050 рр.). Консервативний сценарій використовується як базовий для порівняння результатів отриманих для Ліберального та Революційного сценаріїв. Однак Консервативний сценарій, на думку авторів, не є реалістичним, оскільки Україна не встоїть перед людським та технологічним прогресом.

Водночас суттєво скоротиться використання природного газу та дещо нафтопродуктів. Частка вугілля в КСЕ може зрости за рахунок зростання промислового виробництва (в першу чергу, металургії).

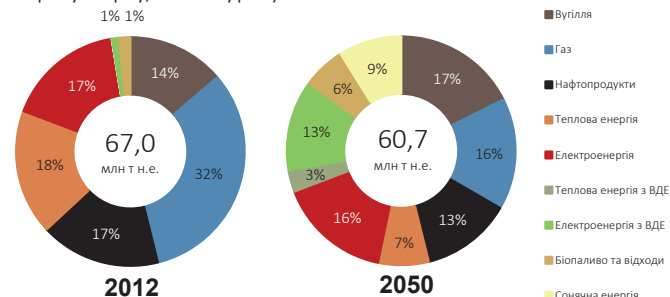


Рис. 5.3 Структура кінцевого споживання енергетичних ресурсів за Ліберальним сценарієм

Реалізація Революційного сценарію дозволить збільшити частку ВДЕ в структурі КСЕ в 2050 р. до 91%. При цьому можливим є зниження кінцевого споживання енергоресурсів на 42% (від базового 2012 р.) за рахунок впровадження заходів з підвищення енергоефективності та енергозбереження (рис. 5.4).

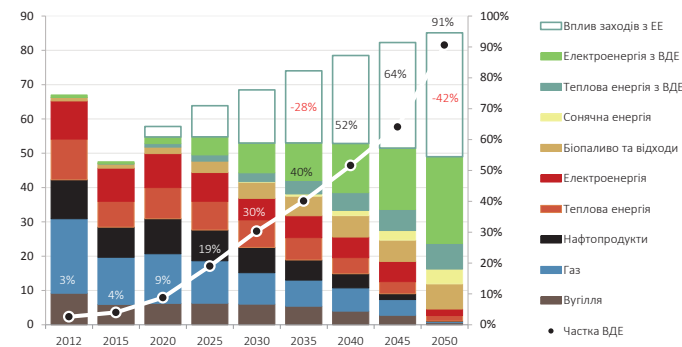


Рис. 5.4 Кінцеве споживання енергетичних ресурсів за Революційним сценарієм
Одиниця виміру: млн т н.е.

«Енергетичний перехід» згідно з Революційним сценарієм вимагатиме стрімкої електрифікації населення та економіки (Електрифікація 2.0). Це може призвести до того, що частка електроенергії в КСЕ зростає з 17% у 2012 р. до 56%, 52% з яких має бути вироблено з ВДЕ (рис. 5.5). Окрім того, важливу роль у задоволенні попиту на послуги опалення та гарячого водопостачання відіграватимуть біопаливо та відходи, централізоване ВДЕ-тепло та сонячна енергія.

В розрізі основних груп кінцевих споживачів енергоресурсів промисловість і надалі матиме найбільшу частку. Збільшуватимуться частки сфери послуг та сільського господарства, а от частка домогосподарств (населення) завдяки енергоефективним заходам може значно скоротитись, як і частка транспорту (рис. 5.6, 5.7).

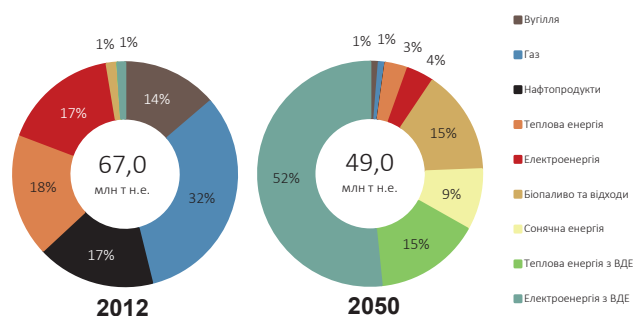


Рис. 5.5 Структура кінцевого споживання енергетичних ресурсів за Революційним сценарієм

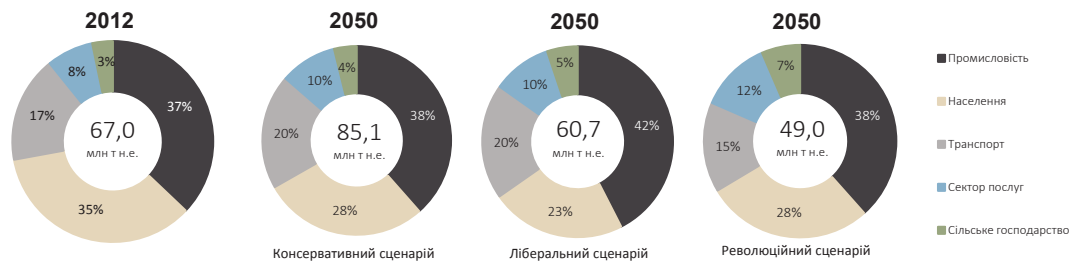


Рис. 5.6 Структура кінцевого споживання енергетичних ресурсів за секторами

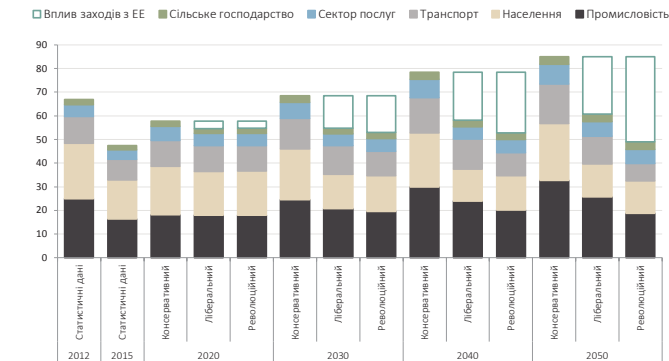


Рис. 5.7 Кінцеве споживання енергетичних ресурсів за секторами згідно з різними сценаріями

Одиниця виміру: млн т н.е.

5.1.1 Промисловість

Промисловість є і залишатиметься найбільшим споживачем енергоресурсів. За Ліберального сценарію енергетичні потреби промисловості в 2040-2050 рр. лише дещо перевищать ті, які були в 2012 р. (рис. 5.8). Знову ж таки, вагому роль мають відіграти енергоефективні заходи. А ось використання викопних видів палив і енергії, виробленої з них, скоротиться на 14% в 2050 р від базового 2012 р.

Водночас, за Революційним сценарієм кінцеве енергоспоживання промисловості не перевищуватиме значення базового року (рис. 5.9). У період 2020-2040 рр. спостерігатиметься зростання, а після 2040 р. зниження КСЕ промисловості. Більше того, результати моделювання демонструють, що можна досягнути скорочення споживання викопних видів енергоресурсів уже з 2025 р., заміщуючи зростаючий попит

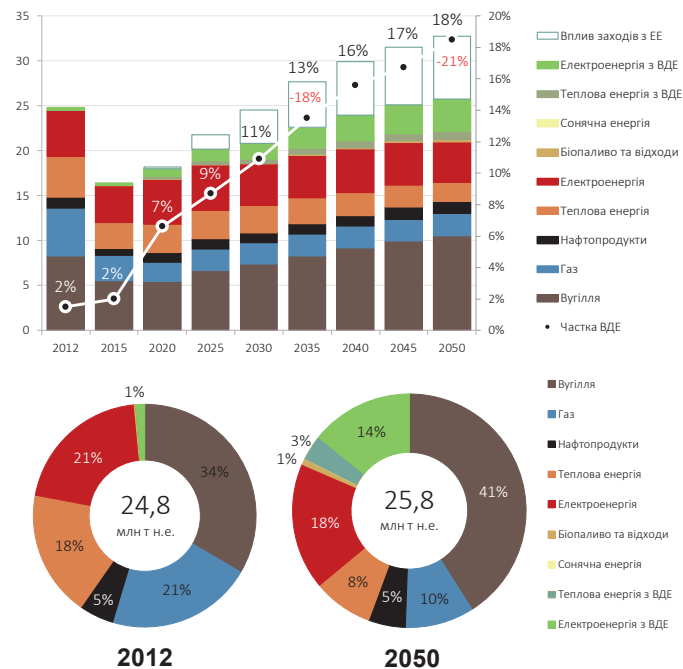


Рис. 5.8 Кінцеве споживання енергетичних ресурсів промисловістю за Ліберальним сценарієм

Одиниця виміру: млн т н.е.

електричною та тепловою енергіями, що вироблятимуться з відновлюваних джерел. Загальна частка ВДЕ в промисловості може досягнути 88% в 2050 р.

Електрифікація промисловості є значним викликом для реалізації Революційного сценарію, оскільки вимагатиме заміщення практично всього існуючого енергоємного промислового обладнання на нове, що використовуватиме лише електроенергію та тепло. Використання енергетичних ресурсів у якості сировини (наприклад, кокс у металургії, газ у хімії) не береться до уваги, оскільки це вважається неенергетичним споживанням, яке не враховано для моделювання довгострокових сценаріїв розвитку енергосектору.

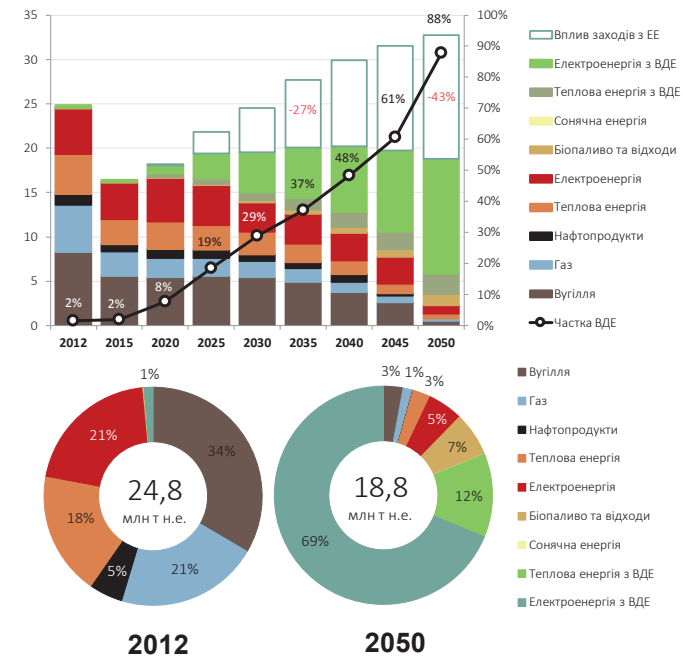


Рис. 5.9 Кінцеве споживання енергетичних ресурсів промисловістю за Революційним сценарієм

Одиниця виміру: млн т н.е.

5.1.2 Населення

Населення, так само як і промисловість, має значний потенціал з підвищення ефективності та енергозбереження, а також найбільший потенціал використання відновлюваних джерел енергії.

За умов Ліберального сценарію, де не встановлюються цілі щодо показників енергоефективності, результати моделювання демонструють, що економічна доцільність енергозбереження та використання сучасних ефективних побутових приладів є надзвичайно високою (рис. 5.10). Порівняно з аналогічними роками Консервативного сценарію, потреби в енергетичних ресурсах можуть скоротитися на 36% у 2035 р. та на 42% в 2050 р. Підвищення енергоефективності, а також використання ВДЕ, дозволить скоротити частку викопних видів палива (газу, вугілля та нафтопродуктів) у кінцевому споживанні з 62% у 2012 р. до 36% у 2050 р. Очікується, що частка ВДЕ в структурі споживання населенням суттєво зростатиме після 2035 р. і в 2050 р. може досягти 42%.

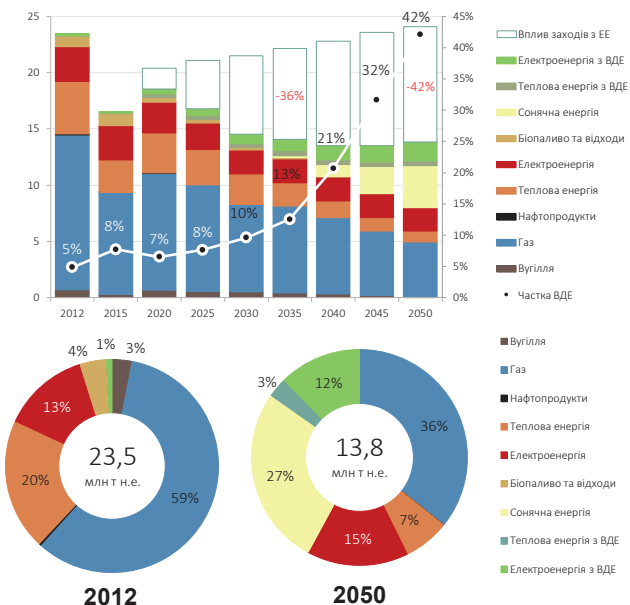


Рис. 5.10 Кінцеве споживання енергетичних ресурсів населенням за Ліберальним сценарієм

Одиниця виміру: млн т н.е.

У разі проведення відповідної державної цільової політики з реалізації Революційного сценарію, населення може взагалі відмовитися від прямого використання викопних видів палива. При цьому стрімке зростання використання ВДЕ має розпочатися вже з 2020 р., досягнувши 32% у 2035 р.⁹⁴ (рис. 5.11).

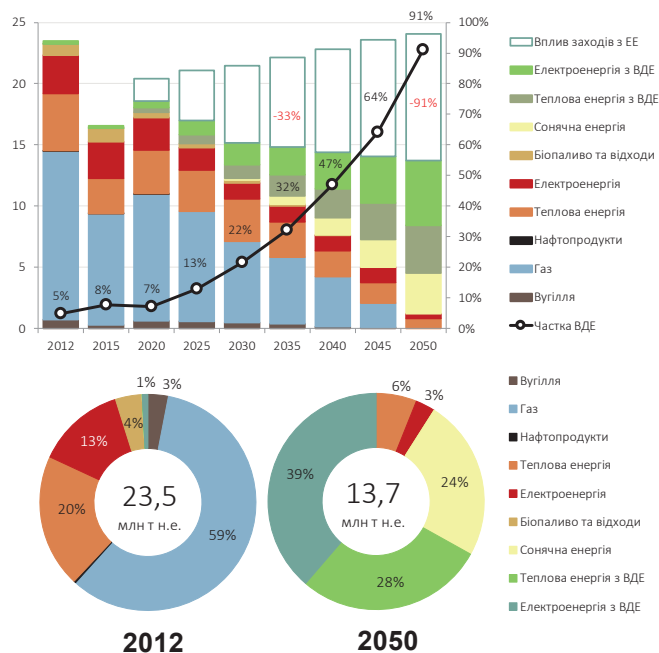


Рис. 5.11 Кінцеве споживання енергетичних ресурсів населенням за Революційним сценарієм

Одиниця виміру: млн т н.е.

5.1.3 Транспорт

Кінцеве споживання енергії транспортним сектором за умов Ліберального сценарію може досить інтенсивно зростати до 2035 р. після падіння в 2015 р., що пов'язано з прогнозним зростанням доходів населення і, відповідно, збільшенням кількості автотранспорту. Однак у 2050 р. споживання енергії в транспортному секторі майже не перевищуватиме показників 2012 р., що пов'язано з використанням більш ефективних транспортних засобів. Хоча частка ВДЕ суттєво зростати-

ме після 2035 р., нафтопродукти залишатимуться основним енергоресурсом до 2050 р. і становитимуть 54% у КСЕ цього сектору (рис. 5.12).

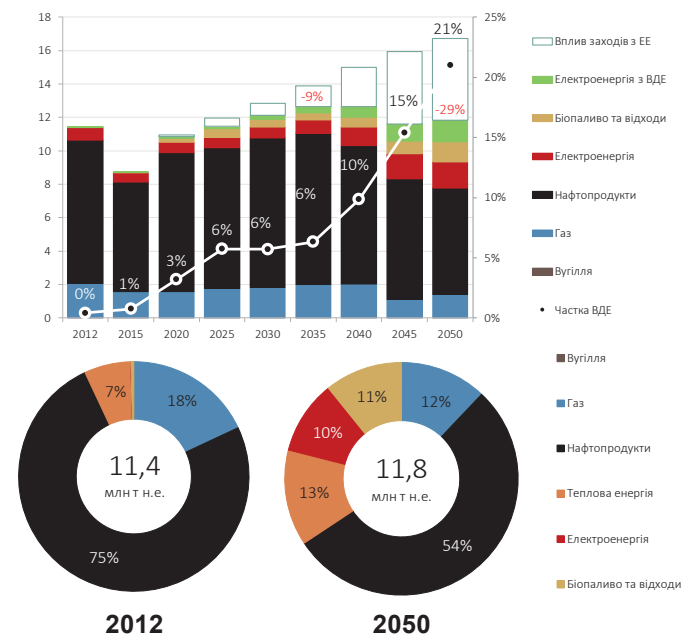


Рис. 5.12 Кінцеве споживання енергетичних ресурсів транспортом за Ліберальним сценарієм

Одиниця виміру: млн т н.е.

В 2050 р. в структурі споживання нафтопродуктів вантажний автомобільний транспорт складатиме до 60%, а автобуси та автомобілі – 16% та 17% відповідно. Для порівняння, у 2012 р. частки цих видів транспорту становили 31%, 17% та 44% відповідно. Загалом у 2050 р. автомобільний приватний транспорт може більш ніж на 40% складатися з електромобілів.

Авіаційний та водний транспорт можуть перейти на біопаливо, частка якого в структурі їхнього споживання сягатиме 82%.

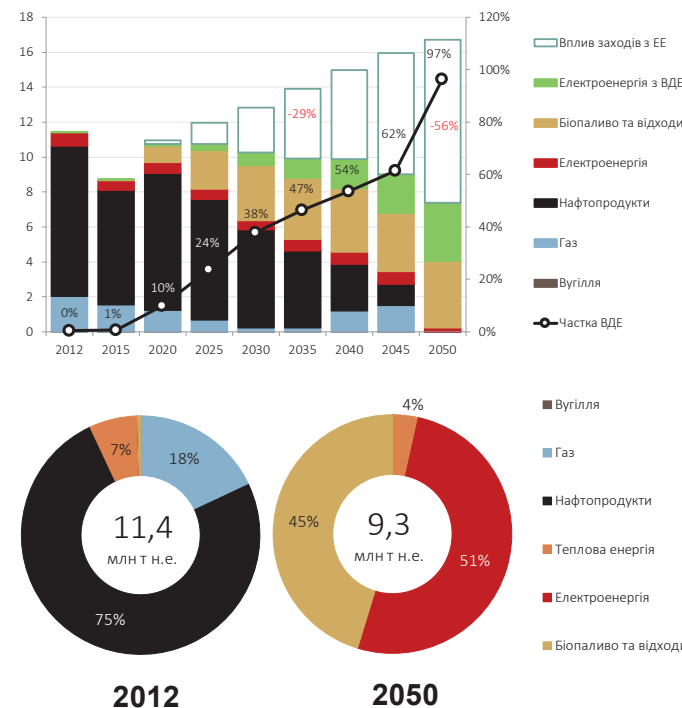


Рис. 5.13 Кінцеве споживання енергетичних ресурсів транспортом за Революційним сценарієм

Одиниця виміру: млн т н.е.

⁹⁴ Зауважимо, що тут і скрізь вважається, що виробництво електроенергії сонячними панелями у приватних домогосподарствах, які підключені до загальної електромережі, належить до сектору трансформації. Тому на рисунках щодо кінцевого споживання енергії сонячна енергія включає в себе лише ту, яка безпосередньо споживається населенням (переважно це нагрів води сонячними колекторами), а також ту, завдяки якій вироблено електроенергію і спожито автономними домогосподарствами.

Для виконання умов Революційного сценарію необхідно, щоб транспортний сектор перейшов на ВДЕ – електроенергію та біопаливо (рис. 5.13). Завдяки більшому використанню електроенергії можна суттєво скоротити загальне кінцеве споживання транспортним сектором більш ніж на половину, порівняно до Консервативного сценарію.

Серед приватних автомобілів електромобілі в 2050 р. можуть скласти більше як 90%, решта – використовуватимуть біопаливо. Для автобусних та залізничних перевезень перспективною є повна електрифікація.

Авіаційний та водний транспорт мають повністю перейти на біопаливо. Враховуючи доступні на українському ринку технології на сьогодні, вантажний автомобільний транспорт може цілком перейти на біопаливо, хоча не виключена електрифікація і цього виду транспорту.

5.1.4 Сфера послуг

Згідно з усіма сценаріями кінцеве енергоспоживання у сфері послуг (комерційний та бюджетний сектори) буде зростати. Однак згідно з Ліберальним сценарієм темпи зростання будуть незначними (рис. 5.14).

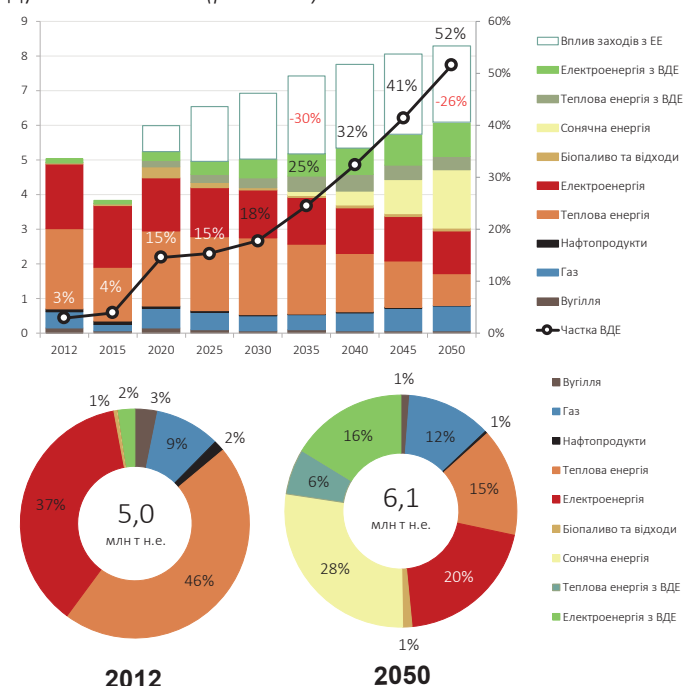


Рис. 5.14 Кінцеве споживання енергетичних ресурсів сферою послуг за Ліберальним сценарієм
Одиниця виміру: млн т н.е.

У 2012 р. у структурі КСЕ сфери послуг електрична та тепла енергії склали близько 83% (37% та 46% відповідно). У 2050 р. загальна частка електроенергії (вироблена з ВДЕ та з викопних видів палива) залишатиметься на тому ж рівні, а ось частка теплової енергії, яка постачалася централізовано, може скоротитися до 21%. Заміщення відбуватиметься за рахунок сонячної енергії, теплоенергії з ВДЕ та, можливо, незначно зросте частка газу. Мала частка біопалива та відходів пояснюється тим, що в сфері послуг перевага надається централізованому постачанню теплової енергії (від котельень, теплоелектроцентралей), а не безпосередньому її спаленню в котлах⁹⁵.

Революційний сценарій демонструє, що використання ВДЕ сферою послуг може зростати значними темпами і досягти в 2050 р. 88%. Підвищення енергоефективності та енергозбереження відіграватимуть вагомий роль, що дозволить витратити майже на 30% менше, ніж за Консервативним сценарієм (рис. 5.15). Важливу роль також відіграватиме

термомодернізація приміщень, використання вискоефективних електричних приладів.

З одного боку, централізоване тепло- та водопостачання переходитиме на використання біомаси, з іншого – для задоволення цих попитів суттєво зростатиме безпосереднє використання сонячної енергії та біопалива з відходами, а також активно розвиватимуться технології електроопалення та нагріву води електробойлерами.

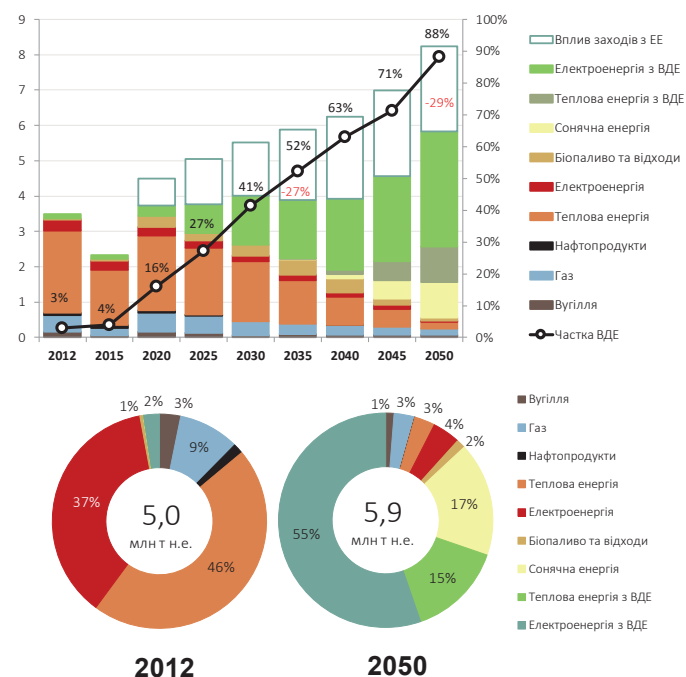


Рис. 5.15 Кінцеве споживання енергетичних ресурсів сферою послуг за Революційним сценарієм
Одиниця виміру: млн т н.е.

5.1.5 Сільське господарство

Оскільки Україна має великий аграрний потенціал, використання біопалива та відходів у сільському господарстві є також значним. За Ліберальним сценарієм частка біопалива та відходів може сягнути майже 80% (рис. 5.16). Результати моделювання демонструють, що швидкі темпи реалізації цього

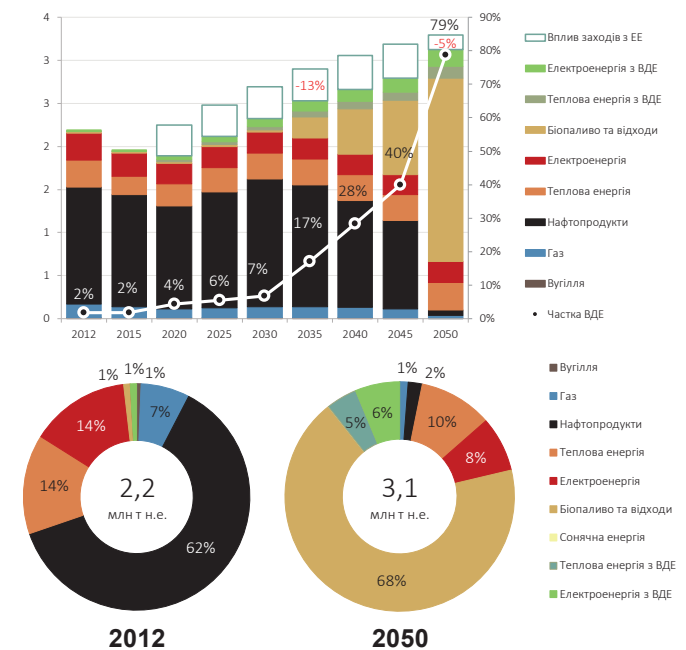


Рис. 5.16 Кінцеве споживання енергетичних ресурсів сільським господарством за Ліберальним сценарієм
Одиниця виміру: млн т н.е.

⁹⁵ Використання біопалива та відходів котельнями чи теплоелектроцентралями належить до сектору трансформації енергоресурсів, а не до кінцевого енергетичного споживання.

потенціалу наберуть обертів після 2030 р. Це може відбутися й раніше у разі більш інтенсивного розвитку сільськогосподарських технологій у напрямку використання біодизелю, біоетанолу, біомаси та агровідходів.

Безперечно, в сільському господарстві існує значний потенціал для безпосереднього використання сонячної, вітрової, геотермальної та біоенергії для виробництва електроенергії та тепла, однак самі процеси виробництва належать до сектору трансформації, а в КСЕ цього сектору включено лише електричну та теплову енергію, яка споживається централізовано, але вироблена з ВДЕ.

Відповідно до Революційного сценарію сільське господарство може перейти на ВДЕ до 96% у КСЕ, де біопаливо та відходи складатимуть 70% (рис. 5.17). Насправді результати не демонструють якогось значного технологічного прориву в цьому секторі. Достатньо перевести транспортні засоби та сільськогосподарські машини на біопаливо (біодизель, біоетанол) та максимально збільшити частку «зеленої» електроенергії та тепла в Україні.

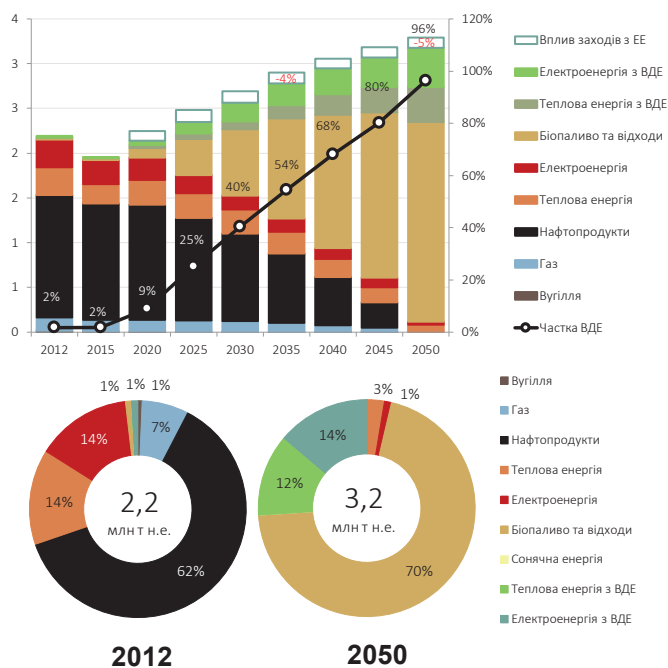


Рис. 5.17 Кінцеве споживання енергетичних ресурсів сільським господарством за Революційним сценарієм

Одиниця виміру: млн т н.е.

Як видно з рисунку нижче, використання потенціалу енергоефективності та енергозбереження у секторі сільського господарства є незначним. Зазначимо, що це не відсутність економічної доцільності енергозаощадження та впровадження енергоефективних технологій, а складність обчислення цього потенціалу та представлення в математичній моделі. Насправді сільське господарство має значно більше можливостей для зниження кінцевого споживання, але це питання потребує додаткового вивчення.

5.2 ВИРОБНИЦТВО ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Моделльні розрахунки гіпотетичного Консервативного сценарію розвитку енергетики України, умови якого передбачають, що характеристики більшості технологій зберігаються незмінними до 2050 р., відсутність сучасних вимог щодо декарбонізації та екологізації енергетики, а також відсутність стимулів до підвищення енергоефективності та ВДЕ, демонструють, що теплові вугільні електростанції можуть значно розширити свою частку в структурі електрогенерації (рис. 5.18).

Однак результати моделювання за Ліберальним сценарієм (передбачає вільний розвиток усіх технологій) свідчать про те, що виробництво електроенергії до 2050 р. здійснюватиметься усіма наявними на сьогодні в Україні техноло-

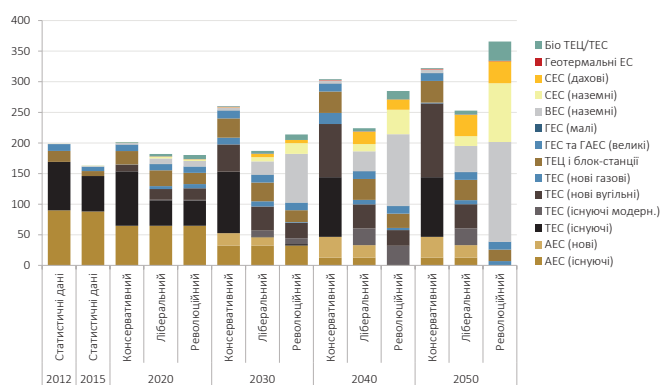


Рис. 5.18 Виробництво електроенергії

Одиниця виміру: млрд кВт·год

гіями і їх структура суттєво зміниться зі значним зростанням частки ВДЕ до 2050 р. порівняно з 2012 р. Це пов'язано зі стрімким удосконаленням та здешевленням ВДЕ технологій.

Завдяки реалізації економічно доцільного енергоефективного потенціалу в секторах кінцевого споживання енергетичних ресурсів, потреба в електричній енергії значно скорочуватиметься порівняно до Консервативного сценарію. Виробництво електроенергії буде меншим за Ліберальний сценарію на 28% в 2035 р. та 22% в 2050 р. порівняно до аналогічних років Консервативного (рис. 5.19). У 2035 р. потреба у виробництві електроенергії може зовсім не набагато перевищувати показник 2012 р., а в 2050 р. складати близько 253 млрд кВт·год, що на 27% більше за значення 2012 р.

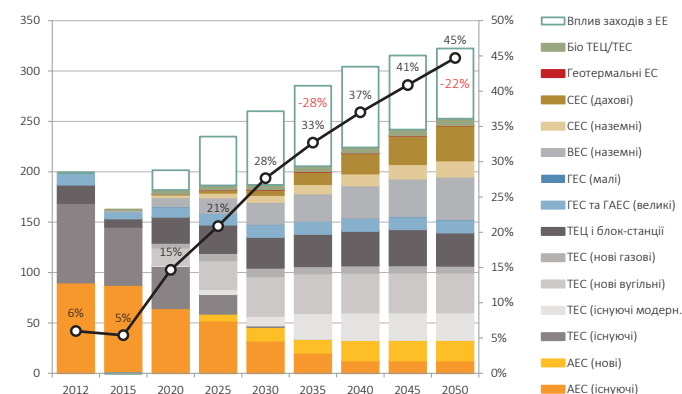


Рис. 5.19 Виробництво електроенергії за Ліберальним сценарієм

Одиниця виміру: млрд кВт·год

Обсяги виробництва електроенергії вугільними тепловими електростанціями (ТЕС) скоротяться не набагато, хоча частка в загальній структурі електрогенерації знизиться з 40% в 2012 р. до 27% у 2050 р. (рис. 5.20). Для цього необхідно модернізувати існуючі та/або збудувати нові вугільні блоки, що відповідають сучасним екологічним вимогам.

Відповідна частка атомних електростанцій (АЕС) може кардинально знизитися з 45% в 2012 р. до 13% у 2050 р., що в цьому сценарії пов'язано виключно з високими капітальними витратами на продовження терміну експлуатації та особливо на будівництво нових атомних блоків. У цій роботі не

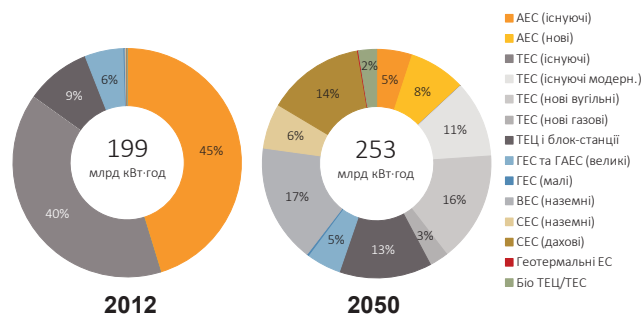


Рис. 5.20 Структура виробництва електроенергії в 2012 та 2050 роках за Ліберальним сценарієм

досліджувалися інноваційні типи реакторів та малі модульні блоки, а розглядалися лише реактори, що за техніко-економічними характеристиками подібні до тих, які наразі використовуються в Україні.

Крім того, традиційна когенерація (ТЕЦ і блок-станції) може зрости, і її частка в загальній структурі електрогенерації збільшиться з 9% у 2012 до 13% у 2050 р. Окрім того, ТЕЦ і блок-станції на біомасі можуть виробити до 2,5% електроенергії в країні.

Суттєвого розвитку гідроенергетики не очікується, оскільки потенціал малих річок незначний, а великих майже повністю вичерпано. Окрім того, будівництво нових великих гідроелектростанцій (ГЕС) або гідроакumuлюючих електростанцій (ГАЕС) має серйозні екологічні наслідки.

Однак, звичайно, найбільші показники приросту виробництва електроенергії демонструють сонячна та вітрова енергетика завдяки їх відчутному здешевленню. Частка сонячних (СЕС) та вітрових електростанцій (ВЕС) у загальній структурі електрогенерації очікується на рівні 20% та 17% відповідно. Причому частка СЕС домогосподарств (дахові) може більш ніж удвічі перевищити частку промислових СЕС (наземні).

Загальна встановлена потужність електростанцій може зрости майже в 2,7 разу з 53 ГВт до 143 ГВт (рис. 5.21).

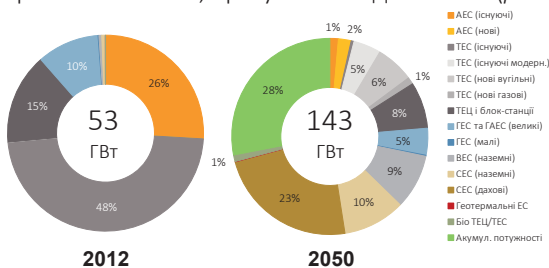


Рис. 5.21 Структура встановленої потужності електростанцій за Ліберальним сценарієм

Для забезпечення прогнозованої та надійної роботи СЕС та ВЕС передбачено використання акумулюючих потужностей і зроблено припущення, що на кожен 1 кВт потужності сонячних електростанцій необхідно резервувати 0,74 кВт, а для вітрової – 0,42 кВт акумулюючих потужностей (див. детальне обґрунтування у розділі 3.5). Враховуючи це та можливий стрімкий розвиток сонячної та вітрової енергетики, частка встановленої потужності акумулюючих технологій у загальній структурі буде найбільшою – 28% (близько 40 ГВт). Потужність дахових СЕС у домогосподарствах складатиме 23%, а промислових СЕС – 10%, частка ВЕС – 9%.

Хоча в модельних розрахунках для забезпечення прогнозованості та надійності роботи СЕС та ВЕС враховано лише використання акумулюючих потужностей, реальна потреба в акумулюючих потужностях може бути меншою, оскільки для балансування та забезпечення надійності енергосистеми також використовується газова генерація та об'єкти гідроенергетики.

Окрім того, в роботі також не враховано можливості інтенсивного розвитку «розумних» мереж (smart grids) та систем управління попитом, які можуть суттєво скоротити потреби в акумулюючих потужностях та значно покращити якість надання енергетичних послуг. Також навмисно не враховувалися маневрові можливості міждержавних перетоків електроенергії, що також може суттєво знизити вартість «енергетичного переходу», оскільки було важливо оцінити національну самодостатність при впровадженні сценаріїв з високою часткою ВДЕ.

У разі консервативних («заморожених») умов розвитку електроенергетики потреба в інвестиціях для будівництва нових, підтримки та модернізації існуючих електростанцій може бути навіть більшою, ніж за реалізації Ліберального сценарію (рис. 5.22). Це ще раз підтверджує той факт, що «не-

використаний» ресурс внаслідок підвищення енергоефективності та енергозбереження є «дешевшим», за той, який потрібно додатково залучити для задоволення зростаючого попиту.

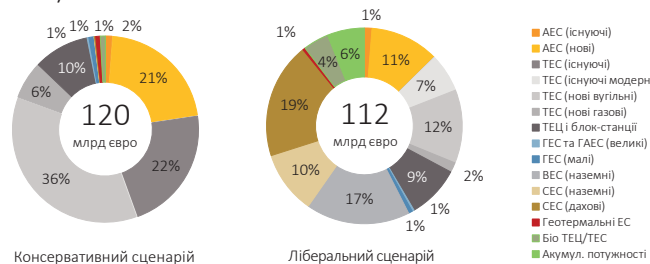


Рис. 5.22 Структура інвестиційних потреб в електроенергетиці за Консервативним та Ліберальним сценаріями до 2050 р.

Результати моделювання за Революційним сценарієм показують, що наявний потенціал ВДЕ є достатнім, щоб забезпечити попит на електроенергію, виробляючи її на 91% з ВДЕ (рис. 5.23). Звичайно, це є надзвичайно значним викликом для Об'єднаної енергетичної системи і тих, хто проводить таку політику «озеленення» електроенергетики. Тому практичні інституційні, технічні, економічні і т.д. шляхи такого «енергетичного переходу» мають бути досліджені більш глибоко із залученням широкого кола відповідних фахівців.

Для досягнення цілей Революційного сценарію необхідно максимально електрифікувати енергетику України. Відповідно, потреби в електроенергії у 2050 р. будуть більшими, ніж за Консервативного сценарію, навіть за реалізації необ-

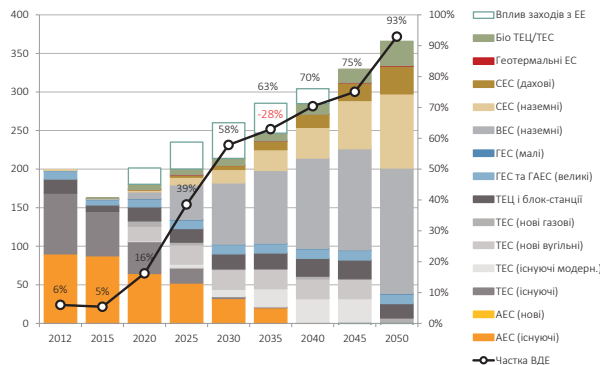


Рис. 5.23 Виробництво електроенергії за Революційним сценарієм
Одиниця виміру: млрд кВт·год

хідної політики у галузі енергоефективності. Однак у 2050 р. виробництво електроенергії, згідно з розрахунками, є лише на 14% вищим.

Оскільки умовою Революційного сценарію є відсутність атомної енергетики до 2050 р., то за цим сценарієм не передбачається будівництво нових блоків до 2050 р., а існуючі блоки працюють до завершення продовженого терміну їх експлуатації (див. розділ 2.6. для обґрунтування припущень щодо АЕС). Технології на основі ВДЕ також заміщують вугільні теплові електростанції, що передбачено умовами сценарію.

Відповідно, структура виробництва електроенергії в 2050 р. суттєво зміниться порівняно з 2012 р. (рис. 5.24), і основну роль відіграватимуть вітрові та сонячні електростанції. На їх сумарну частку має припадати більше 80% згенерованої електроенергії.

На відміну від Ліберального, в Революційному сценарії частка промислових СЕС у загальній структурі виробництва електроенергії переважає частку СЕС домогосподарств.

Виробництво електроенергії в 2050 р. за Революційним сценарієм лише на 14% більше у порівнянні з Консервативним сценарієм, однак встановлена потужність об'єктів електрогенерації буде більшою у 3,6 рази (рис. 5.25). Це пов'язано з тим, що КВВП ВЕС та СЕС значно менші за ефек-

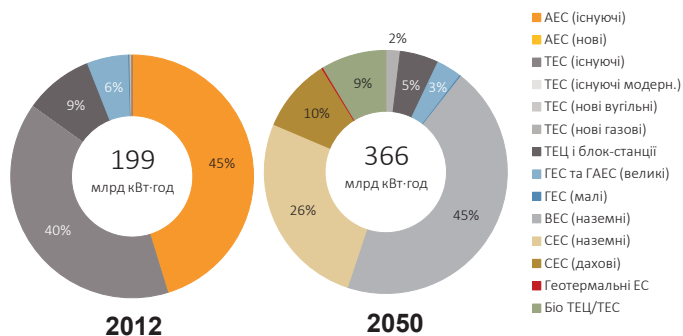


Рис. 5.24 Структура виробництва електроенергії в 2012 та 2050 роках за Революційним сценарієм

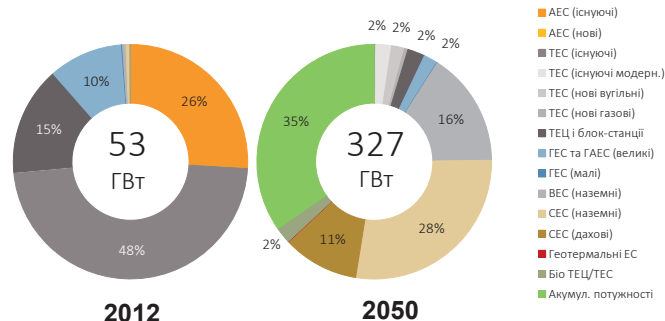


Рис. 5.25 Структура встановленої потужності електростанцій за Революційним сценарієм

тивність використання потужностей вугільних ТЕС і АЕС. Крім того, буде потреба в значних обсягах акумулюючих потужностей, до 35% від загальної потужності без врахування потенціалу інших технологій (розвитку «розумних» мереж, технологій управління поптом, прогресивних технологій типу «power-to-gas» та ін.), які можуть бути застосовані для балансування і забезпечення надійності електромережі.

Якщо сукупні інвестиційні потреби в електроенергетиці за Ліберальним сценарієм є меншими у порівнянні з Консервативним сценарієм, то для реалізації Революційного сценарію необхідно значно більше коштів (рис. 5.26, 5.27).

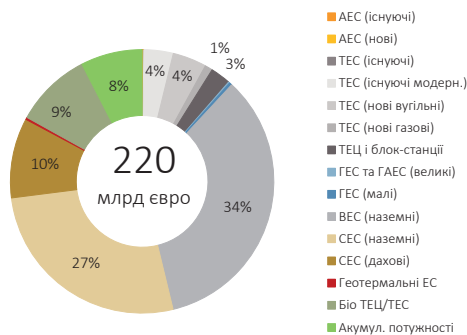


Рис. 5.26 Структура інвестиційних потреб в електроенергетиці за Революційним сценарієм до 2050 р.

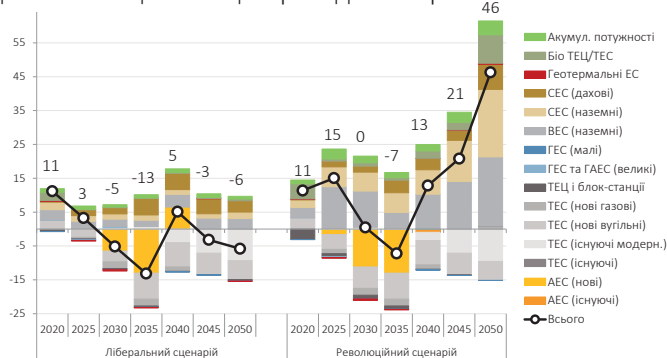


Рис. 5.27 Різниця в інвестиційних потребах в електроенергетиці між альтернативними та Консервативним сценаріями

Одиниця виміру: млрд євро

Зрозуміло, що якщо буде прийнято рішення відносно «енергетичного переходу» на ВДЕ, то необхідно буде періодично та систематично проводити більш детальні дослідження розвитку енергетичної системи України, вивчаючи це питання комплексно. Особливо враховуючи розвиток інноваційних технологій. Ціком імовірно, що за 10-15 років на ринку вже будуть доступні технології, які дозволять значно здешевити такий «енергетичний перехід» та більш рівномірно розподілити потреби в інвестиціях у часі. Крім того, необхідно дослідити можливість використання міждержавних перетоків електроенергії для досягнення цілей Революційного сценарію.

5.3 ВИРОБНИЦТВО ТЕПЛОЇ ЕНЕРГІЇ

За умов Консервативного та Ліберального сценаріїв суттєво зростає частка вугільної генерації у централізованому теплопостачанні (рис. 5.28). Це пов'язано з тим, що у довгостроковій перспективі ціни на газ зростають досить суттєво порівняно з вартістю вугілля (див. розділ 2.5 щодо прогнозів цін на енергетичному ринку). Також варто зазначити, що питання логістики постачання вугільної продукції до котельень не вивчалось, й це може внести певні корективи в представлені розрахунки. Крім того, Україна взяла на себе жорсткі екологічні зобов'язання щодо обмеження викидів від великих спалювальних установок (Директива 2010/75/ЄС), але виконання Директиви 2015/2193/ЄС щодо середніх спалювальних установок (1-50 МВт) ще не заплановано, і тому вона не враховувалась в умовах сценаріїв. Однак впровадження Директиви 2015/2193/ЄС є обов'язковим для всіх країн ЄС, і варто очікувати, що з продовженням курсу на інтеграцію української енергетики до ринку ЄС Україна також буде зобов'язана виконувати вимоги цієї Директиви. Тому цілком імовірно, що у перспективі до 2050 р. середні спалювальні установки також будуть змушені відповідати жорстким екологічним критеріям, що значно знизить конкурентоспроможність вугільної генерації порівняно до ТЕЦ на біомасі чи інших технологій на основі ВДЕ, які на той час уже будуть доступні на ринку. Відповідно, це значно змінить умови, за яких розвиватиметься енергетичний сектор. При врахуванні вимог Директиви 2015/2193/ЄС для моделювання сценаріїв результати б суттєво відрізнялися від тих, що представлені в цьому розділі.

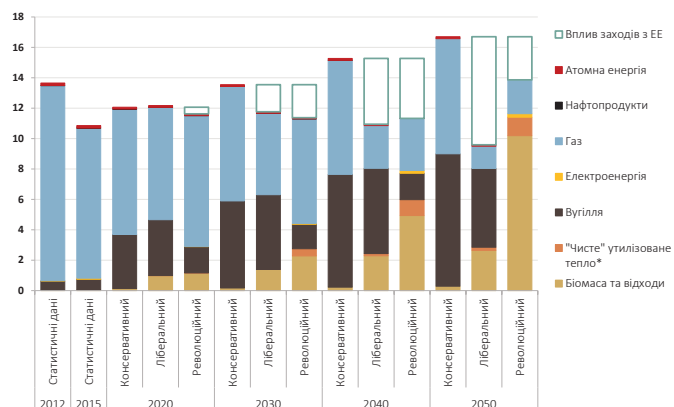


Рис. 5.28 Виробництво теплової енергії

Одиниця виміру: млн т н.е.

* «Чисте» утилізоване тепло – це теплоенергія, отримана від котлів-утилізаторів, охолоджувальних установок, підігрівачів води тощо, що працюють на базі використання таких енергоресурсів: а) тепла, яке відходить від систем охолодження виробничих агрегатів (домених і мартенівських печей, колчеданних печей, газогенераторів і нагрівальних печей та ін.); б) фізичного тепла продуктів виробництва, у тому числі від відібраного тепла на проміжних етапах технологічного процесу (тепла розпеченого коксу, нагрітого металу, продуктів нафтопереробки, хімічних продуктів); в) тепла відходящих гарячих газів промислових печей і котельних агрегатів, тепла відвальних шлаків тощо; г) тепла пари, відпрацьованої в теплових установках, – в пресах, парових приводах насосів і компенсаторів тощо.

Створення умов для вільного розвитку технологій у секторі теплоенергетики дозволить, у першу чергу, значно скоротити споживання тепла, і, відповідно, виробництво. Як видно з рис. 5.29-5.30, потреба у генерації тепла у 2050 р. буде на 30% нижчою за Консервативний сценарій. Крім

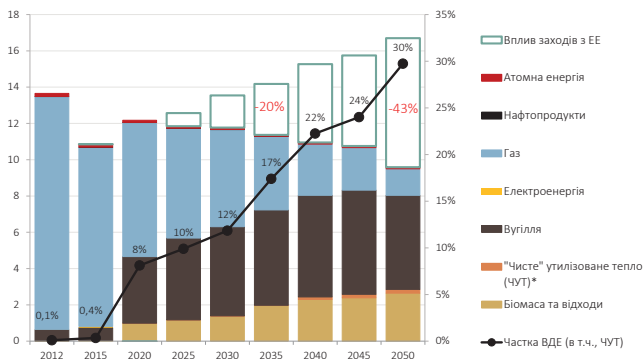


Рис. 5.29 Виробництво теплової енергії за Ліберальним сценарієм

* Див. пояснення під попереднім рисунком. Одиниця виміру: млн т н.е.

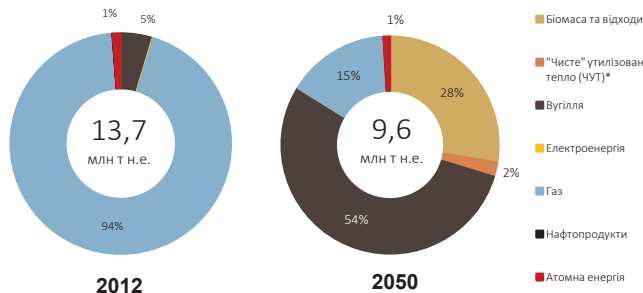


Рис. 5.30 Структура виробництва теплової енергії за Ліберальним сценарієм

* Див. пояснення під попереднім рисунком

того, виробництво тепла з біомаси стрімко зростає, до 2,6 млн т н.е. у 2050 р.

Відповідно до розрахунків за Революційним сценарієм, використання біомаси та відходів має стати пріоритетним у теплозабезпеченні, щоб досягнути поставлених цілей, при цьому використання вугільної продукції має бути зведене до нуля (рис. 5.31). Також може виявитися доречним розвиток централізованого електроопалення.

У структурі загального виробництва теплової енергії, що постачається централізовано для опалення та потреб промисловості, тепло, отримане з біомаси та відходів може

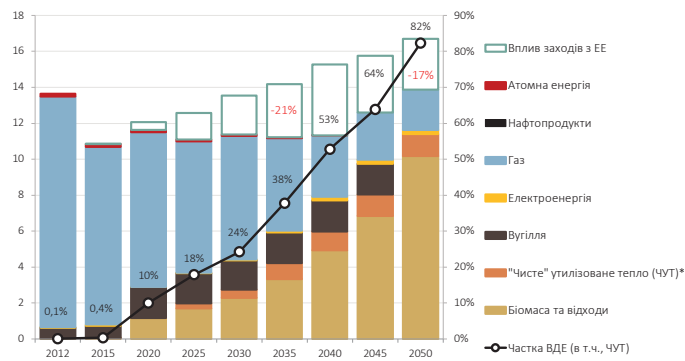


Рис. 5.31 Виробництво теплової енергії за Революційним сценарієм

* Див. пояснення під попереднім рисунком. Одиниця виміру: млн т н.е.

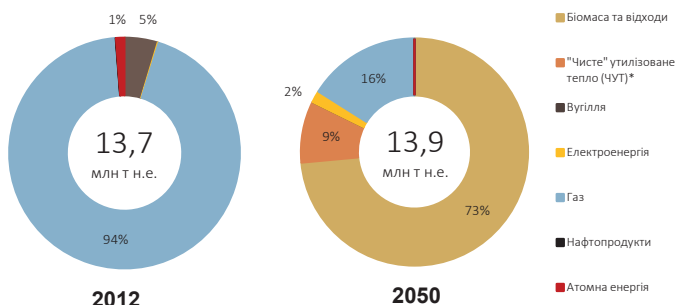


Рис. 5.32 Структура виробництва теплової енергії за Революційним сценарієм

* Див. пояснення під попереднім рисунком

зайняти близько 73%. При цьому частка тепла, вироблена з газу знизиться з 94% в 2012 р. до 16% в 2050 р. (рис. 5.32).

Варто зазначити, що для моделювання розвитку теплоенергетики за Ліберальним та Революційним сценаріями розглядалися лише технології на основі біомаси, утилізації тепла технологічних процесів та електроопалення, які наразі доступні на ринку. У довгостроковій перспективі можуть розвинути нові технології на основі ВДЕ, зокрема технології акумулювання тепла, які суттєво змінять теплоенергетику майбутнього.

5.4 ЗАГАЛЬНЕ ПОСТАЧАННЯ ПЕРВИННОЇ ЕНЕРГІЇ

Загальне постачання первинної енергії (ЗППЕ) за Консервативним сценарієм після 2015 р. постійно зростатиме, тоді як за Ліберальним сценарієм воно може стабілізуватися на рівні 80-85% від показника 2012 р., або на рівні 100 млн т н.е. (рис. 5.33). Згідно з модельними оцінками, ЗППЕ в 2050 р. за Революційним сценарієм на 57% менше, ніж за Консервативним сценарієм, а частка ВДЕ може досягнути 30% у 2035 р. і 76% у 2050 р. Власний видобуток (виробництво) енергоресурсів може становити більше 90% від ЗППЕ, що суттєво покращить економічну та енергетичну безпеку.

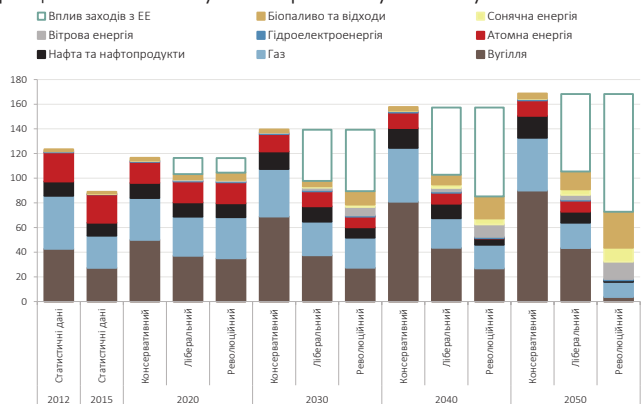


Рис. 5.33 Загальне постачання первинної енергії

Одиниця виміру: млн т н.е.

Окрім того, важливо, щоб «енергетичний перехід» на ВДЕ відбувався за рахунок максимально можливої частки технологій, які вироблятимуться в Україні. Для розвитку прогресивних технологій в Україні важливо успішно завершити всі реформи в енергетичному та банківському секторах, а також значно спростити всі адміністративні та податкові процедури для ведення бізнесу.

Таким чином, результати моделювання сценаріїв розвитку енергетичного сектора свідчать про те, що Україна володіє абсолютно достатнім відновлюваним енергетичним потенціалом, який необхідний для реалізації Революційного сценарію і повного покриття потенційного попиту на енергетичні ресурси та послуги навіть за умов збереження високої частки енергоємної промисловості (металургія, хімія тощо) в країні. Варто зазначити, що для реалізації відновлюваного потенціалу та задоволення енергетичних потреб суспільства досліджувалися лише ВДЕ-технології, що вже присутні на українському ринку, і головне – їх виробництво може бути локалізоване в Україні в повному обсязі або частково.

Водночас Ліберальний сценарій, що передбачає наявність досконалої конкуренції на всьому національному енергетичному ринку та його секторах, демонструє перспективи конкурентоспроможності відновлюваної енергетики порівняно з традиційною, навіть без цільової політики її розвитку.

5.5 ВІДНОСНІ ІНДИКАТОРИ РОЗВИТКУ ЕНЕРГОСЕКТОРУ

Враховуючи наведені вище макроекономічні припущення, зокрема, щодо середньорічних темпів зростання ВВП впродовж 2016-2050 рр. (4% щороку), а також розраховані показники загального постачання первинної енергії за Лібераль-

ним сценарієм, можна очікувати, що первинна енергоємність ВВП України досягне рівня країн Організації економічного співробітництва та розвитку лише в 2050 р., а інтегральний показник 28 країн Європейського Союзу за досліджуваний період досягнутий не буде (рис. 5.34).

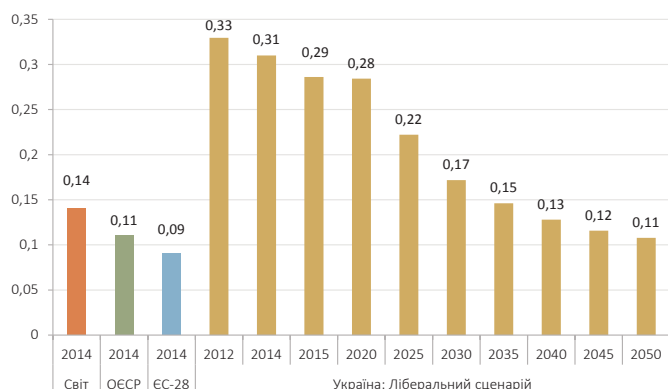


Рис. 5.34 Первинна енергоємність ВВП за Ліберальним сценарієм

Одиниця виміру: т н.е./1000 дол. США (2010) ВВП (ПКС). Джерело: підготовлено авторами на основі результатів моделювання та даних МЕА (Key World Energy Statistics).

Показник загального постачання первинної енергії на людину в Україні є більшим за середній по світу, однак значно меншим, ніж у країнах Організації економічного співробітництва та розвитку, хоча не значно нижчим від країн Європейського Союзу (рис. 5.35).

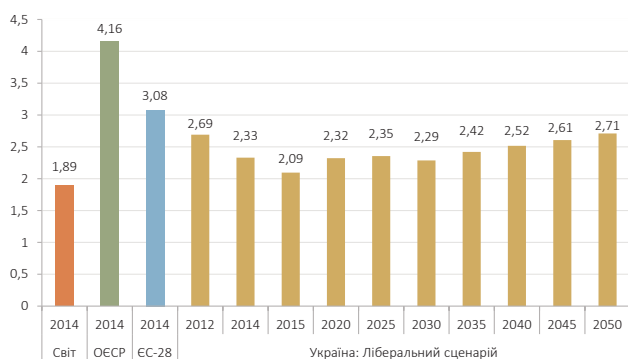


Рис. 5.35 Первинна енергоємність на людину за Ліберальним сценарієм

Одиниця виміру: т н.е./людину. Джерело: підготовлено авторами на основі результатів моделювання та даних МЕА (Key World Energy Statistics).

Водночас, згідно з Революційним сценарієм, первинна енергоємність ВВП України може сягнути поточного рівня енергоємності ВВП країн Організації економічного співробітництва та розвитку в 2040 р., а країн Європейського Союзу – в 2045 р. (рис. 5.36).

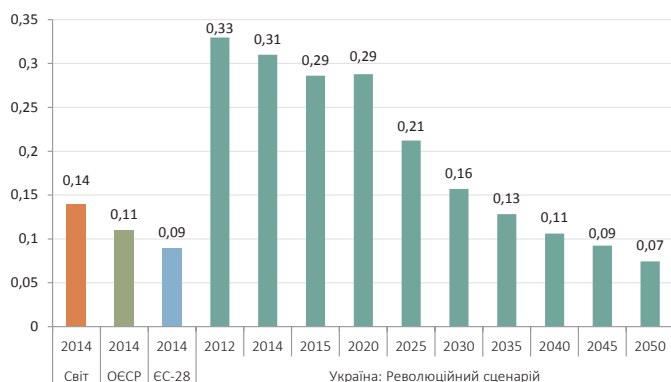


Рис. 5.36 Первинна енергоємність ВВП за Революційним сценарієм

Одиниця виміру: т н.е./1000 дол. США (2010) ВВП (ПКС). Джерело: підготовлено авторами на основі результатів моделювання та даних МЕА (Key World Energy Statistics).

Показник загального постачання первинної енергії на людину в Україні, згідно з Революційним сценарієм, прогнозується досить стабільним (рис. 5.37).

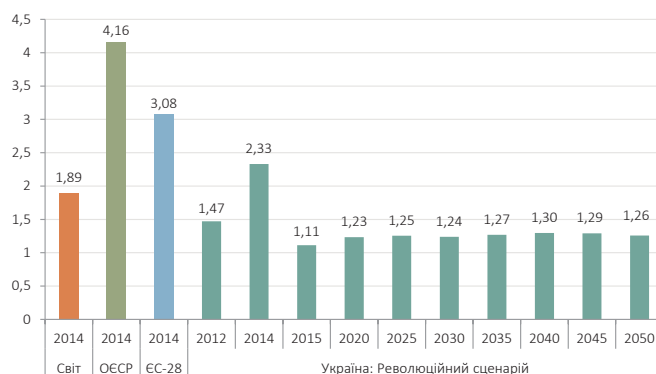


Рис. 5.37 Первинна енергоємність на людину за Революційним сценарієм

Одиниця виміру: т н.е./людину. Джерело: підготовлено авторами на основі результатів моделювання та даних МЕА (Key World Energy Statistics).

Наведені показники первинної енергоємності свідчать про те, що проблема їх значної відсталості від економічно розвинених країн лежить не тільки в енергетичній площині (неефективне та нераціональне використання енергетичних ресурсів), а також і в економічній. Крім необхідності продовження більш широких та глибоких досліджень щодо «енергетичного переходу» України на відновлювані джерела енергії, необхідно також розвивати дослідження трансформації сучасної соціально-економічної моделі України в таку, що сприятиме «озелененню» енергетики та підвищуватиме добробут населення України.

5.6 ВИКИДИ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ

За Консервативним сценарієм викиди ПГ⁹⁶ постійно зростають і в 2050 р. можуть сягнути 73% від рівня 1990 року (рис. 5.38). Водночас у 2030 р. вони становитимуть приблизно 56% від рівня 1990 року, що менше цільового показника, який зазначений у національно-визначеному внеску (НВВ) України до Паризької угоди. Це ще раз підтверджує те, що вибрана ціль для НВВ України не є амбітною і потребує перегляду.

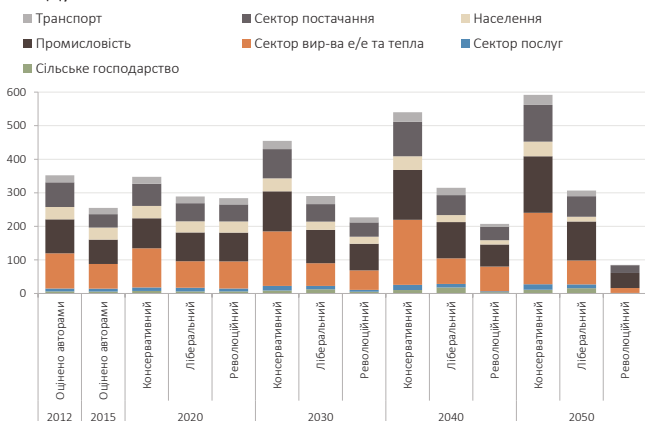


Рис. 5.38 Викиди парникових газів

Одиниця виміру: млн т CO₂-екв.

Реалізація Ліберального сценарію дозволить стабілізувати викиди парникових газів (ПГ) на рівні 35-38% від 1990 р. (рис. 5.39).

Структура викидів ПГ в 2050 р. за Ліберальним сценарієм (рис. 5.40) зазнає змін. Оскільки за цим сценарієм очікується суттєвий розвиток відновлюваної електроенергетики, обсяги викидів ПГ від функціонування сектору виробництва електроенергії та тепла суттєво скоротяться. Водночас, у

⁹⁶ Викиди ПГ включають в себе викиди від секторів «Енергетика» та «Промислові процеси» в розумінні Міжнародної групи експертів з питань зміни клімату

За такого сценарію викиди ПГ від промисловості складатимуть більше половини, а населення взагалі їх не здійснюватиме. Частки сільського господарства, сектора послуг і транспорту будуть в межах 0,5-1,5% (рис. 5.42).

5.7 ЗАГАЛЬНІ ВИТРАТИ ТА ІНВЕСТИЦІЇ

Як видно з рис. 5.43, загальні щорічні витрати на функціонування енергетичної системи, які включають в себе інвестиції в технології (модернізація, придбання нових), експлуатаційні витрати, витрати на закупівлю, транспортування та постачання палива тощо, відповідно до модельних розрахунків, можуть стрімко зростати після 2020 р. Левову частку в їх структурі займатимуть інвестиції в технології кінцевого споживання енергетичних ресурсів (наприклад, побутові прилади, різного роду транспортні засоби, освітлювальні прилади та ін.), оскільки вони мають значно менший термін експлуатації у порівнянні, наприклад, із технологіями виробництва електроенергії та тепла, та їх кількість у країні є великою.

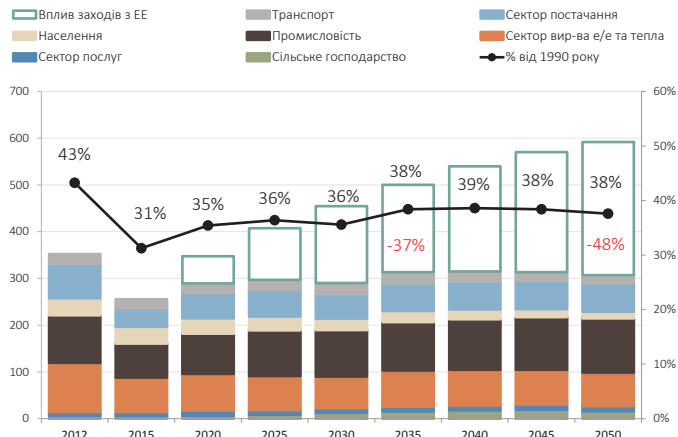


Рис. 5.39 Викиди парникових газів за Ліберальним сценарієм
Одиниця виміру: млн т CO₂-екв.

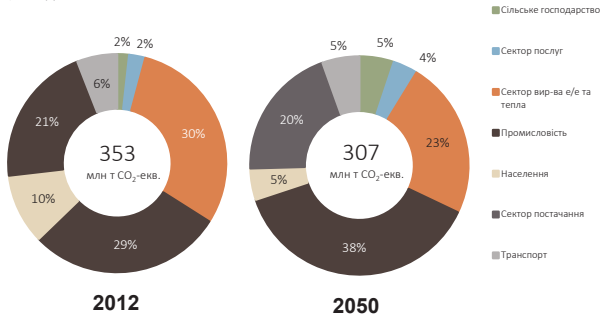


Рис. 5.40 Структура викидів парникових газів за Ліберальним сценарієм

зв'язку з низьким рівнем ВДЕ в промисловості, частка викидів ПГ промисловістю зростає.

Результати модельних розрахунків демонструють, що досягнення цілей Революційного сценарію призведе до суттєвого скорочення викидів ПГ, які в 2050 р. можуть становити лише 10% від рівня 1990 р. (рис. 5.41).

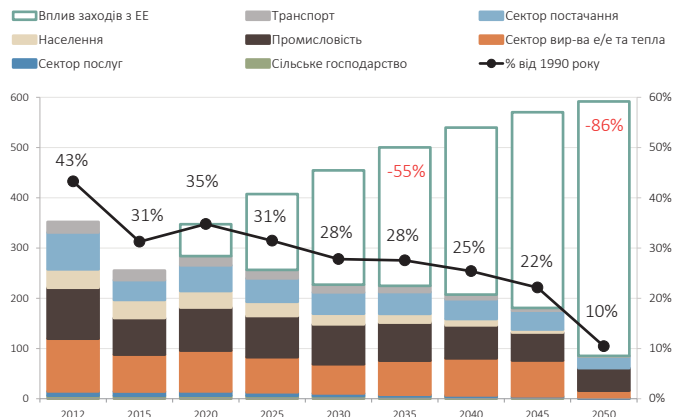


Рис. 5.41 Викиди парникових газів за Революційним сценарієм
Одиниця виміру: млн т CO₂-екв.

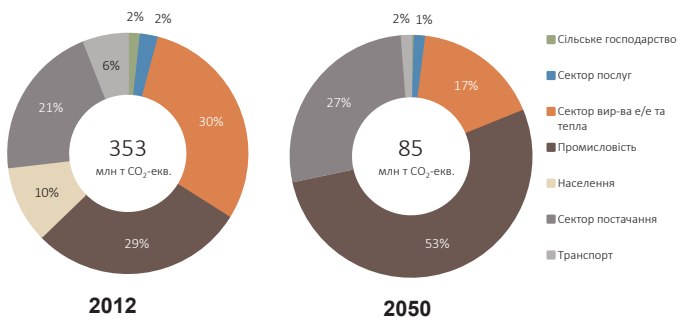


Рис. 5.42 Структура викидів парникових газів за Революційним сценарієм

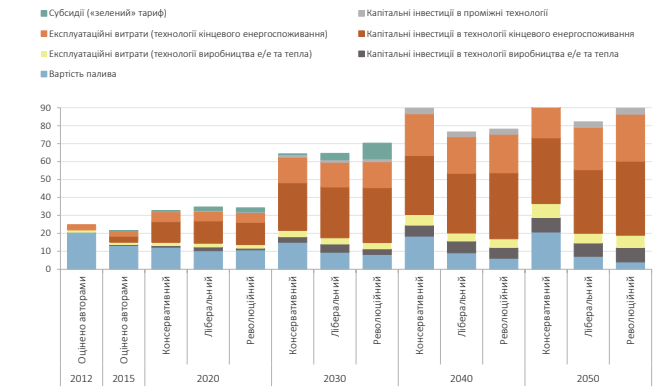


Рис. 5.43 Щорічні витрати на функціонування енергетичної системи⁹⁷

Одиниця виміру: млрд євро.

У довгостроковій перспективі передбачається перехід від сьогоденної системи енергозабезпечення з високими частками витрат на паливо та експлуатаційними витратами до системи, для якої будуть характерні високі капітальні інвестиції та порівняно менша частка витрат на паливо, оскільки технічний термін роботи значної частини існуючих енергетичних потужностей або вичерпаний, або вже завершується.

Однак, відповідно до модельних розрахунків, щорічні витрати на функціонування енергетичної системи за альтернативними сценаріями будуть меншими, ніж за Консервативним. Тобто виходить, що економія на витратах на закупівлю палива покриває витрати, пов'язані з інвестуванням у нові технології (рис. 5.44).

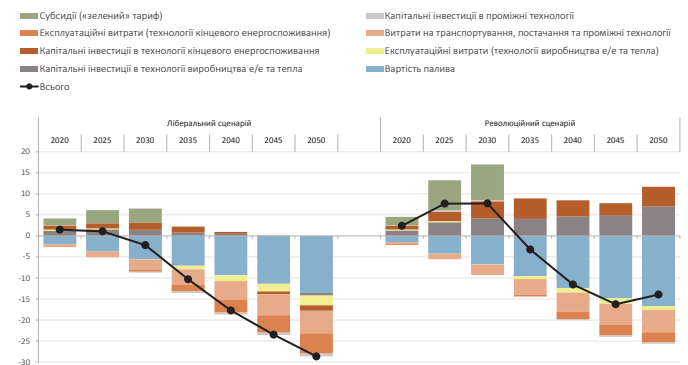


Рис. 5.44 Різниця між щорічними витратами на функціонування енергетичної системи між альтернативними та Консервативним сценаріями

Одиниця виміру: млрд євро.

⁹⁷ Для більшості енергетичних технологій (електростанції, приладів кінцевого споживання тощо) капітальні витрати нараховуються протягом усього періоду їх експлуатації, а розрахунок щорічного грошового потоку розраховується з урахуванням терміну використання технології та вартості капіталу. Ці щорічні платежі, разом із відповідними експлуатаційними витратами, складають загальні витрати енергетичної системи. Щорічні інвестиційні витрати технологій, введених у дію в попередні періоди, не розраховуються і, відповідно, не включаються до цільової функції.

6

ЕКОНОМІЧНІ НАСЛІДКИ СЦЕНАРІЇВ РОЗВИТКУ ЕНЕРГОСЕКТОРУ УКРАЇНИ ДО 2050 РОКУ

Макроекономічні
наслідки

Наслідки
для домогосподарств

Наслідки
для галузей економіки



6.1 МАКРОЕКОНОМІЧНІ НАСЛІДКИ

У цьому розділі представлені оцінки соціально-економічних наслідків реалізації заходів розвитку енергетичного сектору України, визначених на попередніх етапах дослідження для Ліберального і Революційного сценаріїв.

Дослідження заходів енергетичної політики здійснюється за припущень реалізації базового макроекономічного сценарію, в рамках якого середні темпи приросту ВВП до 2050 р. становлять 4% (див. розділ 2.3). На базовий макроекономічний сценарій накладаються заходи енергетичної політики та визначається їх вплив на макроекономічні та галузеві показники.

Оцінка економічних наслідків у розрізі цих двох сценаріїв здійснюється з використанням динамічної обчислюваної моделі загальної рівноваги (ОМЗР) України з розширеним енергетичним блоком. Уніфікація моделей TIMES-Україна та ОМЗР України здійснювалася шляхом використання однакових припущень щодо темпів економічного зростання, зокрема темпів приросту агрегованого ВВП. Для верифікації енергетичних сценаріїв як вхідні дані ОМЗР України використовує показники додаткових інвестицій за галузями та дані щодо зміни структури споживання енергоресурсів, оцінені з використанням моделі TIMES-Україна.

Усі представлені у цьому розділі оцінки наведені у порівнянні з показниками базового сценарію. Тобто будь-які зміни макроекономічних, галузевих чи інших індикаторів потрібно інтерпретувати як відхилення відносно Базового (Консервативного) сценарію у відповідному році. Базовий (Консервативний) сценарій передбачає закладені в рамках макроекономічного сценарію темпи приросту ВВП, але не включає імплементацію енергетичних політик Ліберального та Революційного сценаріїв. Таким чином, представлені соціально-економічні ефекти вимірюють вплив заходів з енергоефективності, енергозбереження, розвитку відновлюваних джерел енергії тощо на макроекономічні, галузеві та соціальні показники за решти рівних умов (зберігається поточна фіскальна та монетарна політика, не відбуваються додаткові галузеві реформи тощо).

Загалом, враховуючи контекст відносності наслідків, у випадку обох сценаріїв від'ємні величини результуючих показників не означають зниження їх абсолютного значення в рамках аналізованого енергетичного сценарію, а, у більшості випадків, відображають уповільнення темпів приросту відповідних індикаторів.

Як показують проведені розрахунки, **реалізація Ліберального і Революційного сценаріїв загалом характеризується позитивними макроекономічними наслідками.** Такий характер ефектів повною мірою проявляється у середньо- та довгостроковій перспективі – починаючи з 2019-2020 рр. (рис. 6.1). Визначальним фактором такого характе-

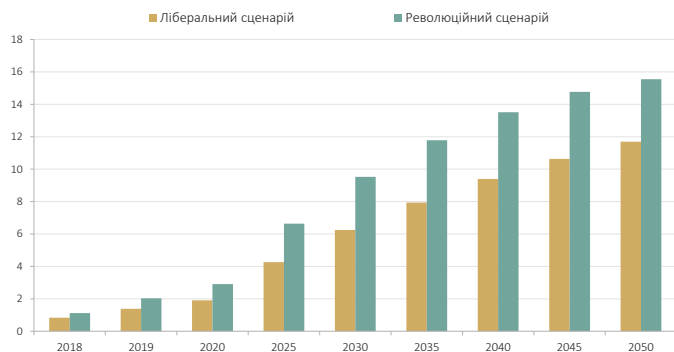


Рис. 6.1 Вплив реалізації сценаріїв розвитку енергетичного сектору на зростання ВВП

Одиниця виміру: відсотки до Базового (Консервативного) сценарію.

ру наслідків виступає, зокрема, особливість інвестиційних процесів: протягом перших років на фоні істотного зростання обсягів валового нагромадження капіталу підвищення рівня енергоефективності відбувається більш повільними темпами, особливо у випадку енергоємних галузей. Водночас більш повний ефект від інвестування реалізується вже у середньостроковій перспективі, позитивні наслідки скорочення споживання енергоресурсів та процесів заміщення переважають над витратами на досягнення цілей енергетичної політики.

З урахуванням специфіки інвестиційних процесів та технологічних змін макроекономічні наслідки мають суттєво виражений кумулятивний характер – приріст показників відносно базового сценарію збільшується з часом. Так, якщо у 2030 році додатковий приріст ВВП становить 4-6%, то у 2050 році він може сягнути 12-15%.

У процесі моделювання припускалося, що ключовим джерелом інвестиційних ресурсів виступають власні кошти підприємств (у випадку виробників) та населення (у випадку побутових споживачів). Отже, характер економічних ефектів, що прослідковується, також зумовлений більш інтенсивним зростанням собівартості виробництва продукції протягом перших років інвестування у порівнянні з подальшими періодами, коли зростання витрат на заходи з енергоефективності, енергозбереження, заміщення енергоресурсів та розвитку відновлюваних джерел енергії перекриваються за рахунок економії споживання.

З одного боку, умова використання власних коштів знижує агреговані витрати на реалізацію заходів енергетичної політики, оскільки усуває необхідність залучення кредитних коштів та сплати відсотків за ними, водночас з іншого – передбачає більш жорсткий графік підвищення цін на продукцію виробників і зміну структури кінцевого та проміжного споживання.

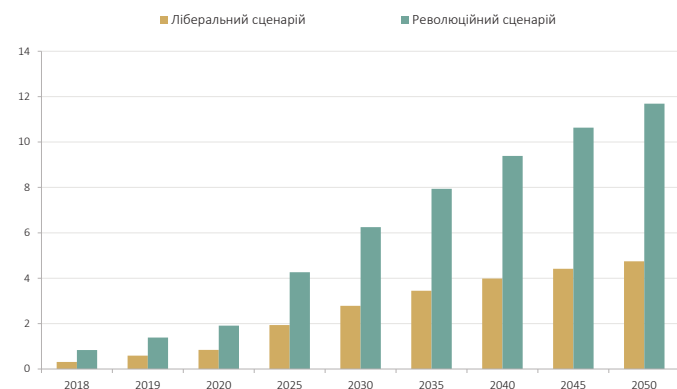


Рис. 6.2 Вплив реалізації сценаріїв розвитку енергетичного сектору на зростання випуску

Одиниця виміру: відсотки до Базового (Консервативного) сценарію.

Загалом, **реалізація Революційного сценарію матиме дещо вищий додатковий приріст ВВП та випуску у порівнянні з Ліберальним сценарієм** (рис. 6.1, 6.2). Такий характер наслідків безпосередньо пов'язаний з динамікою інвестиційних процесів, зокрема значно більшою інтенсифікацією валового нагромадження основного капіталу (ВНОК) в рамках Революційного сценарію (рис. 6.3).

Необхідність акумуляції додаткових інвестиційних ресурсів одночасно виступає як ключовим чинником успіху, так і суттєвим ризиком ефективної реалізації аналізованих сценаріїв. Саме постійно зростаючі обсяги валового нагромадження основного капіталу у поєднанні з якісними змінами характеристик основних засобів виступають необхідною умовою успішної реалізації заходів енергетичної політики.

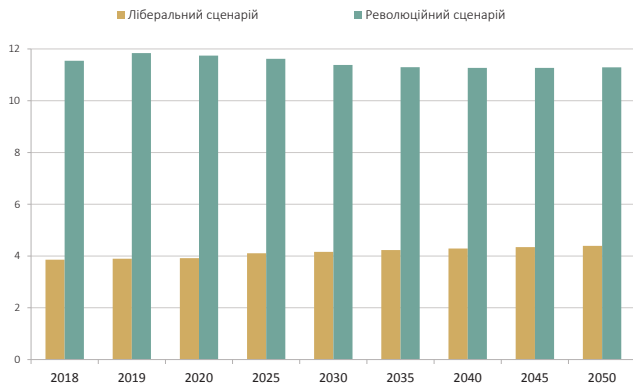


Рис. 6.3 Вплив реалізації сценаріїв розвитку енергетичного сектору на зростання валового нагромадження основного капіталу (ВНОК)

Одиниця виміру: відсотки до Базового (Консервативного) сценарію.

У контексті джерел інвестиційних коштів, у випадку реалізації Ліберального сценарію, ключову роль відіграватимуть домогосподарства, які мають забезпечити понад половину додаткового фінансування заходів енергетичної політики. Водночас в рамках Револьюційного сценарію значно більші інвестиції мають бути забезпечені з боку промислових виробників, зокрема електроенергетичної галузі (рис. 6.4). Обсяги додаткових інвестиційних витрат населення в рамках обох енергетичних сценаріїв практично однакові, водночас додаткові інвестиції в електроенергетичній галузі виникають лише в рамках Револьюційного сценарію.

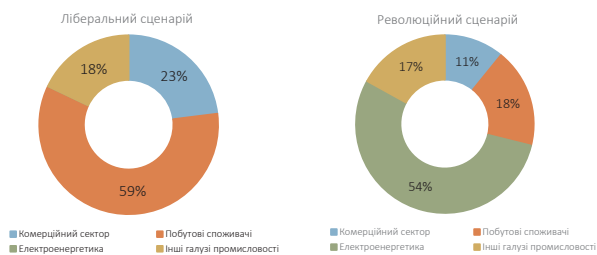


Рис. 6.4 Розподіл додаткових інвестицій за джерелами у 2017-2050 рр.

Одиниця виміру: відсоток загального додаткового обсягу інвестицій.

Зазначимо, що якщо говорити виключно про категорію інвестицій (валового нагромадження основного капіталу), внесок домогосподарств у їх структуру відносно незначний станом на 2015 р. (менше 3% або 4,5 млрд грн. у цінах 2011 р.). Утім, в контексті реалізації аналізованих заходів енергетичної політики, категорія фінансових витрат домогосподарств значно розширюється і включає не лише інвестиційні, а й кінцеві споживчі витрати – витрати на велику та малу побутову техніку, електроприлади, автомобілі тощо, сягаючи таким чином значних обсягів (у 2014 р. – понад 100 млрд грн.)⁹⁸. У цьому контексті **додаткові інвестиційні витрати домогосподарств для реалізації Револьюційного сценарію за період 2017-2050 рр., оцінені у 169 млрд грн. (у цінах 2011 р.), виглядають відносно незначним додатковим ресурсом, який становить менш ніж 0,3% сукупних кінцевих споживчих витрат домогосподарств за той самий період (2017-2050 рр.).**

6.2 НАСЛІДКИ ДЛЯ ДОМОГОСПОДАРСТВ

У випадку реалізації Ліберального сценарію для побутових споживачів у короткостроковій перспективі (до 2019 р.) спостерігаються незначні позитивні економічні наслідки, а у випадку Револьюційного сценарію навіть можливі помірні негативні ефекти (табл. 6.1, 6.2). Утім, уже в середньостроковій

перспективі (2020-2025 рр.) додатковий приріст агрегованих доходів домогосподарств сягне 4-6% з подальшим збільшенням до 11-15% у 2050 р.

Табл. 6.1 Вплив реалізації заходів розвитку енергетики на доходи домогосподарств у рамках Ліберального сценарію (відхилення величини реального доходу від Консервативного сценарію, %)

Показник/сценарій	Ліберальний сценарій розвитку енергетики							
	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Агреговані доходи	0,3	1,4	3,8	5,8	7,6	9,0	10,3	11,4
I децильна група ⁹⁹	0,4	1,7	4,6	7,1	9,2	11,1	12,8	14,2
II	0,4	1,7	4,6	7,1	9,2	11,1	12,7	14,1
III	0,4	1,7	4,6	7,1	9,3	11,1	12,7	14,1
IV	0,4	1,7	4,5	6,9	9,0	10,8	12,4	13,7
V	0,4	1,7	4,5	6,9	8,9	10,7	12,2	13,6
VI	0,4	1,6	4,3	6,6	8,6	10,2	11,7	12,9
VII	0,4	1,5	4,1	6,3	8,2	9,7	11,1	12,2
VIII	0,4	1,5	3,9	6,0	7,7	9,2	10,5	11,6
IX	0,3	1,3	3,4	5,1	6,5	7,6	8,6	9,5
X (вища)	0,2	0,8	2,1	3,2	4,1	4,8	5,4	5,9

Основним драйвером зростання реальних доходів домогосподарств виступатиме зростання реальної заробітної плати внаслідок збільшення загального випуску товарів та послуг. При цьому, враховуючи зміни у структурі галузевого виробництва (див. розділ 2.3), будуть спостерігатися зміни у структурі зайнятості за секторами економіки зі зменшенням кількості працівників у видобувній галузі та зростанням зайнятості у сфері послуг, сільському господарстві та частині галузей переробної промисловості.

Більша активізація інвестиційних та виробничих процесів в рамках Револьюційного сценарію призводить до швидшого зростання реальних доходів домогосподарств у довгостроковій перспективі порівняно з Ліберальним сценарієм (табл. 6.1, 6.2).

Табл. 6.2 Вплив реалізації заходів розвитку енергетики на доходи домогосподарств у рамках Револьюційного сценарію (відхилення величини реального доходу від Консервативного сценарію, %)

Показник/сценарій	Револьюційний сценарій розвитку енергетики							
	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Агреговані доходи	-0,1	1,7	5,6	8,5	10,8	12,6	13,8	14,6
I децильна група	-0,1	2,1	6,6	10,3	13,2	15,4	17,1	18,1
II	-0,3	1,9	6,6	10,3	13,2	15,5	17,2	18,2
III	-0,2	2,0	6,7	10,4	13,3	15,6	17,2	18,2
IV	-0,1	2,0	6,5	10,1	12,9	15,0	16,6	17,6
V	-0,2	1,9	6,5	10,0	12,9	15,0	16,6	17,7
VI	-0,1	2,0	6,3	9,7	12,3	14,3	15,7	16,6
VII	-0,3	1,8	6,1	9,4	12,0	13,9	15,4	16,3
VIII	-0,1	1,8	5,7	8,7	11,0	12,7	13,9	14,7
IX	0,0	1,7	5,1	7,5	9,4	10,7	11,7	12,2
X (вища)	-0,1	0,9	3,0	4,5	5,6	6,4	7,0	7,4

⁹⁸ Національні рахунки України за 2014 рік [Текст]: Статистичний збірник / Державна служба статистики України (За ред. І. М. Нікітіної). – Київ. – 2016. – 172 С.

⁹⁹ Домогосподарства розділені на децильні групи за рівнем середньодушових доходів.

Враховуючи, що загалом реальні доходи домогосподарств нижчих децильних груп зростатимуть швидше, ніж вищих, аналізовані заходи енергетичної політики можна вважати ефективними і в контексті зниження диференціації реальних доходів побутових споживачів.

Загалом, як показують проведені розрахунки, **успішна реалізація політики розвитку енергетики України в рамках обох досліджуваних сценаріїв характеризується позитивними соціально-економічними ефектами для всіх груп домогосподарств.** І хоча у короткостроковій перспективі можуть спостерігатися помірні негативні наслідки, вже починаючи з 2019-2020 рр. імплементація енергоефективних заходів та розвиток ВДЕ призведе до зростання рівня реальних доходів населення, а до 2050 року ці тренди значно посиляться.

6.3 НАСЛІДКИ ДЛЯ ГАЛУЗЕЙ ЕКОНОМІКИ

На фоні зростання агрегованих обсягів випуску спостерігаються суттєві зрушення на галузевому рівні. Здебільшого вони стосуються енергетичного сектору та енергоємних галузей промисловості. Основними детермінантами таких змін є наступні фактори.

По-перше, це зміна ефективності виробництва. Як уже зазначалось, у рамках аналізованих сценаріїв зроблено припущення, що інтенсифікація процесів інвестування призводить не лише до кількісних (збільшення обсягів основних засобів), а і якісних (зростання ефективності виробничих процесів) змін. Відповідно, зростання ефективності виробництва призводить до зниження питомих витрат енергоресурсів на виробництво продукції та змін у структурі споживання (процеси заміщення одних видів палива іншими).

По-друге, обсяги додаткових інвестицій. Зростання ефективності виробництва обумовлене переважно додатковими інвестиціями. У цьому контексті важливий баланс між обсягами додаткових інвестицій та зростанням ефективності виробничих процесів.

По-третє, зміна цін проміжного споживання, передусім енергоресурсів. Навіть за умови значного збільшення продуктивності виробництва, якщо ціни проміжного споживання зростуть більше, ніж ефективність його використання, можуть спостерігатися негативні галузеві ефекти.

Нарешті, важливим чинником також є попит на продукцію відповідних галузей, який включає як внутрішні, так і зовнішні ринки. Загалом, комбінація цих факторів і визначає результируючий характер галузевих ефектів (рис. 6.5).

У контексті відносного збільшення споживання електроенергії та зниження споживання вугілля і нафтопродуктів спостерігаються відповідні зміни галузевих обсягів випуску. Частина галузей промисловості, зокрема металургійне виробництво, хімічна промисловість та деякі галузі машинобудування, зростають на фоні позитивних тенденцій зміни продуктивності проміжного споживання енергоресурсів, зважаючи на додаткові інвестиції, та зниження відносних цін вугілля й природного газу внаслідок зниження попиту на них. Помірне позитивне зростання відносно показників Базового (Консервативного) сценарію також спостерігається для більшості галузей сфери послуг, більш детально ці тенденції представлено у Додатках Д.7-Д.8.

Внаслідок значного збільшення частки біомаси у порівнянні з Базовим (Консервативним) сценарієм, особливо в рамках Революційного сценарію, спостерігається прискорення темпів приросту обсягів випуску у деревообробній промисловості та сільському господарстві.

Враховуючи масштаби структурних зрушень, ще одним важливим аспектом галузевих наслідків виступатиме вплив на ринок праці. І хоча в рамках використаного методологічного підходу ринок праці безпосередньо не моделюється, а сукупна пропозиція робочої сили задана екзогенно і не змінюється залежно від сценарію, наявна галузева деталізація дозволяє аналізувати зміну рівня зайнятості в розрізі різних секторів економіки. Звичайно, такий підхід має суттєві обмеження, оскільки не має безпосередньої прив'язки до конкретних технологій, наприклад, кількості створених робочих місць при розвитку виробництва електроенергії на СЕС, та не дозволяє оцінювати вплив реалізації аналізованих заходів на зміну загального рівня безробіття. Однак застосування цього підходу може надати важливу додаткову інформацію щодо структурних зрушень на ринку праці.

Враховуючи масштаби структурних зрушень, ще одним важливим аспектом галузевих наслідків виступатиме вплив на ринок праці. І хоча в рамках використаного методологічного підходу ринок праці безпосередньо не моделюється, а сукупна пропозиція робочої сили задана екзогенно і не змінюється залежно від сценарію, наявна галузева деталізація дозволяє аналізувати зміну рівня зайнятості в розрізі різних секторів економіки. Звичайно, такий підхід має суттєві обмеження, оскільки не має безпосередньої прив'язки до конкретних технологій, наприклад, кількості створених робочих місць при розвитку виробництва електроенергії на СЕС, та не дозволяє оцінювати вплив реалізації аналізованих заходів на зміну загального рівня безробіття. Однак застосування цього підходу може надати важливу додаткову інформацію щодо структурних зрушень на ринку праці.

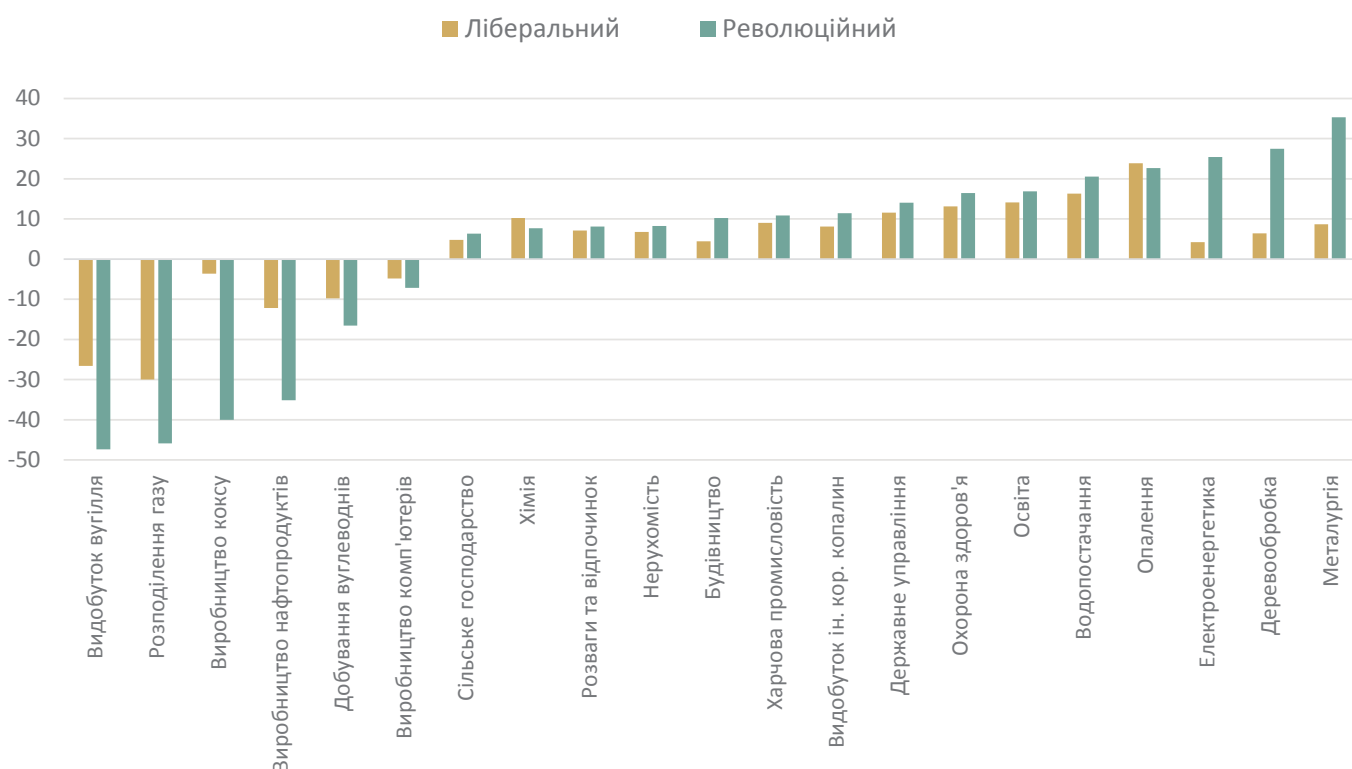


Рис. 6.5 Вплив реалізації сценаріїв розвитку енергетичного сектору на рівень випуску за галузями у 2050 р.

Одиниця виміру: відсотки до Базового (Консервативного) сценарію.



Рис. 6.6 Вплив реалізації сценаріїв розвитку енергетичного сектору на зміну кількості зайнятих за галузями у 2050 р.

Одиниця виміру: тис. осіб до Базового (Консервативного) сценарію.

Зміна розподілу робочої сили між галузями економіки України внаслідок реалізації заходів енергетичної політики обумовлена декількома факторами і не завжди безпосередньо пропорційна зміні обсягів випуску відповідної галузі. У довгостроковій перспективі можлива зміна структури валової доданої вартості галузей внаслідок заміщення праці та капіталу. Таким чином, може спостерігатися зменшення кількості зайнятих у певній галузі на фоні зростання обсягів випуску, якщо зростають частка та/або ефективність основних засобів, і, навпаки, зростання кількості зайнятих за умови зменшення обсягів випуску (наприклад, якщо частка основних засобів зменшується).

Кількість зайнятого населення за видами економічної діяльності у вихідному 2015 році базується на показниках Державної служби статистики України¹⁰⁰. Перерозподіл кількості зайнятих між різними галузями промисловості здійснювався пропорційно до кількості економічно штатних працівників¹⁰¹. Динаміка зміни загальної кількості працівників в економіці України до 2050 року базується на даних Інституту демографії та соціальних досліджень НАН України¹⁰² в рамках базового демографічного сценарію та пропорційній зміні кількості населення у віці 15-64 років.

Загалом, як показує проведений аналіз, якісна динаміка зміни кількості зайнятих відповідає змінам галузевих обсягів випуску, утім, кількісні ефекти суттєво відрізняються (рис. 6.6). Так, відносне зниження кількості зайнятих у вуглевидобувній галузі значно перевищує зниження обсягів випуску (Додаток Д.9), відображаючи зростання технологічної ефективності основних засобів у цій галузі у довгостроковій перспективі.

Як і у випадку зміни обсягів випуску, масштаби структурних зрушень на ринку праці в рамках Револьюційного сценарію істотно перевищують наслідки Ліберального. Найбільше відносне зменшення кількості зайнятих спостерігається у видобувній промисловості, нафтопереробці, розподіленні газу та виробництві коксопродуктів (Додаток Д.9). Водночас, у контексті абсолютних змін, найбільший позитивний приріст характерний для галузей сфери послуг, зокрема охорони здоров'я, державного управління та освіти (рис. 6.6), хоча у відносному вираженні збільшення кількості зайнятих у цих галузях не перевищує 10-17% у 2050 році.

Враховуючи значний розвиток відновлюваних джерел енергії, особливо в рамках Револьюційного сценарію, дещо неочікуваними можуть здаватися незначні зміни кількості зайнятих в електроенергетиці (рис. 6.6). Такий характер спостережуваних наслідків обумовлений кількома факторами, пов'язаними зі специфікою використаної методології. Зокре-

ма, оцінка зміни кількості зайнятих здійснюється в контексті перерозподілу робочої сили між галузями, а не шляхом оцінки створення кількості робочих місць у певній галузі. Електроенергетична галузь в рамках моделі загальної рівноваги представлена агреговано (на відміну від моделі TIMES), відтак оцінка зміни кількості працівників здійснюється для галузі загалом, а не окремих підгалузей (вітроенергетика, сонячна енергетика тощо). Внаслідок істотної активізації інвестиційних процесів в електроенергетиці спостерігається інтенсивне нагромадження капіталу та збільшення рівня його ефективності, відтак відбувається заміна частини робочої сили капітальними ресурсами.

Аналогічні ефекти, пов'язані з активізацією валового нагромадження капіталу, також спостерігаються, наприклад, у металургійній галузі, обсяги випуску якої в рамках Револьюційного сценарію зростають на понад 35% (рис. 6.5), водночас кількість працюючих збільшується значно нижчими темпами.

Загалом, наведені оцінки перерозподілу робочої сили свідчать про те, що теоретично існують передумови виникнення структурного безробіття, передусім внаслідок зниження обсягів випуску галузями видобувної промисловості та видами економічної діяльності, пов'язаними з обробкою викопних видів палива. Утім, наявні демографічні прогнози, згідно з якими кількість працездатного населення у 2050 році може зменшитися на 25-30% відносно рівня 2015 року, виступають передумовою дефіциту робочої сили. Отже, у довгостроковій перспективі більш актуальними можуть бути питання підвищення продуктивності праці та зрушення в бік більш капітаоемних видів економічної діяльності.

У контексті ж структурних змін у випуску продукції ще одна група ризиків, яка може реалізуватись у процесі імплементації досліджуваних заходів енергетичної політики, пов'язана зі збільшенням рівня імпортозалежності національної економіки. Здебільшого це стосується точного та енергетичного машинобудування (сонячні панелі, вітрогенератори, електромобілі тощо), комплектуючих та послуг з обслуговування/профілактики відповідного обладнання (пост-гарантійне обслуговування, батареї для електромобілів тощо), а також деяких категорій біомаси/біопалива. У разі, якщо основна частина попиту на ці категорії товарів/послуг буде забезпечена за рахунок імпорту, можуть виникнути значні ризики негативних макроекономічних ефектів та пов'язаних монетарних дисбалансів. Тому вкрай важливим є створення сприятливих умов для розвитку підприємництва, а також залучення інвестицій для розвитку прогресивних технологій в Україні.

¹⁰⁰ Економічна активність населення України 2015 // Державна служба статистики України. Статистичний збірник. Київ, 2016. – 201 с.

¹⁰¹ Праця України у 2015 році. // Державна служба статистики України. Статистичний збірник. Київ, 2016. – 312 с.

¹⁰² Демографічний прогноз по Україні на 2014-2061 рр. // Інститут демографії та соціальних досліджень НАН України. – Режим доступу: <http://www.idss.org.ua/monografii/popforecast2012.zip>

ВИСНОВКИ



У цій роботі з використанням економіко-математичних моделей (моделі TIMES-Україна та обчислюваної моделі загальної рівноваги України) здійснено оцінку можливості широкого використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) в задоволенні попиту на енергетичні послуги та ресурси в Україні до 2050 р., ґрунтуючись на існуючому потенціалі ВДЕ та наявних на вітчизняному ринку технологіях (або таких, що можуть бути на ньому представлені у найближчі роки). Зокрема, змодельовано три сценарії, які передбачають «консервативний», «ліберальний» та «революційний» розвиток енергетичних технологій в усіх секторах економіки та використання енергії населенням.

Основні результати моделювання трьох сценаріїв розвитку енергосектору України до 2050 р.:

- У разі відсутності дієвої політики стимулювання енергоефективних заходів та розвитку ВДЕ (Консервативний сценарій) кінцеве споживання енергоресурсів (КСЕ) у 2050 р. буде більшим на 27%, ніж у 2012 р. **У разі імплементації амбітного Революційного сценарію, який передбачає суттєве скорочення енергоспоживання та інтенсивний розвиток ВДЕ, КСЕ буде меншим на 27%, а частка енергії, отриманої з ВДЕ, складатиме 91%.** Це говорить про те, що заощаджений енергоресурс є найбільш дешевим «ресурсом», а інвестиції в його економію є більш доцільними порівняно з тими, які необхідні для виробництва додаткової електроенергії та тепла для задоволення потреб населення та економіки в цілому.

- За Ліберальним сценарієм, який передбачає забезпечення досконалої технологічної конкуренції на енергетичних ринках, КСЕ в 2050 р. не перевищить відповідний показник 2012 р., а частка ВДЕ складатиме 31%.

- Потреби у виробництві електроенергії за Ліберального сценарію будуть меншими на 22%, а за Революційного сценарію більшими на 13% порівняно з Консервативним сценарієм. У першому випадку скорочення відбуватиметься завдяки впровадженню енергоефективних заходів та розвитку ВДЕ, а в другому – зростання викликано необхідністю відмови від викопних видів палива на користь ВДЕ, що може бути здійснено завдяки більшому використанню електричної та теплової енергії.

- Виробництво електроенергії до 2050 р. здійснюватиметься усіма наявними на сьогодні в Україні ВДЕ-технологіями, оскільки вони стрімко здешевлюються і вдосконалюються. Найбільш перспективним серед них є технології вітрової та сонячної енергетики, а біоенергетичні технології можуть стати лідерами в теплогенерації. **За Революційного сценарію частка ВЕС у структурі виробництва електроенергії може сягнути 45%, СЕС – 36%, а біомаси та відходів в структурі виробництва теплової енергії – до 73%.**

- Відповідно до модельних розрахунків **щорічні витрати на функціонування енергетичної системи за альтернативними сценаріями будуть меншими на 6-10% порівняно з Консервативним сценарієм.** Тобто економія на витратах на закупівлю палива покриє витрати, пов'язані з інвестуванням у нові технології, а запропоновані в роботі цілі з підвищення енергоефективності та розвитку ВДЕ є економічно-доцільними.

- **Атомна енергетика в Україні, згідно з результатами моделювання Ліберального сценарію, є неперспективною, що викликано високими капітальними витратами, особливо при будівництві нових атомних блоків.** У зв'язку з цим частка АЕС України в структурі електрогенерації може кардинально знизитися з 45% у 2012 р. і 54% у 2015 р. до 13% у 2050 р. за Ліберальним сценарієм. **За Революційним сценарієм у 2050 р. АЕС будуть взагалі відсутні у структурі електрогенерації, адже умовою цього сценарію є повне закриття АЕС, відбувається продовження терміну експлуатації лише 2 блоків АЕС між 2024-2026 рр. за умови дотримання усіх вимог безпеки їх експлуатації, а жодних нових інвестицій не передбачається.**

- Вугільна тепла електрогенерація може зберегти свої обсяги виробництва в Ліберальному сценарії, однак за умови, що відбуватиметься повна її модернізація (в т. ч. нове будівництво) відповідно до сучасних європейських екологічних вимог. Це є досить дорогим заходом і може суттєво вплинути на конкурентоздатність вугільної генерації. Більше того, в цій роботі не досліджувалися питання суттєвого підвищення податку на викиди CO₂, що може ще більше знизити конкурентоздатність вугільної генерації.

- Якщо виробництво електроенергії в 2050 р. за Революційним сценарієм лише на 14% більше у порівнянні з Консервативним сценарієм, то встановлена потужність об'єктів електрогенерації має зрости у 3,6 рази (з 53 ГВт в 2012 р. до 327 ГВт в 2050 р.). Це викликано тим, що ефективність використання потужностей ВЕС та СЕС є значно меншою, ніж у вугільних ТЕС та АЕС. Окрім того, перехід на ВДЕ потребуватиме значних обсягів акумулюючих потужностей (до 35% від загальної потужності), які запропоновано використовувати для забезпечення прогнозованості та надійності роботи СЕС та ВЕС. Однак, в цій роботі не досліджувалося питання можливості застосування для цих цілей газової генерації, об'єктів гідроенергетики, «розумних» мереж (smart grids), систем управління попитом та міждержавних перетоків електроенергії, що може суттєво скоротити потреби в акумулюючих потужностях та значно покращити якість надання енергетичних послуг.

- Потреби в інвестиційних ресурсах для трансформації сектору електроенергетики в Ліберальному сценарії будуть меншими (112 млрд євро за весь період) за відповідні потреби Консервативного сценарію (120 млрд євро за весь період) завдяки широкому впровадженню економічно доцільних заходів з енергоефективності та розвитку ВДЕ. Однак, для реалізації Революційного сценарію цих інвестицій буде потрібно більше на 83% (220 млрд євро за весь період), особливо в період після 2035 р.

- Зміни в структурі виробництва теплової енергії залежатимуть від імплементації екологічних норм щодо викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря. Наразі Україна не прийняла на себе виконання вимог Директиви 2015/2193/ЄС, яка регулює викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря середніми спалювальними установками (1-50 МВт), однак процес євроінтеграції України передбачатиме її виконання в майбутньому, а відтак використання біомаси та відходів матиме переваги і має стати пріоритетним у теплозабезпеченні. Згідно з розрахунками за Революційним сценарієм **наявний потенціал біомаси та відходів може забезпечити майже три чверті потреб у централізованому тепlopостачанні.**

- Інтегруючи наведені вище показники розвитку енергетики до 2050 р. до показника загального постачання первинної енергії (ЗППЕ), можна констатувати, що ЗППЕ суттєво скоротиться (за Революційним сценарієм на 57% менше порівняно з Консервативним сценарієм). При цьому **за рахунок власного видобутку енергоресурсів можна покрити потреби України більше як на 90%,** що суттєво покращує енергетичну та економічну безпеку.

- **Наслідком «енергетичного переходу» до ВДЕ стане кардинальне скорочення викидів парникових газів, які в 2050 р. можуть становити лише 10% від рівня 1990 р.** (або 85 млн т CO₂-екв.), що відповідає необхідній глобальній динаміці, щоб досягти мети Паризької угоди. Це наблизить Україну до країни з вуглецево-нейтральною енергетикою.

- Як показують проведені розрахунки, **реалізація як Ліберального, так і Революційного сценаріїв загалом характеризується позитивними макроекономічними наслідками, які повною мірою проявляються у середньо- та довгостроковій перспективі з 2020 р.**

• З урахуванням специфіки інвестиційних процесів та технологічних змін макроекономічні наслідки мають суттєво виражений кумулятивний характер: приріст показників відносно базового сценарію збільшується з часом. Так, якщо у 2030 р. додатковий (кумулятивний) приріст ВВП становить 4-6%, то у 2050 р. він може сягнути 12-15%.

• У контексті джерел інвестиційних коштів у випадку реалізації Ліберального сценарію ключову роль відіграватимуть домогосподарства, які мають забезпечити понад половину додаткового фінансування заходів енергетичної політики. Водночас в рамках Революційного сценарію значно більші інвестиції мають бути забезпечені з боку промислових виробників, зокрема електроенергетичної галузі.

• У випадку реалізації Ліберального сценарію для побутових споживачів у короткостроковій перспективі спостерігаються незначні позитивні економічні наслідки. **У середньостроковій перспективі (2020-2025 рр.) додатковий приріст агрегованих доходів домогосподарств може досягти 4-6% з подальшим збільшенням до 11-15% у 2050 р.**

• Внаслідок можливого виникнення структурного безробіття, завдяки зниженню обсягів випуску таких галузей, що пов'язані з викопними видами енергоресурсів, необхідно запроваджувати дієві програми перекваліфікації працівників. Очікується, що **ринковий попит на додатково вивільнену робочу силу внаслідок структурних змін буде відчутно перевищувати пропозицію**, відтак негативних змін у рівні загального безробіття спостерігатись не буде.

• Відповідно до модельних оцінок реалізації Ліберального сценарію первинна енергоємність ВВП України досягне рівня країн ОЕСР лише в 2050 р., а відповідний показник для 28 країн ЄС за досліджуваний період досягнутий не буде. Водночас, **згідно з Революційним сценарієм, первинна енергоємність ВВП України може сягнути поточного рівня енергоємності ВВП країн ОЕСР в 2040 р., а 28 країн ЄС – у 2045 р.** Це говорить про те, що вкрай необхідною є також трансформація сучасної соціально-економічної моделі України в таку, що сприятиме «озелененню» енергетики та підвищуватиме добробут населення України.

• Наведені вище результати моделювання трьох сценаріїв розвитку свідчать про те, що **найбільш амбітні енергетичні та екологічні цілі, такі як перехід на 90-100% ВДЕ у кінцевому споживанні до 2050 року, можуть мати суттєві переваги як для економіки, так і для суспільства в цілому**, що варто враховувати при розробці стратегій чи планів дій щодо розвитку енергетичного сектору чи кліматичної політики.

ДОДАТКИ



ДОДАТОК Д.1 Оцінки основних прогнозних обсягів попиту на енергетичні послуги (драйвери) в моделі TIMES-Україна

Табл. Д.1.1 Оцінки основних прогнозних обсягів попиту на енергетичні послуги (драйвери) в моделі TIMES-Україна

ДРАЙВЕР	Одиниці вимірювання	Базове значення, 2012	Індекси зміни від 2012 р.								
			2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
ВВП	млрд дол. США	143,8	1,00	0,84	0,98	1,25	1,53	1,87	2,17	2,43	2,64
Кількість населення	млн осіб	45,5	1,00	0,94	0,93	0,91	0,90	0,88	0,86	0,84	0,82
Промисловість											
Виробництво сталі	млн т	17,1	1,00	0,66	0,85	1,07	1,21	1,38	1,52	1,63	1,72
Виробництво алюмінію	тис. т	47,0	1,00	0,54	0,70	0,89	1,00	1,14	1,26	1,35	1,36
Індекс промислової продукції, чорна металургія	%	100	1,00	1,00	1,00	1,12	1,27	1,37	1,44	1,48	1,51
Індекс промислової продукції, кольорова металургія	%	100	1,00	0,68	0,92	1,22	1,45	1,73	1,91	1,95	1,96
Виробництво аміаку	тис. т	3,8	1,00	0,54	0,69	0,76	0,86	1,02	1,16	1,25	1,31
Виробництво цементу	млн т	9,8	1,00	0,86	1,23	1,66	2,09	2,67	3,21	3,69	4,10
Виробництво вапна	млн т	2,0	1,00	0,58	0,81	1,09	1,34	1,67	1,98	2,24	2,46
Виробництво скла	млн т	0,9	1,00	0,58	0,87	1,15	1,43	1,69	1,93	2,14	2,31
Виробництво паперу	млн т	0,7	1,00	0,49	0,49	0,66	0,86	1,10	1,21	1,30	1,34
Сільське господарство											
Індекс виробництва, рослинництво	%	100	1,00	1,00	1,08	1,17	1,27	1,36	1,43	1,49	1,55
Індекс виробництва, тваринництво	%	100	1,00	0,96	1,03	1,16	1,26	1,35	1,42	1,46	1,50
Індекс виробництва, інші галузі	%	100	1,00	0,95	0,99	1,08	1,16	1,20	1,23	1,24	1,24
Транспорт											
Пасажирські перевезення – дорожній електротранспорт	млн пас.-км	7,8	1,00	0,95	0,79	0,82	0,85	0,95	1,07	1,19	1,32
Пасажирські перевезення – метрополітен	млн пас.-км	5,9	1,00	0,91	0,91	0,97	1,03	1,11	1,20	1,29	1,39
Пасажирські перевезення – міський автотранспорт	млн пас.-км	11,0	1,00	0,69	0,68	0,76	0,85	0,98	1,12	1,27	1,42
Пасажирські перевезення – міжміський автотранспорт	млн пас.-км	39,3	1,00	0,69	0,96	1,14	1,40	1,45	1,52	1,58	1,65
Пасажирські перевезення – залізничний транспорт	млн пас.-км	49,3	1,00	0,71	0,81	0,90	1,01	1,13	1,24	1,32	1,38
Вантажні перевезення – автомобільний транспорт	млн т-км	57,4	1,00	0,88	0,99	1,12	1,20	1,29	1,35	1,40	1,42
Вантажні перевезення – залізничний транспорт	млн т-км	237,7	1,00	0,82	1,04	1,15	1,21	1,30	1,41	1,46	1,47
Перевезення легковими автомобілями	млн пас.-км	132,6	1,00	1,02	1,04	1,06	1,08	1,10	1,13	1,15	1,17
Сфера послуг											
Додана вартість	%	100	1,00	1,15	1,38	1,66	1,99	2,39	2,87	3,44	4,13
Опалення – малі приміщення	ПДж*	36,2	1,00	1,01	1,10	1,22	1,31	1,40	1,48	1,55	1,60
Опалення – великі приміщення	ПДж*	66,3	1,00	1,01	1,11	1,20	1,26	1,33	1,39	1,44	1,48
Кондиціонування – малі приміщення	ПДж*	10,6	1,00	1,06	1,21	1,35	1,46	1,57	1,67	1,74	1,80
Кондиціонування – великі приміщення	ПДж*	9,7	1,00	1,04	1,15	1,27	1,37	1,47	1,54	1,59	1,63
Нагрів води – малі приміщення	ПДж*	8,8	1,00	1,06	1,20	1,35	1,46	1,57	1,68	1,74	1,80
Нагрів води – великі приміщення	ПДж*	17,6	1,00	1,04	1,14	1,26	1,37	1,45	1,51	1,57	1,60
Освітлення	ПДж*	11,4	1,00	1,06	1,23	1,37	1,48	1,59	1,66	1,71	1,75
Зберігання їжі	ПДж*	9,2	1,00	1,04	1,15	1,27	1,37	1,47	1,53	1,59	1,65
Приготування їжі	ПДж*	7,0	1,00	1,04	1,15	1,27	1,35	1,42	1,49	1,53	1,57
Вуличне освітлення	ПДж*	17,4	1,00	1,04	1,15	1,30	1,43	1,57	1,66	1,72	1,78
Водозабезпечення	ПДж*	7,3	1,00	1,00	1,04	1,10	1,16	1,22	1,28	1,33	1,37
Інші електроприлади	ПДж*	1,4	1,00	1,06	1,23	1,39	1,56	1,75	1,94	2,15	2,37
Інші енергетичні потреби	ПДж*	15,9	1,00	1,09	1,21	1,37	1,50	1,61	1,68	1,74	1,78
Населення (домогосподарства)											
Опалення – приватні сільські будинки	ПДж*	134,7	1,00	0,96	0,95	0,95	0,94	0,96	0,97	0,98	0,99
Опалення – приватні міські будинки	ПДж*	123,9	1,00	0,90	0,95	0,97	0,98	1,00	1,03	1,05	1,08
Опалення – приватні багатоквартирні будинки	ПДж*	193,2	1,00	0,89	0,93	0,96	0,97	1,01	1,05	1,09	1,14

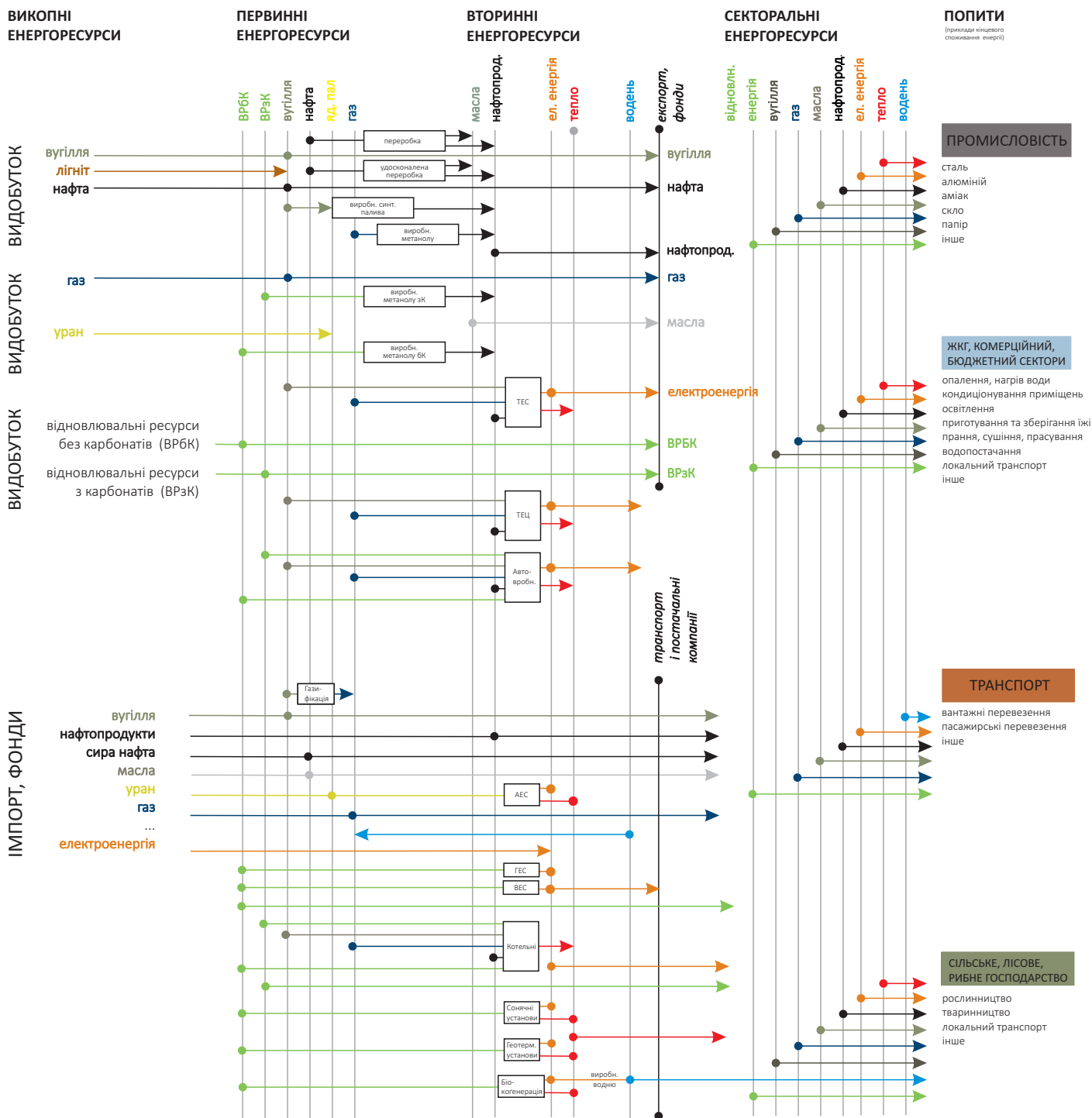
Продовження табл. Д.1.1

ДРАЙВЕР	Одиниці вимірювання	Базове значення, 2012	Індекси зміни від 2012 р.								
			2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Кондиціонування – приватні сільські будинки	ПДж*	2,8	1,00	1,23	1,36	1,52	1,69	1,88	2,09	2,32	2,58
Кондиціонування – приватні міські будинки	ПДж*	7,5	1,00	1,23	1,36	1,52	1,69	1,88	2,09	2,32	2,58
Кондиціонування – приватні багатоквартирні будинки	ПДж*	27,4	1,00	1,23	1,36	1,52	1,69	1,88	2,09	2,32	2,58
Нагрів води – приватні сільські будинки	ПДж*	65,5	1,00	0,99	0,99	1,00	1,00	1,01	1,01	1,02	1,02
Нагрів води – приватні міські будинки	ПДж*	50,8	1,00	0,96	1,00	1,05	1,11	1,16	1,22	1,28	1,34
Нагрів води – приватні багатоквартирні будинки	ПДж*	94,8	1,00	1,03	1,09	1,16	1,23	1,30	1,38	1,46	1,55
Освітлення	ПДж*	18,1	1,00	1,01	1,03	1,06	1,08	1,11	1,14	1,17	1,20
Приготування їжі	ПДж*	82,8	1,00	1,00	1,01	1,02	1,02	1,03	1,03	1,04	1,05
Зберігання їжі	ПДж*	11,7	1,00	1,01	1,06	1,12	1,17	1,23	1,29	1,36	1,43
Прання одягу	ПДж*	6,3	1,00	1,01	1,01	1,02	1,03	1,03	1,04	1,05	1,05
Прасування/сушка одягу	ПДж*	2,7	1,00	1,00	1,01	1,01	1,02	1,02	1,03	1,04	1,04
Миття посуду	ПДж*	0,6	1,00	1,23	1,29	1,49	1,71	1,97	2,26	2,60	2,99
Інші електроприлади	ПДж*	13,5	1,00	1,06	1,17	1,31	1,45	1,61	1,79	1,98	2,20

* Попит на енергетичні послуги (драйвери) в сфері послуг та домогосподарствах вимірюється в так званому «корисному попиті» і в енергетичних одиницях, в даному випадку, представлено в ПДж

ДОДАТОК Д.2 Базова структура енергетичної системи в моделі TIMES-Україна

Рис. Д.2.1 Базова структура енергетичної системи в моделі TIMES-Україна



ДОДАТОК Д.3 База даних моделі TIMES-Україна

База даних моделі TIMES-Україна містить звітні дані статистичних спостережень Державної служби статистики України, зокрема:

Форми:

- 1П-НПП «Звіт про виробництво промислової продукції»;
- 4-мтп «Звіт про використання енергетичних матеріалів та продуктів перероблення нафти»;
- 11-мтп «Результати використання палива, теплоенергії та електроенергії»;
- №4-ТЗ «Звіт про кількість та технічний стан автомобілів, автобусів, мототранспорту і причепів (напівпричепів)»;
- №51-авто «Звіт про обсяги вантажних та пасажирських перевезень залізничним транспортом загального користування»;
- №2-тр «Звіт про роботу автотранспорту»;
- №2-етр «Звіт про роботу міського електротранспорту»;
- №51-ЦА «Звіт про основні показники роботи авіаційного підприємства»;
- №31-вод «Звіт про перевезення вантажів і пасажирів водним транспортом»;
- №1-торг (нафтопродукти) «Звіт про продаж світлих нафтопродуктів і газу»;
- «Експорт-імпорт окремих видів товарів за країнами світу».

Збірники:

- «Виробництво і споживання електроенергії та окремі техніко-економічні показники роботи електростанцій в Україні»;
- «Про основні показники роботи опалювальних котелень і теплових мереж України»;
- «Транспорт і зв'язок в Україні»; «Житловий фонд України»;
- «Наявність у домогосподарствах товарів тривалого користування»;
- «Соціально-демографічні характеристики домогосподарств України»;
- «Готелі та інші місця для тимчасового проживання»;
- «Дошкільна освіта України»;
- «Загальноосвітні навчальні заклади України»;
- «Основні показники діяльності вищих навчальних закладів України»;
- «Заклади культури, мистецтва, фізкультури та спорту України»;
- «Заклади охорони здоров'я та захворюваність населення України»;
- «Мережа роздрібною торгівлі та ресторанного господарства підприємств»;
- «Наявність і використання торгової мережі на ринках»;
- «Про основні показники роботи водопровідного господарства України»;
- «Про основні показники роботи газового господарства України».

Також база даних моделі TIMES-Україна містить інформацію Міністерства енергетики та вугільної промисловості України, зокрема:

Звітні форми:

- «Виробництво і відпуск електроенергії енергетичними компаніями та електростанціями»;

- «Відпуск теплоенергії енергетичними компаніями та електростанціями»;
- «Робота енергоблоків 150, 200, 300 і 800 МВт»;
- «Рух палива на енергетичних підприємствах»;
- «Питомі витрати умовного палива на відпуск електроенергії енергетичними компаніями та електростанціями України»;
- «Технологічні витрати електроенергії на передачу електричними мережами»;
- «Витрати (втрати) теплової енергії на її транспортування в теплових мережах»;
- «Собівартість електричної і теплової енергії»;
- «Добові графіки споживання потужності ОЕС України».

Для верифікації існуючих і перспективних технологій використовуються дані Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України, вітчизняних енергогенеруючих, енерго- і газопостачальних компаній, а також компаній з видобування нафти, газу і вугілля.

Для визначення перспективних енергетичних технологій та їх техніко-економічних характеристик використовувалися дані Міжнародного енергетичного агентства, що містяться в періодичних публікаціях, зокрема в Energy Technology Perspectives¹⁰³, та інформаційно-аналітична база енергетичних технологій E-TechDS¹⁰⁴, створена Програмою системного аналізу енергетичних технологій (ETSAP). Також було використано дані університету DIW Berlin, зокрема робота «Current and Prospective Costs of Electricity Generation until 2050»¹⁰⁵. Високої уваги заслуговує робота (звіт) «Projected Costs of Generating Electricity»¹⁰⁶, здійснена такими провідними і авторитетними установами, як Міжнародне енергетичне агентство та Агентство з ядерної енергетики (АЯЕ) при Організації економічного співробітництва та розвитку.

Інформація щодо ефективних технологій використання енергоресурсів наявна також на сайтах вітчизняних компаній-виробників або компаній-постачальників, однак переважно вона не містить усіх необхідних даних. Більш систематизовані дані можна знайти на інформаційних ресурсах профільних асоціацій (Біоенергетична асоціація України¹⁰⁷, Українська вітроенергетична асоціація¹⁰⁸, Українська асоціація відновлюваної енергетики¹⁰⁹), НАЕК «Енергоатом»¹¹⁰ та ін.

Для визначення показників довгострокового економічного розвитку України використовуються дані ДУ «Інститут економіки та прогнозування НАН України», міжнародних фінансових, рейтингових агентств та ін. організацій (наприклад, Міжнародного валютного фонду, Світового банку, Standard & Poor's тощо), а також Міністерства економічного розвитку і торгівлі України.

Прогноз цін на основні енергетичні ресурси базуються на даних Світового банку, а саме на звіті Commodity Markets Outlook¹¹¹.

Прогнози демографічної динаміки в Україні базуються на даних Інституту демографії та соціальних досліджень НАН України¹¹² і Департаменту ООН з соціальних та економічних питань¹¹³.

Коефіцієнти для викидів CO₂, CH₄ та N₂O при спалюванні палива в стаціонарних установках в різних секторах ґрунтуються на даних Національного кадастру антропогенних викидів із джерел і абсорбції поглиначами парникових газів в Україні за 1990-2014 рр.¹¹⁴

¹⁰³ Energy Technology Perspectives / IEA. — Режим доступу: <http://www.iea.org/etp/>

¹⁰⁴ E-TechDS – Energy Technology Data Source / The Energy Technology Systems Analysis Program (ETSAP) — Режим доступу: <http://iea-etsap.org/index.php/energy-technology-data>

¹⁰⁵ Current and Prospective Costs of Electricity Generation until 2050 // Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung. Режим доступу: http://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.424566.de/diw_datadoc_2013-068.pdf

¹⁰⁶ Projected Costs of Generating Electricity // International Energy Agency, Nuclear energy agency under the Organisation for Economic Co-operation and Development, 2015. Режим доступу: <https://www.oecd-nea.org/ndd/pubs/2015/7057-proj-costs-electricity-2015.pdf>

¹⁰⁷ <http://www.uabio.org/>

¹⁰⁸ <http://www.uwea.com.ua/>

¹⁰⁹ <http://uare.com.ua/>

¹¹⁰ Стратегічний розвиток ядерної галузі України / НАЕК «Енергоатом», 2016. — Режим доступу: http://www.atom.gov.ua/ua/press/nngc/45256-strategichniy_rozvitok_yaderno_galuzi_ukrani_sluhannya_komtetu_vr_z_pitan_pek_yaderno_politiki_ta_yaderno_bezpeki/

¹¹¹ Режим доступу: <http://pubdocs.worldbank.org/en/174381493046968144/CMO-April-2017-Full-Report.pdf>

¹¹² Демографічний прогноз по Україні на 2014-2061 рр. // Інститут демографії та соціальних досліджень НАН України. — Режим доступу: <http://www.ids.org.ua/monografii/popforecast2012.zip>

¹¹³ World Population Prospects: The 2012 Revision // Population Division of the United Nations Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat. — Режим доступу: http://esa.un.org/unpd/wpp/unpp/panel_population.htm

¹¹⁴ National Inventory Submissions 2016 / United Nation Framework Convention on Climate Change. — Режим доступу: http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/application/zip/ukr-2016-nir-18jul16.zip

ДОДАТОК Д.4 Галузева структура ВВП України на період 2015-2050 рр.

Табл. Д.4.1 Галузева структура ВВП України на період 2015-2050 рр., %¹¹⁵

Сектори/Роки	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Сільське, лісове та рибне господарство	11,9	11,1	11,5	11,9	12,5	13,2	13,9	14,7
Добувна промисловість і розроблення кар'єрів	4,8	4,8	4,5	4,1	3,7	3,4	3,1	2,8
Переробна промисловість	12,1	14,4	14,8	14,8	14,3	13,8	13,3	12,9
Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря	2,7	3,0	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,3
Будівництво	2,3	2,9	3,1	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0
Сфера товарного виробництва – разом	31,0	33,2	33,7	33,9	33,9	33,9	33,9	33,9
Сфера послуг – разом	53,9	53,1	53,1	53,1	53,1	53,1	53,1	53,1

ДОДАТОК Д.5 Основні характеристики енергетичних технологій, представлених у моделі TIMES-Україна

Д.5.1 Виробництво електроенергії та тепла

Табл. Д.5.1.1 Основні вартісні характеристики теплових електростанцій

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
	Біомаса з деревини							
Капітальні витрати, євро/кВт _{ел.}	2800	2800	2800	2600	2500	2400	2200	2000
Операційні витрати, євро/кВт _{ел.}	30							
ККД, %	24	24	25	26	28	29	30	31
КВВП, %	50							
Термін експлуатації, років	30							
	Біомаса з відходів агропромислового комплексу та ін.							
Капітальні витрати, євро/кВт _{ел.}	3500	2900	2800	2700	2600	2500	2300	2100
Операційні витрати, євро/кВт _{ел.}	30							
ККД, %	23	23	24	24	25	27	28	29
КВВП, %	50							
Термін експлуатації, років	30							
	Біогаз							
Капітальні витрати, євро/кВт _{ел.}	4500	4400	4300	4200	4100	4000	3900	3800
Операційні витрати, євро/кВт _{ел.}	50							
ККД, %	42	42	42	43	43	43	44	44
КВВП, %	50							
Термін експлуатації, років	30							
	Газ (комбінований цикл)							
Капітальні витрати, євро/кВт _{ел.}	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Операційні витрати, євро/кВт _{ел.}	20							
ККД, %	60	60	60	60	61	61	62	62
КВВП, %	50							
Термін експлуатації, років	35							
	Газ (газова турбіна)							
Капітальні витрати, євро/кВт _{ел.}	600	600	600	600	600	600	600	600
Операційні витрати, євро/кВт _{ел.}	20							
ККД, %	51	51	51	52	52	52	53	53
КВВП, %	50							
Термін експлуатації, років	35							
	Газ (парова турбіна)							
Капітальні витрати, євро/кВт _{ел.}	920	920	920	920	920	920	920	920
Операційні витрати, євро/кВт _{ел.}	12							
ККД, %	34	34	34	34	34	35	35	35
КВВП, %	50							
Термін експлуатації, років	30							

¹¹⁵ Сума часток сфери послуг та сфери товарного виробництва менше 100%, оскільки до складу ВВП також входять податки та субсидії на продукти, які в рамках системи національних рахунків представлені окремо від галузей.

Продовження табл. Д.5.1.1

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
	Вугілля (спалювання в циркулюючому киплячому шарі)							
Капітальні витрати, євро/кВт _{ел.}	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700
Операційні витрати, євро/кВт _{ел.}	28							
ККД, %	43	43	43	43	43	43	43	43
КВВП, %	50							
Термін експлуатації, років	35							
	Вугілля (інтегрований комбінований цикл газифікації)							
Капітальні витрати, євро/кВт _{ел.}	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Операційні витрати, євро/кВт _{ел.}	63							
ККД, %	46	46	46	46	46	47	47	48
КВВП, %	50							
Термін експлуатації, років	35							
	Вугілля (спалювання на підкритичних параметрах)							
Капітальні витрати, євро/кВт _{ел.}	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600
Операційні витрати, євро/кВт _{ел.}	30							
ККД, %	39	39	39	39	39	40	40	41
КВВП, %	50							
Термін експлуатації, років	35							
	Спільне спалювання вугілля та біомаси (на підкритичних параметрах)							
Капітальні витрати, євро/кВт _{ел.}	2050	2050	2050	2050	2050	2050	2050	2050
Операційні витрати, євро/кВт _{ел.}	30							
ККД, %	33	33	33	33	33	34	34	34
КВВП, %	50							
Термін експлуатації, років	35							
	Вугілля (спалювання на надкритичних параметрах)							
Капітальні витрати, євро/кВт _{ел.}	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300
Операційні витрати, євро/кВт _{ел.}	43							
ККД, %	43	43	43	43	43	44	44	45
КВВП, %	50							
Термін експлуатації, років	35							

Табл. Д.5.1.2 Основні вартісні характеристики теплоелектроцентралей

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
	Біомаса з деревини							
Капітальні витрати, євро/кВт _{ел.}	3500	3400	3300	3200	3100	3000	2900	2800
Операційні витрати, євро/кВт _{ел.}	50							
ККД, %	20	20	20	20	20	20	21	21
КВВП, %	50							
Термін експлуатації, років	35							
	Біомаса з відходів агропромислового комплексу							
Капітальні витрати, євро/кВт _{ел.}	3500	3400	3200	3100	2900	2900	2800	2800
Операційні витрати, євро/кВт _{ел.}	55							
ККД, %	19	19	19	19	19	19	20	20
КВВП, %	50							
Термін експлуатації, років	35							
	Побутові відходи							
Капітальні витрати, євро/кВт _{ел.}	5500	5400	5200	5100	5000	4800	4500	4500
Операційні витрати, євро/кВт _{ел.}	55							
ККД, %	25	25	25	25	25	25	26	26
КВВП, %	50							
Термін експлуатації, років	35							

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
	Енергетичні культури							
Капітальні витрати, євро/кВт _{ел.}	3500	3400	3300	3200	3100	3000	3000	3000
Операційні витрати, євро/кВт _{ел.}	50							
ККД, %	20	20	20	20	20	20	21	21
КВВП, %	50							
Термін експлуатації, років	35							
	Газ (комбінований цикл)							
Капітальні витрати, євро/кВт _{ел.}	800	800	800	800	800	800	800	800
Операційні витрати, євро/кВт _{ел.}	42							
ККД, %	50	50	50	50	51	51	52	52
КВВП, %	50							
Термін експлуатації, років	35							
	Газ (парова турбіна)							
Капітальні витрати, євро/кВт _{ел.}	920	920	920	920	920	920	920	920
Операційні витрати, євро/кВт _{ел.}	12							
ККД, %	45	45	45	45	45	46	46	47
КВВП, %	42							
Термін експлуатації, років	35							
	Вугілля (комбінований цикл)							
Капітальні витрати, євро/кВт _{ел.}	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
Операційні витрати, євро/кВт _{ел.}	52							
ККД, %	36	36	36	36	36	37	37	37
КВВП, %	50							
Термін експлуатації, років	35							
	Вугілля (парова турбіна)							
Капітальні витрати, євро/кВт _{ел.}	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100
Операційні витрати, євро/кВт _{ел.}	52							
ККД, %	33	33	33	33	33	34	34	34
КВВП, %	50							
Термін експлуатації, років	35							

Табл. Д.5.1.3 Основні вартісні характеристики котелень

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
	Біомаса з деревини							
Капітальні витрати, євро/кВт	150	145	142	140	138	136	136	136
Операційні витрати, євро/кВт	7							
ККД, %	64	64	64	64	64	65	65	65
КВВП, %	50							
Термін експлуатації, років	35							
	Біомаса з відходів агропромислового комплексу та ін.							
Капітальні витрати, євро/кВт _{ел.}	400	350	320	300	280	270	260	250
Операційні витрати, євро/кВт _{ел.}	7							
ККД, %	62	62	62	62	63	63	63	64
КВВП, %	50							
Термін експлуатації, років	35							
	Газ							
Капітальні витрати, євро/кВт _{ел.}	300	300	300	300	300	300	300	300
Операційні витрати, євро/кВт _{ел.}	2,5							
ККД, %	71	71	71	71	71	71	72	72
КВВП, %	50							
Термін експлуатації, років	40							

Продовження табл. Д.5.1.3

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
	Вугілля							
Капітальні витрати, євро/кВт _{ел.}	400	400	400	400	400	400	400	400
Операційні витрати, євро/кВт _{ел.}	10							
ККД, %	40	40	40	40	40	40	41	41
КВВП, %	50							
Термін експлуатації, років	35							
	Електроенергія							
Капітальні витрати, євро/кВт _{ел.}	350	350	350	350	350	350	350	350
Операційні витрати, євро/кВт _{ел.}	1,2							
ККД, %	75	75	75	75	75	76	76	77
КВВП, %	50							
Термін експлуатації, років	40							

Табл. Д.5.1.4 Основні вартісні характеристики промислових котлів (бойлерів)

	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
	Біомаса з деревини							
Капітальні витрати, євро/кВт	145	142	140	138	136	134	134	145
Операційні витрати, євро/кВт	7							
ККД, %	83							
КВВП, %	60							
Термін експлуатації, років	40							
	Біомаса з відходів агропромислового комплексу та ін.							
Капітальні витрати, євро/кВт _{ел.}	270	260	250	240	230	220	220	270
Операційні витрати, євро/кВт _{ел.}	7							
ККД, %	80							
КВВП, %	60							
Термін експлуатації, років	40							
	Газ							
Капітальні витрати, євро/кВт _{ел.}	60	60	60	60	60	60	60	60
Операційні витрати, євро/кВт _{ел.}	2							
ККД, %	90							
КВВП, %	60							
Термін експлуатації, років	40							
	Вугілля							
Капітальні витрати, євро/кВт _{ел.}	90	90	90	90	90	90	90	90
Операційні витрати, євро/кВт _{ел.}	8							
ККД, %	80							
КВВП, %	60							
Термін експлуатації, років	40							

Д.5.2 Опалення, гаряче водопостачання та підвищення енергоефективності будівель

Табл. Д.5.2.1 Основні вартісні характеристики технологій (в т.ч. котлів) для опалення приміщень

	Капітальні витрати, євро/кВт		ККД, %	Термін експлуатації, років
	2015	2050		
Біомаса та відходи	25-45	25-45	75-85	15
Газ	25-38	25-38	75-90	20
Вугілля	8-50	8-50	60-75	15
Сонячна енергія + Електроенергія	63	31	97	30
Сонячна енергія + Газ	88	44	94	30
Геотермальна енергія + Електроенергія	415	208	90	30
Електроенергія	14-21	14-21	94	15

Табл. Д.5.2.2 Основні вартісні характеристики технологій (в т.ч. котлів) для гарячого водопостачання

	Капітальні витрати, євро/кВт		ККД, %	Термін експлуатації, років
	2015	2050		
Біомаса та відходи	13-38	13-38	70	20
Газ	7-13	7-13	92	15
Вугілля	9-14	9-14	70	20
Сонячна енергія + Електроенергія	45	23	97	20
Сонячна енергія + Газ	65	33	94	20
Електроенергія	8-11	8-11	96	15

Табл. Д.5.2.3 Припущення щодо інвестиційних потреб та ефективності заходів з термомодернізації будівель

	Приватні житлові			Багатоквартирні			Нежитлові		
	інвестиції		економія	інвестиції		економія	інвестиції		економія
	грн / кВт·год / м²	млн євро / ПДж	%	грн / кВт·год / м²	млн євро / ПДж	%	грн / кВт·год / м²	млн євро / ПДж	%
Швидка санація	3,0	28,9	14	3,2	31,0	14	4,0	38,8	10
Повна санація	12,0	117,0	52	12,9	125,6	46	16,9	165,0	55
Додаткова модернізація	14,4	140,0	74	18,5	180,0	75	22,6	220,0	75

Д.5.3 Транспорт

Табл. Д.5.3.1 Основні вартісні характеристики транспортних технологій

Вид транспорту	Частка біопалива, %	Вартість, тис. євро		Строк служби, років	Ефективність, км/ГДж		Річний пробіг, тис. км
		2015	2050		2015	2050	
		Міжміські автобуси					
Дизель + біодизель	до 20	210	190	20	93	112	27,5
Бензин + етанол	до 20	200	180	20	92	111	27,5
Біодизель	до 100	225	205	20	93	112	27,5
Етанол	до 100	240	215	20	92	111	27,5
Електроенергія	0	400	180	20	185	220	27,5
Газ	0	220	210	20	95	95	27,5
Міські автобуси							
Дизель + біодизель	до 20	210	190	20	106	127	27,5
Бензин + етанол	до 20	200	180	20	108	130	27,5
Біодизель	до 100	250	205	20	106	127	27,5
Етанол	до 100	240	215	20	108	180	27,5
Електроенергія	0	400	190	20	180	215	27,5
Газ	0	220	210	20	111	111	27,5
Легкові автомобілі							
Дизель + біодизель	до 20	20	18	20	308	370	14,3
Дизель + біодизель	до 70	20	19	20	293	352	14,3
Біодизель	до 100	21	20	20	280	335	14,3
Бензин + етанол	до 20	21	18	20	318	382	11,5
Бензин + етанол	до 70	21	19	20	302	362	11,5
Етанол	до 100	22	21	20	285	340	11,5
Електроенергія	0	27	20	20	855	885	17,2
Газ	0	20	19	20	328	328	14,3
Вантажівки							
Дизель + біодизель	до 20	126	122	20	118	142	25,1
Бензин + етанол	до 20	130	125	20	122	146	25,1
Біодизель	до 100	140	134	20	118	142	21,7
Етанол	до 100	147	141	20	122	146	21,7
Електроенергія	0	670	125	20	355	425	22,0

Продовження табл. Д.5.3.1

Вид транспорту	Частка біопалива, %	Вартість,		Строк служби, років	Ефективність,		Річний пробіг, тис. км
		тис. євро			км/ГДж		
		2015	2050		2015	2050	
Газ	0	126	126	20	115	115	25,1
Мототранспорт							
Електроенергія	0	13	13	20	777	854	4,8
Бензин	0	3	3	20	1555	1865	5,1

Д.5.4 Промисловість

Табл. Д.5.4.1 Основні вартісні характеристики промислових технологій

Галузь	Питомі витрати енергоресурсів на 1 т продукції	Вартість технології, \$/т продукції
Металургія	від 750 до 325 кВт-год/т сталі (1,2-2,7 ГДж)	\$540-600/т сталі
Виробництво аміаку	27 ГДж/т	\$30-50/т
Целюлозно-паперова	від 18,7 до 17,1 ГДж/т	\$600-800/т
Цемент	від 3,0 до 2,5 ГДж/т цементу	\$90-130/т
Виробництво скла	10,8 ГДж/т	\$250-300/т

ДОДАТОК Д.6 Детальні результати моделювання сценаріїв розвитку енергосектору України до 2050 року

Д.6.1 Базовий (Консервативний) сценарій

Табл. Д.6.1.1 Загальне постачання первинної енергії, тис. т н.е.

	2012*	2015*	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Вугілля	42718	27344	50042	60980	68974	75464	80993	86010	90027
Газ	43018	26055	33944	36513	38546	41036	43660	43810	42761
Нафта та нафтопродукти	11609	10551	12252	13126	14229	15340	16078	16837	17753
Атомна енергія	23653	22985	16951	15544	13989	14429	12537	12554	12554
Електроенергія	-987	-116	-253	-299	-354	-391	-431	-418	-405
Гідроелектроенергія	901	464	907	1030	1117	1123	1130	1133	1140
Вітрова енергія	25	94	258	370	378	387	396	396	430
Сонячна енергія	28	40	24	48	72	82	42	42	42
Біопаливо та відходи	1522	1465	2112	2205	2221	2520	2828	3399	3944
Всього	122487	89519**	116238	129515	139172	149989	157233	163762	168245
Частка ВДЕ	2,0%	2,3%	2,8%	2,8%	2,7%	2,7%	2,8%	3,0%	3,3%

* Статистичні дані. Тут і в інших таблицях статистичні дані за 2015 наведено без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м. Севастополя та частини зони проведення антитерористичної операції (АТО). У 2012 р. територіальну щільність не було порушено і саме цей рік взято за базовий. Тому й результати моделювання з 2020 року фактично включають Крим та територію Донбасу під АТО, що й пояснює значний стрибок між статистичними даними за 2015 р. та результатами моделювання з 2020 р.

** Не враховано теплову енергію як первинну енергію

Табл. Д.6.1.2 Власний видобуток (виробництво) енергоресурсів, тис. т н.е.

	2012*	2015*	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Вугілля	40256	17423	42081	51260	58294	62706	66335	70060	70496
Газ	15403	14814	16247	16736	17219	18552	19196	19887	20626
Нафта	3414	2618	3232	3879	3807	4454	4354	3395	1469
Уранова руда**	7884	7662	10931	15544	13989	14429	12537	12554	12554
Гідроелектроенергія	901	464	907	1030	1117	1123	1130	1133	1140
Вітрова енергія	25	94	258	370	378	387	396	396	430
Сонячна енергія	28	40	24	48	72	82	42	42	42
Біопаливо та відходи	1565	2606	2658	2421	2377	2668	2985	3555	4135
Всього	69477	45721	76338	91287	97252	104400	106974	111022	110891
Частка в структурі ЗППЕ	56,7%	51,1%	65,7%	70,5%	69,9%	69,6%	68,0%	67,8%	65,9%

* Статистичні дані

** Тут і в інших сценаріях розбіжність з даними енергетичних балансів (ЕБ) пояснюється тим, що в ЕБ значення атомної енергії віділює від виробництва на АЕС, а тут і в таблиці щодо імпорту енергоресурсів показано умовні показники виробництва уранової руди, якої в Україні видобувається приблизно третину від потреб вітчизняної атомної енергетики. Це зроблено для того, щоб показати залежність України від імпортованої уранової руди. Оскільки так, як це показано в ЕБ, виходить, що ми всі необхідні ресурси для вітчизняних АЕС видобуємо в Україні.

Табл. Д.6.1.3 Імпорт енергоресурсів, тис. т н.е.

	2012*	2015*	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Вугілля	9926	9940	11116	10424	11349	13407	15288	16560	20123
Газ	26590	13288	17697	19777	21327	22484	24464	23923	22135
Нафта та нафтопродукти	9995	8125	10297	10145	11072	11663	12466	13850	16462
Уранова руда**	15769	15323	6021	0	0	0	0	0	0
Електроенергія	8	193	19	19	19	19	20	20	20
Біопаливо та відходи	1	30							
Всього	62289	46899	45150	40365	43767	47573	52237	54353	58739
Частка в структурі ЗППЕ	50,9%	52,0%	38,8%	31,2%	31,4%	31,7%	33,2%	33,2%	34,9%

* Статистичні дані. Сума часток видобутку та імпорту енергоресурсів в структурі ЗППЕ більше 100%, оскільки експорт енергоресурсів в ЗППЕ рахується із знаком мінус.

** Див. пояснення під табл. Д.6.1.2

Табл. Д.6.1.4 Кінцеве споживання енергоресурсів, тис. т н.е.

	2012*	2015*	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Вугілля	9212	5952	6336	7658	8567	9674	10603	11391	12033
Газ	21698	13741	15998	16922	17512	18518	19485	20286	20578
Нафта та нафтопродукти	11347	8776	11075	12162	13234	14242	14912	15433	15891
Теплова енергія	11865	7526	10263	10723	11285	11876	12307	12792	13283
Електроенергія	11840	10233	12698	14790	16373	17990	19170	19862	20282
Біопаливо та відходи	1029	1282	1427	1607	1498	1736	2032	2524	3039
Сонячна енергія	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Всього	66991	47510	57797	63862	68469	74036	78511	82288	85107
Частка безпосереднього споживання ВДЕ**	1,5%	2,7%	2,5%	2,5%	2,2%	2,3%	2,6%	3,1%	3,6%
Умовна частка ВДЕ, яка береться до розгляду***	2,6%	4,0%	4,3%	4,5%	4,2%	4,2%	4,4%	5,0%	5,5%

* Статистичні дані

** Ця частка показує лише безпосереднє споживання ВДЕ кінцевими споживачами. Наприклад, безпосереднє використання населенням біомаси для опалення (спалювання в побутових твердопаливних котлах), використання сонячної енергії для нагріву води (сонячні колектори), використання біопалива транспортними засобами, використання біомаси в цементній галузі тощо.

*** Ця частка показує суму безпосередньо спожитих ВДЕ та електричної і теплової енергій умовно вироблених з ВДЕ, які, в свою чергу, розраховуються як добуток окремо спожитих енергій кінцевими споживачами на відповідні частки ВДЕ у виробництві електричної та теплової енергій. Наприклад, у 2050 р. кінцевими споживачами спожито електроенергії в обсязі 20283 тис. т н.е. (табл. Д.6.1.4), а частка ВДЕ в структурі виробництва електроенергії в 2050 р. складає 7,4% (табл. Д.6.1.11). Тоді кількість електроенергії, умовно виробленої з ВДЕ і спожитої кінцевими споживачами, складає 20283*6,5%=1318 тис. т н.е., а це, своєю чергою, складає 1,6% від загального кінцевого споживання. Аналогічні розрахунки проводяться з тепловою енергією (табл. Д.6.1.4 та Д.6.1.14): 13382*1,7%=227 тис. т н.е. або 0,3% від загального кінцевого споживання. Таким чином, умовна частка ВДЕ, яка береться до розгляду, складає 3,6%+1,6%+0,3%=5,5%.

Табл. Д.6.1.5 Кінцеве споживання енергоресурсів за секторами, тис. т н.е.

	2012*	2015*	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Промисловість	24844	16408	18212	21797	24539	27684	29883	31532	32756
Населення	23467	16555	20390	21069	21482	22130	22817	23570	24067
Транспорт	11448	8749	10964	11976	12839	13893	14991	15946	16709
Сектор послуг	5037	3838	5986	6541	6916	7429	7762	8054	8283
Сільське господарство	2195	1960	2245	2480	2694	2899	3058	3186	3292
Всього	66991	47510	57797	63862	68469	74036	78511	82288	85107

* Статистичні дані

Табл. Д.6.1.6 Кінцеве споживання енергоресурсів промисловістю, тис. т н.е.

	2012*	2015*	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Біопаливо та відходи	46	86	90	110	130	159	181	201	219
Теплова енергія з ВДЕ	5	10	38	42	48	57	60	68	76
Електроенергія з ВДЕ	325	232	433	585	680	727	732	737	748
Вугілля	8310	5569	5515	6915	7893	9107	10149	11032	11761
Електроенергія	5102	4065	5484	7026	8171	9392	10242	10642	10739
Газ	5272	2762	2188	2539	2809	3137	3356	3559	3743
Теплова енергія	4538	2870	3408	3464	3651	3906	3966	4091	4254
Нафта та нафтопродукти	1246	814	1055	1115	1156	1200	1197	1203	1216
Всього	24844	16408	18212	21797	24539	27684	29883	31532	32756
Частка безпосереднього споживання ВДЕ**	0,2%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,6%	0,6%	0,6%	0,7%
Умовна частка ВДЕ, яка береться до розгляду***	1,5%	2,0%	3,1%	3,4%	3,5%	3,4%	3,3%	3,2%	3,2%

* Статистичні дані

** Див. пояснення під табл. Д.6.1.4

*** Див. пояснення під табл. Д.6.1.4

Табл. Д.6.1.7 Кінцеве споживання енергоресурсів населенням, тис. т н.е.

	2012*	2015*	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Біопаливо та відходи	936	1097	413	332	234	137	39	0	0
Теплова енергія з ВДЕ	5	10	46	51	57	65	71	81	90
Електроенергія з ВДЕ	198	172	258	280	288	277	265	265	276
Вугілля	715	303	631	566	510	418	324	234	144
Електроенергія	3105	3012	3271	3360	3464	3577	3702	3828	3959
Газ	13760	9083	11658	12289	12627	13172	13736	14281	14357
Теплова енергія	4677	2864	4044	4191	4301	4485	4680	4880	5091
Нафта та нафтопродукти	71	14	69	0	0	0	0	0	148
Всього	23467	16555	20390	21069	21482	22130	22817	23570	24067
Частка безпосереднього споживання ВДЕ**	4,0%	6,6%	2,0%	1,6%	1,1%	0,6%	0,2%	0,0%	0,0%
Умовна частка ВДЕ, яка береться до розгляду***	4,9%	7,7%	3,5%	3,1%	2,7%	2,2%	1,6%	1,5%	1,5%

* Статистичні дані

** Див. пояснення під табл. Д.6.1.4

*** Див. пояснення під табл. Д.6.1.4

Табл. Д.6.1.8 Кінцеве споживання енергоресурсів транспортом, тис. т н.е.

	2012*	2015*	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Біопаливо та відходи	0	34	358	511	513	642	949	1416	1888
Електроенергія з ВДЕ	48	32	55	63	66	66	66	66	71
Вугілля	12	4	11	11	12	12	12	12	12
Електроенергія	750	553	695	753	790	854	922	960	1020
Газ	2050	1572	1364	1223	1137	1210	1345	1356	1361
Нафта та нафтопродукти	8588	6554	8481	9414	10321	11109	11697	12136	12357
Всього	11448	8749	10964	11976	12839	13893	14991	15946	16709
Частка безпосереднього споживання ВДЕ**	0,0%	0,4%	3,3%	4,3%	4,0%	4,6%	6,3%	8,9%	11,3%
Умовна частка ВДЕ, яка береться до розгляду***	0,4%	0,7%	3,8%	4,8%	4,5%	5,1%	6,8%	9,3%	11,7%

* Статистичні дані

** Див. пояснення під табл. Д.6.1.4

*** Див. пояснення під табл. Д.6.1.4

Табл. Д.6.1.9 Кінцеве споживання енергоресурсів сферою послуг, тис. т н.е.

	2012*	2015*	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Біопаливо та відходи	27	46	543	627	592	769	833	877	901
Теплова енергія з ВДЕ	2	5	27	32	37	42	46	53	58
Електроенергія з ВДЕ	118	101	158	180	193	192	186	188	195
Вугілля	161	67	164	150	136	119	99	94	96
Газ	463	195	663	733	791	841	883	918	941
Нафта та нафтопродукти	78	92	62	72	57	89	63	48	49
Теплова енергія	2326	1555	2370	2580	2798	2903	3045	3163	3242
Електроенергія	1862	1777	2000	2166	2313	2475	2607	2714	2801
Всього	5037	3838	5986	6541	6916	7429	7762	8054	8283
Частка безпосереднього споживання ВДЕ**	0,5%	1,2%	9,1%	9,6%	8,6%	10,3%	10,7%	10,9%	10,9%
Умовна частка ВДЕ, яка береться до розгляду***	2,9%	4,0%	12,2%	12,8%	11,9%	13,5%	13,7%	13,9%	13,9%

* Статистичні дані

** Див. пояснення під табл. Д.6.1.4

*** Див. пояснення під табл. Д.6.1.4

Табл. Д.6.1.10 Кінцеве споживання енергоресурсів сільським господарством, тис. т н.е.

	2012*	2015*	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Біопаливо та відходи	20	19	24	26	28	29	30	31	31
Теплова енергія з ВДЕ	0	1	4	4	5	6	7	7	8
Електроенергія з ВДЕ	20	16	25	29	31	31	30	30	31
Вугілля	14	9	14	16	17	18	19	20	20
Електроенергія	312	289	343	377	406	430	448	461	472
Газ	153	129	125	138	149	158	166	171	176
Теплова енергія	312	211	327	358	388	413	433	449	463
Нафта та нафтопродукти	1364	1302	1408	1562	1700	1844	1956	2046	2121

	2012*	2015*	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Всього	2195	1960	2245	2480	2694	2899	3058	3186	3292
Частка безпосереднього споживання ВДЕ**	0,9%	1,0%	1,1%	1,1%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	0,9%
Умовна частка ВДЕ, яка береться до розгляду***	1,8%	1,8%	2,3%	2,4%	2,4%	2,3%	2,2%	2,1%	2,1%

* Статистичні дані

** Див. пояснення під табл. Д.6.1.4

*** Див. пояснення під табл. Д.6.1.4

Табл. Д.6.1.11 Виробництво електроенергії, млрд кВт·год

	2012*	2015*	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
АЕС (існуючі)	90	88	65	52	32	20	13	13	13
АЕС (нові)	0	0	0	7	20	34	34	34	34
ТЕС (існуючі)	79	58	89	96	100	98	97	97	97
ТЕС (нові вугільні)	0	0	11	28	45	67	87	105	121
ТЕС (нові газові)	0	0	0	7	11	14	18	13	1
ТЕЦ і блок-станції	18	8	22	27	32	32	35	34	35
ГЕС та ГАЕС (великі)	11	7	10	11	12	12	12	12	12
ГЕС (нові малі)	0,3	0,2	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9
ВЕС	0,3	1,1	3,0	4,3	4,4	4,5	4,6	4,6	5,0
СЕС (наземні)	0,3	0,5	0,2	0,2	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5
СЕС (дахові)	0	0	0,1	0,4	0,4	0,4	0	0	0
Геотермальні ЕС	0	0	0	0,3	0,7	0,9	0,9	0,9	0,9
Біо ТЕЦ/ТЕС	0	0,1	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4
Всього	199	162	202	235	260	285	304	315	322
Частка ВДЕ	6,0%	5,4%	7,3%	7,7%	7,7%	7,2%	6,7%	6,5%	6,5%

* Статистичні дані

Табл. Д.6.1.12 Встановлена потужність електростанцій, ГВт

	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
АЕС (існуючі)	13,8	13,8	9,8	7,8	4,8	3,0	2,0	2,0	2,0
АЕС (нові)	0	0	0	1,0	3,0	5,0	5,0	5,0	5,0
ТЕС (існуючі)	25,4	25,5	25,5	27,0	26,0	24,4	24,2	24,0	24,1
ТЕС (нові вугільні)	0	0	2,5	6,4	10,6	15,4	19,9	24,0	27,6
ТЕС (нові газові)	0	0	1,6	3,2	5,6	8,0	9,6	9,6	8,8
ТЕЦ і блок-станції	8,0	7,7	11,4	12,8	13,8	13,9	13,8	13,4	12,8
ГЕС та ГАЕС (великі)	5,5	6,1	6,1	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
ГЕС (нові малі)	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
ВЕС	0,2	0,5	1,4	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,3
СЕС (наземні)	0,3	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8
СЕС (дахові)	0	0	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
Геотермальні ЕС	0	0	0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Біо ТЕЦ/ТЕС	0,0	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4
Всього	53,3	54,6	59,7	68,2	74,1	80,0	84,9	88,6	90,8
Частка ВДЕ	11,5%	13,9%	15,0%	14,8%	13,9%	13,0%	12,4%	11,9%	11,7%

* Статистичні дані

Табл. Д.6.1.13 Капітальні інвестиції в об'єкти електроенергетики, млн євро

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
АЕС (існуючі)*	0	234	234	0	934	0	0
АЕС (нові)	0	1625	11180	13000	0	0	0
ТЕС (існуючі)	144	802	593	3584	4416	7127	9555
ТЕС (нові вугільні)	3735	6150	6660	7680	7170	6405	5580
ТЕС (нові газові)	1280	1280	2016	2016	1280	0	0
ТЕЦ і блок-станції	3932	1477	1473	1514	1482	852	931
ГЕС та ГАЕС (великі)	95	280	0	0	0	0	0
ГЕС (нові малі)	622	88	93	82	81	36	87

Продовження табл. Д.6.1.13

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
ВЕС (наземні)	1361	944	69	66	62	0	237
СЕС (наземні)	57	0	0	0	0	0	0
СЕС (дахові)	90	180	0	0	0	0	0
Геотермальні ЕС	0	193	465	127	0	0	149
Біо ТЕЦ/ТЕС	536	56	59	56	54	52	255
Всього	11851	13309	22841	28125	15480	14473	16794
Частка ВДЕ	23,3%	13,1%	3,0%	1,2%	1,3%	0,6%	4,3%

* Інвестиції для продовження періоду експлуатації діючих блоків АЕС

Табл. Д.6.1.14 Загальне виробництво теплової енергії за типами палива, тис. т н.е.

	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Біомаса та відходи	14	37	135	152	176	202	228	258	291
Вугілля	620	705	3552	4463	5721	6366	7420	7919	8709
Електроенергія	19	75	0	0	0	0	0	0	0
Газ	12830	9870	8252	7839	7527	7471	7495	7445	7573
Нафтопродукти	6	6	6	4	3	2	1	0	0
Атомна енергія	163	160	119	114	120	135	127	127	127
Всього	13652	10853	12064	12573	13546	14176	15270	15749	16701
Частка ВДЕ	0,1%	0,3%	1,1%	1,2%	1,3%	1,4%	1,5%	1,6%	1,7%

Табл. Д.6.1.15 Споживання енергоресурсів котельнями ЦТП та автовиробниками теплової енергії (котельні та когенераційні установки), тис. т н.е.

	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Біомаса	536	594	352	288	294	286	258	292	333
Вугілля	1402	1278	3809	4568	5391	5859	6352	6614	7013
Електроенергія	63	147	14	7	6	3	0	0	0
Газ	10458	8206	5526	5332	5383	5284	5254	5154	5257
Нафтопродукти	128	174	72	55	51	52	45	38	38
Всього	12587	10398	9773	10250	11125	11483	11909	12097	12641
Частка ВДЕ	4,3%	5,7%	3,6%	2,8%	2,6%	2,5%	2,2%	2,4%	2,6%

Табл. Д.6.1.16 Капітальні інвестиції у виробництво теплової енергії, млн євро

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Котельні ЦТП	239	749	427	736	623	608	321
Котельні установки	26	3	2	7	1	5	2
Теплоутилізаційні установки	0	237	236	316	262	180	142
Всього	264	989	664	1058	886	794	465

Табл. Д.6.1.17 Викиди парникових газів*, млн т CO₂-екв.

	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Сільське господарство	6	6	8	8	9	10	10	11	11
Сектор послуг	8	8	10	12	14	14	15	16	16
Сектор вир-ва е/е та тепла	105	74	117	143	162	178	194	204	213
Промисловість	101	73	89	107	119	136	148	160	169
Населення	37	36	37	38	39	40	41	42	44
Сектор постачання	73	40	66	78	87	95	103	108	110
Транспорт	21	19	20	22	25	27	28	29	30
Всього	353	255	347	408	455	500	540	570	592
% від 1990 року	43,2%	31,3%	42,6%	49,9%	55,7%	61,3%	66,1%	69,9%	72,5%

* Викиди ПГ включають в себе викиди від секторів «Енергетика» та «Промислові процеси» в розумінні Міжнародної групи експертів з питань зміни клімату

Табл. Д.6.1.18 Енергоємність та вуглецеємність

Індикатори	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Первинна енергоємність, т н.е./\$1000 2010 ВВП (ПКС)	0,33	0,29	0,32	0,28	0,24	0,22	0,20	0,18	0,17
Кінцева енергоємність, т н.е./\$1000 2010 ВВП (ПКС)	0,18	0,15	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10	0,09	0,09
Вуглецеємність, т CO ₂ -екв./\$1000 2010 ВВП (ПКС)	0,95	0,82	0,96	0,88	0,80	0,72	0,67	0,63	0,60
Первинна енергоємність, т н.е./людину	2,69	2,09	2,62	2,97	3,25	3,59	3,85	4,11	4,32
Кінцева енергоємність, т н.е./людину	1,47	1,11	1,30	1,46	1,60	1,77	1,92	2,06	2,19
Вуглецеємність, т CO ₂ -екв./людину	7,76	5,97	7,82	9,34	10,63	11,97	13,23	14,30	15,21

Табл. Д.6.1.19 Витрати та інвестиції, млн євро*

	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Вартість палива	20408	13507	12331	13485	15069	16750	18532	19776	20803
Нові капітальні інвестиції в технології виробництва е/е та тепла	-	8	643	1509	2861	4598	5799	6752	7756
Нові капітальні інвестиції в технології кінцевого енергоспоживання	-	3326	11513	20841	26543	30292	32835	34874	36630
Нові капітальні інвестиції в проміжні технології	-	21	367	974	1619	2401	3089	3522	3751
Витрати на транспортування, постачання та проміжні технології	1614	1328	2227	3665	5247	7148	8711	9639	10085
Експлуатаційні витрати (технології виробництва е/е та тепла)	1515	1592	2039	2765	3744	4931	6167	7188	8039
Експлуатаційні витрати (технології кінцевого енергоспоживання)	2880	3067	5582	9657	14196	19035	23294	26302	28458
Субсидії («зелений» тариф)	157	286	322	384	335	0	0	0	0
Всього	26418	22859	34882	53146	69454	85191	98426	108053	115521

* Для більшості енергетичних технологій (електростанцій, приладів кінцевого споживання тощо) капітальні витрати нараховуються протягом усього періоду їх експлуатації, а розрахунок щорічного грошового потоку розраховується з урахуванням терміну використання технології та вартості капіталу. Ці щорічні платежі, разом з відповідними експлуатаційними витратами, складають загальні витрати енергетичної системи. Щорічні інвестиційні витрати технологій, введених в дію в попередні періоди, не розраховуються і, відповідно, не включаються до цільової функції.

Д.6.2 Ліберальний сценарій

Табл. Д.6.2.1 Загальне постачання первинної енергії, тис. т н.е.

	2012*	2015*	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Вугілля	42718	27344	37141	38627	37604	42564	43572	43993	43365
Газ	43018	26055	31671	29646	27147	25847	24008	21971	20626
Нафта та нафтопродукти	11609	10551	11581	11826	12473	12720	11797	10738	8912
Атомна енергія	23653	22985	16951	15544	12183	8991	8865	8902	8902
Електроенергія	-987	-116	-190	-143	-84	-57	-36	-24	2
Гідроелектроенергія	901	464	906	991	1111	1113	1115	1117	1118
Вітрова енергія	25	94	772	1324	1876	2342	2777	3209	3641
Сонячна енергія	28	40	252	642	1033	1861	2747	3641	4377
Біопаливо та відходи	1522	1465	4026	4296	4419	5744	7864	10448	14496
Всього	122487	89519**	103110	102753	97761	101126	102708	103995	105438
Частка ВДЕ	2,0%	2,3%	5,8%	7,1%	8,6%	10,9%	14,1%	17,7%	22,4%

* Статистичні дані

** Не враховано теплову енергію як первинну енергію

Табл. Д.6.2.2 Власний видобуток (виробництво) енергоресурсів, тис. т н.е.

	2012*	2015*	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Вугілля	40256	17423	29698	31005	28891	33727	33096	33090	32508
Газ	15403	14814	16247	16736	17219	18552	19196	19887	20626
Нафта	3414	2618	3232	3879	3007	2315	1566	1014	1239
Уранова руда**	7884	7662	10931	15544	12183	8991	8865	8902	8902
Гідроелектроенергія	901	464	906	991	1111	1113	1115	1117	1118
Вітрова енергія	25	94	772	1324	1876	2342	2777	3209	3641
Сонячна енергія	28	40	252	642	1033	1861	2747	3641	4377
Біопаливо та відходи	1565	2606	4394	4290	4388	5429	6331	7001	9062
Всього	69477	45721	66432	74411	69707	74329	75693	77860	81472
Частка в структурі ЗППЕ	56,7%	51,1%	64,4%	72,4%	71,3%	73,5%	73,7%	74,9%	77,3%

* Статистичні дані

** Див. пояснення під табл. Д.6.1.2

Табл. Д.6.2.3 Імпорт енергоресурсів, тис. т н.е.

	2012*	2015*	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Вугілля	9926	9940	9020	8146	9049	9073	10629	10995	10856
Газ	26590	13288	15423	12911	9928	7296	4812	2084	0
Нафта та нафтопродукти	9995	8125	9263	8835	9975	10655	10384	9808	7757
Уранова руда**	15769	15323	6021	0	0	0	0	0	0
Електроенергія	8	193	63	57	44	33	23	11	2
Біопаливо та відходи	1	30	0,3	0,4	0,2	0,2	0,1	0	0
Всього	62289	46899	39790	29948	28997	27057	25848	22898	18616
Частка в структурі ЗППЕ*	50,9%	52,0%	38,6%	29,1%	29,7%	26,8%	25,2%	22,0%	17,7%

* Сума часток видобутку та імпорту енергоресурсів у структурі ЗППЕ більше 100%, оскільки експорт енергоресурсів в ЗППЕ рахується із знаком мінус.

** Див. пояснення під табл. Д.6.2.2

Табл. Д.6.2.4 Кінцеве споживання енергоресурсів, тис. т н.е.

	2012*	2015*	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Вугілля	9212	5952	6278	7371	7973	8850	9588	10223	10662
Газ	21698	13741	14804	14224	12586	12679	11887	10061	9566
Нафта та нафтопродукти	11347	8776	10619	10921	11591	11688	10749	9599	7749
Теплова енергія	11865	7526	9984	9669	9335	8737	7764	6980	6173
Електроенергія	11840	10233	11813	12284	12459	13795	15235	16607	17482
Біопаливо та відходи	1029	1282	1051	1057	855	1011	1411	1879	3630
Сонячна енергія	0	0	0	0	0	279	1492	3414	5396
Всього	66991	47510	54548	55525	54800	57039	58125	58763	60658
Частка безпосереднього споживання ВДЕ**	1,5%	2,7%	1,9%	1,9%	1,6%	2,3%	5,0%	9,0%	14,9%
Умовна частка ВДЕ, яка береться до розгляду***	2,6%	4,0%	6,6%	8,2%	9,9%	12,9%	17,7%	23,5%	30,8%

* Статистичні дані

** Див. пояснення під табл. Д.6.1.4

*** Див. пояснення під табл. Д.6.1.4

Табл. Д.6.2.5 Кінцеве споживання енергоресурсів за секторами, тис. т н.е.

	2012*	2015*	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Промисловість	24844	16408	17992	20172	20794	22578	23941	25100	25766
Населення	23467	16555	18563	16790	14542	14091	13513	13523	13842
Транспорт	11448	8749	10856	11481	12117	12661	12660	11608	11831
Сектор послуг	5037	3838	5248	4964	5020	5181	5347	5741	6093
Сільське господарство	2195	1960	1889	2117	2326	2528	2664	2791	3125
Всього	66991	47510	54548	55525	54800	57039	58125	58763	60658

* Статистичні дані

Табл. Д.6.2.6 Кінцеве споживання енергоресурсів промисловістю, тис. т н.е.

	2012*	2015*	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Біопаливо та відходи	46	86	52	73	94	123	153	184	211
Теплова енергія з ВДЕ	5	10	280	348	407	600	736	771	905
Електроенергія з ВДЕ	325	232	856	1335	1766	2325	2848	3246	3651
Вугілля	8310	5569	5445	6670	7371	8307	9170	9934	10558
Електроенергія	5102	4065	4982	5065	4618	4786	4849	4696	4514
Газ	5272	2762	2151	2381	2371	2417	2432	2474	2467
Теплова енергія	4538	2870	3168	3168	3027	2845	2571	2441	2139
Нафта та нафтопродукти	1246	814	1058	1132	1142	1176	1182	1352	1322
Всього	24844	16408	17992	20172	20794	22578	23941	25100	25766
Частка безпосереднього споживання ВДЕ**	0,2%	0,5%	0,3%	0,4%	0,5%	0,5%	0,6%	0,7%	0,8%
Умовна частка ВДЕ, яка береться до розгляду***	1,5%	2,0%	6,6%	8,7%	10,9%	13,5%	15,6%	16,7%	18,5%

* Статистичні дані

** Див. пояснення під табл. Д.6.1.4

*** Див. пояснення під табл. Д.6.1.4

Табл. Д.6.2.7 Кінцеве споживання енергоресурсів населенням, тис. т н.е.

	2012*	2015*	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Біопаливо та відходи	936	1097	430	319	225	137	39	0	0
Сонячна енергія	0	0	0	0	0	170	1091	2426	3713
Теплова енергія з ВДЕ	5	10	317	346	361	433	423	387	406
Електроенергія з ВДЕ	198	172	462	619	812	1032	1244	1465	1705
Вугілля	715	303	646	566	510	418	324	195	16
Електроенергія	3105	3012	2690	2349	2124	2124	2117	2119	2108
Газ	13760	9083	10419	9446	7823	7722	6794	5707	4934
Теплова енергія	4677	2864	3588	3146	2687	2056	1480	1224	960
Нафта та нафтопродукти	71	14	10	0	0	0	0	0	0
Всього	23467	16555	18563	16790	14542	14091	13513	13523	13842
Частка безпосереднього споживання ВДЕ**	4,0%	6,6%	2,3%	1,9%	1,5%	2,2%	8,4%	17,9%	26,8%
Умовна частка ВДЕ, яка береться до розгляду***	4,9%	7,7%	6,5%	7,6%	9,6%	12,6%	20,7%	31,6%	42,1%

* Статистичні дані

** Див. пояснення під табл. Д.6.1.4

*** Див. пояснення під табл. Д.6.1.4

Табл. Д.6.2.8 Кінцеве споживання енергоресурсів транспортом, тис. т н.е.

	2012*	2015*	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Біопаливо та відходи	0	34	239	491	447	422	612	756	1213
Електроенергія з ВДЕ	48	32	108	168	247	380	637	1031	1274
Вугілля	12	4	11	11	12	12	12	12	12
Електроенергія	750	553	630	636	645	783	1084	1492	1575
Газ	2050	1572	1574	1778	1820	1984	2015	1119	1414
Нафта та нафтопродукти	8588	6554	8295	8397	8947	9080	8301	7198	6343
Всього	11448	8749	10856	11481	12117	12661	12660	11608	11831
Частка безпосереднього споживання ВДЕ**	0,0%	0,4%	2,2%	4,3%	3,7%	3,3%	4,8%	6,5%	10,3%
Умовна частка ВДЕ, яка береться до розгляду***	0,4%	0,7%	3,2%	5,7%	5,7%	6,3%	9,9%	15,4%	21,0%

* Статистичні дані

** Див. пояснення під табл. Д.6.1.4

*** Див. пояснення під табл. Д.6.1.4

Табл. Д.6.2.9 Кінцеве споживання енергоресурсів сферою послуг, тис. т н.е.

	2012*	2015*	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Біопаливо та відходи	27	46	311	152	66	82	78	78	79
Сонячна енергія	0	0	0	0	0	109	400	988	1683
Теплова енергія з ВДЕ	2	5	191	233	298	425	483	422	387
Електроенергія з ВДЕ	119	101	264	375	527	654	769	885	991
Вугілля	161	67	164	110	67	100	70	72	74
Газ	463	195	556	503	445	432	527	656	716
Нафта та нафтопродукти	78	92	63	48	21	20	21	22	23
Теплова енергія	2326	1555	2163	2120	2217	2014	1689	1337	915
Електроенергія	1861	1777	1536	1423	1379	1346	1310	1281	1226
Всього	5037	3838	5248	4964	5020	5181	5347	5741	6093
Частка безпосереднього споживання ВДЕ**	0,5%	1,2%	5,9%	3,1%	1,3%	3,7%	8,9%	18,6%	28,9%
Умовна частка ВДЕ, яка береться до розгляду***	2,9%	4,0%	14,6%	15,3%	17,7%	24,5%	32,4%	41,3%	51,5%

* Статистичні дані

** Див. пояснення під табл. Д.6.1.4

*** Див. пояснення під табл. Д.6.1.4

Табл. Д.6.2.10 Кінцеве споживання енергоресурсів сільським господарством, тис. т н.е.

	2012*	2015*	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Біопаливо та відходи	20	19	19	21	23	248	529	861	2127
Теплова енергія з ВДЕ	0	1	23	31	40	63	85	95	137
Електроенергія з ВДЕ	20	16	42	66	95	119	140	160	196
Вугілля	14	9	12	13	15	13	11	9	1
Електроенергія	312	273	242	249	248	246	239	231	243

Продовження табл. Д.6.2.10

	2012*	2015*	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Газ	153	129	104	115	126	126	119	105	36
Теплова енергія	312	211	255	278	299	301	296	302	324
Нафта та нафтопродукти	1364	1302	1194	1345	1481	1412	1245	1027	62
Всього	2195	1960	1889	2117	2326	2528	2664	2791	3125
Частка безпосереднього споживання ВДЕ**	0,9%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	9,8%	19,9%	30,9%	68,0%
Умовна частка ВДЕ, яка береться до розгляду***	1,8%	1,8%	4,4%	5,5%	6,8%	17,0%	28,3%	40,0%	78,7%

* Статистичні дані

** Див. пояснення під табл. Д.6.1.4

*** Див. пояснення під табл. Д.6.1.4

Табл. Д.6.2.11 Виробництво електроенергії, млрд кВт·год

	2012*	2015*	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
АЕС (існуючі)	90	88	65	52	32	20	13	13	13
АЕС (нові)	0	0	0	7	14	14	20	20	20
ТЕС (існуючі)	79	58	42	19	2	0	0	0	0
ТЕС (існуючі модерн.)	0	0	0,9	5	9	26	27	27	27
ТЕС (нові вугільні)	0	0	18	29	39	39	39	39	39
ТЕС (нові газові)	0	0	5	7	9	7	7	7	7
ТЕЦ і блок-станції	18	8	26	28	31	32	34	36	33
ГЕС та ГАЕС (великі)	11	7	10	11	12	12	12	12	12
ГЕС (малі)	0,3	0,2	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
ВЕС (наземні)	0,3	1,1	9	15	22	27	32	37	42
СЕС (наземні)	0,3	0,5	3	5	7	9	12	14	16
СЕС (дахові)	0	0	0,3	3	5	12	20	28	35
Геотермальні ЕС	0	0	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3
Біо ТЕЦ/ТЕС	0	0,1	4	4	5	5	5	6	6
Всього	199	162	182	186	187	205	224	242	253
Частка ВДЕ	6,0%	5,4%	14,7%	20,9%	27,7%	32,7%	37,0%	40,9%	44,7%

* Статистичні дані

Табл. Д.6.2.12 Встановлена потужність електростанцій, ГВт

	2012*	2015*	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
АЕС (існуючі)	13,8	13,8	10	8	5	3	2	2	2
АЕС (нові)	0	0	0	1	2	2	3	3	3
ТЕС (існуючі)	25,4	25,5	25	24	22	18	12	7	1
ТЕС (існуючі модерн.)	0	0	0,2	1	2	6	7	7	6
ТЕС (нові вугільні)	0	0	4	7	9	9	9	9	9
ТЕС (нові газові)	0	0	1	2	2	2	2	2	2
ТЕЦ і блок-станції	8,0	7,7	11	12	12	12	12	11	11
ГЕС та ГАЕС (великі)	5,5	6,1	6	6	6	6	6	6	6
ГЕС (малі)	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
ВЕС (наземні)	0,2	0,5	3	5	7	8	10	11	13
СЕС (наземні)	0,3	0,8	3	5	7	9	11	13	15
СЕС (дахові)	0	0	0,3	3	5	12	19	27	33
Геотермальні ЕС	0	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Біо ТЕЦ/ТЕС	0,0	0,1	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6
Акумул. потужності	0	0	3	7	11	18	26	34	40
Всього	53,3	54,6	67	80	92	107	120	134	143
Частка ВДЕ	11,5%	13,9%	23,9%	32,7%	40,3%	51,5%	61,9%	69,8%	76,3%

* Статистичні дані

Табл. Д.6.2.13 Капітальні інвестиції в об'єкти електроенергетики, млн євро

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
АЕС (існуючі)*	0	234	234	0	934	0	0
АЕС (нові)	0	1625	4680	0	6500	0	0
ТЕС (існуючі)	0	0	0	0	0	0	0
ТЕС (існуючі модерн.)	184	964	1125	4325	388	0	214
ТЕС (нові вугільні)	6405	3735	3480	0	0	0	0
ТЕС (нові газові)	980	800	50	0	0	0	0
ТЕЦ і блок-станції	3502	1317	1140	1096	1345	807	598
ГЕС та ГАЕС (великі)	95	0	280	0	0	0	0
ГЕС (малі)	601	53	57	17	17	17	0
ВЕС (наземні)	3012	2165	2100	1885	3776	3254	3105
СЕС (наземні)	2257	1661	1587	1563	1394	1262	1933
СЕС (дахові)	334	1894	1814	4816	4832	4440	3338
Геотермальні ЕС	249	14	101	0	0	108	11
Біо ТЕЦ/ТЕС	2913	151	234	224	216	311	731
Акумул. потужності	1126	1030	724	971	1133	1085	814
Всього	21657	15642	17606	14897	20535	11283	10743
Частка ВДЕ	48,9%	44,5%	39,2%	63,6%	55,4%	92,8%	92,4%

* Інвестиції для продовження періоду експлуатації діючих блоків АЕС

Табл. Д.6.2.14 Загальне виробництво теплової енергії за типами палива, тис. т н.е.

	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Біомаса та відходи	14	37	986	1169	1387	1963	2294	2387	2644
«Чисте» утилізоване тепло (ЧУТ)*	0	1	2	4	7	15	142	196	208
Вугілля	620	705	3676	4511	4915	5250	5606	5740	5187
Електроенергія	19	75	0	0	0	0	0	0	0
Газ	12830	9869	7388	6045	5351	4059	2817	2343	1460
Нафтопродукти	6	6	6	4	3	1	0	0	0
Атомна енергія	163	160	119	114	105	78	90	91	91
Всього**	13652	10853	12176	11848	11768	11366	10949	10756	9589
Частка ВДЕ (в т.ч., ЧУТ)	0,1%	0,4%	8,1%	9,9%	11,8%	17,4%	22,2%	24,0%	29,7%

* Під «чистим» утилізованим теплом розуміється теплоенергія, яка отримана від котлів-утилізаторів, охолоджувальних установок, підігрівачів води тощо, що працюють на базі використання таких енергоресурсів: а) тепла, яке відходить від систем охолодження виробничих агрегатів (доменних і мартенівських печей, колчеданних печей, газогенераторів і нагрівальних печей і ін.); б) фізичного тепла продуктів виробництва, у тому числі від відбраного тепла на проміжних етапах технологічного процесу (тепла розпеченого коксу, нагрітого металу, продуктів нафтопереробки, хімічних продуктів); в) тепла відходящих гарячих газів промислових печей і котельних агрегатів, тепла відвальних шлаків тощо; г) тепла пари, відпрацьованої в теплових установках, – в пресах, в парових приводах насосів і компенсаторів тощо.

Табл. Д.6.2.15 Споживання енергоресурсів котельнями ЦТП та автовиробниками теплової енергії (котельні та когенераційні установки), тис. т н.е.

	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Біомаса	536	594	1120	1265	1398	1745	1907	1696	1671
Вугілля	1402	1278	4229	4930	5585	6475	7079	7576	7110
Електроенергія	63	147	7	1	0,2	0,04	0	0	0
Газ	10458	8206	4816	3481	2600	1285	538	305	133
Нафтопродукти	128	174	149	115	75	40	0	0	0
Всього	12587	10398	10320	9791	9658	9545	9524	9577	8914
Частка ВДЕ	4,3%	5,7%	10,9%	12,9%	14,5%	18,3%	20,0%	17,7%	18,7%

Табл. Д.6.2.16 Капітальні інвестиції у виробництво теплової енергії, млн євро

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Котельні ЦТП	459	163	100	229	4	62	0
Котельні установки	200	72	12	76	89	3	2
Теплоутилізаційні установки	0,004	190	209	168	176	155	157
Всього	659	425	321	473	269	220	159

Табл. Д.6.2.17 Викиди парникових газів*, млн т CO₂-екв.

	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Сільське господарство	6	6	6	9	13	16	18	19	16
Сектор послуг	8	8	11	10	10	10	10	11	11
Сектор вир-ва е/е та тепла	105	74	79	73	68	77	76	75	72
Промисловість	101	73	86	98	99	103	108	113	116
Населення	37	36	33	30	25	24	21	17	14
Сектор постачання	73	40	54	56	52	59	60	60	61
Транспорт	21	19	20	22	24	24	22	18	17
Всього	353	255	289	297	290	313	315	313	307
% від 1990 року	43,2%	31,2%	35,4%	36,4%	35,6%	38,4%	38,6%	38,4%	37,6%

* Викиди ПГ включають в себе викиди від секторів «Енергетика» та «Промислові процеси» в розумінні Міжнародної групи експертів з питань зміни клімату

Табл. Д.6.2.18 Енергоємність та вуглецеємність

Індикатори	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Первинна енергоємність, т н.е./\$1000 2010 ВВП (ПКС)	0,33	0,29	0,28	0,22	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11
Кінцева енергоємність, т н.е./\$1000 2010 ВВП (ПКС)	0,18	0,15	0,15	0,12	0,10	0,08	0,07	0,07	0,06
Вуглецеємність, т CO ₂ -екв./\$1000 2010 ВВП (ПКС)	0,95	0,82	0,80	0,64	0,51	0,45	0,39	0,35	0,31
Первинна енергоємність, т н.е./людину	2,69	2,09	2,32	2,35	2,29	2,42	2,52	2,61	2,71
Кінцева енергоємність, т н.е./людину	1,47	1,11	1,23	1,27	1,28	1,37	1,42	1,47	1,56
Вуглецеємність, т CO ₂ -екв./людину	7,76	5,97	6,51	6,80	6,79	7,50	7,72	7,85	7,89

Табл. Д.6.2.19 Витрати та інвестиції, млн євро*

	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Вартість палива	20405	13500	10334	9763	9569	9647	9180	8380	7296
Нові капітальні інвестиції в технології виробництва е/е та тепла	-	7	1856	3063	4317	5410	6300	6835	7087
Нові капітальні інвестиції в технології кінцевого енергоспоживання	-	3750	12411	22049	28282	31697	33290	34217	35318
Нові капітальні інвестиції в проміжні технології	-	21	445	982	1420	2004	2629	2966	3083
Витрати на транспортування, постачання та проміжні технології	1614	1307	1714	2336	2710	3436	4217	4639	4735
Експлуатаційні витрати (технології виробництва е/е та тепла)	1515	1592	2336	2996	3665	4071	4768	5371	5718
Експлуатаційні витрати (технології кінцевого енергоспоживання)	2880	3067	5429	9657	13803	17516	20304	22165	23633
Субсидії («зелений» тариф)	157	286	2113	3619	3673	0	0	0	0
Всього	26414	23254	36372	54219	67257	74882	80688	84573	86870

* Див. пояснення під табл. Д.6.1.19

Д.6.3 Революційний сценарій

Табл. Д.6.3.1 Загальне постачання первинної енергії, тис. т н.е.

	2012*	2015*	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Вугілля	42718	27344	35081	31508	27427	28773	26905	24156	3706
Газ	43018	26055	33355	28954	24394	21453	19196	15564	12261
Нафта та нафтопродукти	11609	10551	11293	9959	8440	6986	5222	2849	1224
Атомна енергія	23653	22985	16951	13738	8551	5339	21	0	0
Електроенергія	-987	-116	-47	-144	-97	-80	-57	-33	2
Гідроелектроенергія	901	464	905	989	1071	1071	1110	1111	1114
Вітрова енергія	25	94	772	3877	6836	8124	10058	11282	13996
Сонячна енергія	28	40	252	1099	1946	3268	4881	7332	11342
Біопаливо та відходи	1522	1465	5857	8226	10808	13863	17818	20832	29136
Всього	122487	89519**	104419	98203	89376	88801	85154	83093	72782
Частка ВДЕ (в т.ч. великі ГЕС та ГАЕС)	2,0%	2,3%	7,5%	14,4%	23,1%	29,6%	39,8%	48,8%	76,4%

* Статистичні дані

** Не враховано теплову енергію як первинну енергію

Табл. Д.6.3.2 Власний видобуток (виробництво) енергоресурсів, тис. т н.е.

	2012*	2015*	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Вугілля	40256	17423	27755	25543	24549	23629	18313	15514	2951
Газ	15403	14814	16247	16736	17219	18552	19196	15564	12261
Нафта	3414	2618	3232	3442	963	1087	890	615	375
Уранова руда**	7884	7662	10931	13738	8551	5339	21	0	0
Гідроелектроенергія	901	464	905	989	1071	1071	1110	1111	1114
Вітрова енергія	25	94	772	3877	6836	8124	10058	11282	13996
Сонячна енергія	28	40	252	1099	1946	3268	4881	7332	11342
Біопаливо та відходи	1565	2606	6247	8241	10650	13206	16321	18032	24734
Всього	69477	45721	66341	73664	71784	74274	70790	69450	66774
Частка в структурі ЗППЕ	56,7%	51,1%	63,5%	75,0%	80,3%	83,6%	83,1%	83,6%	91,7%

* Статистичні дані

** Див. пояснення під табл. Д.6.1.2

Табл. Д.6.3.3 Імпорт енергоресурсів, тис. т н.е.

	2012*	2015*	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Вугілля	9926	9940	8017	6488	3214	5380	8745	8734	754
Газ	26590	13288	17108	12218	7175	2902	0	0	0
Нафта та нафтопродукти	9995	8125	9250	7123	7640	6046	4433	2294	893
Уранова руда**	15769	15323	6021	0	0	0	0	0	0
Електроенергія	8	193	206	54	32	14	2	2	2
Біопаливо та відходи	1	30	0,3	0,4	0,2	0,2	0,1	0,03	0
Всього	62289	46899	40603	25883	18061	14342	13181	11030	1650
Частка в структурі ЗППЕ	50,9%	52,0%	38,9%	26,4%	20,2%	16,2%	15,5%	13,3%	2,3%

* Статистичні дані. Сума часток видобутку та імпорту енергоресурсів в структурі ЗППЕ більше 100%, оскільки експорт енергоресурсів в ЗППЕ рахується із знаком мінус.

** Див. пояснення під табл. Д.6.1.2

Табл. Д.6.3.4 Кінцеве споживання енергоресурсів (КСЕ), тис. т н.е.

	2012*	2015*	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Вугілля**	9212	5952	6270	6301	6032	5419	4006	2790	621
Газ	21698	13741	14417	12353	9167	7615	6748	4562	460
Нафта та нафтопродукти	11347	8776	10240	8988	7361	5874	4132	1706	3
Теплова енергія	11865	7526	10054	10173	10543	10340	9851	9583	9050
Електроенергія	11840	10233	11874	13631	14966	17420	20369	23832	27212
Біопаливо та відходи	1029	1282	1891	3318	4724	5696	6264	6220	7335
Сонячна енергія	0	0	0	0	163	657	1490	2790	4316
Всього	66991	47510	54746	54765	52957	53020	52860	51483	48998
Частка безпосереднього споживання ВДЕ***	1,5%	2,7%	3,5%	6,1%	9,2%	12,0%	14,7%	17,5%	23,8%
Умовна частка ВДЕ, яка береться до розгляду****	2,5%	4,0%	8,8%	19,0%	30,3%	40,1%	51,6%	64,1%	90,6%

* Статистичні дані

** Вугілля в цьому сценарії залишилося на рівні 1%, яке використовується в «умовних» промислових процесах, та дещо в сфері послуг, які за своєю профільністю не належать до промислових видів діяльності або сфери послуг. У такому випадку важко ідентифікувати, де саме споживається вугілля. Аналогічна ситуація і з газом. Теоретично ними можна знехтувати, а на практиці необхідно проводити більш детальні дослідження щодо заміщення викопних видів палива відновлюваними джерелами енергії, в першу чергу, в промисловості.

*** Див. пояснення під табл. Д.6.1.4

**** Див. пояснення під табл. Д.6.1.4

Табл. Д.6.3.5 Кінцеве споживання енергоресурсів за секторами, тис. т н.е.

	2012*	2015*	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Промисловість	24844	16408	18034	19415	19544	20077	20206	19720	18825
Населення	23467	16555	18568	16991	15170	14807	14403	14039	13723
Транспорт	11448	8749	10768	10756	10266	9918	9868	9032	7390
Сектор послуг	5037	3838	5236	5258	5415	5436	5433	5625	5883
Сільське господарство	2195	1960	2140	2346	2562	2782	2950	3068	3176
Всього	66991	47510	54746	54765	52957	53020	52860	51483	48998

* Статистичні дані

Табл. Д.6.3.6 Кінцеве споживання енергоресурсів промисловістю, тис. т н.е.

	2012*	2015*	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Біопаливо та відходи	46	86	88	170	278	478	680	889	1235
Теплова енергія з ВДЕ	5	10	344	611	812	1268	1693	1953	2335
Електроенергія з ВДЕ	325	232	952	2811	4554	5728	7401	9132	12946
Вугілля**	8310	5569	5444	5575	5439	4910	3739	2603	547
Електроенергія	5102	4065,265	4921	4484	3320	3374	3116	3038	983
Газ	5272	2762	2146	2059	1830	1552	1152	776	276
Теплова енергія	4538	2870	3084	2815	2538	2090	1516	1106	503
Нафта та нафтопродукти	1246	814	1055	891	774	676	909	223	
Всього	24844	16408	18034	19415	19544	20077	20206	19720	18825
Частка безпосереднього споживання ВДЕ***	0,2%	0,5%	0,5%	0,9%	1,4%	2,4%	3,4%	4,5%	6,6%
Умовна частка ВДЕ, яка береться до розгляду****	1,5%	2,0%	7,7%	18,5%	28,9%	37,2%	48,4%	60,7%	87,7%

* Статистичні дані

** Див. пояснення під табл. Д.6.3.4

*** Див. пояснення під табл. Д.6.1.4

**** Див. пояснення під табл. Д.6.1.4

Табл. Д.6.3.7 Кінцеве споживання енергоресурсів населенням, тис. т н.е.

	2012*	2015*	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Біопаливо та відходи	936	1097	430	319	225	137	39	0	0
Сонячна енергія	0	0	0	0	163	642	1372	2265	3304
Теплова енергія з ВДЕ	5	10	399	734	1110	1739	2377	2980	3873
Електроенергія з ВДЕ	198	172	512	1145	1782	2251	2990	3763	5309
Вугілля	715	303	638	578	510	395	176	109	0
Електроенергія	3105	3012	2645	1827	1299	1325	1259	1252	403
Газ	13760	9083	10351	9012	6609	5450	4061	1981	0
Теплова енергія	4677	2864	3572	3378	3471	2867	2129	1689	834
Нафта та нафтопродукти	71	14	22	0	0	0	0	0	0
Всього	23467	16555	18568	16991	15170	14807	14403	14039	13723
Частка безпосереднього споживання ВДЕ**	4,0%	6,6%	2,3%	1,9%	2,6%	5,3%	9,8%	16,1%	24,1%
Умовна частка ВДЕ, яка береться до розгляду***	4,9%	7,7%	7,2%	12,9%	21,6%	32,2%	47,1%	64,2%	91,0%

* Статистичні дані

** Див. пояснення під табл. Д.6.1.4

*** Див. пояснення під табл. Д.6.1.4

Табл. Д.6.3.8 Кінцеве споживання енергоресурсів транспортом, тис. т н.е.

	2012*	2015*	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Біопаливо та відходи	0	34	950	2207	3169	3521	3663	3306	3787
Електроенергія з ВДЕ	48	32	120	363	724	1098	1632	2251	3346
Вугілля	12	4	11	11	12	12	10	5	0
Електроенергія	750	553	620	580	528	647	687	749	254
Газ	2050	1572	1250	670	220	214	1191	1522	0,1
Нафта та нафтопродукти	8588	6554	7818	6924	5613	4426	2684	1199	3
Всього	11448	8749	10768	10756	10266	9918	9868	9032	7390
Частка безпосереднього споживання ВДЕ**	0,0%	0,4%	8,8%	20,5%	30,9%	35,5%	37,1%	36,6%	51,2%
Умовна частка ВДЕ, яка береться до розгляду***	0,4%	0,7%	9,9%	23,9%	37,9%	46,6%	53,7%	61,5%	96,5%

* Статистичні дані

** Див. пояснення під табл. Д.6.1.4

*** Див. пояснення під табл. Д.6.1.4

Табл. Д.6.3.9 Кінцеве споживання енергоресурсів сферою послуг, тис. т н.е.

	2012*	2015*	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Біопаливо та відходи	27	46	311	218	313	440	391	180	80
Сонячна енергія	0	0	0	0	0	14	118	525	1012
Теплова енергія з ВДЕ	2	5	236	411	545	747	901	897	850
Електроенергія з ВДЕ	119	101	293	806	1387	1642	2018	2410	3252
Вугілля	161	67	164	130	67	100	79	72	74

	2012*	2015*	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Газ	463	195	542	488	388	295	267	233	184
Нафта та нафтопродукти	78	92	60	28	0	0	2	0	0
Теплова енергія	2326	1555	2117	1892	1704	1231	807	508	183
Електроенергія	1861	1777	1513	1286	1011	967	849	802	247
Всього	5037	3838	5236	5258	5415	5436	5433	5625	5883
Частка безпосереднього споживання ВДЕ**	0,5%	1,2%	5,9%	4,1%	5,8%	8,4%	9,4%	12,5%	18,6%
Умовна частка ВДЕ, яка береться до розгляду***	2,9%	4,0%	16,0%	27,3%	41,5%	52,3%	63,1%	71,3%	88,3%

* Статистичні дані

** Див. пояснення під табл. Д.6.1.4

*** Див. пояснення під табл. Д.6.1.4

Табл. Д.6.3.10 Кінцеве споживання енергоресурсів сільським господарством, тис. т н.е.

	2012*	2015*	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Біопаливо та відходи	20	19	112	404	739	1119	1491	1845	2232
Сонячна енергія	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Теплова енергія з ВДЕ	0,3	1	30	59	88	150	226	288	388
Електроенергія з ВДЕ	20	16	49	127	208	245	293	327	439
Вугілля	14	9	13	7	4	2	1	1	0
Електроенергія	312	273	251	203	152	144	123	109	33
Газ	153	129	128	125	120	104	77	51	0
Теплова енергія	312	211	272	274	275	247	202	163	84
Нафта та нафтопродукти	1364	1302	1286	1146	974	771	536	285	0
Всього	2195	1960	2140	2346	2562	2782	2950	3068	3176
Частка безпосереднього споживання ВДЕ**	0,9%	1,0%	5,2%	17,2%	28,8%	40,2%	50,5%	60,1%	70,3%
Умовна частка ВДЕ, яка береться до розгляду***	1,8%	1,8%	8,9%	25,2%	40,4%	54,4%	68,1%	80,2%	96,3%

* Статистичні дані

** Див. пояснення під табл. Д.6.1.4

*** Див. пояснення під табл. Д.6.1.4

Табл. Д.6.3.11 Виробництво електроенергії, млрд кВт·год

	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
АЕС (існуючі)	90	88	65	52	32	20	0,1	0	0
АЕС (нові)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ТЕС (існуючі)	79	58	42	20	2	1	1	1	0
ТЕС (існуючі модерн.)	0	0	1	5	9	24	31	32	0
ТЕС (нові вугільні)	0	0	19	25	26	26	26	26	0
ТЕС (нові газові)	0	0	7	4	1	0	4	0	7
ТЕЦ і блок-станції	18	8	18	18	20	21	23	25	19
ГЕС та ГАЕС (великі)	11	7	10	11	12	12	12	12	12
ГЕС (малі)	0,3	0,2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6
ВЕС (наземні)	0,3	1,1	9	45	80	94	117	131	163
СЕС (наземні)	0,3	0,5	3	10	17	27	40	63	96
СЕС (дахові)	0	0	0,3	3	5	11	17	23	36
Геотермальні ЕС	0	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,126	1
Біо ТЕЦ/ТЕС	0	0,1	7	8	9	10	14	18	31
Всього	199	162	180	200	214	247	285	330	366
Частка ВДЕ	6,0%	5,4%	16,2%	38,5%	57,8%	62,9%	70,4%	75,0%	92,9%

* Статистичні дані

Табл. Д.6.3.12 Встановлена потужність електростанцій, ГВт

	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
АЕС (існуючі)	13,8	14	10	8	5	3	0,01	0	0
АЕС (нові)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ТЕС (існуючі)	25	25	25	24	22	18	12	7	1
ТЕС (існуючі модерн.)	0	0	0	1	2	6	7	7	7

Продовження табл. Д.6.3.12

	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
ТЕС (нові вугільні)	0	0	4	6	6	6	6	6	6
ТЕС (нові газові)	0	0	2	2	2	2	2	2	2
ТЕЦ і блок-станції	8	8	9	9	9	9	8	8	8
ГЕС та ГАЕС (великі)	5	6	6	6	6	6	6	6	6
ГЕС (малі)	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
ВЕС (наземні)	0,2	1	3	14	24	28	35	39	52
СЕС (наземні)	0,3	1	3	10	17	25	35	56	91
СЕС (дахові)	0	0	0,3	3	5	10	16	21	34
Геотермальні ЕС	0	0	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,2
Біо ТЕЦ/ТЕС	0,01	0,1	1,6	1,8	2,2	2,4	3,2	4,1	7,3
Акумул. потужності	0	0	2,7	14	25	37	52	73	114
Всього	53	55	66	98	125	151	183	229	327
Частка ВДЕ	11,5%	13,9%	25,0%	49,5%	63,2%	72,1%	81,1%	87,2%	93,0%

* Статистичні дані

Табл. Д.6.3.13 Капітальні інвестиції в об'єкти електроенергетики, млн євро

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
АЕС (існуючі)*	0	234	234	0	0	0	0
АЕС (нові)	0	0	0	0	0	0	0
ТЕС (існуючі)	0	0	0	0	0	0	0
ТЕС (існуючі модерн.)	184	964	1125	3678	1964	0	0
ТЕС (нові вугільні)	7070	1765	308	0	0	0	0
ТЕС (нові газові)	1280	0	0	0	0	0	800
ТЕЦ і блок-станції	840	665	488	524	1254	720	962
ГЕС та ГАЕС (великі)	95	0	0	0	280	0	0
ГЕС (малі)	587	42	18	0	35	0	34
ВЕС (наземні)	3012	12339	10715	4776	10010	14065	20504
СЕС (наземні)	2257	5859	5554	5852	7246	12132	19921
СЕС (дахові)	334	1894	1814	3749	3334	3023	7416
Геотермальні ЕС	62	14	0	0	12	48	443
Біо ТЕЦ/ТЕС	5015	686	999	734	2229	2319	8632
Акумул. потужності	1126	2952	2001	1542	1900	2963	4120
Всього	21862	27413	23254	20854	28265	35269	62832
Частка ВДЕ	57,1%	86,8%	90,7%	79,9%	88,6%	98,0%	97,2%

* Інвестиції для продовження періоду експлуатації діючих блоків АЕС

Табл. Д.6.3.14 Загальне виробництво теплової енергії за типами палива, тис. т н.е.

	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Біомаса та відходи	14	37	1165	1696	2285	3335	4933	6835	10192
«Чисте» утилізоване тепло (ЧУТ)*	0	1	2	285	470	898	1045	1210	1213
Вугілля	620	705	1722	1670	1613	1694	1742	1708	0
Електроенергія	19	75	23	37	52	111	183	235	234
Газ	12830	9869	8593	7314	6876	5130	3428	2615	2223
Нафтопродукти	6	6	6	4	2	2	1	0	0
Атомна енергія	163	160	119	97	71	44	0,2	0	0
Всього	13652	10853	11630	11103	11368	11214	11331	12604	13862
Частка ВДЕ (в т.ч., ЧУТ)	0,1%	0,4%	10,0%	17,8%	24,2%	37,8%	52,8%	63,8%	82,3%

* Див. пояснення під табл. Д.6.2.14

Табл. Д.6.3.15 Споживання енергоресурсів котельнями ЦТП та автовиробниками теплової енергії (котельні та когенераційні установки), тис. т н.е.

	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Біомаса	536	594	775	1242	1520	2345	3046	3183	3296
Вугілля	1402	1278	2284	1927	1881	2890	2939	2632	0

	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Електроенергія	63	147	35	56	79	155	250	312	311
Газ	10458	8206	6215	5107	4619	3071	1603	1120	1372
Нафтопродукти	128	174	142	105	98	59	34	13	0
Всього	12587	10398	9450	8436	8197	8520	7871	7260	4979
Частка ВДЕ	4,3%	5,7%	8,2%	14,7%	18,5%	27,5%	38,7%	43,8%	66,2%

Табл. Д.6.3.16 Капітальні інвестиції у виробництво теплової енергії, млн євро

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Котельні ЦТП	215	81	594	300	149	43	4
Котельні установки	257	230	53	200	108	44	217
Теплоутилізаційні установки	0	180	172	162	150	108	89
Всього	471	491	819	661	407	196	310

Табл. Д.6.3.17 Викиди парникових газів*, млн т CO₂-екв.

	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Сільське господарство	6	6	6	6	6	5	4	3	0,4
Сектор послуг	8	8	9	7	5	3	3	2	1
Сектор вир-ва е/е та тепла	105	74	81	70	58	68	74	71	14
Промисловість	101	73	86	82	79	76	66	56	45
Населення	37	36	33	28	21	17	12	6	0
Сектор постачання	73	40	51	46	43	44	40	37	23
Транспорт	21	19	18	17	15	12	9	5	1
Всього	353	255	284	257	227	225	207	181	85
% від 1990 року	43,2%	31,2%	34,8%	31,4%	27,8%	27,5%	25,4%	22,1%	10,4%

* Викиди ПГ включають в себе викиди від секторів «Енергетика» та «Промислові процеси» в розумінні Міжнародної групи експертів з питань зміни клімату

Табл. Д.6.3.18 Енергоємність та вуглецеємність

Індикатори	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Первинна енергоємність, т н.е./\$1000 2010 ВВП (ПКС)	0,33	0,29	0,29	0,21	0,16	0,13	0,11	0,09	0,07
Кінцева енергоємність, т н.е./\$1000 2010 ВВП (ПКС)	0,18	0,15	0,15	0,12	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05
Вуглецеємність, т CO ₂ -екв./\$1000 2010 ВВП (ПКС)	0,95	0,82	0,78	0,55	0,40	0,33	0,26	0,20	0,09
Первинна енергоємність, т н.е./людину	2,69	2,09	2,35	2,25	2,09	2,13	2,09	2,08	1,87
Кінцева енергоємність, т н.е./людину	1,47	1,11	1,23	1,25	1,24	1,27	1,30	1,29	1,26
Вуглецеємність, т CO ₂ -екв./людину	7,76	5,97	6,39	5,88	5,31	5,38	5,08	4,53	2,19

Табл. Д.6.3.19 Витрати та інвестиції, млн євро*

	2012	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Вартість палива	20405	13500	10866	9246	8322	7204	6150	4934	4123
Нові капітальні інвестиції в технології виробництва е/е та тепла	-	7	1957	4735	6990	8639	10395	11563	14801
Нові капітальні інвестиції в технології кінцевого енергоспоживання	-	3750	12408	23085	30593	35162	36707	37827	41277
Нові капітальні інвестиції в проміжні технології	-	21	460	1285	1729	2308	2807	3083	3345
Витрати на транспортування, постачання та проміжні технології	1614	1307	1743	2346	2758	3472	4184	4628	4798
Експлуатаційні витрати (технології виробництва е/е та тепла)	1515	1592	2260	3053	3698	4216	5049	5878	7081
Експлуатаційні витрати (технології кінцевого енергоспоживання)	2880	3067	5392	9686	14430	18559	21565	23892	26155
Субсидії («зелений» тариф)	157	286	2445	7621	8827	0	0	0	0
Всього	26414	23254	37265	60814	77164	81958	86856	91805	101579

* Див. пояснення під табл. Д.6.1.19

ДОДАТОК Д.7 Галузеві ефекти реалізації заходів енергетичної політики

Табл. Д.7.1 Галузеві ефекти реалізації заходів енергетичної політики в рамках Ліберального сценарію

Галузь/період	2018	2020	2025	2030	2040	2050
Сільське, лісове та рибне господарство	0,1	0,6	1,7	2,6	3,8	4,8
Добування вугілля, лігніту і торфу; добування уранової і торієвої руди	-1,7	-3,5	-7,9	-12,1	-19,9	-26,6
Добування вуглеводнів та пов'язані з ним послуги	-0,8	-1,2	-2,3	-3,6	-6,7	-9,8
Добування корисних копалин, крім паливно-енергетичних	0,6	1,5	3,3	4,7	6,7	8,1
Виробництво харчових продуктів, напоїв і тютюнових виробів	0,2	1,1	3,1	4,7	7,2	9,0
Текстильне виробництво, виробництво одягу, шкіри, виробів зі шкіри та інших матеріалів	-0,1	0,2	0,8	1,2	1,8	2,1
Виготовлення виробів з деревини, паперу та поліграфічна діяльність	0,0	0,5	1,6	2,4	3,9	6,4
Виробництво коксу та коксопродуктів	0,5	0,3	-0,1	-0,8	-2,2	-3,6
Виробництво продуктів нафтопереробки	-0,9	-1,6	-3,4	-5,2	-8,8	-12,1
Виробництво хімічних речовин і хімічної продукції	-0,3	0,8	3,0	4,8	7,8	10,3
Виробництво основних фармацевтичних продуктів і фармацевтичних препаратів	0,0	0,6	1,9	3,0	4,4	5,4
Виробництво гумових і пластмасових виробів та іншої неметалевої мінеральної продукції	0,7	1,4	2,9	4,0	5,4	5,9
Виробництво металів та готових металевих виробів, крім машин і устаткування	1,4	2,1	3,6	4,9	7,0	8,7
Виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції	0,5	0,1	-0,8	-1,7	-3,4	-4,8
Виробництво електричного устаткування	1,0	1,2	1,8	2,2	2,8	3,1
Виробництво машин і устаткування, не віднесених до інших угруповань	1,9	1,7	1,4	1,0	0,2	-0,4
Виробництво автотранспортних засобів, причепів і напівпричепів та інших транспортних засобів	0,7	0,4	-0,3	-1,0	-2,2	-3,2
Виробництво меблів, іншої продукції, ремонт і монтаж машин і устаткування	0,3	0,6	1,2	1,7	2,3	2,8
Виробництво та розподілення електроенергії	0,3	0,7	1,7	2,5	3,6	4,2
Виробництво та розподілення газу	-2,4	-4,3	-9,2	-13,8	-22,4	-30,0
Постачання пари та гарячої води	1,3	3,4	8,3	12,8	20,4	23,9
Водопостачання; каналізація, поводження з відходами	0,9	2,4	5,7	8,5	13,0	16,3
Будівництво	3,1	3,3	3,6	3,9	4,2	4,4
Оптова та роздрібна торгівля, ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів	0,2	0,6	1,6	2,4	3,4	4,1
Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність	0,2	0,4	0,7	1,0	1,2	1,1
Тимчасове розміщування й організація харчування	0,0	0,4	1,1	1,6	2,0	2,2
Видавнича діяльність, виробництво кіно- та відеофільмів, телевізійних програм, видання звукозаписів, діяльність у сфері радіо та телевізійного мовлення	-0,1	0,1	0,5	0,7	1,0	1,2
Телекомунікації (електрозв'язок)	0,0	0,5	1,4	2,1	3,1	3,6
Комп'ютерне програмування та надання інших інформаційних послуг	-0,1	-0,1	-0,3	-0,7	-1,5	-2,3
Фінансова та страхова діяльність	0,0	0,2	0,5	0,7	0,8	0,7
Операції з нерухомим майном	0,2	1,0	2,7	3,9	5,7	6,8
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	0,0	0,1	0,1	0,1	-0,1	-0,4
Наукові дослідження та розробки	0,8	1,0	1,5	1,8	2,4	2,9
Рекламна діяльність і дослідження кон'юнктури ринку, інша професійна, наукова та технічна діяльність; ветеринарна діяльність	-0,1	0,3	1,0	1,4	2,0	2,3
Діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування	0,2	0,6	1,5	2,1	3,1	3,7
Державне управління й оборона; обов'язкове соціальне страхування	0,2	1,3	3,8	5,8	9,1	11,5
Освіта	0,5	1,8	4,7	7,2	11,2	14,1
Охорона здоров'я та соціальна допомога	0,3	1,6	4,4	6,7	10,4	13,1
Мистецтво, спорт, розваги та відпочинок	0,1	0,8	2,5	3,8	5,8	7,2
Надання інших видів послуг	0,1	0,5	1,4	2,1	3,0	3,6

* Відхилення величини обсягів випуску від Базового (Консервативного) сценарію, %

Табл. Д.7.2 Галузеві ефекти реалізації заходів енергетичної політики в рамках Революційного сценарію

Галузь/період	2018	2020	2025	2030	2040	2050
Сільське, лісове та рибне господарство	0,2	0,9	2,3	3,5	5,1	6,4
Добування вугілля, лігніту і торфу; добування уранової і торієвої руд	-6,4	-8,8	-15,6	-22,8	-36,3	-47,4
Добування вуглеводнів та пов'язані з ним послуги	-1,1	-1,7	-3,7	-6,1	-11,3	-16,5
Добування корисних копалин, крім паливно-енергетичних	0,4	1,9	4,8	6,9	9,7	11,4
Виробництво харчових продуктів, напоїв і тютюнових виробів	-0,1	1,3	4,2	6,4	9,4	10,9
Текстильне виробництво, виробництво одягу, шкіри, виробів зі шкіри та інших матеріалів	0,1	0,4	0,9	1,2	1,7	2,1
Виготовлення виробів з деревини, паперу та поліграфічна діяльність	0,2	1,3	4,0	6,8	14,5	27,4
Виробництво коксу та коксопродуктів	-2,4	-4,1	-9,6	-16,0	-28,7	-40,0
Виробництво продуктів нафтопереробки	-2,5	-5,4	-12,1	-18,0	-27,8	-35,1
Виробництво хімічних речовин і хімічної продукції	-0,6	0,5	2,3	3,6	5,6	7,7
Виробництво основних фармацевтичних продуктів і фармацевтичних препаратів	-0,1	0,7	2,3	3,5	4,9	5,5
Виробництво гумових і пластмасових виробів та іншої неметалевої мінеральної продукції	0,2	2,6	6,3	7,9	6,7	-0,9
Виробництво металів та готових металевих виробів, крім машин і устаткування	1,7	6,0	14,5	20,9	29,9	35,3
Виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції	3,1	1,9	-0,8	-3,0	-6,0	-7,2
Виробництво електричного устаткування	2,5	3,1	3,9	4,4	4,7	4,8
Виробництво машин і устаткування, не віднесені до інших угруповань	5,2	5,1	4,1	3,0	1,4	0,7
Виробництво автотранспортних засобів, причепів і напівпричепів та інших транспортних засобів	2,9	2,4	0,9	-0,4	-2,4	-3,2
Виробництво меблів, іншої продукції, ремонт і монтаж машин і устаткування	0,3	0,8	1,7	2,1	2,4	2,2
Виробництво та розподілення електроенергії	-4,0	-0,1	7,8	13,3	20,7	25,5
Виробництво та розподілення газу	-4,6	-7,4	-14,7	-21,8	-34,8	-45,9
Постачання пари та гарячої води	0,1	2,8	8,6	13,6	21,1	22,7
Водопостачання; каналізація, поводження з відходами	-0,2	2,4	7,7	11,7	17,4	20,6
Будівництво	9,2	9,6	10,0	10,1	10,3	10,3
Оптова та роздрібна торгівля, ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів	0,2	1,0	2,5	3,5	4,7	5,3
Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність	0,8	1,7	3,4	4,5	5,5	5,3
Тимчасове розміщування й організація харчування	-0,2	0,0	0,1	0,1	-0,3	-0,6
Видавнича діяльність, виробництво кіно- та відеофільмів, телевізійних програм, видання звукозаписів, діяльність у сфері радіо та телевізійного мовлення	-0,1	0,0	-0,1	-0,3	-0,7	-0,9
Телекомунікації (електрозв'язок)	-0,3	0,3	1,5	2,3	3,3	3,8
Комп'ютерне програмування та надання інших інформаційних послуг	0,3	-0,1	-1,1	-2,1	-3,6	-4,5
Фінансова та страхова діяльність	0,1	0,3	0,7	0,8	0,8	0,8
Операції з нерухомим майном	-0,2	1,1	3,5	5,2	7,3	8,3
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	0,3	0,4	0,2	0,0	-0,6	-1,1
Наукові дослідження та розробки	2,4	2,6	2,8	3,1	3,7	4,2
Рекламна діяльність і дослідження кон'юнктури ринку, інша професійна, наукова та технічна діяльність; ветеринарна діяльність	-0,2	0,2	1,0	1,4	1,8	1,9
Діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування	0,3	1,0	2,3	3,1	4,1	4,5
Державне управління й оборона; обов'язкове соціальне страхування	-0,7	1,1	4,9	7,9	12,0	14,1
Освіта	-0,3	1,7	6,0	9,5	14,3	16,9
Охорона здоров'я та соціальна допомога	-0,5	1,6	5,9	9,3	14,0	16,4
Мистецтво, спорт, розваги та відпочинок	-0,5	0,6	2,9	4,6	6,9	8,1
Надання інших видів послуг	0,0	0,6	1,8	2,6	3,6	4,2

* Відхилення величини обсягів випуску від Базового (Консервативного) сценарію, %

ДОДАТОК Д.8

Табл. Д.8.1 Вплив реалізації заходів енергетичної політики на галузевий перерозподіл робочої сили

Галузь/період	2015	Ліберальний		Революційний	
		2030	2050	2030	2050
Сільське, лісове та рибне господарство	2871	-6	-7	-14	-13
Добування вугілля, лігніту і торфу; добування уранової і торієвої руд	124	-34	-55	-57	-89
Добування вуглеводнів та пов'язані з ним послуги	59	-12	-20	-19	-31
Добування корисних копалин, крім паливно-енергетичних	69	2	2	4	6
Виробництво харчових продуктів, напоїв і тютюнових виробів	365	6	11	4	7
Текстильне виробництво, виробництво одягу, шкіри, виробів зі шкіри та інших матеріалів	95	-2	-3	-4	-5
Виготовлення виробів з деревини, паперу та поліграфічна діяльність	83	-2	-1	2	23
Виробництво коксу та коксопродуктів	25	-2	-3	-9	-15
Виробництво продуктів нафтопереробки	23	-3	-5	-8	-12
Виробництво хімічних речовин і хімічної продукції	84	0	1	-2	-2
Виробництво основних фармацевтичних продуктів і фармацевтичних препаратів	17	0	0	-1	-1
Виробництво гумових і пластмасових виробів та іншої неметалевої мінеральної продукції	158	0	-2	0	-11
Виробництво металів та готових металевих виробів, крім машин і устаткування	346	1	1	36	48
Виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції	50	-1	-2	-2	-2
Виробництво електричного устаткування	61	-1	-3	-2	-4
Виробництво машин і устаткування, не віднесених до інших угруповань	182	-4	-8	-5	-10
Виробництво автотранспортних засобів, причепів і напівпричепів та інших транспортних засобів	151	-7	-11	-10	-15
Виробництво меблів, іншої продукції, ремонт і монтаж машин і устаткування	147	-2	-3	-4	-6
Виробництво та розподілення електроенергії	319	-22	-35	-10	7
Виробництво та розподілення газу	44	-11	-18	-17	-26
Постачання пари та гарячої води	26	-2	-4	-1	-2
Водопостачання; каналізація, поводження з відходами	144	4	6	6	8
Будівництво	642	-1	-7	10	1
Оптова та роздрібна торгівля, ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів	3511	-21	-34	-47	-70
Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність	998	-40	-66	-34	-65
Тимчасове розміщування й організація харчування	277	-4	-7	-12	-16
Видавнича діяльність, виробництво кіно- та відеофільмів, телевізійних програм, видання звукозаписів, діяльність у сфері радіо та телевізійного мовлення	53	-1	-2	-3	-4
Телекомунікації (електрозв'язок)	111	0	1	-2	-1
Комп'ютерне програмування та надання інших інформаційних послуг	110	-7	-12	-14	-19
Фінансова та страхова діяльність	244	-8	-13	-13	-19
Операції з нерухомим майном	268	5	9	6	9
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	218	-6	-10	-10	-15
Наукові дослідження та розробки	146	0	0	1	0
Рекламна діяльність і дослідження кон'юнктури ринку, інша професійна, наукова та технічна діяльність; ветеринарна діяльність	59	-1	-1	-2	-3
Діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування	299	-2	-3	-3	-5
Державне управління й оборона; обов'язкове соціальне страхування	975	63	106	82	123
Освіта	1497	77	127	100	150
Охорона здоров'я та соціальна допомога	1041	40	67	54	80
Мистецтво, спорт, розваги та відпочинок	208	6	10	5	8
Надання інших видів послуг	345	-2	-3	-5	-6

* Відхилення величини кількості зайнятого населення від Базового (Консервативного) сценарію, тис. осіб; у 2015 році – фактична кількість зайнятих

Підписано до друку 09.10.2017 р.
Папір крейдований arctic volume white.
Формат 60x84/8. Тираж 500 прим.
Друк офсетний. Гарнітура Calibri light.
Ум.друк.арк. 10,23.

Видавництво ТОВ «АРТ КНИГА»
03067, м. Київ, вул. Виборзька, 84. Тел. +38 (097) 000 43 35

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавця,
виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції
серія ДК№4727 від 30.05.2014р.

Віддруковано в типографії
Видавничий будинок «АВАНПОСТ-ПРИМ»
Київ, вул Сурікова 3, корпус 3
Тел.:+ 38 (044) 251 27 68



HEINRICH
BÖLL
STIFTUNG
KJTB



Дослідження «Перехід України на відновлювану енергетику до 2050 року» виконано у 2016-2017 роках Державною установою «Інститут економіки та прогнозування Національної академії наук України» за підтримки Представництва Фонду ім. Гайнріха Бьоля в Україні у співпраці з організаціями громадянського суспільства, органами державної влади, профільними асоціаціями та незалежними експертами. В роботі представлено результати моделювання базового та альтернативних сценаріїв розвитку енергетичного сектору України до 2050 р., а також продемонстровано, яким чином може бути досягнутий перехід від викопних видів палива до відновлюваних джерел енергії, та які економічні наслідки це матиме.