ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ «ЗЕЛЕНОЇ» ЕКОНОМІКИ В УКРАЇНІ:

можливості для «озеленення» енергетичного сектору

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

EaPGREEN
Partnership for Environment and Growth

This project is funded by the EU

OECD
BETTER POLICIES FOR BETTER LIVES

UNECE

UN environment

UNIDO

Женева-Київ

2018

ПЕРЕДМОВА

Аналітичний огляд «Перспективи розвитку «зеленої» економіки в Україні: можливості для «озеленення» енергетичного сектору» було підготовлено в 2014 - 2016 роках. Аналіз моделювання розроблений з використанням даних та інформації про енергетичний сектор, документів національної політики (включаючи стратегії, плани дій тощо), доступних для цього періоду. Різні цілі, проаналізовані в модельному дослідженні, були взяті з Енергетичної стратегії України до 2030 року.

З моменту підготовки аналізу моделювання ситуація в енергетичному секторі України суттєво змінилася. Одна з важливих змін відбулася в рамковій концепції сектора: Україна прийняла нову Енергетичну стратегію до 2035 року. Відбуваються також і інші політичні, інституційні та адміністративні зміни. Ці оновлення політики та адміністративний прогрес узагальнені та представлені на сторінці 4 цього документу - «Оновлення з 2016 року».

ПОДЯКИ

Аналітичний огляд «Перспективи розвитку «зеленої» економіки в Україні: можливості для «озеленення» енергетичного сектору» підготовлений в рамках програми «Озеленення економіки в країнах Східного партнертсва» (EaP GREEN) під керівництвом Програми ООН з навколишнього середовища.

Координаційна група Програми ООН з навколишнього середовища складалася з Рі Цуцумі, Ніни Шнайдер, Олексія Лещинського, Беатріс Булви та Лесі Ніколаєвої.

Андреа М. Бассі, незалежний експерт, провів аналіз сценаріїв та підготував проект звіту. Філіп Гасс, Міжнародний інститут сталого розвитку, долучився до підготовки звіту.

Програма ООН з навколишнього середовища висловлює подяку Людмилі Мусіній, національному координатору проекту EaP GREEN в Міністерстві економічного розвитку та торгівлі України та Наталії Трофименко, національному координатору проекту EaP GREEN в Міністерстві екології та природних ресурсів.

Програма ООН з навколишнього середовища також висловлює подяку експертам у країні, які надали дані, інформацію та коментарі, а також учасникам національних круглих столів з обговорення основних висновків і рекомендацій огляду та результатів моделювання, які були організовані в Києві, Україна. Круглі столи відбулися 26 вересня 2013 року, 10-11 квітня 2014 року, 29 грудня 2014 року, 8 квітня 2015 року та 9 грудня 2016 року.

Редактор англійського тескту: Джефф Хьюз, Мережа з навколишнього середовища Zoї.
Редактори українського тексту: Надія Шевченко, Тамара Малькова, Інформаційний центр «Зелене досьє».

Фото: Rob Weryk, https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/

Авторське право © Програма ООН з навколишнього середовища, 2018 р.

ЗАУВАЖЕННЯ

Використані позначення та наведені відомості в цій публікації не є вираженням будь-якої думки з боку Програми Організації Об'єднаних Націй з навколишнього середовища щодо правового статусу будь-якої країни чи будь-яких територій, міст чи районів або їхніх органів, чи щодо делімітації їх кордонів. Крім того, виражена точка зору не обов'язково являє собою рішення заявленої політики Програми Організації Об'єднаних Націй з навколишнього середовища, а також посилання на торговельні назви чи комерційні процеси не означає схвалення їхньої діяльності.

Зміст цього документу є виключно відповідальністю авторів та жодним чином не відображує офіційні погляди Європейського Союзу чи будь-якої із організацій-виконавців.

РЕЗЮМЕ

Енергетичний сектор України перебуває під низкою конкуруючих впливів, як позитивних, так і негативних. З одного боку, на розвиток сектору негативно вплинула нестабільність енергопостачання, збереження цін на енергоносії нижче ринкової та нестабільність у східному регіоні країни. З іншого боку, сектор стимулюють такі позитивні впливи, як довгострокова урядова стратегія розвитку сектору, активне залучення технічно сильного сектору неурядових організацій та посилення співпраці з ЄС та міжнародними фінансовими структурами.

Незважаючи на виклики, пов'язані як зі структурою галузі, так і з нестабільністю останніх років, існує ряд можливостей для озеленення енергетичного сектору України. Наприклад, реформи субсидій та цін на енергоносії можуть стимулювати ефективність, а також розвиток поновлюваних джерел енергії. Аналогічним чином, нормативно - правові реформи можуть сприяти впровадженню заходів з енергоефективності, освіта та зміцнення потенціалу допоможуть підвищити рівень поінформованості громадськості та стимулювати зміни в попиті, а доступ до державних і приватних каналів фінансування сприятиме зростанню відновлюваних джерел енергії. Ці заходи можуть допомогти заповнити прогалини в енергетичному попиті, підвищити енергетичну безпеку, сприятимуть досягненню цілей скорочення викидів парникових газів та розвитку відновлюваних джерел України, як передбачається Планом національно визначених внесків України (INDC).

В подальшому Україна повинна переконатися, що її політика та плани відображують динаміку змін у країні, зміцнюють зв'язки з регіональними ініціативами та партнерами, які можуть підтримувати енергоефективність та відновлювану енергетику, а також забезпечити трудові ресурси, здатні сприяти зеленому переходу.

РОЛЬ ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕКТОРУ В СПРИЯННІ ПЕРЕХОДУ ДО «ЗЕЛЕНОЇ» ЕКОНОМІКИ

ОНОВЛЕННЯ З 2016 РОКУ

Аналітичний огляд можливостей для «озеленення» енергетичного сектору України був підготовлений протягом 2014-2016 років і базувався на національних статистичних даних на період до 2015 року. Аналіз, моделювання, його основні висновки та рекомендації були підготовлені з урахуванням національних цілей та планів, встановлених в Енергетичній стратегії України до 2030 року.

З моменту підготовки початкового документу та аналізу моделювання ситуація в Україні різко змінилася. Триваючий конфлікт у районі Донбасу, який розпочався у 2014 році, вплинув на всю енергетичну систему, інфраструктуру та політику в Україні. Постачання видобутого в Україні вугілля скорочується, вугілля імпортується з-за кордону. Національні енергетичні компанії шукають альтернативи вугіллю для виробництва енергії. Уряд розробляє політику щодо енергетичної незалежності, включаючи збільшення власного виробництва природного газу та диверсифікацію власних енергетичних ресурсів.

Відбулося також багато позитивних змін. Україна прийняла нову Енергетичну стратегію до 2035 року - набагато амбіційнішу, ніж попередня. Енергетичний сектор, разом з іншими секторами, реформувався: в період з 2014 до 2016 року ціни на газ для населення були збільшені в три етапи з метою зменшення споживання енергії та просування практик енергоефективності. Пріоритетними темами модернізації енергетичного сектору стали розвиток відновлюваної енергетики, енергоефективність та енергозбереження. Ведеться експертна дискусія щодо створення нового ринку електроенергії. Прийняті нові політичні документи щодо низьковуглецевого шляху розвитку та зменшення викидів парникових газів.

У 2017 році Україна приєдналася до Міжнародного агентства з відновлюваних джерел енергії (IRENA), що надає доступ до нових фондів Фонду розвитку Абу-Дабі та бази даних IRENA, можливості для вдосконалення законодавства та нових інвестицій, а також є платформою для співпраці з країнами-лідерами у галузі відновлюваної енергетики.

Відповідно до Національного плану дій з енергоефективності запрацював модуль енергосервісних послуг (ЕСКО) для придбання енергії для громадських будівель. Наприкінці 2017 року близько 180 тендерів на проведення громадських будівель в 19 містах України були оголошені через Інтернет-систему державних закупівель, де був застосований основний критерій енергоефективності кінцевого продукту. Україна очікує в 2018 році оприлюднення ще 250 публічних тендерів. Підтримано ініціативи з енергетичного менеджменту та моніторингу громадських будівель у 93 містах та дев'яти областях, прийнято чотири технічні регламенти з енергетичного маркування.

Стратегія буде реалізовуватися в три основні етапи:

- Реформа енергетичного сектору до 2020 року: головними пріоритетами є реформа національних енергетичних компаній, збільшення видобутку природного газу, створення вугільного ринку, зменшення енергоємності ВВП, дотримання високих екологічних стандартів виробництва, транспортування та споживання енергії, збільшення частки відновлюваних джерел енергії на 11%, реалізація Національного плану скорочення викидів парникових газів від великих установок зі спалювання та інтеграція України до Європейських мереж операторів системи передач для поставок електроенергії та газу (ENTSO-G та ENTSO-E).
- Оптимізація та інноваційний розвиток енергетичної інфраструктури до 2025 року: основними пріоритетами є збільшення видобутку вітчизняного природного газу до рівня, який повністю покриває потреби, розробка інтелектуальних мереж, створення локальних систем енергопостачання, організація та вдосконалення системи обліку та самоврядування споживчого попиту на енергоносії, розвиток інфраструктури електротранспорту та реалізація інвестиційних проектів.
- Сталий розвиток енергетичного сектору до 2035 року: основними пріоритетами є збільшення видобутку природного газу, у тому числі сланцевого, зменшення викидів парникових газів, збільшення долі енергії від відновлюваних джерел до 25 відсотків, застосування технології «пасивного будинку».

Державна програма «теплих» кредитів спрямована на підтримку модернізації енергетичних пристроїв та сприяння енергоефективності й енергозбереженню. Система субсидій для людей з низьким і недостатнім доходом дозволяє населенню платити за енергію.

Енергетична стратегія України передбачає, що до 2035 року частка викопних енергоресурсів становитиме 75%, а частка відновлюваних ресурсів буде значно збільшена і досягне 25% енергозабезпечення (до 2035 року енергія від біомаси може становити 11,5%) (Див. Таблицю 1).

Таблиця 1. Структура загального обсягу постачання первинної енергії в Україні, %.

Джерело постачання первинної енергії	2015	2020*	2025*	2030*	2035*
Вугілля	30,4	22,0	16,1	14,3	12,5
Природний газ	28,9	29,3	31	30,8	30,2
Нафтопродукти	11,6	11,5	9,2	8,2	7,3
Ядерна енергія	25,5	29,3	32,2	29,7	25,0
Біомаса, біопаливо та енергія з відходів	2,3	4,9	6,9	8,8	11,5
Вітрова та сонячна	0,1	1,2	2,4	5,5	10,4
Гідроенергія	0,5	1,2	1,1	1,1	1,0
Теплоенергія	0,6	0,6	1,1	1,6	2,1
Загальний обсяг постачання первинної енергії	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**
Викопні ресурси	96	92	88	83	75
Відновлювані ресурси	4	8	12	17	25

** прогноз*
Джерело: Енергетична стратегія України до 2035 року (2018 рік).

Новий ринок електроенергії

У червні 2017 року набув чинності новий закон про ринок електроенергії. Закон застосовує новий підхід до генерації та розподілу електроенергії, впроваджує нових учасників ринку та нову процедуру встановлення тарифів. Новий закон про ринок електроенергії передбачає запровадження нової структури ринку електроенергії, реконструйованої таким чином, щоб розчинити старі монополії. Впроваджена законом модель зосереджена на вільному формуванні ринкових цін і включає п'ять нових сегментів: ринок двосторонніх контрактів щодо продажу з учасниками ринку (комерційні споживачі), ринок «на добу наперед», внутрішньодобовий ринок, балансуючий ринок і ринок допоміжних послуг.

Національний план скорочення викидів від великих спалювальних установок до 2033 року

Метою плану є скорочення викидів (діоксиду вуглецю, оксидів азоту та зважених твердих частинок) з існуючих великих спалювальних установок з тепловою потужністю 50 МВт і більше. У плані наведено перелік спалювальних установок, які будуть закриті до 2023 року, а також визначені заходи щодо покращення природного поглинання забруднюючих речовин. Цей національний план є надійним базовим документом для міжнародних фінансових установ та потенційних інвесторів в енергетичному секторі України.

Проект стратегії низьковуглецевого розвитку

Проект стратегії був представлений для виконання зобов'язань України про скорочення викидів парникових газів на 60% у порівнянні з рівнем 1990 року, згідно з Паризькою кліматичною угодою. Він має забезпечити перехід до енергетичної системи, яка використовує низьковуглецеві джерела енергії, підтримує розвиток чистих джерел електроенергії та тепла, сприяє енергоефективності та енергозбереженню у всіх секторах економіки та в житлово-комунальній інфраструктурі, заохочує використання альтернативних видів пального для транспорту та використання екологічно чистих видів транспорту, збільшує поглинання парникових газів шляхом застосування найкращих практик адаптації до зміни клімату у сільському господарстві та лісовому господарстві, сприяє скороченню викидів парникових газів. Крім того, Кабінет Міністрів України 7 грудня 2016 року затвердив концепцію реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2030 року.

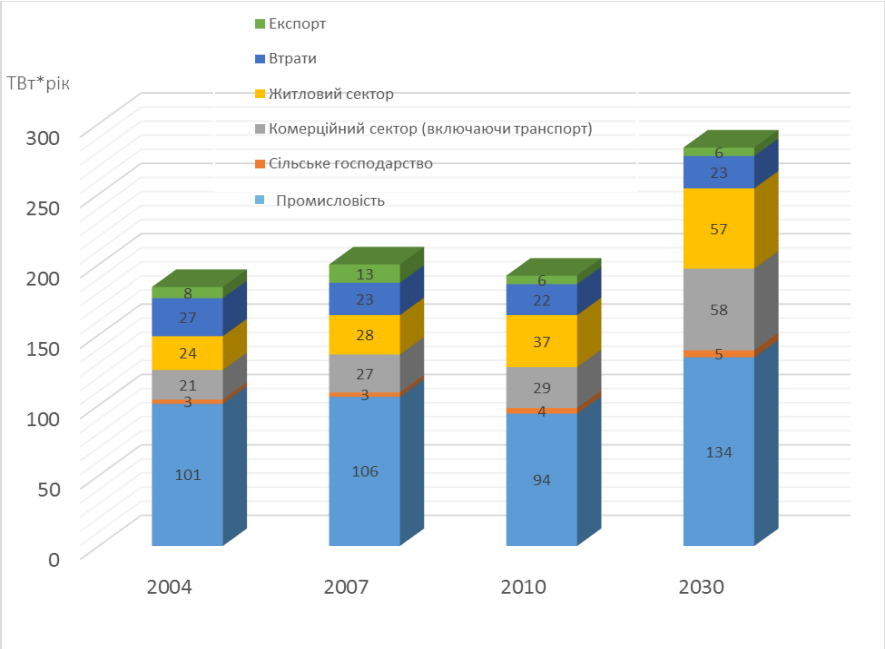
ОГЛЯД ГАЛУЗІ [1]

Після різкого зниження на 47% у 1990-ті роки загальний обсяг первинного енергопостачання в Україні був відносно стабільним протягом 2000-х років. За даними Державної служби статистики України у 2014 році загальний обсяг постачання первинної енергії в країні склав 105 683 000 тонн нафтового еквівалента, тоді як загальне споживання енергії дорівнювало 61 400 000 тонн нафтового еквівалента. Структура первинного енергоспоживання вказує на високий рівень викидів сектору, в якому викопне паливо (вугілля, нафта й газ) становить приблизно 75%, ядерна енергія — 21%, відновлювані джерела енергії (гідроенергія, вітер та сонячна енергія) менше 1%. Країна залежить від значного обсягу імпорту нафти та газу (IEA, 2012). Перед конфліктом на сході України у 2014 році більша частина вугілля, що використовується для виробництва енергії в Україні, вироблялася на внутрішньому ринку. У 2014 році Україна займала шістнадцяте місце у світовому виробництві вугілля (British Petroleum, 2012). Використання на душу населення у 2014 році складало приблизно 2 334 кг нафтового еквівалента, тоді як викиди парникових газів на душу населення - 6,26 метричних тонн (Світовий банк, 2016) в Європі (Партнерство з енергоефективності та довкілля Східної Європи (E5P). Нині викиди парникових газів значно нижчі за історичні максимуми, вони зменшились з приблизно 953,1 млн. метричних тонн еквіваленту двоокису вуглецю (MtCO2e) у 1990 році до 404,9 у 2012 році (Уряд України, 2015). Існують також свідчення триваючого скорочення викидів внаслідок економічної кризи та інфраструктурних збитків, спричинених поточним конфліктом на сході країни. Слід зазначити, що попри це зменшення енергетичний сектор України залишається очевидним чинником викидів, оскільки він дуже залежить від викопного палива.

Загальна енергоефективність є низькою, нижчою, ніж у багатьох країнах ЄС. Звіт Міжнародного енергетичного агентства (International Energy Agency (IEA)) від 2012 року відзначає значний невикористаний потенціал модернізації українського енергетичного сектору та відновлюваних джерел енергії. Однак сьогодні сектор здебільшого сфокусований на використанні викопного палива, зокрема природного газу та вугілля.

Відповідно до Енергетичної стратегії України до 2030 року очікується, що в 2030 році попит на електроенергію збільшиться майже на 50 відсотків, головним чином через збільшення попиту на електроенергію у виробництві, торгівлі та житловому секторі (мал. 1). Так само український уряд визнає, що буде необхідна значна реконструкція виробничих потужностей, газопроводів, нафтопроводів країни та іншої інфраструктури (Уряд України, 2015). Це вимагатиме значних капіталовкладень і може мати серйозний вплив на майбутній попит на енергію. У поєднанні з проблемами ефективності та поточною політичною нестабільністю це призведе до неминучого розриву попиту на енергію, що потребує вирішення.

Малюнок 1: Попит на електроенергію



Джерело: Енергетична стратегія України на період до 2030 року.

[1] Дивіться також інформацію в текстовому блоці «Оновлення з 2016 року» (стор.4).

ПОЛІТИЧНИЙ ЛАНДШАФТ [2]

Законодавство та політика, що визначають розвиток енергетичного сектору України, включають Національний план дій щодо енергоефективності, Енергетичну стратегію України до 2030 року, Національний план дій щодо відновлюваної енергетики та запланований національно визначений внесок (INDC), поданий Україною у 2015 році. Додаткове допоміжне законодавство включає Економічну програму розвитку промисловості, Транспортну стратегію України, Стратегію розвитку сільського господарства, Стратегію низьковуглецевого розвитку та інші документи.

Національний план дій з енергоефективності

Національний план дій України щодо енергоефективності на період до 2020 року встановлює проміжну ціль скоротити споживання енергії на 5 відсотків до 2017 року (SAEE, 2015). Беручи до уваги залежність енергосектору від викопного палива, можна сказати, що цей план дій може значно допомогти країні у скороченні викидів. Деякі конкретні дії, зазначені в плані:

- заохочення інвестицій у теплову модернізацію житлових будинків (до 25% буде модернізовано/ утеплено до 2020 року), у будівництво будинків з близьким до нульового споживанням енергії (ціль - 3% від новозбудованих будинків на рік), а також заходи з підвищення енергоефективності у промисловості;
- покращення стандартів та технологій пального до європейського рівня;
- впровадження сертифікації та маркування для підвищення енергоефективності та встановлення мінімальних вимог до енергоефективності для будівель та побутових приладів;
- перегляд будівельних норм та стандартів, а також впровадження енергетичних аудитів та систем енергоменеджменту в будівлях;
- забезпечення лічильниками 100% використання газу, тепла та води, впровадження платіжної системи для споживаної енергії, надання аналітичної інформації про динаміку споживання енергії та інших комунальних послуг;
- забезпечення вимірювання лічильниками використання 100 відсотків газу, тепла та води, введення системи надання рахунків за спожиту електроенергію, а також надання аналітичної інформації про динаміку споживання енергії та інших комунальних послуг.

Українська енергетична стратегія до 2030 року

Енергоефективність також є визначальною проблемою в Енергетичній стратегії України до 2030 року, яка містить ціль скорочення енергоємності на 50% (UNDP, n.d.). Прогноз для стратегії до 2030 року включає приблизний річний рівень споживання електроенергії у 282 ТВт. Без виконання заходів, зазначених у стратегії та спеціально включених до плану заходів щодо підвищення енергоефективності (див. вище), споживання енергії зросте до 331 ТВт на рік. Для досягнення цілі обмеження споживання у 282 ТВт на рік сектори комерційного будівництва та транспорту повинні збільшити енергозбереження на 30% , а втрати під час розподілу та передачі зменшити на 57%. Енергетична стратегія України до 2030 року також визначає ціль скорочення споживання природного газу. Досягнення мети споживання 49 млрд. кубометрів газу у 2030 році вимагає значного скорочення обсягів споживання: промисловістю на 53%, житловим сектором на 33%, виробництвом теплової та електричної енергії на 27%.

Стратегія до 2030 року також вказує на значний потенціал для подальшого розширення використання відновлюваних джерел енергії в країні та визначає потужність малих гідроенергетичних, сонячних та вітрових електростанцій, що досягають приблизно 3-4 ГВт кожні.

[2] Дивіться також інформацію в текстовому блоці «Оновлення з 2016 року» (стор.4) .

Національний план дій щодо відновлюваної енергетики

Національний план дій щодо відновлюваної енергетики пов'язаний з Енергетичною стратегією до 2030 року (див. вище); в ньому зазначається, що енергоінтенсивність України перевищує середні показники країн, що розвиваються, у три-чотири рази. Розвиток відновлюваних джерел енергії є ключовим пріоритетом у зниженні енергетичної інтенсивності країни та його залежності від імпортованого викопного палива.

На початку 2014 року сумарна потужність відновлюваної енергетики України склала 1419 МВт: приблизно 35% – вітроенергетика, 58% – сонячна, з малих гідроенергетичних потужностей – 5%, з біомаси та біогазу – 2% (Уряд України, 2014).

План встановлює цілі щодо потенціалу для окремих відновлюваних джерел енергії до 2020 року та передбачає, що загальна потужність поновлюваних джерел енергії у 2030 році досягне 12,6% (за винятком великих гідроенергетичних потужностей). Цілі- 2020 для розширення гідроенергетики включають мікро (55 МВт), малі (95 МВт) та великі (5200 МВт) установки. Згідно прогнозів, потужності сонячної енергетики будуть збільшені до 2300 МВт, вітрової до 2280 МВт та біоенергетичні до 950 МВт. Геотермальна енергія також включена до національного плану і має збільшитися до 20 МВт до 2020 року (Уряд України, 2014).

Політика енергетичної незалежності

Політика енергетичної незалежності України закликає до диверсифікації джерел енергії та шляхів постачання енергії (Уряд України, 2014 рік) і базується на:

- збільшенні внутрішнього виробництва вуглеводнів для забезпечення енергетичної безпеки;
- модернізації електрогенеруючих потужностей;
- ліквідації перехресних субсидій та переході на ринкові ціни для газу та електроенергії;
- запровадженні компенсаційних механізмів для економічно вразливих груп;
- будівництві житла за новими енергетичними стандартами;
- проектах з альтернативної енергетики з фокусом на ефективності.

Інструменти, що допомагають модернізувати енергетичний сектор, включають прийняття законодавчих реформ у сфері управління транспортуванням газу та залучення інвестицій. Основні інвестиції в будівництво нової енергетичної інфраструктури протягом найближчих кількох років також визначаються як базова потреба, включаючи значні інвестиції в передачу електроенергії.

Що стосується фінансування цього переходу, то ліквідація перехресних субсидій є ключовою частиною збільшення надходжень від енергетичних компаній. Прозорі та чесні правила конкуренції для розвитку ресурсів також пов'язані з переходом на ринкові ціни за енергію.

ВИКЛИКИ [3]

Поточний конфлікт на сході країни та його вплив на енергетичну інфраструктуру без сумніву є найважливішою проблемою для енергетичного сектора України. З моменту скорочення постачання вугілля у 2014 році на виробництво енергії країна зіткнулася з проблемами імпорту вугілля з-за кордону. Крім того, існує значна потреба в реконструкції енергетичної інфраструктури, яка була пошкоджена під час збройного конфлікту.

За оцінками Міжнародного енергетичного агентства, вартість модернізації енергетичного сектора протягом 2012-2030 рр. становитиме 170 млрд. євро (IEA, 2012). Проте, з нинішньою нестабільністю та постійним конфліктом ці цифри, ймовірно, зростатимуть. Внаслідок зниження реального ВВП, а також неврегульованої ситуації в галузі безпеки відбулася рецесія. На сході України розташована велика частка промислової продукції та експортних доходів країни, внаслідок конфлікту загальне виробництво скоротилося (на 10% у першій половині 2014 року), одночасно експорт також зменшився (Prentice & Burmistrova, 2014). Оцінки за 2015 рік свідчать про загальне економічне скорочення в діапазоні 5,5-7,5%, а також зниження на 6,8% у 2014 році (Vojevoda, 2015). Триваючий конфлікт також призвів до ескалації цін на газ і перебоїв у обслуговуванні (IMF, 2014). Ці перебої також спричиняють зниження промислового виробництва, його падіння досягло 4,7% порівняно з попереднім роком у період з січня по червень 2014 року (IMF, 2014).

Проте, навіть до нинішніх безпекових проблем Міжнародне енергетичне агентство визначало проблеми щодо енергетичної та вуглецевої інтенсивності України, маршрутів транспортування нафти та газу, зменшення виробництва енергоресурсів та інвестиційного клімату (IEA, 2012). Інші значні проблеми пов’язані з енергоінтенсивністю житлово-комунального сектору, на який припадає 44% всього споживання енергії. Виробництво, транспортування та розподіл природного газу також спричиняє значні втрати енергії. У процесі виробництва втрати складають 22% від загальної кількості продукції. Потім, під час транспортування, втрачається 25% того, що було доступно на етапі виробництва. Нарешті, 30% від того, що залишилося, втрачається під час розподілення. Ці втрати включають і нелегальну торгівлю природним газом, і збитки складають майже 60% від первинного виробництва (UNDP).

Уряд вважає енергетичну залежність від Росії одним з головних викликів енергетичної безпеки, економічного розвитку та незалежності країни (Government of Ukraine, 2014).Суперечка між українською газовою компанією «Нафтогаз» та російським «Газпромом» загострилася в 2014 році до моменту переривання обслуговування, а в 2018 році співпраця була припинена. Майбутнє транзиту газу через територію України є невизначеним, особливо в світлі останнього рішення Стокгольмського арбітражного суду (Reuters, 2018). Незважаючи на те, що були вжиті заходи для подолання цих перебоїв, у тому числі пошук енергії з джерел ЄС (більш дороге рішення для країни), нинішній дефіцит «Нафтогазу» становить ще одну проблему. Світовий банк класифікував ситуацію з «Нафтогазом» як головний фінансовий ризик (Reuters, 2018). Невідкладна реформа та модернізація енергетичного сектору надзвичайно важливі для підвищення енергоефективності країни та підтримки відновлення всієї території поточного конфлікту (IMF, 2014; IEA, 2014). Диверсифікація енергії та збільшення вітчизняного виробництва природного газу є пріоритетними напрямками для країни.

Зрештою Україна активізувала реформи у всіх сферах, у тому числі щодо протидії зміні клімату. Для реалізації планів дій, стратегій та політичних документів з питань зміни клімату та енергетичної безпеки необхідно створити стабільний політичний, економічний та адміністративний апарат, здатний проводити необхідні реформи та модернізацію.

[3] Дивіться також інформацію в текстовому блоці «Оновлення з 2016 року» (стор.4).

МОЖЛИВОСТІ «ОЗЕЛЕНЕННЯ» ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕКТОРУ [4]

Україна має величезні можливості для зеленої реформи в енергетичному секторі, враховуючи її переважно невикористаний потенціал для підвищення енергоефективності, реформування субсидій та розвиток відновлюваної енергетики, а також доступ до мережі потенційних вітчизняних та міжнародних партнерів.

Світовий економічний форум визначає значний потенціал енергії вітру, сонячної енергії та біомаси в країні (World Economic Forum, 2014). Міжнародне енергетичне агентство відзначило потенціал розвитку джерел енергії з біомаси (IEA, 2012), що ще більше сприятиме «озелененню» енергетичного сектору країни. Постконфліктна реконструкція та модернізація промислових об'єктів та інфраструктури також дадуть змогу підвищити енергетичну та матеріальну ефективність до європейських стандартів, одночасно зменшуючи промислові забруднення та створюючи нові робочі місця.

Потенціал реформування субсидій для вирішення задач енергоефективності також не реалізується. Низька енергоефективність в Україні дає змогу зменшити залежність від імпортованого викопного палива, одночасно відкривати внутрішні фіскальні джерела для зеленого переходу та стимулювати енергоефективність через підвищення цін на енергоносії. Також запроваджено цільову схему соціальної допомоги для захисту жителів з низьким рівнем доходу від підвищення цін на енергоносії (IMF, 2014). Такий соціальний захист є важливим компонентом будь-якої програми реформування субсидій, він доводить, що завдання енергоефективності можна вирішувати інклюзивним чином.

В Україні існує можливість співпрацювати з більш широкими коаліціями для проведення реформ. Україна має добре мобілізований сектор неурядових організацій (НУО), який здатний підтримати урядові ініціативи завдяки своїй потужній технічній, економічній та регуляторній компетентності (IEA, 2014).

Україна також продемонструвала успіх у роботі з регіональними партнерами, у тому числі через Партнерство з енергоефективності та навколишнього середовища у Східній Європі (E5P), яке на 2013 рік започаткувало дев'ять проектів, що призведе до економії 772 000 МВт-год енергії та скоротить викиди двоокису вуглецю більш ніж на 272 000 тонн на рік протягом 15 років (E5P). Ця група включає із своєї сторони зв’язки з відомими міжнародними донорами для України, включаючи Європейський банк реконструкції та розвитку, Європейський інвестиційний банк, Міжнародну фінансову корпорацію, Північну екологічну фінансову корпорацію, Північний інвестиційний банк та Світовий банк.

[4] Дивіться також інформацію в текстовому блоці «Оновлення з 2016 року» (стор.4).

АНАЛІЗ МОДЕЛЮВАННЯ І ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ

СЦЕНАРІЇ

Аналіз, представлений у цьому дослідженні, базується на створенні адаптованих імітаційних моделей, які ґрунтуються на національній та міжнародній статистиці. Збір даних для моделей здійснювався за секторами.
Через брак даних на національному рівні для певних секторів та окремих показників моделювання ґрунтується на наявній інформації та генерує прогнози, які можна безпосередньо порівнювати з існуючими базами даних - національними, регіональними та глобальними. Припущення з літератури, навіть якщо вони не відображують специфіку України, також були використані в деяких випадках для моделювання сценаріїв. Застосована методика - Системна Динаміка (System Dynamics) (Forrester, 1961; Sterman, 2000). Вона використовує казуальні відношення, петлі зворотного зв'язку, затримки та нелінійність для представлення складності. Це дозволяє генерувати прогнози, які не залежать від історичних даних, такі, як дослідження оптимізації або економетрики. Підтвердження достовірності проводилося з використанням поведінкових та структурних валідаційних тестів (Barlas, 1996). Симуляції розпочинаються з 2000 року і виконуються до 2030 року, щоб уможливити перевірку історичної поведінки протягом приблизно 10 років для більшості змінних залежно від наявності даних. Однак порівняльний аналіз втручань «зеленої» економіки відображується лише в майбутніх роках та певних розрахунках, оскільки не існує історично порівнюваних даних.

У цьому дослідженні моделюються та аналізуються два основні сценарії, як це наведено нижче.

- Варіант «бізнес як зазвичай» (BAU) передбачає продовження історичних тенденцій, включає всі політики та дії, які наразі є активними й застосованими, і виключає політику заплановану, але ще не реалізовану.
- Низка сценаріїв «зеленої» економіки (GE), які імітують додаткові заходи, що зменшують енергоємність та збільшують використання відновлюваної енергії.

Конкретні інтервенції та припущення, імітовані в сценарії GE, наведені нижче та в Таблиці 7.

Припущення. Зростання ВВП: 0,13 відсотків середньорічного зростання між 2015 і 2018 роками та постійне зростання на 4 відсотки після 2018 року.

Таблиця 2. Припущення щодо зростання ВВП згідно всіх сценаріїв

2015	2016	2017	2018
-9%	2%	3.5%	4%

Джерело: Національний прогноз та прогноз МВФ, Світовий економічний прогноз (IMF, World Economic Outlook), жовтень 2015 р.

Припущення. Зростання населення: -0,61 відсоток річного зростання з 2020 до 2030 року.

Таблиця 3. Припущення щодо зростання населення за всіма сценаріями

2020	2025	2030
-0.52%	-0.61%	-0.71%

Джерело: UN, World Population Prospects: The 2015 Revision.

[5] Всі дані, які використовуються для налаштування та калібрування моделі, включають Крим та Севастополь. Щоб уникнути неточностей при масштабувані даних для виключення Криму та Севастополя, модель розглядає зміни у відсотках, а не абсолютні значення для обраних ключових змінних (наприклад, населення та ВВП, див. Таблицю 2 та Таблицю 3).

Припущення. Ціни на енергоносії: 2 відсотки річних темпів зростання цін на вугілля на 2014 рік та 4 відсотки річних темпів зростання цін на нафту та природний газ на 2014 рік (припущення базується на 10-річних історичних тенденціях, що спостерігаються стосовно цін на викопне паливо на міжнародних ринках).

Таблиця 4. Припущення щодо зростання цін на енергоносії

Джерело енергії	Зміна ціни **(2014 – 2030)**
Нафта	+4%
Природний газ	+4%
Вугілля	+2%

Припущення. Підвищення енергоефективності: 0,5 відсотків з 2014 до 2030 рр. за сценарієм «бізнес як зазвичай» (BAU); 1,7 відсотків з 2016 року до 2020 року та 1,1 відсотка з 2021 до 2030 року, очікуються в рамках сценарію «зеленої» економіки (GE), на основі цілі, визначеній в Плані запланованого національно визначеного внеску України (INDC).

Покращення відбуватиметься в рівному ступені у ключових секторах - житловому, промисловому, транспортному та інших. Це призведе до підвищення енергоефективності на 9% до 2020 року та на 18% до 2030 року, як це зазначено в Плані запланованого національно визначеного внеску України (INDC), а також у Національному плані дій щодо енергоефективності України до 2020 року[6].

Таблиця 5. Припущення щодо підвищення енергоефективності

Сценарій	**Щорічне підвищення енергоефективності**		
	2014	2016 - 2020	2021-2030
«бізнес як зазвичай» (BAU)		0,5%	
«зелена» економіка (GE)	0,5%	1,7%	1,1%

Припущення. Розширення відновлюваної енергії: планується, що щорічне будівництво потужностей з відновлюваної енергії буде накопичено до виробничої потужності 11 ГВт до 2020 року, 17 ГВт до 2030 року та 23,5 ГВт до 2040 року.

Цей рівень потужності виробництва електроенергії з відновлюваних джерел енергії відповідає Національному плану дій щодо відновлюваної енергії до 2020 року та Енергетичній стратегії до 2030 року.

Таблиця 6. Передбачувана потужність відновлюваної енергії

	2020	**2025**	**2030**
Потужність відновлюваної енергії	11 ГВт	17 ГВт	23.5 ГВт

[6] Ці підвищення енергоефективності будуть досягнуті завдяки впровадженню декількох заходів, як це зазначено в Національному плані дій щодо енергоефективності на період до 2020 року. Це включає термомодернізацію будівель; сприяння сертифікації енергоефективності будівель; просування енергоаудиту та практики енергоменеджменту; інвестиції в будинки з близьким до нуля споживанням енергії; інвестиції в заходи з енергоефективності у промисловості; адаптація стандартів палива та споживання палива до європейських стандартів; заохочення вантажних операторів до придбання більш енергоефективних транспортних засобів; встановлення обліку 100% комерційного споживання енергії в дешевих та комунальних будинках та перегляд будівельних норм та стандартів.

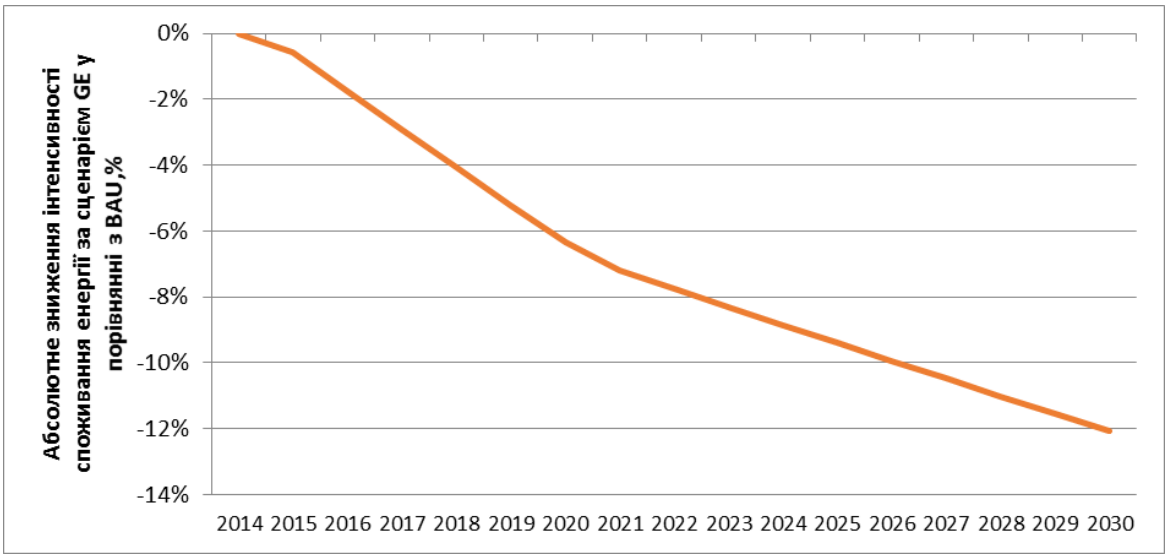
Таблиця 7. Основні припущення, використані для розробки моделі та моделювання сценаріїв

Зайнятість в енергоефективності	Метод 1: роки роботи на ГВт: 0,59 (джерело: Kammen, 2004)
Вартість будівництва поновлюваних джерел	1,79 млн. дол. США на МВт (IEA, 2014 рік)
Вартість обслуговування поновлюваних джерел енергії	46 000 дол. США за МВт (IEA,2014 рік)
Вартість будівництва гідроенергетичних джерел енергії	2,27 млн. дол. США на МВт (IEA, 2014 рік)
Вартість обслуговування гідроенергетичних джерел енергії	53 000 дол. США за МВт (IEA, 2014 рік)
Вартість будівництва джерел енергії на викопному паливі	2,00 млн. дол. США за МВт (IEA, 2014 рік)
Вартість технічного обслуговування джерел енергії на викопному паливі	60 000 дол. США на МВт (IEA, 2014 рік)
Вартість будівництва ядерних потужностей	6,60 млн. дол. США на МВт (IEA, 2014 р.)
Вартість обслуговування ядерних потужностей	198 000 дол. США за МВт (IEA, 2014 р.)
Інвестиції в енергоефективність	50 дол. США за кожну уникнену тонну викидів двоокису вуглецю від виробництва електроенергії (IEA, 2014)
Середні викиди від виробництва електроенергії з викопного палива	Залежить від джерела енергії та використовуваної технології. Зазнає великого впливу від введення в експлуатацію ядерної енергії та генерації теплової з викопного палива. Починаючи з 136 тонн / ТДж у 2014 році.

ПОПИТ НА ЕНЕРГІЮ

У сценарії «зеленої» економіки (GE) підвищення енергоефективності призводить до зменшення загального споживання енергії на 6,3 відсотки, 9,4 відсотки та 12,1 відсотки у порівнянні з варіантом «бізнес як зазвичай» (BAU) у 2020, 2025 та 2030 роках відповідно. За сценарієм GE загальна річна потреба в енергії у порівнянні з 2015 р. становитиме -3,7 відсотки у 2020 році, 0,8 відсотків у 2025 році та 7,1 відсоток у 2030 р. Підвищення енергоефективності, згадане вище, відповідає зменшенню енергоємності (оцінюється як споживання енергії на одиницю ВВП) у порівнянні з рівнями 2015 року, 13,4 відсотки у 2020 році, 25,7 відсотків у 2025 році та 25,4 відсотки у 2030 році за сценарієм GE. Прогнозована енергетична інтенсивність сценарію GE у порівнянні зі сценарієм «бізнес як зазвичай» (мал. 2) досягає абсолютного скорочення шляхом проведення заходів з енергоефективності на 6 відсотків у 2020 році, 9 відсотків у 2025 році та 12 відсотків у 2030 році.

Малюнок 2: Динаміка абсолютного зниження інтенсивності споживання енергії за сценарієм GE у порівнянні з BAU, %



Інвестиції

Передбачувані річні інвестиції, необхідні для досягнення цілей енергоефективності в електроенергії за сценарієм GE, становитимуть в середньому 261,1 млн. доларів США на рік у період 2015-2020 років, 500,7 млн. доларів США в середньому на рік у період 2015-2025 років, та 770 млн. доларів США в середньому на рік в період 2015-2030 років. Загальний (сукупний) обсяг інвестицій в енергоефективність у секторі електроенергії становитиме 1,6 млрд. доларів США на період 2015-2020 років, 5,5 млрд. доларів США на період 2015-2025 років, та 12,3 млрд. доларів США на період 2015-2030 років.

Загальний обсяг інвестицій для енергоефективності, як частка ВВП, досягне 0,20 відсотків у 2020 році, 0,34 відсотки у 2025 році та 0,47 відсотків у 2030 році.

Витрати, яких можна уникнути

Середня економія електроенергії за період 2015-2020 років становитиме 540,8 млн. доларів США, 954 млн. доларів США за період 2015-2025 років, та 1,3 млрд. доларів США за період 2015-2030 років. Загальна (накопичувальна) економія електроенергії за період 2015-2020 років становитиме 3,2 млрд. доларів США, 10,5 млрд. доларів США за період 2015-2025 років, та 21,5 млрд. доларів США за період 2015-2030 років.

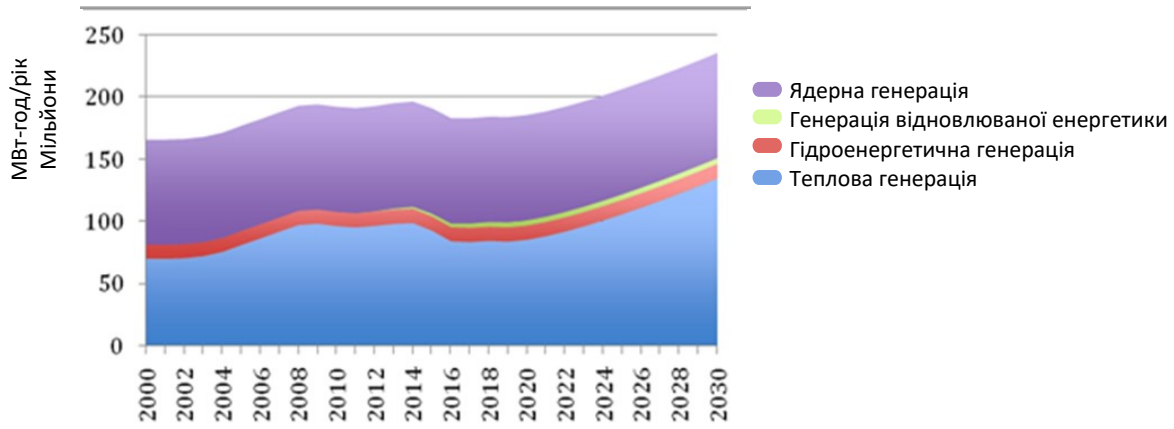
Зайнятість

Очікується, що досягнення цілей національної стратегії енергоефективності до 2030 року, що передбачає підвищення енергоефективності у сфері електроенергії та палива, також збільшить зайнятість в енергетичному секторі. Створення робочих місць у сфері енергоефективності в електроенергії становитиме 4 710 постійних робочих місць у період 2015-2020 років., 7 996 постійних робочих місць у період 2015-2025 років. та 11 753 постійних робочих місць у період 2015-2030 років. У середньому, щорічне створення робочих місць у сфері електроенергії становить 785 постійних робочих місць на рік у період 2015-2020 років, 724 постійних робочих місця на рік у період 2015-2025 років, та 735 постійних робочих місць на рік у період 2015-2030 років.

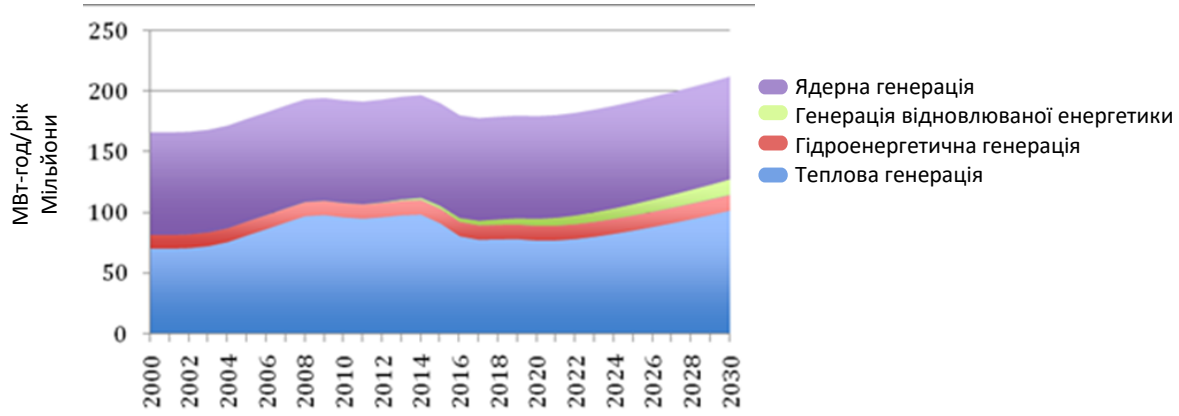
ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ [7]

За сценарієм GE частка відновлюваних джерел енергії у національній структурі енергетичних потужностей становитиме 10,2 відсотки в 2020 році, 11,5 відсотків у 2025 році та 12,2 відсотки у 2030 році (у порівнянні з ціллю у 12,6 відсотків, передбаченою Енергетичною стратегією до 2030 року). Частка атомної енергетики в національній структурі енергетичних потужностей у 2020 році складе 47,1 відсоток, в 2025 році - 44,1 відсоток, а в 2030 році - 39,9 відсотків. Крім того, частка гідроенергії в національній структурі енергетичних потужностей у 2020 році складе 6,9 відсотків, 6,7 відсотків у 2025 році та 6,2 відсотки у 2030 році, що також узгоджується з Енергетичною стратегією до 2030 року, яка передбачає, що до 2030 року 50 відсотків енергетичних потужностей будуть представлені великими гідроелектростанціями (див. Малюнки 3 та 4 для прогнозів сценаріїв BAU та GE).

Малюнок 3: Виробництво електроенергії за джерелами енергії (млн. МВт-год / рік). Історичні тенденції та майбутні прогнози, сценарій BAU



Малюнок 4: Виробництво електроенергії за джерелами енергії (млн. МВт-год/рік). Історичні тенденції та майбутні прогнози, сценарій GE



[7] Дані взяті із старої енергетичної стратегії України до 2030 року.

Зміни в структурі електроенергії - розширення використання відновлюваних джерел енергії та зменшення теплової генерації - призводять до змін цін на електроенергію. Це відбувається тому, що підвищення енергоефективності знижує потребу у збільшенні електроенергетичних генеруючих потужностей та дозволяє «відправити на пенсію» менш ефективні (застарілі) потужності. Крім того, розширення гідроелектроенергії та інших відновлюваних джерел енергії дозволяє виробляти електроенергію за стабільною та передбачуваною вартістю, що, таким чином, зменшує уразливість до впливу непередбачуваних цін імпорту викопного палива. Відповідно до даних IEA, що використовувались при підготовці Світового енергетичного огляду (World Energy Outlook,), незважаючи на високі попередні витрати, нові відновлювальні потужності можуть конкурувати з традиційними (і, звичайно, старішими) тепловими потужностями. У сценарії GE підвищення енергоефективності та зменшення споживання електроенергії призведе до зменшення витрат на електроенергію в порівнянні із сценарієм BAU на 6,4 відсотки у 2020 році, 9,4 відсотки у 2025 році та 12,1 відсоток у 2030 році.

Інвестиції

За сценарієм GE інвестиції у відновлювані джерела енергії складуть 1,77 млрд. доларів США на період 2015-2020 років, 1,86 млрд. доларів США на період 2015-2025 років, та 1,95 млрд. доларів США на період 2015-2030 років. Це представляє інвестиції у відновлювані джерела енергії, які перевищують інвестиції у відновлювані джерела енергії за базовим сценарієм BAU на 59,8 відсотків на період 2015-2020 років, 102,4 відсотка на період 2015-2025 років та 122,4 відсотка на період 2015-2030 років. Інвестиції у відновлювані джерела енергії складають 23 відсотки від загальної суми інвестицій у виробництво електроенергії на період 2015-2020 років, 20 відсотків на період 2015-2025 років, та 18 відсотків на період 2015-2030 років.

Середньорічні інвестиції в управління споживанням електроенергії (ефективність) та в постачання (відновлювані джерела енергії) становлять 7,39 млрд. доларів США у період 2015-2020 років, 9,16 млрд. доларів США у період 2015-2025 років, та 10,61 млрд. доларів США у період 2015-2030 років. Крім того, сумарна (сукупна) кількість інвестицій в електроенергію становитиме 44,33 млрд. доларів США у період 2015-2020 років, 100,73 млрд. доларів США у період 2015-2025 років та 169,73 млрд. доларів США у період 2015-2030 років.

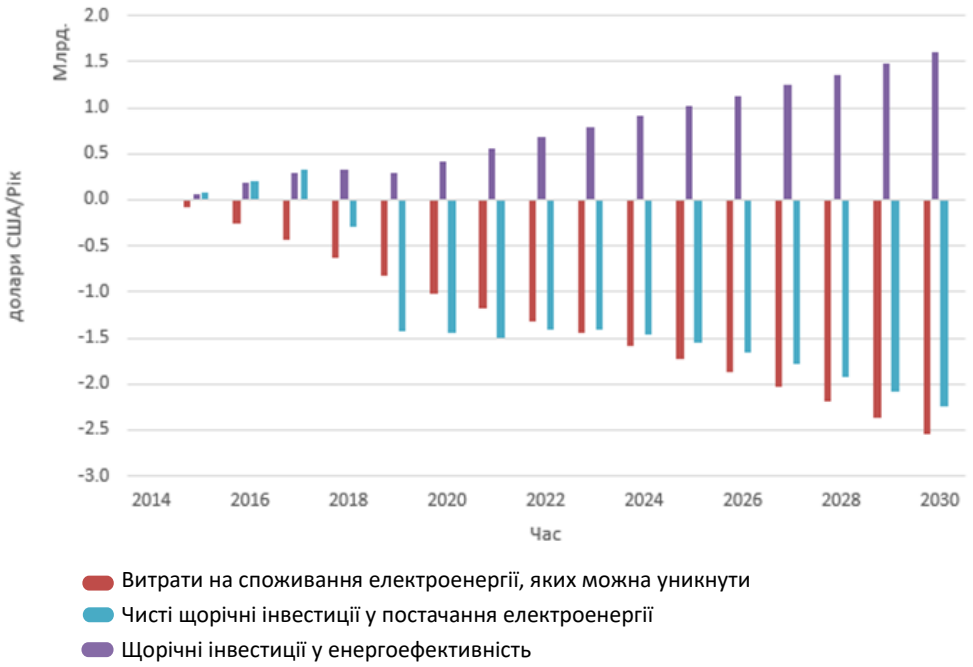
Витрати, яких можна уникнути

За сценарієм GE інвестиції в управління попитом на електроенергію (ефективність) та постачання (відновлювані джерела енергії) нижчі, ніж за сценарієм BAU. Це пов'язано з підвищенням енергоефективності, що знижує споживання енергії та, як наслідок, вироблення електроенергії, необхідної для задоволення (нижчого) попиту на електроенергію. Іншими словами, інвестиції в енергоефективність та відновлювані джерела енергії менші, ніж уникнені витрати на паливо та капітальні витрати. Інвестиції в енергопостачання будуть вищими до 2017 року і перетворяться на від'ємні (на заощадження) з 2018 року. (див. Малюнок 5). Накопичування заощаджень починається з 2020 року. Зокрема, скорочення інвестицій у сценарії GE досягне 5,1 відсотка у 2020 році, 8,8 відсотків у 2025 році та 10,4 відсотки у 2030 році у порівнянні зі сценарієм BAU. Загальний обсяг чистих інвестицій, що враховує витрати на енергоефективність та відновлювані джерела енергії, а також заощадження капітальних витрат (наприклад, за рахунок уникнення необхідності в нових генеруючих потужностях електроенергії), становить економію в 1 млрд. у 2020 році, 536,8 млн. у 2025 році, та 639,4 млн. у 2030 році (див. Малюнок 6).

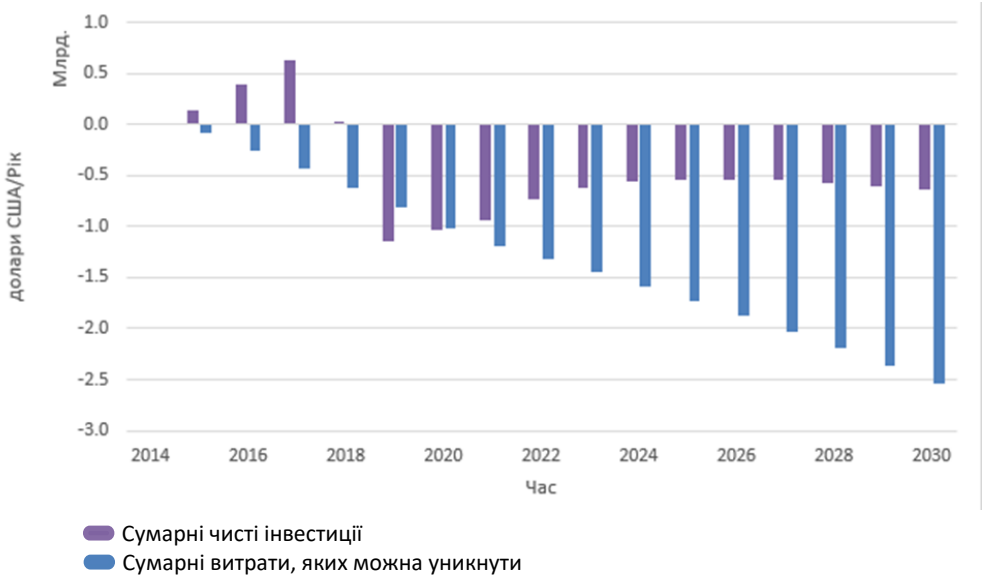
Крім того, за сценарієм GE витрати на споживання електроенергії становитимуть 1 млрд. доларів у 2020 році, 1,7 млрд. доларів у 2025 році та 2,5 млрд. доларів у 2030 році, що ще більше підвищить привабливість інвестицій в енергоефективність та відновлювані джерела енергії.

[8] Дивіться Levelized Cost and Levelized Avoided Cost of New Generation Resources in the Annual Energy Outlook 2015, доступний на https://www.eia.gov/forecasts/aeo/electricity_generation.cfm

Малюнок 5: Уникнені витрати та інвестиції за варіантом втручання (долари США / рік). Майбутні прогнози, сценарій GE



Малюнок 6: Сумарні уникнені витрати та інвестиції (долари США / рік). Майбутні прогнози, сценарій GE



Малюнок 7: Сукупна загальна сума уникнених витрат та інвестицій (US $). Майбутні прогнози, сценарій GE

Зайнятість

Розширення відновлюваної енергетики, ймовірно, призведе до збільшення зайнятості, пов'язаної з будівництвом нових установок, а також з експлуатацією та управлінням цими установками. У середньому створення робочих місць у секторі відновлюваної енергетики становить 889 повних робочих місць на рік на період 2015-2030 років. Частка робочих місць, створених у сфері відновлюваної енергетики, відносно загальної зайнятості в сфері електроенергії становитиме 40,3 відсотка в 2020 році, 36,0 відсотків у 2025 році та 36,6 відсотків у 2030 році. Від загальної кількості робочих місць у секторі відновлюваної енергетики частка робочих місць у будівництві становить 73,6 відсотків на рік у 2020 році, 66,6 відсотків у 2025 році та 61,9 відсотків у 2030 році. В середньому робочі місця, створені в тепловому секторі, щорічно становитимуть -588 повних робочих місць на період 2015-2020 років (що свідчить про втрату, головним чином, через тимчасове зниження попиту та зростаючу кількість установок з відновлюваної енергії), 879 повних робочих місць на період 2015-2025 років, та 1022 повних робочих місць на період 2015-2030 років.

Відсоток приросту робочих місць у виробництві відновлюваних джерел енергії за сценарієм GE, у порівнянні з сценарієм BAU, становить 1,6 відсотків на період 2015-2020 років, 6,3 відсотки на період 2015-2025 та 5,9 відсотків на період 2015-2030 років.

Негативний ефект: зростає кількість кваліфікованих працівників, які емігрували за останні кілька років з економічних, політичних та особистих причин, це ускладнює ситуацію у сфері зайнятості.

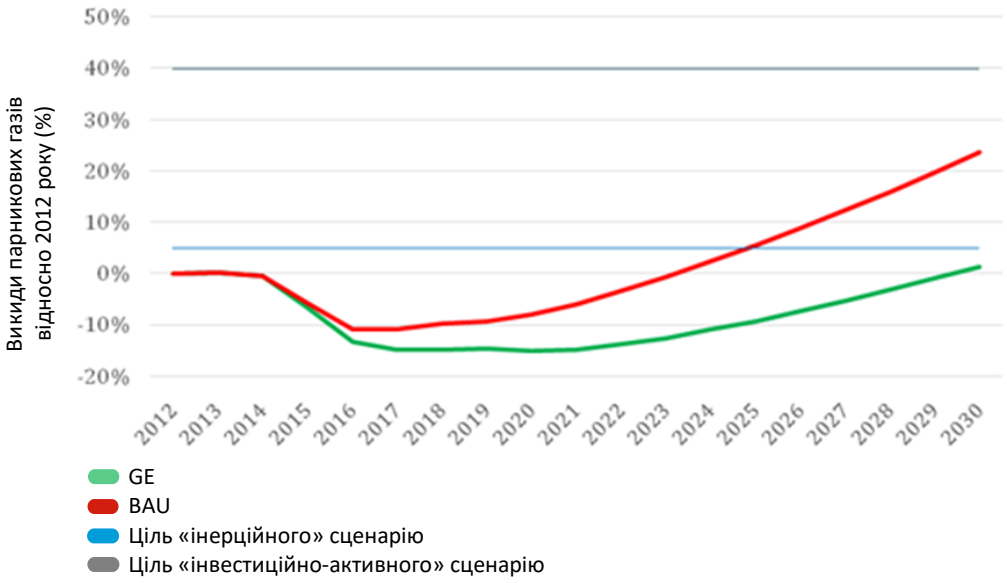
Викиди

Інвестиції у відновлювані джерела енергії та підвищення енергоефективності за сценарієм GE призведуть до скорочення викидів двоокису вуглецю на 7,9 відсотків у 2020 році, на 14 відсотків у 2030 році та 18,1 відсоток у 2030 році у порівнянні зі сценарієм BAU. У сценарії GE зміни у викидах двоокису вуглецю порівняно з 2015 роком прогнозуються на рівні -9,1 відсоток у 2020 році, -2,8 відсотків у 2025 році та 8,4 відсотки у 2030 році, а в сценарії BAU прогнозується -2,3 відсотки, 11,9 відсотків і 31,1 відсотка в ті ж роки.

Скорочення викидів на душу населення за сценарієм GE порівняно з сценарієм BAU становитиме 7,9 відсотків в 2020 році, 14,0 відсотків у 2025 році та 18,1 відсоток в 2030 році.

Ці результати вказують на те, що сценарій GE може забезпечити економічне зростання (наприклад, шляхом створення позитивної віддачі від інвестицій та створення робочих місць), одночасно зменшуючи викиди двоокису вуглецю. Симуляції показують, що інвестиції в енергоефективність та відновлювані джерела енергії можуть призвести до все більшого розмежування економічного зростання та споживання енергії (а отже, і викидів). В сценарії GE це призводить до економічного прогнозу, ближчого до «інвестиційно-активного» сценарію, але з рівнем викидів, який є ближчим до сценарію «інерційного» (див. Малюнок 8.)

Малюнок 8: Сукупні викиди за сценаріями GE та BAU у порівнянні з цілями INDC для сценаріїв «інерційного» та «інвестиційно-активного».



«Інерційна» ціль передбачає скорочення викидів на 45 відсотків від рівня викидів 1990 року до 2030 року, тоді як ціль, орієнтована на інвестиції, передбачає скорочення викидів на 60% від рівня викидів 1990 року до 2030 року - відповідно до меморандуму Кабінету Міністрів України щодо впровадження INDC.

(http : //climategroup.org.ua/wp-content/uploads/2009/06/2015.08.12-INDC.pdf). Останній сценарій передбачає бажану реконструкцію промислового потенціалу та інфраструктури.

УЗАГАЛЬНЕННЯ ОСНОВНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

В таблиці 8 представлені основні результати аналізу. Це загальний огляд того впливу інвестування у заходи «зеленої» економіки, який відображується на попиті на енергію та на виробництві електроенергії. Також бачимо наступний вплив на викиди двоокису вуглецю та на створення робочих місць.

Таблиця 8. Узагальнені результати інвестування в заходи «зеленої» економіки в енергетичному секторі [9]

Час (рік)	2015	2020	2025	2030
ПОПИТ НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЮ				
Загальний попит на енергію в країні (%)				
Сценарій GE порівняно з BAU	-0,56%	-6,35%	-9.40%	-12,08%
Викиди двоокису вуглецю				
Загальний обсяг викидів двоокису вуглецю (%)				
GE (відновлювана енергетика + енергоефективність) у порівнянні з BAU	-0,97%	-7,87%	-13,98%	-18,07%
Відновлювана енергетика у порівнянні з BAU	-0,15%	-0,57%	-1,71%	-2,62%
Енергоефективність у порівнянні з BAU	-0,91%	-7,48%	-12,35%	-15,51%
Скорочення двоокису вуглецю порівняно з 2005 роком (%)				
GE	-5,90%	-14,40%	-8,50%	2,10%
BAU	-4,90%	-7,10%	6,30%	24,60%
ГЕНЕРАЦІЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ				
Частка відновлюваних джерел енергії у виробництві електричної енергії (%)				
GE	7,70%	10,23%	11,52%	12,16%
BAU	7,49%	8,73%	8,00%	7,14%
ЗАЙНЯТІСТЬ				
Зайнятість у енергоефективності, електроенергія (людина)				
GE у порівнянні з BAU	405	4710	7966	11753
Зайнятість у відновлюваних джерелах енергії, електроенергія (людина)				
GE у порівнянні з BAU	13709	18065	22546	27027
ІНВЕСТИЦІЇ ТА ЗАОЩАДЖЕННЯ				
Загальні сукупні інвестиції (млрд. доларів США)				
GE (відновлювана енергетика + енергоефективність)	7,04	44,34	100,73	169,73
Окремо відновлювана енергетика	1,69	10,63	20,48	31,27
Окремо енергоефективність	0,07	1,57	5,51	12,32
BAU	6,90	44,96	103,65	173,72
Загальний річний обсяг інвестицій (млрд. доларів США / рік)				
GE (відновлювана енергетика + енергоефективність)	7,04	8,76	12,47	14,69
Окремо відновлювана енергетика	1,69	1,85	2,05	2,23
Окремо енергоефективність	0,07	0,42	1,02	1,60
BAU	6,90	9,67	12,73	14,90
Сумарні уникнені щорічні витрати (млрд. доларів США / рік)				
Сценарій GE порівняно з BAU	0,09	1,02	1,72	2,54
Сумарні уникнені кумулятивні витрати (млрд. доларів США)				
Сценарій GE порівняно з BAU	0,09	3,24	10,49	21,50

[9] Примітки: значення, що входять до основного тексту, можуть не збігатися з даними, включеними в цю таблицю. Це пояснюється тим, що більшість значень, представлених у тексті, є середніми річними (наприклад, середніми інвестиціями у період 2015-2020 років), тоді як ця таблиця містить річні та сукупні значення для окремих років. Це було зроблено для забезпечення більш повного набору результатів. Далі таблиця дезагрегує вплив енергоефективності та відновлюваної енергетики, де це доречно. Слід зазначити, що в деяких випадках (наприклад, у випадку енергозабезпечення) спільне впровадження цих заходів призводить до результатів, що відрізняються від результатів їх окремої реалізації.

ПОЛІТИЧНІ МІРКУВАННЯ ТА ІНСТРУМЕНТИ СПРИЯННЯ

Виявлено низку міркувань та пропозицій, які можуть допомогти політикам відповідати на виклики та використовувати можливості, пов'язані з енергоефективністю та відновлюваною енергетикою в Україні. До них відносяться:

Політичний огляд. Важливим є перегляд існуючих середньострокових та довгострокових планів уряду та адаптація їх до поточних обставин. Україна сьогодні стикається з поєднанням геополітичних, економічних, фінансових, гуманітарних та енергетичних криз (IEA, 2014), що потребує планування та динамічних відповідей, щоб належним чином характеризувати виклики, що виникають. Ці відповіді мають оцінюватись щодо їх реалістичності та здатності досягти бажаних результатів. Тому в деяких планах може знадобитися перегляд лише термінів або масштабів реалізації, а в інших - більш суттєві зміни для забезпечення їх актуальності та ефективності, зважаючи на динаміку розвитку всередині країни.

Поступове скорочення субсидій та реформування ціноутворення на енергоносії. Дослідження показали, що підвищення цін на енергоносії може призвести до більш широкого застосування заходів підвищення енергоефективності (Hochman & Timilsina, 2014). Світовий банк (2013 рік) зазначив, що в той час, як Україна має дуже високі середні витрати на постачання газу, тарифи на житловий газ та опалення є дуже низькими. Аналіз показує, що субсидії є основною проблемою в енергетичному секторі, оскільки вони занижують вартість енергії та створюють неефективність, а також негативно впливають на економічну ефективність енергетичних підприємств та обмеження державного бюджету (DIW econ GmbH, 2013). Поступове скасування субсидій на вугілля та низькі тарифи на природний газ можуть допомогти вирішити цю ситуацію, одночасно зменшити викиди парникових газів та знизити умови використання інвестицій у технології відновлюваних джерел енергії. Реформа цін на енергію з викопного палива також може мати вигоду для конкурентоспроможності відновлюваних джерел енергії.

Регуляторний фокус на енергоефективність. Як моделювання, так і галузевий аналіз визначають нагальну потребу зосередити увагу на енергоефективності. Це також було підкреслено у ряді національних стратегій України. Варіанти підвищення енергоефективності включають регуляторні реформи будівельних норм, стандартів приладів, систем енерго-менеджменту та централізованого теплопостачання. (IEA, 2012) Ефективність також може бути досягнута завдяки цілеспрямованим програмам, які можуть мати форму підвищення спроможності, маркування, освіти та допомоги малозабезпеченим або уразливим групам для адаптації до підвищення цін на енергоносії або переходу до більш ефективної практики.

Розвиток місцевих відновлюваних джерел енергії. Україна має зосередитись на відновлюваних та низьковуглецевих джерелах енергії, щоб сприяти переходу на «зелену» економіку. Як виявлено в імітаційній моделі цього звіту і як зазначено в міжнародній літературі, відновлювані джерела енергії стають все більш конкурентоспроможними відносно викопного палива (New Climate Economy, 2014). Додаткова користь для України полягає в тому, що збільшення вітчизняних поновлюваних джерел енергії підвищує енергетичну безпеку, що є особливо важливим для країни. Україна має значні можливості для розвитку енергії сонця, вітру та біомаси, а також для розширення існуючих гідроенергетичних потужностей. Тарифи на постачання електроенергії в мережу вже проводять цю зміну (IEA, 2015) і, як показує моделювання, продовження інвестування у відновлювані джерела енергії допоможе досягти національної цілі щодо відновлюваної енергетики до 2030 року (сукупна потужність поновлюваних джерел енергії має становити 12,6 відсотків від загального сукупного національного постачання енергії).

Підтримка зайнятості. Трансформаційне зміщення в напрямку енергоефективності та розвитку відновлюваної енергетики потребуватиме державної підтримки зайнятості у суміжних сферах та таким чином дозволить створити робочу силу для забезпечення переходу. Технологічна модернізація промисловості та виробництва, включаючи зусилля, спрямовані на енергоефективність, потребуватимуть кваліфікованих працівників. Це особливо стосується східних регіонів країни, де буде потрібна значна реконструкція промислових об'єктів. Як результат, інвестиції та політика в галузі зайнятості повинні бути спрямовані на створення робочої сили, здатної забезпечити «зелений» перехід. Залучення працівників, зайнятих в секторах традиційної енергетики та викопного палива, може допомогти вирішити проблему потенційних втрат робочих місць у цих секторах.

[10] Додаткові рекомендації див. (UNEP, 2011).

Залучення громадянського суспільства та створення коаліцій з ефективності. Україна має потужний сектор неурядових організацій, готовий співпрацювати з урядом. Залучення НУО до сприяння заходам з енергоефективності може стати одним із способів впровадження позитивних змін стосовно попиту. Це може бути і допомога державним програмам, які підтримують енергоефективність, і надання допомоги соціально незахищеним особам у доступі до підтримуючих механізмів для адаптації до змін цін на паливо, і кампанії в галузі освіти та розбудови потенціалу для інформування громадськості про економічні, екологічні та соціальні переваги енергозбереження.

Міжнародне фінансування. У 2013 році Україна отримала успішне забезпечення більш ніж 93 млн. євро на енергетичні ініціативи від E5P (E5P), Європейського банку реконструкції та розвитку (EBRD, ЄБРР) та «Зеленого фонду». Україна також активно залучає багатосторонні банки для підтримки та успішно використовує банківську підтримку ЄБРР для проектів з розвитку екологічної інфраструктури та енергоефективності (EBRD, 2013). Враховуючи значні попередні інвестиції, необхідні для відновлення енергетичної інфраструктури та сприяння розвитку енергетичної ефективності та відновлюваної енергетики, зрозуміло, що Україні доведеться продовжувати та зміцнювати свою взаємодію з міжнародними донорами. Наприклад, Міжнародний валютний фонд запропонував, що для здійснення прямих іноземних інвестицій у газовий ринок (IMF, 2014) необхідні додаткові законодавчі дії. Якщо ця інвестиція відбудеться, вона може залучити новий капітал та допомогти модернізувати цей сектор. Розвиток міцних зв'язків з ЄС (наприклад, за програмою E5P) може ще більше покращити доступ України до диверсифікованих енергетичних ресурсів, посилити торгівлю та трансфери технологій, покращити перспективи узгодження зі стандартами та політикою ЄС.

Залучення приватних інвестицій за рахунок використання внутрішніх та донорських інвестицій. Міжнародні потоки фінансування, а також внутрішні джерела фінансування можуть використовуватися для залучення додаткових приватних інвестицій. Можуть бути використані прямі домовленості, такі як державно-приватні партнерства. Уряди також можуть пропонувати підтримку приватних інвестицій за допомогою кредитних гарантій. Непрямі інвестиції, спрямовані на вдосконалення інфраструктури або сприяння безпеці енергопостачання, також можуть знизити ризики та підвищити привабливість інвестицій приватного сектору не лише у розвиток енергетики, але й у масштабах всієї економіки. Аналіз також показує, що такі кроки, як лібералізація тарифів на комунальні послуги та поліпшення регулювання сектору електроенергетики, можуть зробити енергетичний сектор більш привабливим для приватного фінансування (DIW econ GmbH, 2013).

ВИСНОВКИ І ПОДАЛЬШИЙ ШЛЯХ

Результати моделювання вказують на те, що сценарій «зеленої» економіки, який імітує додаткові інвестиції в ефективність та відновлювану енергію, може значно скоротити споживання енергії в Україні та сприяти виконанню національної цілі досягнення 12,6 відсотків відновлюваної енергії у структурі національного постачання енергії до 2030 року. Моделювання також показує, що оскільки вітчизняне виробництво відновлюваних джерел енергії стане доступним, то зменшиться непередбачуваність цін на енергоносії від імпортованих джерел енергії. Подальшою перевагою є потенціал скорочення викидів парникових газів у країні на більше, ніж на 18 відсотків нижче прогнозу BAU до 2030 року.

З усіма цими перевагами вартість інвестицій становить приблизно 31,3 млрд. доларів США для інвестицій у відновлювані джерела енергії, а також приблизно 12,3 млрд. доларів США, необхідних для інвестицій в енергоефективність. Цю цінову позначку, однак, частково компенсують приблизно 21,5 млрд. доларів США уникнених витрат, очікуваних за рахунок економії електроенергії.

Шлях до «озеленення» енергетичного сектору в Україні має як суттєві проблеми, так і значні можливості. Продовження реформ з ціноутворення на енергію, розширення програм з енергоефективності з акцентом на управління попитом та постійне інвестування в поновлювані джерела енергії для забезпечення енергетичної безпеки та переваг скорочення парникових газів може стати шляхом уперед. Виклики в Україні, однак, є унікальними і потребують зосередженої уваги, оскільки вони продовжують розвиватися.

БІБЛІОГРАФІЯ

Barlas, Y. (1996). "Formal Aspects of Model Validity and Validation in System Dynamics". *System Dynamics Review*.

British Petroleum. (2012). *Statistical Review of World Energy.* London: BP.

DIW econ GmbH. (2013). *Towards a low carbon growth strategy for Ukraine.* Berlin: DIW econ GmbH.

E5P. (n.d.). *Eastern Europe Energy Efficiency and Environment Partnership.* London: ERDB.

EBRD. (2011). *Strategy for Ukraine 2011-2014.* London: EBRD.

EBRD. (2013). *Municipal and environmental infrastructure in Ukraine.* London: EBRD.

EBRD Evaluation Department. (2014). *The EBRD's experience with policy dialogue in Ukraine.* London: EBRD.

Forrester, J. W. (1961). *Industrial Dynamics.* Oregon: Productivity Press.

Government of Ukraine. (2014). *National Plan on Renewable Energy.* Kiev: Government of Ukraine.

Government of Ukraine. (2014). *Programme of the Government of Ukraine.* Kyiv: Government of Ukraine.

Government of Ukraine. (2015). *Intended Nationally Determined Contribution (INDC) of Ukraine.* Kyiv: Government of Ukraine.

Hochman, G., & Timilsina, G. R. (2014). *Why Has Energy Efficiency Not Scaled-up in the Industrial and Commercial Sectors in Ukraine>.* Washington: World Bank.

IEA. (2012). *Ukraine 2012.* Paris: IEA.

IEA. (2014). *Ukraine Energy Policy Review Under Inogate Programme.* Paris: IEA.

IEA. (2014). *World Energy Investment Outlook 2014.* Paris: IEA.

IEA. (2015, July 21). *Green Tariff (Feed-in Tariff).* Retrieved from IEA: http://www.iea.org/policiesandmeasures/pams/ukraine/name-38470-en.php

IMF. (2014). *Ukraine.* Washington: IMF.

Kammen, D. M. (2004). *Putting Renewables to Work: How Many Jobs can the Clean Energy Industry Generate?* Berkeley: University of California.

New Climate Economy. (2014). *Better Growth Better Climate: Chapter 4 - Energy.* Washington: New Climate Economy.

Prentice, A., & Burmistrova, S. (2014, Aug 1). *Rebel conflict imperils Ukraine's steel industry.* Retrieved from Reuters: http://in.reuters.com/article/ukraine-crisis-steel-exports-idINL6N0Q74CW20140801

SAEE. (2015, November 25). *Урядом схвалено Національний план дій з енергоефективності на період до 2020 року.* Retrieved from http://saee.gov.ua/: http://saee.gov.ua/uk/news/935

Sterman, J. D. (2000). *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World.* Boston: Irwin/McGraw-Hill.

UNDP. (n.d.). *Improvement of the living conditions in rural Ukraine by increasing the quality and the access to communal services.* UNDP.

UNEP. (2011). *Enabling Conditions.* Geneva: UNEP.

Vojevoda, K. 2015. Country Report Ukraine. Rabobank: Economic Research. Available at: https://economics.rabobank.com/publications/2015/june/country-report-ukraine/

World Bank. (2013). *Special Focus: Residential Gas and District Heating Tariffs in Ukraine.* Washington: World Bank.

World Bank. (2014). *Ukraine Economic Update.* Washington: World Bank.

World Bank. (2014). *World Bank Group - Ukraine Partnership: Country Program Snapshot.* Washington: World Bank.

World Bank. (2016). *Country Profile.* Retrieved from World Development Indicators: http://databank.worldbank.org/data/Views/Reports/ReportWidgetCustom.aspx?Report_Name=CountryProfile&Id=b450fd57&tbar=y&dd=y&inf=n&zm=n

World Economic Forum. (2014). *Scenarios for Ukraine.* Cologny: World Economic Forum.

On-line джерела

Енергетична стратегія до 2035 року:
http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art_id=245239564&cat_id=245239555
http://kompek.rada.gov.ua/uploads/documents/29841.pdf

Національний план скорочення викидів від великих спалювальних установок:
http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/796-2017-%D1%80?test=4/UMfPEGznhhNiq.ZijyPE/AHI4DIs80msh8Ie6

Національний план з енергоефективності до 2020 року:
http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/n0001824-15/paran2#n2
http://saee.gov.ua/sites/default/files/Press_conference_28_12_2017.pdf

Енергоефективність:
http://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2018/02/Reforma-rinku-ZHKP-ta-energoefektivnosti-potochni-dosyagnennya-ta-podalshi-kroki.pdf

ДОДАТОК 1. ОПИС МОДЕЛІ - ОГЛЯД ПІДХОДУ

Побудова інтегрованої моделі

Модель, розроблена для цього дослідження, включає кілька змінних по секторах та тематичних областях. Забезпечення узгодженості даних (як всередині, так і між секторами) дозволяє провести більш комплексний аналіз, який у випадку України включає попит на енергію, пропозицію та викиди, а також оцінки інвестицій, необхідних для досягнення бажаних цілей скорочення викидів, енергозбереження та створення робочих місць. На практиці «інтеграція знань» здійснювалася в єдиних рамках аналізу для низьковуглецевих інтервенцій.

Вивчення причинності

Ця модель використовується для оцінки результатів політичних заходів. Вона здатна вводити цілі та оцінювати необхідні інвестиції, розглядаючи вартість технологій (наприклад, залежно від порушених сектору та джерела енергії) та час, потрібний для виконання цілі (наприклад, фактор вивчення входить до аналізу). Інвестиції змінюють попит на енергію (наприклад, через підвищення ефективності), а структура енергетичного балансу відхиляється від базового сценарію (наприклад, через збільшення відновлюваної енергії). Інший рівень споживання енергії та нова структура енергетичного балансу призводять до зміни рахунку за енергію (наприклад, призводять до економії витрат на енергію), що в порівнянні з необхідними інвестиціями свідчить про економічну ефективність (або бажаність) заходів, що аналізуються. Об'єднані наслідки змін у споживанні енергії та структурі енергетичного балансу призводять до скорочення викидів, яке потім порівнюється з бажаною ціллю відносно базового року (наприклад, 2005 рік), а також відносно ВВП та населення.

Оскільки здійснення інвестицій потребує робочої сили (наприклад, для будівництва, монтажу, експлуатації та підтримки енергетичної генеруючої потужності), модель також оцінює створення робочих місць двома способами: грунтуючись на даних про будівництво, зберігання та розпорядженя основним капіталом, що пов'язано з постачанням енергії (наприклад, вугільні електростанції), а також на основі інвестицій та результуючого енергозбереження у випадку управління енергоспоживанням. Хоча створення робочих місць (а також заробітна плата та відносна заробітна плата), як правило, вважаються витратами в рамках традиційного аналізу економічної ефективності, це, зазвичай, вважається додатковою вигодою з боку урядів.

Перевірка достовірності

Моделі можна класифікувати багатьма різними способами та оцінювати за різними критеріями, такими як фізичний у порівнянні з символічним; динамічний у порівнянні із статичним; детерміністський проти стохастичного тощо. Що стосується поняття обґрунтованості, то вирішальне розрізнення треба робити між моделями, що є «причинно-наслідковими» (тобто, теоретичними або «білими ящиками») та моделями, котрі є «кореляційними» (тобто, суто керованими даними або «чорними ящиками»).

У кореляційних моделях, оскільки немає вимог до причинності в структурі, важливою є сукупна вихідна поведінка моделі; модель оцінюється як діюча, якщо її вихідні дані відповідають «реальним» вихідним даним в заданому діапазоні точності, без будь-яких сумнівів щодо дійсності окремих взаємовідносин, які існують у моделі. Цей тип перевірки достовірності висновку часто можна подати у вигляді класичної статистичної проблеми тестування. До цієї категорії належать моделі, побудовані насамперед для завдань прогнозування (наприклад, моделі часових рядів чи регресійні моделі).

З іншого боку, причинно-описові моделі (такі, як розроблені для цього дослідження) роблять ствердження про те, як насправді працюють реальні системи в деяких аспектах. У цьому випадку створення «точної» вихідної поведінки не є достатнім для достовірності моделі; вирішальне значення має внутрішня структура моделі. Причинно-описова модель, яка представляє собою теорію про реальну систему, повинна не лише відтворювати чи прогнозувати її поведінку, а ще й пояснити, як створюється поведінка, і, можливо, запропонувати способи зміни існуючої поведінки.

Ефективність моделі, представленої в цьому дослідженні, перевіряються у порівнянні з історичними даними (наприклад, перевірка достовірності поведінки), тоді як для підтвердження змінних та рівнянь (наприклад, перевірки достовірності структури) проводяться кілька додаткових тестів. Результатом є найсучасніша модель, яка є узгодженою між різними секторами (наприклад, попит на енергію та постачання) та вимірами (наприклад, зайнятість, економічні інвестиції та викиди у довкілля), здатна відтворювати історичні тенденції та прогнозувати результати, які відповідають найкращим доступним дослідженням.

Структурна перевірка достовірності

Були проведені прямі тестування структури для оцінки достовірності структури моделі шляхом прямого порівняння зі знаннями про структуру реальної системи,

рівняння за рівнянням. Приклади прямих тестів структури включають тести підтвердження структури, тестування підтвердження параметрів, прямі випробування за екстрених умов, випробування мірної узгодженості, тести на чутливість поведінки і тести фазових взаємовідносин.

Прямі тести структури можуть бути емпіричними або теоретичними. Емпіричні структурні тести передбачають порівняння структури моделі з інформацією (кількісною або якісною), отриманою безпосередньо з реальної системи, що моделюється. Теоретичні тести структури включають порівняння структури моделі з узагальненими знаннями про систему з літератури.

Перевірка достовірності поведінки

Модель включає 230 змінних проміж секторами. З цих 230 змінних 54 є постійними, а декілька інших - коефіцієнти перерахунку. Загалом від 80 до 100 змінних перевіряли на історичні дані за період з 2000 по 2014 рік. Це вказує на те, що, хоча модель ініціалізується з використанням історичних даних за 2000 рік, вона не повністю керується даними до 2014 року. У результаті потрібна перевірка достовірності поведінки для того, щоб оцінити, чи відтворюють прогнози (отримані внаслідок моделювання понад 200 рівнянь, що використовують річний часовий крок) спостережувані історичні тенденції. Аналіз включає прогнозування патернів (періоди, частоти, тенденції, зсуви по фазі, амплітуди і т. д.), а також прогнозування точки (події).

Робота з невизначеністю

Хоча модель пройшла кілька тестів перевірки достовірності, щоб мати можливість створювати надійні сценарії, існує кілька елементів невизначеності, які залежать не від структурної стійкості, а від наявності достовірних вхідних даних для моделей та від наявності зовнішніх чинників, що впливають на ефективність роботи країни.

Для вибраних параметрів було проведено аналіз чутливості. Для оцінки варіативності вихідних даних моделі до змін у вхідних даних моделей використовувся метод моделювання Монте-Карло. Це забезпечило глибше розуміння потенційного діапазону результатів, які можна було б отримати з моделі (наприклад, за викидами та терміном окупності) за альтернативних припущень (наприклад, щодо відповіді попиту на енергію на зміни цін на енергоносії).

Були виконані наступні два типи аналізу чутливості:

- Числова чутливість існує, коли зміна припущень змінює числові значення результатів. Моделі по своїй природі демонструють числову чутливість; тестування допомагає гарантувати, що чутливість відповідає функціям та зворотним зв'язкам моделі.
- Чутливість режиму поведінки існує, коли зміна припущень змінює шаблони поведінки, сгенеровані моделлю. Якщо правдоподібні альтернативні припущення змінили поведінку моделі від плавної настройки до коливань, наприклад, модель буде відображати чутливість режиму поведінки.

Опис моделі

Наведені нижче ознаки характеризують створену для України модель енергетики:

- ***Границі:*** модель зосереджена на споживанні енергії та не включає викиди з інших секторів (наприклад, поверхня землі). Модель не включає в себе ендогенну оцінку енергопостачання, крім електрики.
- ***Гранулярність:*** модель адаптована для представлення національного споживання енергії та не розбита просторово на субнаціональному рівні. З іншого боку, модель включає споживання енергії з житлового, комерційного, промислового та транспортного секторів, дезагрегованих у вугілля, нафтопродукти, природний газ, біопаливо та відходи та електроенергію.
- ***Часовий горизонт:*** модель побудована для аналізу середньо-, та довгострокових тенденцій. Симуляції починаються в 2000 році і продовжуються до 2030 року. Починаючи з 2000 року, моделювання підтримує як перевірку достовірності моделі, так і правильну оцінку довгострокових тенденцій, включаючи виявлення можливих базових соціально-економічних структурних змін.
- ***Структура:*** модель відносно невелика і використовує наступні ключові екзогенні драйвери: ВВП, населення, енергоефективність (як річне збільшення у відсотках) та ціни на енергоносії.

Огляд моделі

Основні припущення

- Екзогенні вхідні дані: майбутнє зростання ВВП, населення, цін на енергоносії та базової енергетичної ефективності, яке за поточними прогнозами буде підвищуватися на 1,5% кожного року.
- Остаточне споживання енергії оцінюється з урахуванням (1) зазначеного попиту (включаючи вплив ВВП, населення та енергоефективності); (2) ціновий ефект; (3) ефект заміщення. Елементи (1) та (2) використовуються для оцінки попиту на енергетичні послуги.
- Потенціал для заміщення палива представлений співвідношенням ціни на енергію до національної середньозваженої ціни на енергію. Це означає, що джерело енергії стане більш привабливим, якщо зростання його ціни буде нижчим за інші, коли субсидії будуть припинені.
- Ціновий вплив потребує однорічної затримки, щоб вплинути на споживання енергії.

Константи та функції таблиці

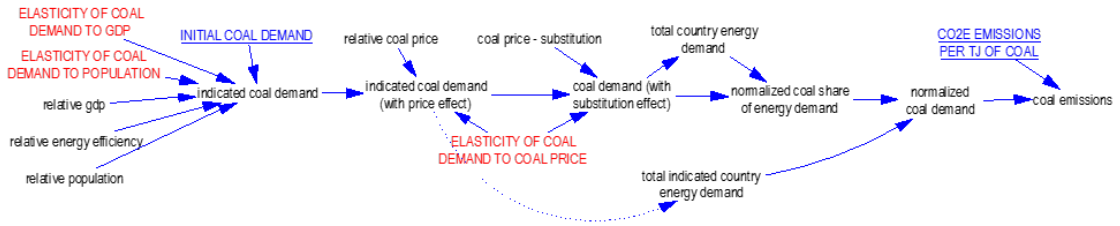
Таблиця 1. Введення даних для енергетичної моделі України, оцінка споживання енергії та викидів

Ім'я змінної	Тип змінної
Населення	Часові ряди
ВВП	Часові ряди
Попит на електроенергію [промисловість]	Часові ряди
Попит на природний газ [промисловість]	Часові ряди
Попит на нафту [промисловість]	Часові ряди
Попит на вугілля [промисловий]	Часові ряди
Попит на біопаливо та відходи [промисловість]	Часові ряди
Попит на електроенергію [транспорт]	Часові ряди
Попит на природний газ [транспорт]	Часові ряди
Попит на нафту [транспорт]	Часові ряди
Попит на вугілля [транспорт]	Часові ряди
Попит на біопаливо та відходи [транспорт]	Часові ряди
Попит на електроенергію [житловий сектор]	Часові ряди
Попит на природний газ [житловий сектор]	Часові ряди
Попит на нафту [житловий сектор]	Часові ряди
Попит на вугілля [житловий сектор]	Часові ряди
Попит на біопаливо та відходи [житловий	Часові ряди
Попит на електроенергію [комерційний]	Часові ряди
Попит на природний газ [комерційний]	Часові ряди
Попит на нафту [комерційний]	Часові ряди
Попит на вугілля [комерційна]	Часові ряди
Попит на біопаливо та відходи [комерційний]	Часові ряди
Частка природного газу у виробництві електроенергії	Часові ряди

Ім'я змінної	Тип змінної
Частка відновлюваної енергії у виробництві електроенергії	Часові ряди
Початкова ціна електроенергії	Часові ряди
Ціна природного газу	Часові ряди
Ціна на нафту	Часові ряди
Вартість вугілля	Часові ряди
Біопаливо та ціна на відходи	Часові ряди
Викиди на ГВт в газовій генерації енергії	Константа
Викиди на ГВт-год вугілльної енергогенерації	Константа
Викиди CO_2e на ТДж вугілля	Константа
Викиди CO_2e на ТДж нафти	Константа
Викиди CO_2e на ТДж природного газу	Константа
Викиди CO_2e на ТДж біопалива та відходів	Константа
Субсидії на вугілля	Часові ряди
Субсидії на нафту	Часові ряди
Субсидії на природний газ	Часові ряди
Субсидії на електроенергію	Часові ряди
Інвестиції у джерела відновлюваної енергії на кВт	Часові ряди
Коефіцієнт відновлюваної енергії (%)	Часові ряди
Інвестиції у енергоефективність на ТДж	Константа
Пружність енергетичного попиту до цін на енергоносії	Константа
Пружність енергетичного попиту до ВВП	Константа
Пружність енергетичного попиту до населення	Константа

Функціональне пояснення

Малюнок 1. Ескіз основних чинників, що впливають на споживання енергії (наприклад, вугілля)



Кілька змінних та рівнянь використовуються для оцінки енергетичних потоків (вимірюваних в тераджоулях за рік, ТДж / рік) та викидів (вимірюється в тоннах на рік, тонни/ рік).

На початку, вказаний попит на енергію (в цьому прикладі на вугілля) розраховується з використанням початкового значення за 2000 рік, помножене на відносний ВВП і відносну кількість населення (обидва індексуються 2000 роком і підвищуються до порядку певного коефіцієтну пружності, отриманого з літератури та перевірених на достовірність за допомогою економетричного аналізу – підбір тренду) і розділене на відносну енергоефективність (також індексовану 2000 роком).

Зазначений попит на вугілля [ЖИТЛОВИЙ сектор] = (ПОЧАТКОВИЙ ПОПИТ НА ВУГІЛЛЯ [ЖИТЛОВИЙ сектор] *Відносний ВВП^ПРУЖНІСТЬ ПОПИТУ НА ВУГІЛЛЯ ДО ВВП [ЖИТЛОВИЙ СЕКТОР]*ВідноснаКІЛЬКІСТЬ НАСЕЛЕННЯ^ПРУЖНІСТЬ ПОПИТУ НА ВУГІЛЛЯ ДО НАСЕЛЕННЯ])/Відносна енергоефективність

Ціновий ефект потім розраховується наступним шляхом: просто беремо зазначений попит, множимо його на відносну ціну на енергію (індексовану 2000 роком), а потім підвищуємо до порядку цінової пружності.

"Вказаний попит на вугілля (з ціновим ефектом)" = Вказаний попит на вугілля [Сектор] * ВІДНОСНА ЦІНА НА ВУГІЛЛЯ ^ ПРУЖНІСТЬ ПОПИТУ НА ВУГІЛЛЯ ДО ЦІНИ НА ВУГІЛЛЯ [Сектор]

Наступний крок розглядає ефект заміщення. Формулювання таке ж, як і для інкорпорування цінового ефекту, але для відображення відставання, яке існує між змінами цін та змінами попиту (або споживання), використовується затримка на 1 рік.

"Попит на вугілля (з ефектом заміщення)" [Сектор] =ЗАТРИМКА N (("Вказаний попит на вугілля (з ціновим ефектом)" [Сектор]* "Ціна на вугілля - ЗАМІНА" ^ Пружність попиту на вугілля до ціни на вугілля [Сектор]), ЧАС, НЕОБХІДНИЙ ДЛЯ АДАПТАЦІЇ ПОПИТУ ДО ЗМІНИ ЦІНИ ("Вказаний попит на вугілля (з ціновим ефектом)" [Сектор]* "Вугільна ціна - ЗАМІЩЕННЯ" ^ Пружність попиту на вугілля до ціни на вугілля [Сектор]), 3)

Потенціал заміщення від одного джерела енергії до іншого через зміну цін (наприклад, внаслідок припинення субсидування викопного палива) включений тут шляхом використання відношення ціни на енергоносії (наприклад, вугілля) до середньої ціни на енергію в країні (оцінюється як середньозважена ціна всіх цін на енергоносії). Це співвідношення також індексується, щоб забезпечити узгодженість з використанням пружності.

"Вартість вугілля - Заміна" =ЗАТРИМКА N ((відносна вартість вугілля / відносна середньозважена ціна енергії), 1,1,1)

Вказаний попит на енергію (включаючи ціновий ефект) використовується для оцінки загального вказаного енергетичного попиту (це також попит на енергетичні послуги), тобто сумарну енергію, яка повинна бути гарантована на рівні країни. Замість цього потенціал заміщення використовується для оцінки фактичної частки споживання енергії за джерелами. В результаті виконується нормалізація, шляхом множення загального вказаного попиту на енергію на частки, отримані від включення ефекту заміщення.

Нормалізований попит на вугілля [Сектор] =Загальний вказаний попит на енергію в країні * Нормалізована частка вугілля в попиті на енергію [Сектор]

Після того, як нормований попит (який вважається таким самим, як споживання) є оцінений, можна прогнозувати також і викиди. Це робиться шляхом множення нормалізованого попиту (в ТДж / рік) на конкретний коефіцієнт викидів (у тоннах еквівалента двоокису вуглецю / ТДж).

Викиди вуглецю [Сектор] = Нормалізований попит на вугілля [Сектор] * Викиди у тоннах еквівалента двоокису вуглецю на ТДж вугілля

Після того, як попит на енергію і викиди оцінені, попит також використовується для розрахунку необхідної встановленої та вихідної електроенергетичної генеруючої потужності. Це робиться для декількох технологій, включаючи теплову генерацію, варіанти використання ядерної та відновлюваної енергії. Потужність представлена як встановлена потужність (вимірюється в МВт) та змінюється з розширенням (коли попит збільшується або за рахунок політичних втручань, таких як, наприклад, у випадку відновлюваної енергії) та управління (залежно від терміну експлуатації встановленої потужності). Виробництво електроенергії за джерелами визначається потужністю (в МВт), кількістю годин на рік (для отримання МВтгод / рік) та коефіцієнтом завантаження (або використання) кожної з технологій.

Інвестиції оцінюються шляхом множення розширення потужності за рахунок капітальних витрат та витрат операційне обслуговування та експлуатацію, згідно оцінок Міжнародного енергетичного агентства (Світовий енергетичний огляд - WEO,2015), а витрати, яких вдається уникнути, оцінюються шляхом множення споживання енергії на ціни на енергію. Аналогічним чином, зайнятість в енергетичному секторі оцінюється шляхом множення будівництва та встановлених потужностей за допомогою мультиплікаторів зайнятості, отриманих з двох основних джерел - Wei M., S. Patadia, and M. Kammen (2010), “Putting Renewables and Energy Efficiency to Work: How Many Jobs Can the Clean Energy Industry Generate in the US?” *Energy Policy* 38 (2010) 919-931; and Greenpeace International (2009), *Energy Sector Jobs to 2030: A Global Analysis*.

[11] Відносна кількість населення використовується лише для оцінки попиту на енергію в житловому секторі.

ДОДАТОК 2. ВІДГУКИ ВІД НАЦІОНАЛЬНИХ ЕКСПЕРТІВ ТА ПРОАНАЛІЗОВАНІ КОМЕНТАРІ

Аналітичний огляд «Перспективи розвитку зеленої «економіки» в Україні: можливості для «озеленення» енергетичного сектору», включаючи результати аналізу моделювання та рекомендації, отримані в результаті моделювання, був представлений та обговорений під час національних консультацій, де національні експерти надали свої цінні відгуки. Команда проекту EAP GREEN звернулася до коментарів та надала роз'яснення та / або додаткову інформацію.

Хронологія розглянутих коментарів та роз'яснень представлена нижче.

Глава «Аналіз моделювання та ключові результати»

Підрозділ «Сценарії»

Зростання населення, стор. 12

Коментар 1 від Інституту «зеленої» економіки:
За даними Укрстату, населення України станом на 01.01.2015 становило 42 928 900, а середній показник у 2014 році склав 43 001 000, без урахування Криму та Севастополя. За прогнозами Міністерства економіки, в 2019 році середня кількість населення становитиме 42,2 млн. чоловік.

Якщо ми використовуємо динамку популяції, яка включає Крим та Севастополь, то це необхідно вказати у звіті, оскільки це може вплинути на прогнози енергоефективності.

Відповідь 1 від Програми ООН по навколишньому середовищу:
Щоб уникнути конкретних показників, які можуть виключати або не виключати спірні території, звіт використовує зміну кількості населення у відсотках, а не абсолютні значення (див. примітку 1). Це означає, що якщо населення Криму та Севастополя може зростати з тією ж швидкістю, що і решта країни, наші прогнози тим не менш діють незалежно від абсолютного розміру населення. Світові показники населення, які ми використовували для прогнозування зростання населення, не розподіляють населення за регіонами, і якщо ми хочемо виключити Крим / Севастополь, ми також повинні будемо коригувати всі інші дані про енергопостачання та попит. Таким чином, ми скорегували текст, щоб уточнити, що динаміка зростання населення включає всі регіони країни.

Енергоефективність, стор.13

Коментар 2 від Інституту «зеленої» економіки:
Необхідно додати опис динаміки енергоефективності та підхід, який використовується для цього обчислення за двома сценаріями. Може бути включений графік, що показує розрахунок та прогнози цього показника.

Відповідь 2 від Програми ООН по навколишньому середовищу:
Тенденції в області енергоефективності є набором припущеннь, а не продуктом моделі. Припущення щодо енергоефективності, використані у звіті, відповідають цілям, викладеним в INDC України, Плані дій з енергоефективності до 2020 року, та інших цілях, що були повідомлені нам GEI (щодо енергоефективності: збільшення на 9 відсотків до 2020 року та збільшення на 18 відсотків за 2030 року; щодо відновлюваних джерел енергії: збільшення на 11 відсотків до 2020 року та збільшення на 18 відсотків до 2030 року). Ми додали три невеликих таблиці, щоб підсумувати різні цілі та цільові роки.

Коментар 3 від Інституту «зеленої» економіки:
Згідно з нашими розрахунками на 2011-2013 роки, темпи зростання енергоефективності є набагато вищими, і важливо пояснити фахівцям, чому ми потрапили до таких низьких темпів за обома сценаріями.

Відповідь 3 від Програми ООН по навколишньому середовищу:
У вашій таблиці представлена енергоінтенсивність (або, краще, продуктивність), а не енергоефективність. Інтенсивність (кг нафтового еквіваленту / $) та продуктивність ($ / кг нафтового еквіваленту) піддається впливу з боку ВВП та попиту на енергію. Історичні дані, які ви представляєте, разглядають дуже низьке зростання ВВП. Припущення, використані в моделі, вважають зростання ВВП значно більш високим. Як результат, з вищим зростанням ВВП покращення енергоінтенсивності є нижчим (але підвищення енергоефективності залишається високим).
Підсумовуючи припущення, що модель, схоже, демонструє нижчу швидкість підвищення енергоефективності, - це відбувається тому, що ми використали прогноз з більш високими темпами зростання ВВП, ніж це спостерігалося протягом періода з 2011 по 2013 рік. Модель імітує 1,7 відсотків річного приросту ВВП в короткостроковій та 3-4 відсотки у середньостроковій і довгостроковій перспективі. Це дуже узгоджується з обґрунтуванням INDC України, який спрямований на швидке економічне відновлення, яке не обмежується вимогливими цілями скорочення викидів парникових газів. Ми могли використати більш консервативні прогнози зростання ВВП (які краще відповідають показникам з 2011 по 2013 рік), але це суперечило б поточним очікуванням на національному рівні та було б значно нижче прогнозів МВФ.

Коментар 4 від Інституту «зеленої» економіки:
Варто зазначити, що розрахунки включають Крим та Севастополь. Згідно з останніми оцінками Державної агенції з енергоефективності, потужність установок відновлюваної енергетики досягне 7997 МВт до 2020 року. З огляду на це, розділ «інвестиції» на стор. 5-6 може вимагати перегляду та доопрацювання.

Відповідь 4 від Програми ООН по навколишньому середовищу:
Чи можете ви, будь ласка, надати посилання на офіційний документ, в якому зазначена ціль 7997 МВт? Що це означає для цілей після 2020 року? Чи має Державна агенція з енергоефективності оновлені цілі до 2030 та 2040 років?

Наразі прогнозована потужність відновлюваної енергії, яка використовується в моделі, відповідає цілі 11 ГВт, зазначеній в Плані дій щодо відновлюваних джерел енергії в Україні, а також офіційній цілі на 2030 та 2040 роки. Якщо ми вирішимо змінити ціль на 2020 рік, як ви вважаєте, до 7,9 GW), нам також доведеться коригувати цілі на 2030 і 2040 роки, інакше модель покаже сплеск інвестицій після 2020 року, оскільки необхідно буде встановити більше потужностей (3 додаткових ГВт) між 2020 і 2030 роками. Будь ласка, поясніть, якому підходу ви надаєте перевагу, і ми можемо оновити модель відповідним чином.

Таблиця 7. Основні припущення, використані для розробки моделі та моделювання сценаріїв, стор. 14

Коментар 5 від Інституту «зеленої» економіки:
Ця таблиця містить дуже короткий перелік припущень, використаних у прогнозах. Нижче вони додали перелік державних ініціатив, які також слід згадати в прогнозних сценаріях. Без них буде мало довіри щодо результатів моделей.

Відповідь 5 від Програми ООН по навколишньому середовищу:
Ми відзначимо, що симуляція передбачає здійснення кількох інтервенцій, які разом призведуть до необхідних підвищень енергоефективності, і ми включили примітку з переліком заходів у Національному плані дій щодо енергоефективності. Це також пояснюється більш докладно в наративній частині доповіді.

Підрозділ «Основні результати»

Попит на енергію

Малюнок 2: Динаміка абсолютного зниження інтенсивності споживання енергії за сценарієм GE у порівнянні з BAU, %, стор. 15

Коментар 6 від Інституту «зеленої» економіки:
Запропонований заголовок графіка: Динаміка абсолютного зменшення інтенсивності споживання енергії за сценарієм GE у порівнянні з BAU (звичайний або інерційно керований сценарій), %.

Запропонована мітка осі: Абсолютне скорочення інтенсивності споживання енергії за сценарієм GE у порівнянні з BAU, %.

Відповідь 6 від Програми ООН по навколишньому середовищу:
Графік не показує загальне споживання енергії, а скоріше сукупне підвищення енергоефективності за сценарієм GE у порівнянні з BAU. Іншими словами, це сума щорічних підвищень енергоефективності, що відбуваються рік за роком у сценарії GE у порівнянні із сценарієм BAU. Розвиваючи пояснення далі, це значення не досягне 18-відсоткової мети до 2030 року, оскільки, також, існує енергоефективність у сценарії BAU, і цей графік показує лише додаткове підвищення, що виникає внаслідок заходів «зеленої економіки». Ми прийняли вашу запропоновану назву для графіка.

Коментар 7 від Інституту «зеленої» економіки:
Тут є якесь протиріччя, через використання двох різних показників: ефективності та інтенсивності. Це може збити з пантелику читачів, і тому ми пропонуємо вибрати тільки один показник і пояснити його динаміку більш детально.

Відповідь 7 від Програми ООН по навколишньому середовищу:
Ми скоригували термінологію у всій доповіді та використовували «ефективність» енергії (у зв'язку з інвестиціями, необхідними для скорочення споживання) у всіх можливих випадках.

Коментар 8 від Інституту «зеленої» економіки:
Ми пропонуємо окреслити всі заходи, які будуть вжиті в рамках Національного Плану дій щодо енергоефективності до 2020 року: термомодернізація будівель; сприяння сертифікації енергоефективності будівель; просування енергоаудиту та практики енергоменеджменту; інвестиції в будинки з майже нульовим споживанням енергії; інвестиції в заходи з енергоефективності у промисловості; адаптація стандартів палива та використання палива до європейських стандартів; заохочення операторів вантажних перевезень до придбання більшої кількості енергоефективних транспортних засобів; встановлення обліку у 100 відсотках комерційного споживання енергії в недорогих та комунальних будинках; перегляд будівельних норм та стандартів.

[Для додаткової інформації: єдиними кількісними цілями є термомодернізація (до 25 відсотків житлових будинків, які будуть реконструйовані до 2020 року) і збільшення частки будинків з близьким до нульового споживанням енергії у загальній кількості новозбудованих споруд на 3 відсотки на рік].

Відповідь 8 від Програми ООН по навколишньому середовищу:
Як було зазначено раніше, вони будуть висвітлюватися в примітках у розділі результатів (див. вище), і тепер вони докладніше пояснюються в наративній частині звіту.

Інвестиції, стор. 15

Коментар 9 від Інституту «зеленої» економіки:
Ми просимо вказати, як були отримані цифри з необхідних інвестицій, і на яких підставах виведено цифри 261,1 млн. доларів США на рік, 500,7 млн. доларів США та 770 млн. доларів США.

Якщо ми беремо до уваги скорочення викидів двоокису вуглецю, які є результатом заходів з енергоефективності при виробництві електроенергії, тоді ми повинні вказати, які рівні двоокису вуглецю на одиницю збільшення енергоефективності ми рекомендуємо використовувати, і які стосунки між цими двома чинниками інкорпоровано в модель.

Відповідь 9 від Програми ООН по навколишньому середовищу:
Значення необхідних інвестицій були отримані шляхом множення даних про викиди, яких було уникнено (розрахованих на основі цілей з енергоефективності), за рахунок витрат на скорочення 1 тонни двоокису вуглецю. Припущення про витрати базується на оцінці витрат, зробленій IEA. Наразі ми використовуємо оцінку в 50 доларів США за тонну двоокису вуглецю, однак за потреби можемо використовувати різні значення (наприклад, в середньому лише для промислових або транспортних секторів). Скорочення викидів двоокису вуглецю в результаті підвищення енергоефективності оцінюються з урахуванням скорочення використання нафти, природного газу та вугілля у житловому, торгівельному, промисловому та транспортному секторах. Як результат, середнє скорочення викидів на одиницю інвестицій в енергоефективність є пропорційним використанню викопного палива поміж секторами та у країні.

Коментар 10 від Інституту «зеленої» економіки:
Ми не бачимо, як інвестиції в енергоефективність як частка ВВП досягають рівнів 0,12 відсотків, 0,24 відсотки та 0,31 відсоток. Які значення ви використовували для ВВП (і звідки ці дані?), чи були це річні чи сукупні суми за періоди більше 6, 11 та 16 років? Будь ласка, поясніть.

Відповідь 10 від Програми ООН по навколишньому середовищу:
Спочатку модель використовувала реальні значення для ВВП та інвестицій. Це може викликати сумніви, оскільки побудовано на інформації про обмінний курс у відношенні до долару США та інфляцію. У цій оновленій версії ми використовували номінальні значення, що полегшує зв'язок між значеннями. Відсоткові значення послідовно збільшилися.

Зайнятість, стор. 15

Коментар 11 від Інституту «зеленої» економіки:
Таке зростання зайнятості в результаті діяльності, пов'язаної з енергоефективністю та відновлюваною енергетикою, для України не є реалістичним, поки не існує активної державної підтримки / політики щодо підтримки зайнятості. Найбільше зростання зайнятості пов'язано з технологічною модернізацією промисловості / виробництвом та реконструкцією середніх та великих підприємств, що також повинно супроводжуватися підвищенням енергоефективності.

Особливо важливо зазначити, що після відновлення миру у східних регіонах країни будуть відновлені зруйновані промислові об'єкти, будуватимуться більш сучасні об'єкти інфраструктури (включаючи залізниці, водопостачання / канали тощо).

Ми також очікуємо перехід (принаймні, частково) на більш сучасні технології, які зменшують виробниче забруднення та підвищують енерго - та матеріальну ефективність відповідно до європейських стандартів. Все це разом призведе до збільшення зайнятості.

У розрахунках необхідних інвестицій слід також взяти до уваги ці процеси.
Відповідь 11 від Програми ООН по навколишньому середовищу:
Ми не можемо моделювати наслідки промислової реконструкції або модернізації в моделі, але ми включили ваші пояснення в описову частину звіту. Що стосується відновлюваних джерел енергії, то до 80 відсотків створення робочих місць - для виробництва потужностей (наприклад, сонячних панелей). Отже, можна зазначити, що якщо всі необхідні МВт імпортовані (наприклад, з Китаю), фактичне місцеве працевлаштування може становити лише від 20 до 30 відсотків від того, що в даний час вказано в тексті. Як наслідок, надані значення слід розуміти як такі, що відносяться до сценарію, де підтримується створення місцевих робочих місць.

Ефективність використання енергії є різною, головним чином тому, що аудити та встановлення потужностей більш типово виконуються місцевою робочою силою. Крім того, можна очікувати ще більшого зростання зайнятості за рахунок заходів, спрямованих на збільшення енергоефективності, як побічного продукту (наприклад, реконструкція фабрик, що використовуватиме більш ефективні засоби виробництва та технології).

United Nations Environment Programme
International Environment House
11-13, Chemin des Anemones
CH-1219 Chatelaine
Switzerland
+41229178279
www.unenvironment.org