



REUTERS/JO YONG-HAK

Прогнози викидів ПГ в Україні: шляхи до 2050 року

Підготовлено для
Програми розвитку Організації Об'єднаних Націй

За підтримки



Федерального міністерства навколишнього
середовища, охорони природи та безпеки
реакторів

на підставі рішення Парламенту
Федеративної Республіки Німеччини

Виконавець:

THOMSON REUTERS POINT CARBON

ПОДЯКА

Цей звіт підготувала компанія Thomson Reuters Point Carbon в рамках роботи за проектом «Розбудова спроможності для низьковуглецевого зростання в Україні».

Thomson Reuters Point Carbon висловлює щирі подяку Державному агентству екологічних інвестицій України (Держекоінвестагентству), Програмі розвитку ООН (ПРООН) та Європейському банкові реконструкції та розвитку (ЄБРР) за надану значну підтримку протягом всього терміну реалізації Проекту.

Цей проект здійснюється за люб'язної підтримки Федерального Міністерства навколишнього середовища, охорони природи та ядерної безпеки Німеччини.

Дякуємо всім учасникам, які надали свої відгуки та матеріали для цього звіту, зокрема Інституту економіки та прогнозування (ІЕП) та «Фонду цільових екологічних (зелених) інвестицій» (ФЦЕЗІ).

ПРОВІДНИЙ АВТОР

Джастін Е. Фелт

ЗМІСТ

Резюме	4
2 Структура моделі.....	6
2.1 Розроблення сценаріїв викидів	7
2.2 Структура економічного орієнтиру.....	9
3 Методика та припущення	11
3.1 Макроекономічні припущення	12
3.2 Політичні припущення	14
3.3 Методика: виробництво електроенергії	14
3.4 Методика: центральне опалення, житловий сектор, комерційний сектор/установи.....	17
3.5 Методика: видобування та вичерпні палива	18
3.6 Методика: промисловість.....	19
3.7 Методика: транспорт	20
3.8 Методика: відходи	21
3.9 Методика: сільське господарство.....	22
3.10 Припущення щодо покращення за БВ, ПВ та НВ	23
4 Результати	25
4.1 Деталі прогнозів викидів: базовий випадок.....	28
4.2 Деталі прогнозів викидів: плановий випадок.....	29
4.3 Деталі прогнозів викидів: низьковуглецевий випадок.....	30
5 Література.....	31

Резюме

У цьому звіті, що підготований на доручення Програми розвитку Організації Об'єднаних Націй (ПРООН) і рамках надання послуг Урядові України, наведено пакет прогнозів викидів парникових газів (ПГ) для України. Побудована на програмі Excel модель, розроблена компанією Thomson Reuters Point Carbon (TRPC), динамічно розраховує загальні обсяги викидів в Україні по секторах/підсекторах і по роках, надаючи результати у метричних тонах CO₂-еквіваленту, за період з 2012 до 2050 р.

Розроблено три сценарії прогнозів викидів: «базовий випадок» (БВ), «плановий випадок» (ПВ) та «низьковуглецевий випадок» (НВ). Щоб забезпечити відображення у моделі найкращих у своєму класі економічних та політичних припущень, модель була проаналізована нашими партнерами – Інститутом економіки та прогнозування (ІЕП) та «Фондом цільових екологічних (зелених) інвестицій» (ФЦЕЗІ).

Перш за все, модель розробляє БВ на основі прогнозів обсягу виробництва та заходів, які забезпечують скорочення обсягів парникових газів, припускаючи, що чинна політика продовжує діяти. Цей сценарій побудовано за інформацією ІЕП та ФЦЕЗІ, а також інших джерел. Після цього від прогнозу обсягу викидів віднімаються незначні величини, які відображають підвищення ефективності та заходи з скорочення викидів (згідно з припущеннями за звичайним ходом діяльності). Щоб сформувати плановий випадок (ПВ), ураховуються обсяги скорочення викидів, пов'язані з запланованими політиками та доречними заходами зі скорочення викидів, у результаті чого прогноз за БВ зменшується. Ці політики та заходи відповідають цілі, поставленій в Енергетичній стратегії України (як правило, узгоджуючись із базовими прогнозами, викладеними в ній). Для низьковуглецевого випадку (НВ) майже всі заходи з скорочення викидів реалізуються повністю. Важливо зазначити, що прогнози обсягів виробництва для базової економічного рівня (надані ІЕП) узгоджуються по всіх трьох сценаріях.

Що стосується загальної методики, то TRPC використовує обсяги викидів ПГ за 2011 р як основу для своїх прогнозів і застосовує прогнозні оцінки річних темпів зростання, виходячи з різних припущень щодо обсягів виробництва, після чого віднімає обсяги скорочення, досягнуті завдяки «чистим» інвестиціям/удосконаленням. Такі сектори, як електроенергетика та сільське господарство, складніші, тому у розділі 3 наведені всі деталі щодо відповідних методик.

Що стосується прогнозу обсягів викидів, то за БВ обсяг викидів, за розрахунками, спочатку падає нижче 400 млн. т CO₂-екв, а після 2020 р. поступово зростає й у 2050 р. становить 561 млн. т CO₂-екв. Сценарій ПВ передбачає нижчу траєкторію, відображаючи впровадження розумних «чистих» політик та ефективних промислових і сільськогосподарських технологій згідно з Енергетичною стратегією України. У 2020 р. за цим сценарієм обсяг викидів падає до 363 млн. т CO₂-екв, а до 2050 р. збільшується до 501 млн. т CO₂-екв. Сценарій НВ відповідає повномасштабній реалізації заходів і політик із скорочення викидів ПГ, завдяки чому до 2020 р. обсяг викидів падає до 334 млн. т CO₂-екв, а у 2050 р. становить 408 млн. т CO₂-екв. Прогнози обсягів викидів наведені на Рис. 1. У Табл. 1 подані прогнози виробництва електроенергії.

Рис. 1. Прогнози викидів ПГ в Україні за БВ, ПВ та НВ

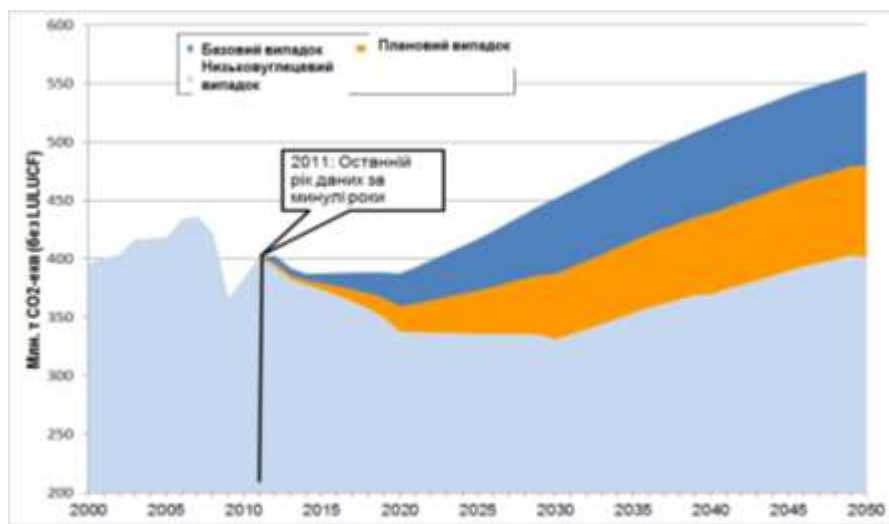


Табл. 1. Виробництво електроенергії за БВ, ПВ та НВ

Базовий випадок	2013 факт	2015	2020	2025	2030	2040	2050
Виробництво, всього	194	198	213	232	255	305	343
Виробництво, всього (без ТЕЦ)	177	182	197	216	240	288	326
АЕС	83	93	116	117	118	124	130
ГЕС (великі, ГАЕС)	14	14	20	21	21	23	24
ТЕС (вугілля)	78	73	55	68	86	118	138
ТЕС (природний газ)	0	1	2	2	2	2	2
Відновлювані джерела (малі ГЕС)	1	2	4	9	13	21	31
Вітрогенерація	1	1	2	5	7	13	19
Сонячна генерація (житловий сектор, комерційний/комунальний сектори)	0	1	1	2	2	4	6
Малі ГЕС	0	0	0	1	1	1	1
Інші ВДЕ	0	0	0	1	2	3	5
Інше	0	0	0	0	0	0	0
Державні ТЕЦ (центральне опалення)	8	8	7	7	7	7	7
Промислові ТЕЦ (виробництво)	8	8	8	8	9	10	10

Плановий випадок	2013 факт	2015	2020	2025	2030	2040	2050
Виробництво, всього	194	198	213	232	255	305	343
Виробництво, всього (без ТЕЦ)	177	181	194	212	233	279	314
АЕС	83	93	116	124	133	137	142
ГЕС (великі, ГАЕС)	14	14	20	21	21	23	24
ТЕС (вугілля)	78	73	54	59	69	103	125
ТЕС (природний газ)	0	1	2	2	2	2	2
Відновлювані джерела (малі ГЕС)	1	2	4	9	13	21	31
Вітрогенерація	1	1	2	5	7	13	19
Сонячна генерація (житловий сектор, комерційний/комунальний сектори)	0	1	1	2	2	4	6
Малі ГЕС	0	0	0	1	1	1	1
Інші ВДЕ	0	0	0	1	2	3	5
Інше	0	0	0	0	0	0	0
Державні ТЕЦ (центральне опалення)	8	8	8	8	8	8	8
Промислові ТЕЦ (виробництво)	8	8	8	9	9	10	11

Низьковуглецевий випадок	2013 факт	2015	2020	2025	2030	2040	2050
Виробництво, всього	194	198	213	232	255	305	343
Виробництво, всього (без ТЕЦ)	177	181	194	212	233	279	314
АЕС	83	93	116	129	141	145	148
ГЕС (великі, ГАЕС)	14	14	20	21	21	23	24
ТЕС (вугілля)	78	71	48	45	45	68	81
ТЕС (природний газ)	0	1	2	2	2	2	2
Відновлювані джерела (малі ГЕС)	1	4	11	20	31	50	70
Вітрогенерація	1	2	6	11	18	30	43
Сонячна генерація (житловий сектор, комерційний/комунальний сектори)	0	1	3	4	6	10	14
Малі ГЕС	0	0	1	1	2	2	3
Інші ВДЕ	0	0	1	3	5	8	10
Інше	0	0	0	0	0	0	0
Державні ТЕЦ (центральне опалення)	8	8	7	7	7	7	7
Промислові ТЕЦ (виробництво)	8	8	8	8	9	10	10

Джерело: TRPS, ФЦЕЗІ, ЕСУ

2 Структура моделі

У цьому звіті, що підготований на доручення Програми розвитку Організації Об'єднаних Націй (ПРООН) і рамках надання послуг Урядові України, наведено пакет прогнозів викидів парникових газів (ПГ) для України. Розроблено три сценарії прогнозів викидів: «базовий випадок» (БВ), «плановий випадок» (ПВ) та «низьковуглецевий випадок» (НВ), кожний з яких чітко ілюструє різну динаміку викидів в Україні. Щоб забезпечити відображення у моделі найкращих у своєму класі економічних та політичних припущень, модель була проаналізована нашими партнерами – Інститутом економіки та прогнозування (ІЕП) та «Фондом цільових екологічних (зелених) інвестицій» (ФЦЕЗІ).

Із загальної точки зору побудована на програмі Excel модель, розроблена компанією Thomson Reuters Point Carbon (TRPC), динамічно розраховує загальні обсяги викидів в Україні по секторах/підсекторах і по роках, надаючи результати у метричних тонах CO₂-еквіваленту, за період з 2012 до 2050 р. Використовуючи дані про обсяги виробництва електроенергії за минулі роки та обсяги викидів ПГ по секторах, розраховані ФЦЕЗІ, у прогнозуванні застосовуються індивідуальні методики розрахунку для кожного сектора. Основою економічного компоненту цього прогнозу є, головним чином, результати моделей ІЕП. Крім того, прогноз базується на проєкті Енергетичної стратегії України (ЕСУ), а також на даних Рамкової конвенції ООН про зміну клімату (РКЗК ООН), Програми ООН з навколишнього середовища (ЮНЕП), Європейської Комісії (ЕК), Міжнародного енергетичного агентства (МЕА) та інших джерел.

Вищезазначені розрахунки викидів, основані на вихідних даних, доповнюються припущеннями стосовно інвестиції у вдосконалення, підвищення ефективності, чисті технології та інші напрями діяльності з скорочення викидів ПГ. Заходи з скорочення викидів, включені до цих прогнозів викидів, безпосередньо пов'язані з заходами, розрахованими TRPC у рамках виконання завдання Програми розвитку ООН зі створення інструменту розрахунку граничних витрат на скорочення викидів (MACTool).¹ Структура вхідних даних для моделі показана на Рис. 2.

Рис. 2. Загальні вхідні дані для моделі TRPC



¹ Thomson Reuters Point Carbon, «Особливості моделі MACTool, розробленої для України, результати аналізу та наслідки цих результатів», 2013 р.

2.1 Розроблення сценаріїв викидів

Розробляючи вищезгадані три сценарії (БВ, ПВ та НВ), важливо розрізнити як процеси, так і припущення, що враховуються в кожному з цих випадків. Узагальнене представлення цих випадків наведено на Рис. 3.

Перш за все, модель розробляє «базовий випадок» (БВ) – який також часто називають сценарієм «за звичайним ходом діяльності» (ЗХД) або «еталонним» випадком – побудований на прогнозах обсягу виробництва та діяльності, що спричиняє викиди парникових газів. Ці дані надходять, головним чином, від ІЕП, а також з ЕСУ, ЄК, ЮНЕП та інших джерел. Після цього, згідно з припущеннями та розрахунками, проведеними за допомогою інструменту TRPC MACTool, з прогнозу викидів відраховуються показники підвищення ефективності та скорочення викидів, щоб продемонструвати, що навіть за базовим сценарієм здійснюються певні додаткові «чисті» інвестиції. Припущення полягає в тому, що ці інвестиції та прогнози зростання відповідають поточним політичним і економічним тенденціям.

Щоб побудувати «плановий випадок» (ПВ), прогноз за БВ далі зменшується шляхом урахування скорочення викидів, забезпеченого запланованими політиками та розумними заходами зі скорочення викидів. Ці політики та заходи практично відповідають меті Енергетичної стратегії України (як правило, вони співпадають з наведеними у ній базовими прогнозами). Наприклад, прогноз обсягу виробництва електроенергії за ПВ (атомної, відновлюваної та гідроенергії) відповідає базовому прогнозу за ЕСУ. Приклади додаткових інвестицій у скорочення викидів – інвестиції у підвищення ефективності систем центрального опалення, у вдосконалення інфраструктури та у модернізацію в промисловості.

У «низьковуглецевому випадку» (НВ) повністю реалізуються майже всі заходи зі скорочення викидів, визначені TRPC в інструменті MACTool. Це – найкраще представлення повного здійснення Україною інвестицій у технології, що забезпечують скорочення викидів ПГ. Методики та припущення, на яких побудовані ці розрахунки, наведені у розділі 3.

Важливо зазначити, що еталонні прогнози обсягів виробництва (надані ІЕП) узгоджені по всіх трьох сценаріях – БВ, ПВ та НВ. Інакше кажучи, у моделі робиться припущення про те, що економіка є екзогенною змінною, що дозволяє моделі конкретно виділяти зміни у прогнозі «екологічного відбитку» України, яких можна досягти за допомогою інвестицій у заходи зі скорочення викидів.

У Табл. 2 подано перелік вищезгаданих заходів, відповідні показники витрат на т CO₂-екв та середньорічне скорочення викидів, якого можна досягти за кожним із цих заходів за умов їх повного впровадження.

Рис. 3. Структура вхідних даних і припущень за різними випадками



Табл. 2. Перелік заходів, які скорочують викиди ПГ

Захід із скорочення викидів	Сектор/під сектор	Середні витрати т/т	Середнє скорочення (млн. тCO ₂ екв)	Захід із скорочення викидів	Сектор/під сектор	Середні витрати т/т	Середнє скорочення (млн. тCO ₂ екв)
Вітрогенерація	Електроенергетика	0	3,25	Енергоефективність видобування вугілля	Вугільні шахти (видобування, подача)	740	0,88
Сонячні ФЕ установки	Електроенергетика	48	0,51	Норми викидів	Автомобільний транспорт	921	4,10
Сонячні ФЕ установки у житловому секторі	Електроенергетика	37	0,21	Біопаливо	Автомобільний транспорт	199	2,71
Енергія з біомаси	Електроенергетика	-1	1,32	Міський електротранспорт	Автомобільний транспорт	8 230	0,01
Великі гідротурбіни	Електроенергетика	-41	1,89	Електрифікація залізниць	Залізничний транспорт	34	0,14
Малі гідротурбіни	Електроенергетика	-9	0,31	Модернізація газопроводів	Газо- і нафтопроводи	1 078	0,69
Геотермальна енергія	Електроенергетика	-13	3,62	Пониження тиску газу	Газо- і нафтопроводи	-366	0,17
Парогазові установки	Електроенергетика	-7	4,43	Модернізація газотранспортної системи	Розподіл/споживання газу	687	1,73
Вугільні станції нового покоління	Електроенергетика	-5	2,78	Енергія з ТПВ	Переробка відходів	45	0,03
Уловлювання та зберігання вуглецю	Електроенергетика	1	0,00	Модернізація станцій переробки	Переробка відходів	12	0,02
Ефективні прилади	Електроенергетика	775	0,45	Біорозкладна упаковка	Переробка відходів	2	0,18
Заміна ламп	Електроенергетика	7	0,08	Компостування	Переробка відходів	1	0,01
Удосконалення передачі	Електроенергетика	-29	2,15	Підвищення ступеню переробки	Переробка відходів	65	0,11
Інтелектуальна мережа	Електроенергетика	-11	0,19	Утилізація звалищного газу	Переробка відходів	3	0,19
Алюмінієвий брухт	Кольорова металургія	40	0,09	Переробка сучасних матеріалів	Переробка відходів	12	0,01
Використання сланцевого газу	Виробництво цементу	65	0,50	Роздільне збирання	Переробка відходів	11	0,26
Мокрий спосіб	Виробництво цементу	153	2,21	Утворення відходів	Переробка відходів	215	0,22
Сухий спосіб	Виробництво цементу	5	0,59	Використання стічних вод	Переробка відходів	29	0,12
Енергоефективність виробництва аміаку	Виробництво добрив	3	2,58	Біогаз у скотарстві	Тваринництво	5	2,17
Електроліз аміаку	Виробництво добрив	58	0,69	Біогаз у свинарстві	Тваринництво	13	0,53
Безперервна прокатка	Чорна металургія	2	3,81	Органічні добрива	Рослинництво	15	4,07
Мартенівські печі	Чорна металургія	4	2,65	Нульова обробка ґрунту	Рослинництво	1	2,61
Сталепрокатні установки	Чорна металургія	26	0,22	Лісонасадження	Зміни у землекористуванні (LULUCF)	35	0,36
Енергоефективність виробництва вапна	Виробництво вапна	122	0,12	Кормові концентрати	Тваринництво	143	0,02
Енергоефективність виробництва паперу	Целюлозно-паперова промисловість	8	0,01	Енергоефективність виробництва молока (зменшення поголів'я корів)	Тваринництво	19	0,08
Пряме відновлення заліза	Чорна металургія	24	7,79	Цеоліти у раціоні худоби	Тваринництво	19	0,38
Залізородні технології	Чорна металургія	1	1,23	Іонофори у раціоні худоби	Тваринництво	0	0,29
Модернізація теплових мереж	Центральне опалення	35	2,67	Насіння соняшнику в раціоні худоби	Тваринництво	30	0,23
Модернізація котлів теплових мереж	Центральне опалення	420	0,39	Відновлення водно-болотних угідь	Зміни у землекористуванні (LULUCF)	0	0,30
Модернізація котлів	Житловий сектор	19	1,88	Органічне землеробство	Рослинництво	81	0,32
Теплові насоси	Житловий сектор	294	0,53	Інгібітори нітрифікації	Рослинництво	25	0,26
Герметизація	Центральне опалення	6	1,98	Сівозміна	Рослинництво	271	0,35
Ізоляція стін	Житловий сектор	16	1,29	Перехід с екстенсивного сільського господарства на інтенсивне	Рослинництво	9	0,61
Енергоефективність водопостачання	Житловий сектор	18	1,73	Збереження деградованих земель	Зміни у землекористуванні (LULUCF)	36	0,08
Заміна вікон	Центральне опалення	33	0,70	Заходи з запобігання ерозії	Рослинництво	156	0,20
Метан вугільних шахт	Вугільні шахти (видобування, подача)	2	1,54	Спалювання соломи	Рослинництво	304	0,67
Уловлювання метану в вентиляційних системах шахт	Вугільні шахти (видобування, подача)	2	1,31				

Джерела: TRPC, ФЦЕЗІ

У базовому сценарії припускається, що в базовому році економіка перебуває у рівновазі, яка характеризується трьома умовами:

1. **Нульовий дохід.** За цією умовою підприємці продають товари за ціною, яка тільки покриває їхні витрати, власники отримують нормальний дохід на капітал, а працівники одержують заробітну плату.
2. **Пропозиція продукції та попит на неї знаходяться у рівновазі.** Цей стан також називається «очищенням» ринку.
3. **Доходи та витрати знаходяться у рівновазі.** Остання умова означає, що доходи та витрати економічних суб'єктів за даний період повинні бути рівними одне одному, а витрати мають включати не тільки кінцеве споживання, а й заощадження.

Отже, стан загальної рівноваги не слід сприймати як «моментальний знімок» економіки в конкретний момент часу. Він скоріше представляє баланс економічних потоків за певний період часу (у даному випадку – за рік). Щоб визначити обсяг виробництва та ціни у стані рівноваги, шляхом оптимізації розв'язується система нелінійних рівнянь. Наприклад, виробникам необхідно вибрати, яка частка їхньої продукції експортуватиметься або, як варіант, продаватиметься на внутрішньому ринку. Ці частки обсягу виробництва оцінюються згідно зі змінами екзогенних параметрів моделі (як, наприклад, підвищення цін на експортну продукцію).

3 Методика та припущення

На високому рівні для всіх секторів TRPS використовує як основу для всіх прогнозів дані про викиди ПГ за 2011 р. і застосовує прогнози щорічного зростання, виходячи з різних вихідних припущень, після чого відраховує обсяг скорочення викидів, досягнутого завдяки «чистим» інвестиціям та удосконаленням. Наприклад, якщо сектор А у 2011 р. викинув 100 млн. т CO₂-екв, а на 2012 р. очікується зростання на 1%, то модель перемножує 100 на (1+0,01) і отримує на 2016 р. 101 млн. т. Водночас, завдяки модернізації у секторі прогнозується скорочення викидів на 0,5 млн. т, тому віднімання цієї цифри призводить до остаточного показника 100,5 млн. т у 2016 р., після чого цей крок повторюється щодо 2017 р. БВ передбачає низькі рівні покращення, а НВ – високий рівень.

Звичайно, це – надмірне спрощення методики розрахунку. Деталі для кожного сектора будуть викладені у розділах 3.2-3.9. Зокрема, електроенергетика і сільське господарство є доволі складними секторами й потребують додаткових пояснень.

Нижче у цьому розділі наведено опис: а) загальних макроекономічних припущень, б) політичних припущень, в) методик і вхідних даних по секторах, г) деталей забезпечення скорочення викидів для кожного з трьох випадків.

Різні сектори, включені у моделювання, представлені у Табл. 3, разом із даними про викиди ПГ в Україні за минулі періоди.

Табл. 3. Викиди ПГ в Україні за 2000-2011 рр.

Млн. т CO ₂ -екв	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Разом (без LULUCF)	395,8	400,2	403,1	416,5	417,1	417,3	433,7	436,3	421,3	365,3	383,2	401,6
Разом (з LULUCF)	344,9	360,4	363,2	357,4	376,7	378,9	392,3	382,4	410,8	347,0	345,3	394,3
Виробництво електроенергії та тепла	85,1	88,6	90,5	94,0	87,2	89,2	97,3	97,1	97,0	88,2	94,0	103,3
Електроенергія	54,5	58,0	59,6	60,3	53,7	56,9	66,3	68,8	69,4	61,4	65,3	72,6
Центральне опалення	30,6	30,5	30,9	33,6	33,5	32,3	31,0	28,3	27,6	26,8	28,6	30,7
Видобування та викопні палива	48,7	47,2	45,6	46,7	46,3	45,3	44,8	43,3	42,5	39,6	40,3	39,9
Видобування газу і нафти	2,6	2,8	2,9	2,9	3,1	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,4	3,4
Розподіл/споживання газу (неконтрольовані викиди)	16,3	15,8	15,8	17,2	17,5	18,0	18,0	17,8	17,0	14,6	15,8	15,5
Вугільні шахти (видобування, подача)	29,8	28,6	26,9	26,5	25,6	23,8	23,3	22,1	22,0	21,5	21,2	21,0
Промисловість	122,8	124,0	123,7	132,4	136,4	136,7	144,8	154,3	138,5	103,2	112,6	118,3
Чорна металургія	77,3	77,8	74,9	78,5	80,1	78,9	85,1	93,2	81,2	66,0	69,7	68,4
Кольорова металургія	1,7	1,8	1,3	1,4	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8	1,5	1,4	1,4
Добрива	17,3	16,5	16,7	17,9	17,6	18,8	18,5	18,8	17,6	11,4	14,4	17,7
Нафтохімічна промисловість	1,3	2,1	2,5	2,4	2,4	2,3	2,2	2,0	1,6	1,6	1,6	1,4
Виробництво коксу	4,7	4,9	4,7	5,4	5,6	4,9	5,3	5,5	5,3	4,8	5,2	5,6
Виробництво цементу	3,8	4,2	4,7	5,9	7,1	8,0	9,2	10,6	10,9	4,6	5,5	7,3
Харчова промисловість	5,2	5,3	5,0	5,4	5,2	5,1	5,5	4,6	3,8	3,1	3,4	3,5
Виробництво вапна	2,1	2,5	2,6	2,9	3,1	3,2	3,2	3,3	3,0	2,5	2,5	2,8
Целюлозно-паперова галузь	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,4
Інші галузі	9,0	8,6	10,9	12,3	13,0	13,3	13,5	13,9	12,9	7,4	8,6	9,7
Транспорт	33,1	34,9	39,1	40,6	44,3	44,5	46,0	47,0	46,8	41,1	40,3	40,9
Автомобільний (у т.ч. позашляховий, механізми)	17,8	20,4	24,4	25,2	28,3	28,9	30,9	33,5	32,8	30,3	30,2	30,6
Залізничний	1,2	1,3	0,7	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,4	0,5	0,5
Трубопровідний транспорт газу і нафти	13,8	12,8	13,6	14,1	14,7	14,5	13,8	12,4	12,8	10,0	9,4	9,5
Інший (цивільна авіація, морський)	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,3	0,2	0,3
Житловий сектор	39,8	40,9	40,6	43,0	43,9	43,3	44,6	40,2	40,4	38,0	39,5	36,6
Комерційний сектор/установи	4,2	3,9	6,5	5,6	5,8	6,4	5,3	4,5	4,5	4,1	4,4	4,9
Відходи	9,9	10,0	10,2	10,3	10,5	10,6	10,7	10,9	10,9	10,9	11,0	11,0
Переробка відходів	6,4	6,5	6,6	6,7	6,8	6,9	7,0	7,1	7,1	7,2	7,3	7,3
Стічні води	3,4	3,5	3,6	3,6	3,7	3,7	3,7	3,8	3,7	3,7	3,7	3,8
Сільське господарство	42,8	43,1	42,9	39,3	38,9	37,9	38,2	37,0	39,5	37,4	38,6	40,7
Тваринництво	21,2	21,1	21,2	19,1	17,6	17,3	17,2	15,9	15,2	14,7	14,4	14,2
Рослинництво	21,6	22,0	21,7	20,1	21,2	20,6	21,1	21,1	24,3	22,7	24,1	26,6
Зміни у землекористуванні (LULUCF)	-50,8	-39,9	-39,9	-59,1	-40,4	-38,4	-41,4	-53,9	-10,4	-18,3	-38,0	-7,3
Споживання галогенівуглеців та SF ₆	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7
Інші види діяльності (військова тощо)	9,3	7,7	4,1	4,5	3,8	3,0	1,6	1,4	0,6	2,1	1,8	5,3

Джерело: ФЦЕЗІ, РКЗК ООН

3.1 Макроекономічні припущення

Інститут економіки та прогнозування (ІЕП) у 2013 р. склав орієнтований прогноз по секторах/підсекторах на 2012-2015 рр., що містить, серед інших показників, дані про ВВП та чисельність населення по роках (див. нижче Табл. 4). Ця таблиця побудована на обчислюваній моделі загальної рівноваги (ОМЗР), що була пояснена у розділі 2.

Табл. 4. Макроекономічні припущення у контексті моделювання за ОМЗР ІЕП

Вид діяльності	Код NACE	2012-2014	2015-2020	2021-2025	2026-2030	2031-2035	2036-2040	2041-2045	2046-2050
ВВП	--	0,50%	2,45%	2,47%	2,92%	3,41%	3,66%	3,58%	3,50%
Чисельність населення	--	-0,30%	-0,30%	-0,30%	-0,30%	-0,30%	-0,30%	-0,30%	-0,30%
Сільське господарство, мисливство та пов'язане з ними обслуговування	01	3,90%	1,77%	2,58%	3,14%	3,40%	3,43%	3,43%	3,32%
Видобування вугілля та лігніту; видобування торфу; видобування уранових і торієвих руд	10,12	0,82%	1,35%	1,52%	1,67%	1,44%	0,98%	0,80%	0,60%
Видобування сирової нафти та природного газу	11	-0,15%	1,42%	1,72%	2,03%	2,07%	1,88%	1,71%	1,50%
Кар'єрне видобування, крім енергетичних матеріалів	CB(13,14)	1,69%	2,70%	3,85%	4,07%	3,63%	2,71%	1,76%	0,94%
Виробництво продовольчих товарів, напоїв і тютюнової продукції	DA(15,16)	-1,25%	2,09%	2,77%	3,40%	3,78%	3,85%	3,86%	3,65%
Виробництво текстилю та текстильних виробів; виробництво одягу; виробництво шкіри та хутра	DB(17,18), DC(19)	-3,38%	1,91%	2,53%	3,19%	3,68%	3,87%	3,99%	3,86%
Виробництво деревини та деревинних виробів; виробництво целюлози, паперу та паперових виробів; видавнича діяльність і друкарство	DD(20), DE(21,22)	1,80%	1,80%	2,41%	2,93%	3,25%	3,33%	3,44%	3,43%
Виробництво коксових виробів; виробництво ядерного палива	23.1, 23.3	-2,90%	1,65%	1,70%	1,80%	1,49%	0,93%	0,56%	0,24%
Виробництво продукції з очищеної нафти	23.2	-20,70%	2,09%	2,44%	2,71%	2,74%	2,55%	2,36%	2,16%
Виробництво хімікатів та хімічних продуктів; виробництво резинових виробів та виробів з пластмаси	DG(24), DH(25)	-6,29%	2,67%	3,04%	3,71%	4,32%	4,61%	4,88%	4,78%
Виробництво інших неметалевих виробів мінерального походження	DI(26)	-3,38%	2,16%	2,48%	2,78%	2,80%	2,52%	2,25%	1,91%
Виробництво основних металів та готових металевих виробів	DJ(27,28)	-2,25%	3,41%	3,56%	3,77%	3,50%	2,88%	2,40%	1,95%
Виробництво механізмів і обладнання	DK-DM(29-35)	-5,76%	2,25%	2,31%	2,82%	3,22%	3,34%	3,41%	3,18%
Інше виробництво	DN(36,37)	-2,50%	2,46%	2,76%	3,16%	3,27%	3,06%	2,90%	2,67%
Вироблення та розподіл електроенергії	40.1	1,10%	1,43%	1,79%	2,02%	1,92%	1,57%	1,28%	0,99%
Виробництво газу; розподіл газового пального газопроводами	40.2	-2,40%	1,69%	1,76%	2,07%	2,11%	1,92%	1,74%	1,51%
Постачання пари та гарячої води	40.3	-0,90%	1,83%	1,45%	1,71%	2,13%	2,46%	2,68%	2,69%
Будівництво	F(45)	-9,47%	2,13%	2,26%	2,56%	2,52%	2,23%	1,97%	1,66%
Діяльність транспорту; пошта і зв'язок	60-63	0,17%	2,00%	2,14%	2,32%	2,18%	1,85%	1,57%	1,31%

Джерело: ІЕП

В основі цих цифр лежать наступні припущення:

- Чинні ставки оподаткування виробництва та імпорту, доходів фізичних осіб, заробітків, внесків у пенсійний фонд та фонди соціального забезпечення прийняті рівними показникам 2011 року.
- Видобування вугілля – єдина галузь, що змінює ставки оподаткування. У моделі припущено поступове підвищення (0,5% на рік) чинної ставки оподаткування виробництва та імпорту для цього виду економічної діяльності до досягнення середнього рівня по економіці в цілому (станом на 2011 р. – близько 4%). Це обумовлено тим, що у видобуванні вугілля очікується поступове скасування дотацій.
- Ціни на фактори виробництва і паливо встановлені відносно одне одного (що є типовою методикою для обчислюваних моделей загальної рівноваги) і змінюються динамічно залежно від тенденцій у виробництві та споживанні. Інакше кажучи, ціни починаються з 2011 р. як з базового рівня, а потім змінюються ендегенно (див. нижче Табл. 5).
- Попит на зовнішніх ринках продовжить відігравати певну роль в економічному зростанні, включаючи очікуване поживлення на ринку ЄС, згорання кількісного послаблення у Федеральній резервній системі США, погіршення перспектив на Близькому Сході та вповільнення зростання у країнах, що розвиваються.
- Економіку стримуватимуть збереження низького рівня інвестиційної активності, обмеження доступу до кредитів на внутрішньому й зовнішньому ринках, високі рівні політичної нестабільності, несприятливе бізнесове середовище, погіршення стану державних фінансів та активізація інфляції.
- Поступове збільшення реальних доходів домогосподарств призведе до змін у структурі кінцевого споживання; хоча у цілому попит на продукцію сільського господарства й харчової промисловості залишиться високим, спостерігатиметься поступове збільшення частки виробництва нематеріальних благ

(послуг).

- Крім того, очікується збільшення попиту населення на продукцію легкої промисловості, що призведе до зростання питомої ваги цієї галузі в структурі загального обсягу виробництва.
- Збільшення частки заробітної плати у собівартості продукції також сприятиме розширенню внутрішнього ринку.
- У середньо- та довгостроковій перспективі частка видів економічної діяльності та галузей з високим рівнем споживання енергії, палива і матеріалів (що характеризуються низькою доданою вартістю), зокрема добувної промисловості, як очікується, зменшиться.
- Попит на внутрішньому й частково на зовнішньому ринках підтримуватиме роль сталеливарної промисловості.
- Зміщення у структурі технологічних процесів у напрямку більш науковомістких галузей дещо збільшить питому вагу хімічної промисловості у загальній структурі виробництва.

Табл. 5. Відносні ціни на фактори виробництва і паливо (з розбивкою по секторах)

Вид діяльності	Код NACE	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Сільське господарство, мисливство та пов'язане з ними обслуговування	01	1,008	1,029	1,039	1,047	1,052	1,053	1,05	1,041
Видобування вугілля та лігніту; видобування торфу; видобування уранових і торієвих руд	10,12	1,009	1,057	1,115	1,188	1,28	1,39	1,504	1,622
Видобування сирової нафти та природного газу	11	1,006	1,03	1,056	1,085	1,117	1,151	1,189	1,23
Кар'єрне видобування, крім енергетичних матеріалів	CB(13,14)	1,009	1,011	0,9946	0,9776	0,9653	0,9608	0,9675	0,9841
Виробництво продовольчих товарів, напоїв і тютюнової продукції	DA(15,16)	1,007	1,021	1,031	1,037	1,039	1,035	1,03	1,025
Виробництво текстилю та текстильних виробів; виробництво одягу; виробництво шкіри та хутра	DB(17,18),DC(19)	1,003	1,015	1,025	1,033	1,037	1,037	1,033	1,028
Виробництво деревини та деревинних виробів; виробництво целюлози, паперу та паперових виробів; видавнича діяльність і друкарство	DD(20),DE(21,22)	1,002	1,008	1,012	1,013	1,011	1,004	0,9928	0,9777
Виробництво коксових виробів; виробництво ядерного палива	23.1,23.3	1,002	1,047	1,106	1,179	1,269	1,374	1,485	1,598
Виробництво продукції з очищеної нафти	23,2	1,002	1,009	1,018	1,032	1,049	1,068	1,091	1,115
Виробництво хімікатів та хімічних продуктів; виробництво резинових виробів та виробів з пластмаси	DG(24),DH(25)	0,9981	0,9942	0,9902	0,9839	0,9732	0,9586	0,9408	0,9223
Виробництво інших неметалевих виробів мінерального походження	DI(26)	1,001	1,003	1,005	1,006	1,005	1,003	1,001	1,001
Виробництво основних металів та готових металевих виробів	DJ(27,28)	0,997	0,985	0,9732	0,9627	0,9547	0,9499	0,9472	0,9457
Виробництво механізмів і обладнання	DK-DM(29-35)	0,9988	0,9979	0,9996	0,9996	0,9965	0,9902	0,9819	0,9736
Інше виробництво	DN(36,37)	1,001	1,002	1,006	1,01	1,014	1,018	1,022	1,025
Вироблення та розподіл електроенергії	40,1	1	1,028	1,064	1,112	1,176	1,252	1,343	1,442
Виробництво газу; розподіл газового пального газівими магістралями	40,2	0,9264	0,9461	0,9651	0,9955	1,041	1,1	1,177	1,266
Постачання пари та гарячої води	40,3	0,9271	0,9005	0,8848	0,8756	0,8737	0,878	0,8898	0,9071
Будівництво	F(45)	0,9878	0,98	0,9791	0,9766	0,9718	0,9655	0,9582	0,951
Діяльність транспорту; пошта і зв'язок	60-63	1,001	1,009	1,024	1,047	1,078	1,115	1,159	1,207

Джерело: ІЕП

3.2 Політичні припущення

Прогнози викидів ПГ неминуче залежать від політичних припущень. У напрямку від БВ до ПВ, а згодом до НВ припущення спочатку базуються на поточній ситуації на місцях, потім на матеріалах ЕСУ й нарешті на повному пакеті політичних стимулів, цілей та рішень, що охоплюють майже всі доречні можливості скорочення викидів.

Табл. 6. Політичні припущення для БВ, ПВ та НВ

Базовий випадок	Плановий випадок	Низьковуглецевий випадок
<p><i>Існуючі політики</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Чинний «зелений тариф» для відновлюваної енергетики залишається. • Поступове скасування дотацій на продаж вугілля. 	<p><i>Відповідає Енергетичній стратегії України</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Додаткові стимули для модернізації інфраструктури центрального опалення, ліній/мереж електропередачі та сектора виробництва. • Реформи житлової системи для сприяння здійсненню інвестицій в енергоефективне житло. • Чинний «зелений тариф» для відновлюваної енергетики залишається. • Додаткова підтримка нових потужностей атомної енергетики та гідроенергетики. • Певні малі субсидії на біопалива. • Запроваджені стимули для використання звалищного метану та метану у скотарстві. 	<p><i>Дуже високий рівень підтримки клімату і адресності</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Потужний механізм установленні цін на вуглець для стимулювання покращення клімату в усій економіці (податок на вуглець або обмеження і торгівля). • Стабільні стимули та прямі державні інвестиції в технології, безпечні для клімату, в усіх секторах (виробництві, опаленні, електроенергетиці, сільському господарстві, поводженні з відходами). • Підвищений «зелений тариф» або зобов'язання/завдання у відновлюваній енергетиці задля збільшення інвестицій у цю галузь. • Подальша підтримка (наприклад, гарантії за позиками) атомної енергетики. • Стандарти енергоефективності транспортних засобів, підтримка або завдання щодо споживання біопалив.

3.3 Методика: виробництво електроенергії

Сектор виробництва електроенергії включає всі точкові джерела викидів на об'єктах, працюючих на викопному паливі, які генерують електроенергію. З розрахунків виключені теплоелектроцентралі (ТЕЦ), тому що викиди з них відносяться до секторів промисловості та центрального опалення. У цьому секторі викиди обумовлюються виробництвом електроенергії на природному газі та вугіллі.

Модель розраховує обсяги виробництва електроенергії (у ТВт-год) по видах технології та роках за період 2014-2050 рр. для прогнозів за кожним із сценаріїв – БВ, ПВ та НВ. Потім модель застосовує коефіцієнт інтенсивності до виробництва електроенергії на вугіллі та природному газі, створюючи в такий спосіб прогноз викидів. Наприкінці модель відраховує з прогнозу викидів обсяг, обумовлений підвищенням енергоефективності. Модель включає дані про фактичний обсяг виробництва електроенергії за період з 2000 до 2013 рр. Схематично методика формування прогнозу для сектора виробництва електроенергії зображена на Рис. 5, а обсяги виробництва за минулі роки з розбивкою по технологіям наведені у Табл. 7.

Табл. 7. Виробництво електроенергії за минулі роки по видах технологій

ТВт-год	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Виробництво, всього	174	180	182	186	193	196	193	174	189	195	199	194
Виробництво, всього (без ТЕЦ)	155	158	159	164	174	177	175	159	171	178	183	177
АЕС	78	81	87	89	90	93	90	83	89	90	90	83
ГЕС (великі, ГАЕС)	9	9	11	12	13	10	11	12	13	10	11	14
ТЕС (вугілля)	66	67	59	62	70	74	72	63	68	76	81	78
ТЕС (природний газ)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Відновлювані джерела (малі ГЕС)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Вітрогенерація	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Сонячна генерація (житловий сектор, комерційний/ комунальний сектори)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Малі ГЕС	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Інші ВДЕ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Інше	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	0
Державні ТЕЦ (центральне опалення)	12	13	14	14	12	11	10	8	10	9	8	8
Промислові ТЕЦ (виробництво)	7	9	9	9	8	8	8	7	8	8	8	8

Джерело: ФЦЕЗІ, різні інші джерела

Для формування прогнозу загального обсягу виробництва модель застосовує річний темп зростання, виведений ІЕП для виду діяльності «вироблення та розподіл електроенергії» (NACE 40.1), який становить 1-2% на рік. Загальний обсяг виробленої електроенергії у всіх трьох випадках є однаковим.

Рис. 5. Методика формування прогнозу викидів у секторі виробництва електроенергії



Що стосується технологій, то обсяги виробництва ГЕС і ТЕС на природному газі прогноуються на рівнях, що відповідають Енергетичній стратегії України (ЕСУ). Оскільки гідроелектроенергетика частково залежить від припливу води та опадів, то в моделі зроблено припущення про те, що 2014 рік буде середнім за припливом води. Для атомної енергетики прогноз для БВ, ПВ та НВ базується відповідно на песимістичному, базовому та оптимістичному сценаріях ЕСУ. Обсяг виробництва у відновлюваній енергетиці для БВ та ПВ прогноуються згідно з ЕСУ, а для НВ – по технологіям (вітрова, сонячна, біомаса, геотермальна) з використанням припущень, розрахованих за допомогою інструменту TRPC MACTool. Оскільки ЕСУ охоплює період тільки до 2030 р., всі цифри на 2031-2050 рр.

екстрапольовані з ЕСУ за потенційними даними. Прогнозується, що обсяг комбінованого вироблення теплової та електричної енергії у промисловості та секторі центрального опалення зростатиме темпами, що відповідають загальним темпам збільшення викидів відповідно у промисловості та секторі центрального опалення, виходячи з цих прогнозів, зроблених в інших частинах моделі. Беручи загальний обсяг виробництва електроенергії та відраховуючи вищезгадані джерела, можна розрахувати обсяг виробництва електроенергії на вугіллі, тому що це – основне рентабельне паливо.

Прогнози обсягів виробництва електроенергії по видах технології наведені нижче у Табл. 8.

Табл. 8. Прогноз виробництва електроенергії для БВ, ПВ та НВ (ТВт-год)

Базовий випадок	2013 факт	2015	2020	2025	2030	2040	2050
Виробництво, всього	194	198	213	232	255	305	343
Виробництво, всього (без ТЕЦ)	177	182	197	216	240	288	326
АЕС	83	93	116	117	118	124	130
ГЕС (великі, ГАЕС)	14	14	20	21	21	23	24
ТЕС (вугілля)	78	73	55	68	86	118	138
ТЕС (природний газ)	0	1	2	2	2	2	2
Відновлювані джерела (малі ГЕС)	1	2	4	9	13	21	31
<i>Вітрогенерація</i>	1	1	2	5	7	13	19
<i>Сонячна генерація (житловий сектор, комерційний/комунальний сектори)</i>	0	1	1	2	2	4	6
<i>Малі ГЕС</i>	0	0	0	1	1	1	1
<i>Інші ВДЕ</i>	0	0	0	1	2	3	5
Інше	0	0	0	0	0	0	0
Державні ТЕЦ (центральне опалення)	8	8	7	7	7	7	7
Промислові ТЕЦ (виробництво)	8	8	8	8	9	10	10
Плановий випадок	2013 факт	2015	2020	2025	2030	2040	2050
Виробництво, всього	194	198	213	232	255	305	343
Виробництво, всього (без ТЕЦ)	177	181	194	212	233	279	314
АЕС	83	93	116	124	133	137	142
ГЕС (великі, ГАЕС)	14	14	20	21	21	23	24
ТЕС (вугілля)	78	73	54	59	69	103	125
ТЕС (природний газ)	0	1	2	2	2	2	2
Відновлювані джерела (малі ГЕС)	1	2	4	9	13	21	31
<i>Вітрогенерація</i>	1	1	2	5	7	13	19
<i>Сонячна генерація (житловий сектор, комерційний/комунальний сектори)</i>	0	1	1	2	2	4	6
<i>Малі ГЕС</i>	0	0	0	1	1	1	1
<i>Інші ВДЕ</i>	0	0	0	1	2	3	5
Інше	0	0	0	0	0	0	0
Державні ТЕЦ (центральне опалення)	8	8	8	8	8	8	8
Промислові ТЕЦ (виробництво)	8	8	8	9	9	10	11
ТВт-год	2013 факт	2015	2020	2025	2030	2040	2050
Виробництво, всього	194	198	213	232	255	305	343
Виробництво, всього (без ТЕЦ)	177	181	194	212	233	279	314
АЕС	83	93	116	129	141	145	148
ГЕС (великі, ГАЕС)	14	14	20	21	21	23	24
ТЕС (вугілля)	78	71	48	45	45	68	81
ТЕС (природний газ)	0	1	2	2	2	2	2
Відновлювані джерела (малі ГЕС)	1	4	11	20	31	50	70
<i>Вітрогенерація</i>	1	2	6	11	18	30	43
<i>Сонячна генерація (житловий сектор, комерційний/комунальний сектори)</i>	0	1	3	4	6	10	14
<i>Малі ГЕС</i>	0	0	1	1	2	2	3
<i>Інші ВДЕ</i>	0	0	1	3	5	8	10
Інше	0	0	0	0	0	0	0
Державні ТЕЦ (центральне опалення)	8	8	7	7	7	7	7
Промислові ТЕЦ (виробництво)	8	8	8	8	9	10	10

Джерело: TRPS, ФЦЕЗІ, ЕСУ

3.4 Методика: центральне опалення, житловий сектор, комерційний сектор/установи

Викиди, пов'язані з центральним опаленням, житловим сектором і комерційним сектором/установами, обумовлені, головним чином, спалюванням викопних видів палива (переважно природного газу) для опалення будівель, а також для приготування їжі та гарячого водопостачання.

Перший компонент прогнозу – нормування з урахуванням коливань температури, яке застосовується до всіх трьох секторів, за винятком гарячого водопостачання та приготування їжі у житловому секторі. Це має сенс, оскільки холодніші зими обумовлюють збільшення споживання викопного палива для опалення і, отже, збільшення викидів ПГ. Використовуючи формули Державного агентства екологічних інвестицій України, можна прирівняти зміни кількості градусо-днів опалювального періоду (ГДОП) безпосередньо до обсягу виробництва тепла.² Отже, відсоткові зміни у ГДОП безпосередньо застосовуються до показника обсягу виробництва тепла у моделі за 2012 та 2013 рр. Для цілей цього аналізу ми використовуємо результати замірів у Києві.³ На період з 2014 до 2050 р. ми прогнозуємо, що показники у цьому секторі повернуться до середнього значення, що спостерігалось у 2000-2013 рр. Дані про ГДОП наведені у Табл. 9.

Табл. 9. Кількість градусо-днів опалювального періоду, Київ

Показник	Сере дні	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014 (прог ноз)
Кількість градусо-днів опалювального періоду, Київ, база 65 F (18 C)		6 899	7 085	6 404	6 380	6 499	6 927	6 723	7 000	6 532	6 531
Зміна за рік, %		24%	3%	-10%	0%	2%	7%	-3%	4%	-7%	0%
Середня кількість градусо-днів опалювального періоду (2000-2013)	6 531										

Джерело: Weather Underground

Другий компонент стосується врахування змін у розмірах осель. У цьому компоненті ми покладаємося на Енергетичну стратегію України, де у базовому сценарії передбачено, що розмір квартири у розрахунку на одну особу збільшується на 1,66% на рік.⁴ Припущення щодо ВВП у ЕСУ значно більші, ніж припущення в моделі, тому приведення з індексуванням за ВВП призводить до річного зростання розміру квартири на 0,2-1%. Знов таки, з цього розрахунку виключається гаряче водопостачання у житловому секторі та комерційному секторі/установах, тому що воно не пов'язано безпосередньо з опалюванням помешкань у самій будівлі.

Третій компонент стосується інтеграції вдосконалень і підвищення ефективності, як із точки зору опалювальної інфраструктури, так і щодо обслуговуваних будівель. Це, наприклад, герметизація, а також покращення ізоляції стін і вікон. Схема цієї методики наведена на Рис. 6.

² Національне агентство екологічних інвестицій України, «Методика оцінки скорочення викидів парникових газів у результаті впровадження заходів з підвищення енергоефективності будівель», 2010 р., стор. 8, 17, <http://www.seia.gov.ua/seia/doccatalog/document?id=632476>

³ Кількість градусо-днів опалювального періоду – це доповняльний показник, яким вимірюють попит на опалення будівель. Кількість градусо-днів опалювального періоду (ГДОП) розраховують шляхом віднімання від базової температури середньодобову температуру. Якщо середня температура нижче базової, то результат віднімання є кількістю градусо-днів опалювального періоду на цей день. Кількість ГДОП за рік є сумою добових результатів цього підрахунку.

⁴ Міністерство палива та енергетики, «Енергетична стратегія України на період до 2030 р.», проект, червень 2013 р.

Рис. 6. Методика формування прогнозу викидів у секторі центрального опалення та комерційному секторі/установах



3.5 Методика: видобування та викопні палива

Сектор «видобування та викопні палива» охоплює викиди, пов'язані з виробництвом/видобуванням нафти, газу та вугілля (як неконтрольовані, так і в результаті спалювання), а також неконтрольовані викиди природного газу в розподільних системах біля кінцевого споживача. Не враховуються неконтрольовані викиди та викиди від спалювання, пов'язані з транспортуванням природного газу на великі відстані, які відносяться до сектора транспорту (дані про обсяги викидів наведені у Табл. 10).

Табл. 10. Обсяги викидів у секторі видобування та викопних палив за минулі роки

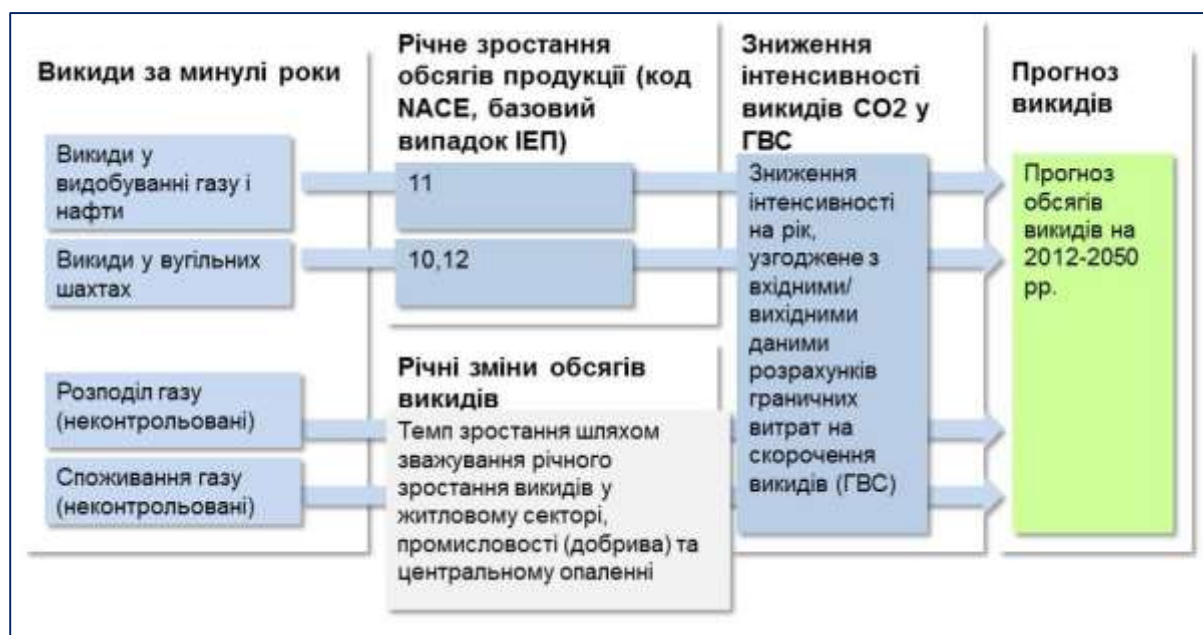
Млн. т CO ₂ -екв	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Видобування та викопні палива	48,67	47,18	45,58	46,69	46,25	45,35	44,79	43,33	42,50	39,61	40,32	39,86
Видобування газу і нафти	2,62	2,76	2,87	2,93	3,12	3,53	3,48	3,47	3,49	3,50	3,36	3,41
Розподіл/споживання газу (неконтрольовані викиди)	16,27	15,78	15,79	17,24	17,51	18,00	18,02	17,75	17,04	14,64	15,80	15,47
Вугільні шахти (видобування, подача)	29,78	28,64	26,91	26,52	25,62	23,82	23,29	22,11	21,97	21,47	21,17	20,98

Джерело: ФЦЕЗІ, РКЗК ООН

Методики прогнозування для підсекторів видобування/виробництва та підсектора розподілу природного газу дещо відрізняються. Обсяги викидів у видобуванні газу й нафти та викидів у вугільних шахтах індексуються на річні темпи зростання, прийняті ІЕП відповідно до секторів NACE 11, 10 та 12. Обсяги неконтрольованих викидів, пов'язаних із природним газом, індексуються на зважені середні темпи зростання у промисловості (головним чином у виробництві добрив), житловому секторі та секторі центрального опалення, на які припадає відповідно 44%, 33% та 22%

споживання природного газу.⁵ Для отримання прогнозу річного обсягу викидів урахуються припущення щодо підвищення енергоефективності та зменшення неконтрольованих викидів (див. Рис. 7).

Рис. 7. Методика формування прогнозу викидів у секторі видобування та викопних палив



3.6 Методика: промисловість

Сектор промисловості – обширний і охоплює викиди у ряді галузей, які виробляють матеріальні блага (див. Табл. 11). Ці викиди пов'язані як із спалюванням викопних палив, так і з викидами ПГ у процесах виробництва (як, наприклад, у цементній галузі). Цей сектор включає викиди з точкових джерел, які виникають на теплоелектроцентралях (ТЕЦ), що працюють на відпрацьованому теплі та забезпечують потреби виробництва і переробки.

Табл. 11. Обсяги викидів у промисловості за минулі роки

Млн. т CO ₂ -екв	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Промисловість	122,82	124,01	123,67	132,44	136,43	136,71	144,75	154,26	138,50	103,19	112,65	118,25
Чорна металургія	77,32	77,78	74,86	78,48	80,09	78,91	85,06	93,18	81,18	65,95	69,74	68,44
Кольорова металургія	1,70	1,77	1,34	1,41	1,75	1,76	1,83	1,80	1,77	1,47	1,44	1,38
Добрива	17,29	16,49	16,74	17,87	17,59	18,79	18,51	18,81	17,61	11,45	14,37	17,68
Нафтохімічна галузь	1,34	2,10	2,46	2,42	2,37	2,31	2,16	2,02	1,57	1,57	1,57	1,44
Виробництво коксу	4,70	4,87	4,68	5,37	5,64	4,92	5,32	5,53	5,31	4,78	5,23	5,61
Виробництво цементу	3,79	4,15	4,73	5,94	7,15	8,00	9,17	10,62	10,88	4,59	5,45	7,33
Харчова промисловість	5,17	5,26	4,96	5,39	5,23	5,07	5,53	4,56	3,81	3,08	3,36	3,55
Виробництво вапна	2,12	2,55	2,60	2,85	3,09	3,16	3,21	3,35	3,00	2,46	2,55	2,80
Целюлозно-паперова галузь	0,40	0,40	0,41	0,46	0,50	0,52	0,48	0,50	0,48	0,41	0,35	0,38
Інші галузі промисловості	8,99	8,64	10,90	12,26	13,04	13,28	13,49	13,90	12,90	7,44	8,59	9,66

Джерела: ФЦЕЗІ, РКЗК ООН

Розрахунки для промисловості великою мірою базуються на макроекономічних припущеннях, наданих ІЕП, а конкретні коди NACE, що відповідають кожному підсектору, наведені на Рис. 8. Після відображення у підсекторах щорічного зростання, закладеного у прогнозах ІЕП, модель також відрховує обсяги викидів, пов'язані з заходами із зниження інтенсивності викидів ПГ, такими як нові котли, більш екологічно безпечні технологічні процеси тощо.

⁵ Міністерство палива та енергетики, «Енергетична стратегія України на період до 2030 р.», проект, червень 2013 р.

Рис. 8. Методика формування прогнозу викидів у промисловості



3.7 Методика: транспорт

У секторі транспорту переважають, головним чином, викиди від викопного палива, пов'язані з автомобільним та іншим моторним транспортом. Крім того, це викиди у залізничному транспорті та забруднення від далекого трубопровідного транспорту природного газу (див. Табл. 12).

Табл. 12. Обсяги викидів, пов'язаних із транспортом, за минулі роки

Млн. т CO ₂ -екв	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Транспорт	33,14	34,88	39,07	40,58	44,28	44,53	46,03	47,03	46,83	41,12	40,29	40,87
Автомобільний (у т.ч. позашляховий, механізми)	17,78	20,41	24,41	25,19	28,33	28,86	30,92	33,45	32,84	30,34	30,18	30,62
Залізничний	1,22	1,34	0,70	0,85	0,82	0,77	0,82	0,72	0,73	0,44	0,48	0,47
Трубопровідний транспорт газу і нафти	13,82	12,79	13,60	14,14	14,68	14,48	13,83	12,35	12,83	10,05	9,38	9,50
Інший (цивільна авіація, морський)	0,33	0,34	0,35	0,39	0,44	0,42	0,47	0,50	0,43	0,29	0,25	0,29

Джерело: ФЦЕЗІ, РКЗК ООН

Викиди від моторних транспортних засобів (автомобілів, промислових транспортних засобів, човнів) та залізничного транспорту корелюють з прогнозами обсягів виробництва, наданими ІЕП, за видами діяльності з кодами NACE 60-63 («Діяльність транспорту; пошта і зв'язок»). Для транспортування природного газу щорічне зростання обсягів виробництва вимагає прогнозів як споживання природного газу в Україні, так і обсягів газу, що транспортується через Україну. Для цих двох компонентів ми використовуємо відповідно песимістичний прогноз ЕСУ щодо споживання та базовий прогноз ЕСУ для транспортування природного газу. Як і з іншими секторами, потім ми включаємо інвестиції у скорочення викидів, наприклад, запровадження більш ефективних газокompресорних систем, стандартних норм ефективності транспортних засобів та збільшення використання біопалив. Методика розрахунку зображена на Рис. 9.

Рис. 9. Методика формування прогнозу викидів у секторі транспорту



3.8 Методика: відходи

У секторі відходів викиди виникають в основному при видаленні твердих відходів та стічних вод, причому більша частка обсягу викидів припадає на метан (див. Табл. 13). Фізичні об'єкти включають звалища, станції компостування, водоочисні споруди тощо.

Табл. 13. Обсяги викидів у секторі поводження з відходами за минулі роки

Млн. т CO ₂ -екв	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Відходи	9,87	10,00	10,17	10,29	10,47	10,58	10,74	10,90	10,85	10,90	11,04	11,04
Переробка відходів	6,43	6,50	6,61	6,71	6,79	6,87	7,00	7,06	7,14	7,22	7,31	7,28
Стічні води	3,44	3,50	3,56	3,58	3,68	3,71	3,74	3,84	3,71	3,68	3,73	3,76

Джерело: ФЦЕЗІ, РКЗК ООН

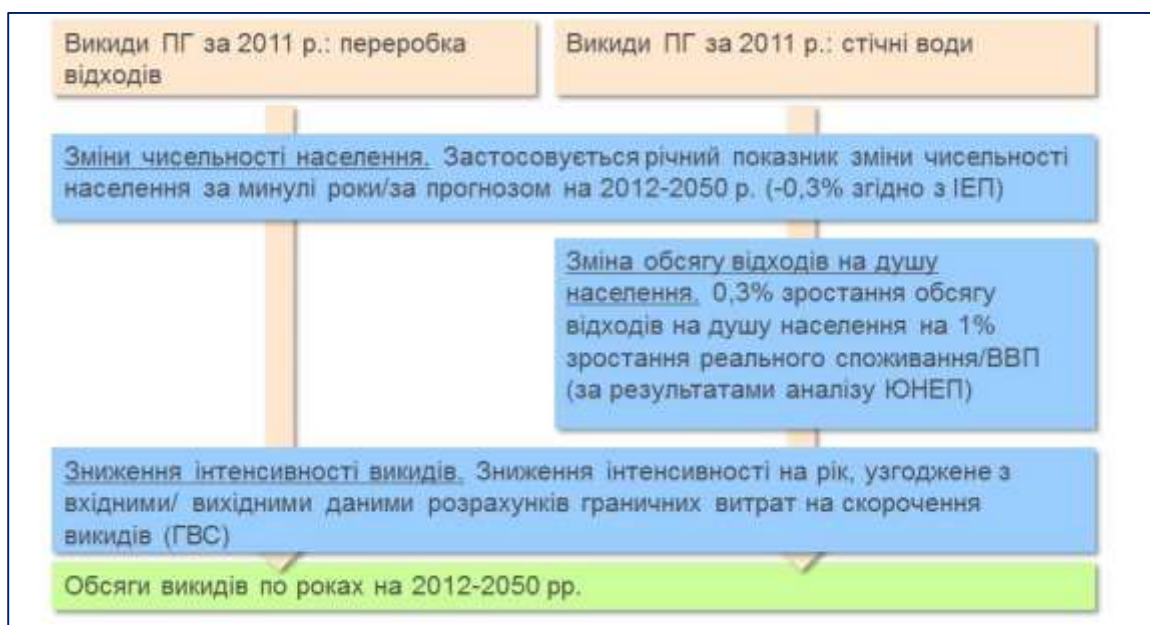
Важливим чинником як для переробки відходів, так і для очищення стічних вод є чисельність населення, і модель прямо зменшує вихідний результат з урахуванням щорічного скорочення цього показника на 0,3%. Результат для переробки твердих відходів також індексується з урахуванням ВВП. Передбачається – виходячи з дослідження ЮНЕП – що на кожний 1% зростання реального ВВП припадає збільшення обсягу відходів на душу населення на 0,3%, тому ці зміни обсягу відходів на душу населення включаються в розрахунок.⁶

Після обчислення показників з індексацією на обсяг відходів відраховуються, на щорічній основі, викиди, пов'язані з «чистими» інвестиціями (компостування, використання звалищного газу, утилізація, використання стічних вод) (див.

Рис. 10).

⁶ UNEP, "Waste: Investing in energy and resource efficiency," 2011, pg 297
http://www.unep.org/greeneconomy/Portals/88/documents/ger/GER_8_Waste.pdf

Рис. 10. Методика формування прогнозу викидів у секторі поводження з відходами



3.9 Методика: сільське господарство

Сільськогосподарський сектор складний для прогнозування та вимірювання, враховуючи, що джерела ПГ (переважно метану та закису азоту) в ньому дуже різноманітні. Тому методика прогнозування для цього сектора представляє собою процес прийняття низхідних припущень і прогнозних оцінок. Вищезгадані викиди можна класифікувати як такі, що утворюються у рослинництві або у тваринництві. У рослинництві найбільші джерела ПГ виникають через природне перероблення поживних залишків та через застосування добрив, а також як викиди з органічних добрив на пасовищах. У тваринництві це переважно метан із травних систем (анаеробне зброджування) та відходів (прибирання гною) худоби, свиней та інших сільськогосподарських тварин. Існує й ряд менших джерел. Обсяги викидів у сільському господарстві за минулі роки наведені у Табл. 14.

Табл. 14. Обсяги викидів у сільському господарстві за минулі роки

Млн. т CO ₂ -екв	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Сільське господарство	42,84	43,06	42,90	39,26	38,85	37,90	38,22	37,04	39,46	37,42	38,55	40,72
Тваринництво	21,22	21,07	21,22	19,15	17,60	17,26	17,16	15,90	15,16	14,71	14,41	14,15
Рослинництво	21,62	22,00	21,69	20,11	21,25	20,64	21,06	21,13	24,30	22,71	24,14	26,57

Джерело: ФЦЕЗІ, РКЗК ООН

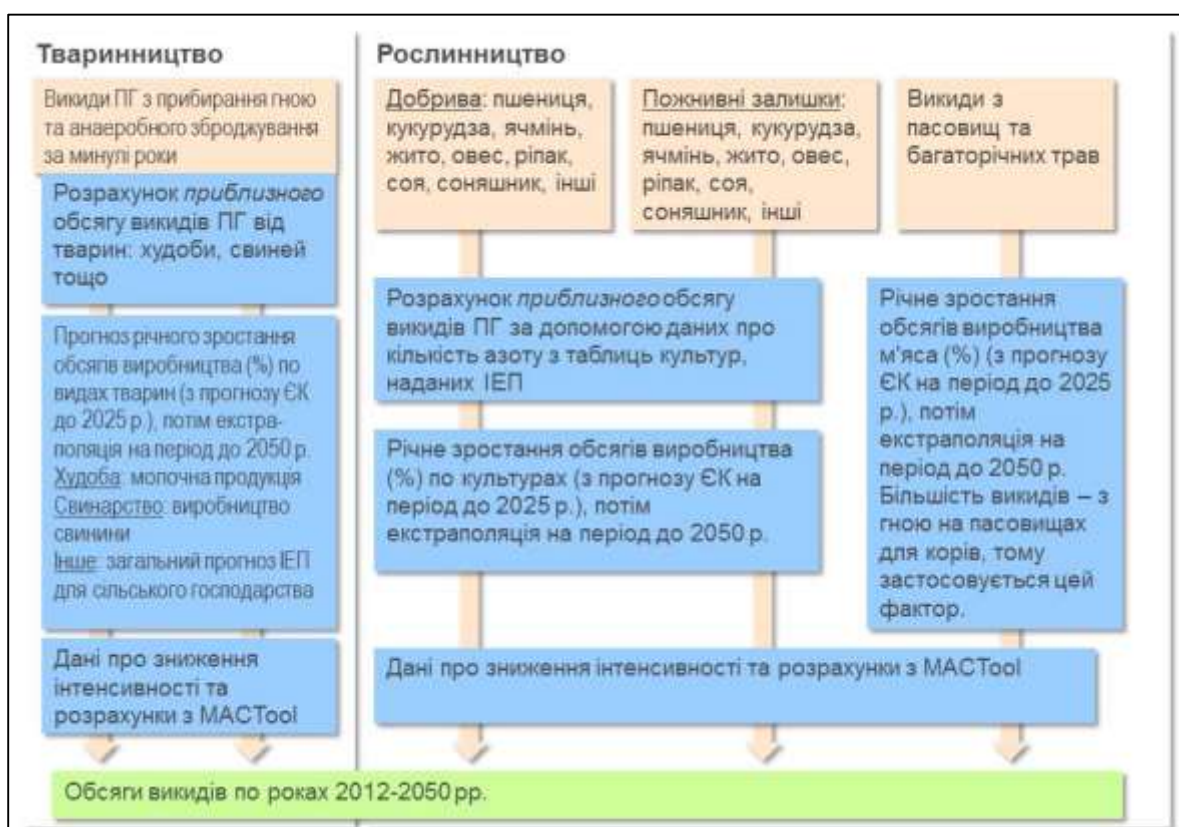
Методика, зображена нижче на Рис. 11, передбачає окремі розрахунки викидів у тваринництві та рослинництві. Розрахунки базуються на прогнозах обсягів виробництва, обчислених Європейською Комісією для України у 2013 р., на 2012-2015 рр., з розбивкою по продуктах тваринництва та сільськогосподарських культурах.⁷

⁷ Leeuwen et al. "The Agri-Food Sector in Ukraine: Current Situation and Market Outlook until 2025," European Commission, 2013.

У тваринництві обсяги викидів за минулі роки розбиті по категоріях «скотарство», «свинарство» та «інше» з використанням даних РКЗК ООН. Після цього до обсягів викидів у скотарстві та свинарстві застосовуються дані про темпи зростання обсягів виробництва молочної продукції та свинини. Більшість худоби в Україні використовується в цілях молочного виробництва. Приблизно для 17% викидів у тваринництві, що не відносяться до скотарства і свинарства, модель застосовує загальний темп зростання обсягу сільськогосподарського виробництва, прийнятий ІЕП.⁸ Після цього з річних підсумків відраховуються дані з покращення – наприклад, завдяки запровадженню кормів, які скорочують викиди, та уловлюванню метану з відходів тваринництва.

Від обсягу викидів у рослинництві віднімається незначний обсяг викидів із пасовищ (виходячи з даних РКЗК ООН), і залишок ділиться між викидами з поживних залишків та добрив, знов таки на основі даних РКЗК ООН. У підкатегоріях «поживні залишки» та «добрива» викиди розбиваються по основних культурах, таких як пшениця, ячмінь, жито, овес, соя, соняшник, кукурудза та інші, причому кожна частка викидів відповідає кількості поживних залишків по культурах та кількості внесених штучних добрив по культурах. Після отримання даних про викиди по культурах для кожного з цих видів культур використовуються прогнози обсягів виробництва, розраховані Європейською Комісією. Потім від цих річних обсягів викидів віднімаються цифри, забезпечені заходами з скорочення викидів, такими як органічне землеробство, нульова обробка ґрунту та сівозмінна.

Рис. 11. Методика формування прогнозу викидів у сільському господарстві



3.10 Припущення щодо покращення за БВ, ПВ та НВ

Для кожного сектора покращення враховуються як складова динаміки викидів. У звіті щодо розрахунків за допомогою інструменту MACTool визначено понад 70 заходів із скорочення викидів, і за детальнішою інформацією щодо кожного з них звертайтеся, будь ласка, до цієї публікації.⁹

Конкретні дані по вищезгаданих заходах наведені у Табл. 15.

⁸ РКЗК ООН, Національні повідомлення, 2013

p.http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/7383.php

⁹ Thomson Reuters Point Carbon, «Особливості моделі MACTool, розробленої для України, результати аналізу та наслідки цих результатів», 2013 р.

Табл. 15. Заходи з скорочення викидів по кожному випадку

Захід із скорочення викидів	Середньорічний обсяг скорочення (млн. т CO ₂ -екв)			Сектор, де забезпечено скорочення
	Базовий випадок	Плановий випадок	Низьковугле- цевий випадок	
Разом	7,85	44,04	79,55	--
Парогазові установки	0,22	2,44	4,65	Електроенергетика
Вугільні станції нового покоління	1,39	2,78	4,17	Електроенергетика
Уловлювання та зберігання вуглецю	0,00	0,00	0,00	Електроенергетика
Ефективні прилади	0,02	0,16	0,47	Електроенергетика
Заміна ламп	0,03	0,08	0,11	Електроенергетика
Удосконалення передачі	0,54	2,04	2,69	Електроенергетика
Інтелектуальна мережа	0,01	0,14	0,20	Електроенергетика
Алюмінієвий брухт	0,04	0,13	0,13	Кольорова металургія
Використання сланцевого газу	0,00	0,25	0,50	Виробництво цементу
Мокрий спосіб	0,00	0,00	2,21	Виробництво цементу
Сухий спосіб	0,09	0,53	0,68	Виробництво цементу
Енергоефективність виробництва аміаку	0,34	1,90	2,93	Виробництво добрив
Електроліз аміаку	0,00	0,23	0,69	Виробництво добрив
Безперервна прокатка	0,38	3,43	4,20	Чорна металургія
Мартенівські печі	0,80	2,92	3,45	Чорна металургія
Сталепрокатні установки	0,00	0,07	0,22	Чорна металургія
Енергоефективність виробництва вапна	0,03	0,08	0,15	Виробництво вапна
Енергоефективність виробництва паперу	0,00	0,01	0,02	Целюлозно-паперова промисловість
Пряме відновлення заліза	0,78	3,90	8,57	Чорна металургія
Залізорудні технології	0,12	1,11	1,36	Чорна металургія
Модернізація теплових мереж	0,53	2,14	3,20	Центральне опалення
Модернізація котлів теплових мереж	0,00	0,16	0,39	Центральне опалення
Модернізація котлів	0,31	2,50	2,19	Житловий сектор
Теплові насоси	0,00	0,11	0,53	Житловий сектор
Герметизація	0,20	0,79	2,18	Центральне опалення
Ізоляція стін	0,13	1,29	1,42	Житловий сектор
Енергоефективність водопостачання	0,17	1,73	1,90	Житловий сектор
Заміна вікон	0,07	0,70	0,78	Центральне опалення
Метан вугільних шахт	0,15	0,31	1,69	Вугільні шахти (видобування, подача)
Уловлювання метану в вентиляційних системах шахт	0,13	0,26	1,44	Вугільні шахти (видобування, подача)
Енергоефективність видобування вугілля	0,00	0,00	0,88	Вугільні шахти (видобування, подача)
Норми викидів	0,00	0,41	4,10	Автомобільний транспорт
Біопаливо	0,00	0,81	2,71	Автомобільний транспорт
Міський електротранспорт	0,00	0,00	0,01	Автомобільний транспорт
Електрифікація залізниць	0,01	0,08	0,15	Залізничний транспорт
Модернізація газопроводів	0,00	0,41	0,69	Газо- і нафтопроводи
Пониження тиску газу	0,04	0,22	0,22	Газо- і нафтопроводи
Модернізація газотранспортної системи	0,12	0,81	1,85	Розподіл/споживання газу (неконтрол.)
Енергія з ТПВ	0,01	0,02	0,04	Переробка відходів
Модернізація станцій переробки	0,00	0,01	0,02	Переробка відходів
Біорозкладна упаковка	0,00	0,35	0,18	Переробка відходів
Компостування	0,00	0,01	0,01	Переробка відходів
Підвищення ступеню переробки	0,00	0,00	0,11	Переробка відходів
Утилізація звалищного газу	0,02	0,11	0,21	Переробка відходів
Переробка сучасних матеріалів	0,00	0,01	0,01	Переробка відходів
Роздільне збирання	0,03	0,16	0,29	Переробка відходів
Утворення відходів	0,00	0,00	0,22	Переробка відходів
Використання стічних вод	0,01	0,05	0,13	Стічні води
Біогаз у скотарстві	0,11	1,19	2,28	Тваринництво
Біогаз у свинарстві	0,03	0,29	0,56	Тваринництво
Органічні добрива	0,41	2,85	4,47	Рослинництво
Нульова обробка ґрунту	0,26	1,82	2,87	Рослинництво
Лісонасадження	0,02	0,23	0,38	Зміни у землекористуванні (LULUCF)
Кормові концентрати	0,00	0,00	0,02	Тваринництво
Енергоефективність виробництва молока (зменшення поголів'я корів)	0,02	0,09	0,10	Тваринництво
Цеоліти у раціоні худоби	0,00	0,15	0,38	Тваринництво

Іонофори у раціоні худоби	0,00	0,12	0,29	Тваринництво
Насіння соняшнику в раціоні худоби	0,00	0,09	0,23	Тваринництво
Відновлення водно-болотних угідь	0,03	0,24	0,33	Зміни у землекористуванні (LULUCF)
Органічне землеробство	0,03	0,13	0,35	Рослинництво
Інгібітори нітрифікації	0,03	0,11	0,29	Рослинництво
Сівозміна	0,03	0,10	0,38	Рослинництво
Перехід с екстенсивного сільського господарства на інтенсивне	0,15	0,70	0,76	Рослинництво
Збереження деградованих земель	0,01	0,02	0,09	Зміни у землекористуванні (LULUCF)
Заходи з запобігання ерозії	0,00	0,00	0,20	Рослинництво
Спалювання соломи	0,00	0,27	0,67	Рослинництво

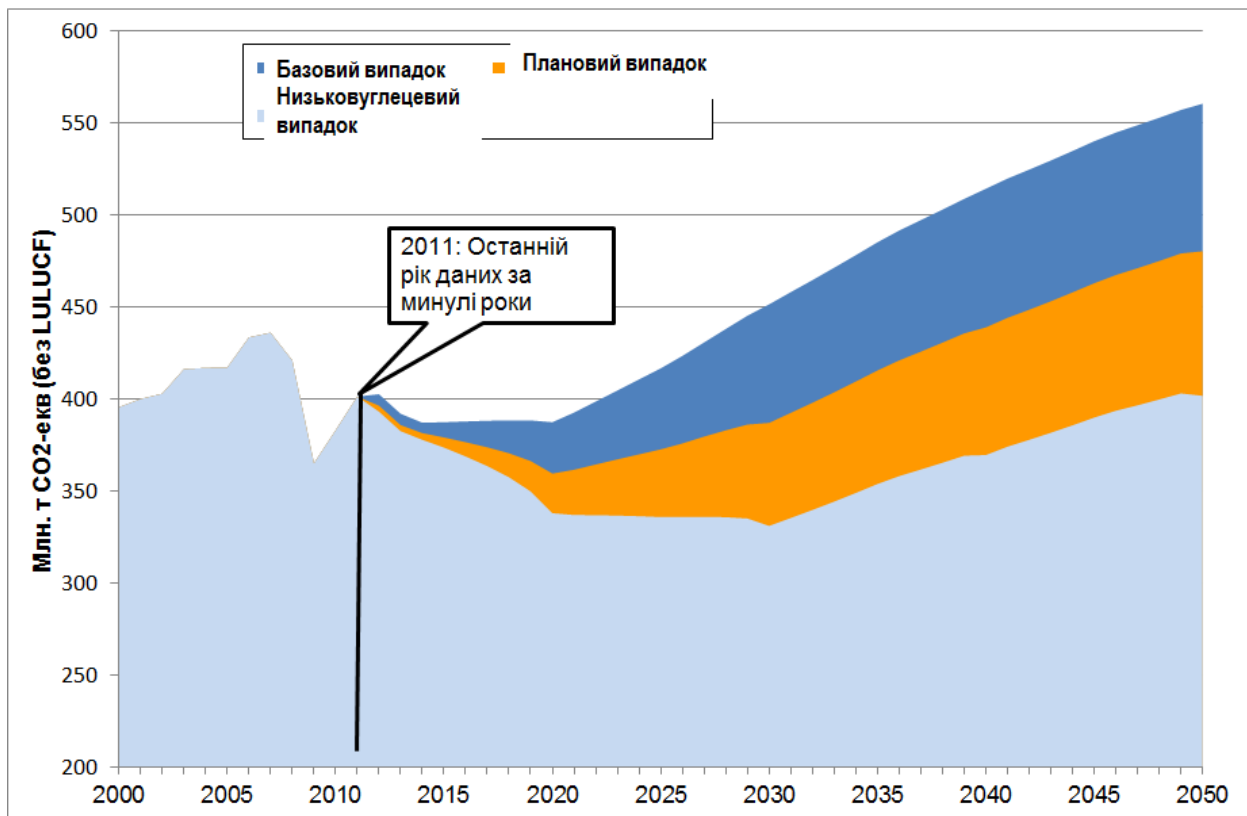
Джерело: TRPC, ФЦЕЗІ

4 Результати

У 2011 р. обсяг викидів ПГ в Україні дорівнював 402 млн. т CO₂-екв, що на 57% менше обсягу викидів у 1990 р. (920 млн. т CO₂-екв). Україна взяла на себе зобов'язання до 2020 р. скоротити обсяг викидів на 20% порівняно з 1990 р., а до 2050 р. – на 50% (відповідно до 736 та 460 млн. т CO₂-екв). Судячи по результатах і підсумках моделювання, поставлені на 2020 рік цілі легко досяжні, але більш амбітні задачі на 2050 рік є здійсненними за умови реалізації ряду «чистих» інвестицій та політик, що відповідають низьковуглецевому сценарію.

На Рис. 12 відображені три різні прогнози. За прогнозом для БВ, де припущено помірне економічне зростання, збереження чинної політики та практики за звичайним ходом діяльності, обсяг викидів, за розрахунками, спочатку падає нижче 400 млн. т CO₂-екв, а після 2020 р. поступово зростає й у 2050 р. перевищує 550 млн. т CO₂-екв. Сценарій ПВ передбачає схожу динаміку, хоча й за нижчою траєкторією, відображаючи впровадження розумних «чистих» політики та ефективних промислових і сільськогосподарських технологій згідно з Енергетичною стратегією України. У 2020 р. за цим сценарієм обсяг викидів падає до 363 млн. т CO₂-екв, а до 2050 р. збільшується до 501 млн. т CO₂-екв. Сценарій НВ відповідає повномасштабній реалізації заходів і політик із скорочення викидів ПГ, завдяки чому до 2020 р. обсяг викидів падає до 334 млн. т CO₂-екв, а у 2050 р. становить 408 млн. т CO₂-екв.

Рис. 12. Прогнози викидів по сценаріях



Нижче наведені макроекономічні чинники, враховані у прогнозах за сценаріями БВ, ПВ та НВ:

- **Короткочасне зниження економічної та промислової активності.** Середній темп зростання промисловості за 2012-2014 рр. становить -4,1%, що відображає економічну невпевненість і складність ситуації в Україні на найближчу перспективу.
- **Короткочасна динаміка в електроенергетиці.** У 2012 р. загальний обсяг виробництва електроенергії сягнув нового максимуму, зокрема він (вимірний у ТВт-год) збільшився на 2% порівняно з 2011 р. При цьому екологічно чисті джерела, такі як гідроенергетика та атомна енергетика, залишилися на стабільному рівні, через що вугілля забезпечило найбільшу частку цього зростання й обсяг генерації електроенергії на вугіллі досяг найбільшого значення з 2000 р. (81 ТВт-год). Таким чином, обсяг викидів у електроенергетиці у 2012 р. значно збільшився порівняно з іншими секторами. У 2013 р. через зменшення попиту на електроенергію поряд із збільшенням обсягу виробництва на ГЕС сприяло зменшенню виробництва електроенергії на вугіллі (на 2 ТВт-год).
- **Стийке збільшення виробництва у середньо- та довгостроковій перспективі.** Виходячи з економічних припущень ІЕП та Європейської Комісії, майже в усіх секторах економіки спостерігатиметься зростання обсягів виробництва, що в довгостроковій перспективі спричинятиме збільшення обсягів викидів ПГ (див. Табл. 16).
- **Скорочення чисельності населення.** Згідно з припущеннями ІЕП, чисельність населення України, яка у 2012 р. становила 45,6 млн. чол., щороку зменшуватиметься на 0,3% й у 2050 р. становитиме 40,7 млн. Це впливає на всю економіку в цілому, але особливо сильні наслідки цього скорочення спостерігатимуться у житловому секторі, центральному опаленні, транспорті та секторі поводження з відходами, де викиди обумовлені, головним чином, діяльністю фізичних осіб в Україні.

Табл. 16. Середньорічні темпи зростання обсягів виробництва по секторах

Сектор	Річні темпи зростання (2020-2050)
ВВП	3,23%
Електроенергетика	1,59%
Металургія	3,02%
Транспорт	1,90%
Сільське господарство	3,17%
Видобування вугілля	1,17%
Видобування нафти і газу	1,81%

Джерело: ІЕП

Для сектора електроенергетики чинники скорочення викидів є наступними:

- **Атомні та гідроелектростанції.** Прогнозовані обсяги виробництва електроенергії на АЕС і ГЕС мають дуже істотний вплив на прогноз, тому що будь-яка генерація, не передбачена за цими технологіями, ймовірно, буде врешті-решт замінена переважно вугільною генерацією. Прогнози для БВ, ПВ та НВ щодо атомної енергетики відповідають песимістичному, базовому та оптимістичному сценаріям ЕСУ, а обсяги виробництва на ГЕС однакові в усіх випадках, що відповідає ЕСУ. Для атомної енергетики між БВ та ПВ на 2030 р. існує різниця у 15 млн. т, а між ПВ та НВ – 7 млн. т (див. Табл. 17). Слід зазначити, що і для атомної, і для гідроенергетики до 2020 р. прогнозується різке зростання, що відповідає ЕСУ.
- **Відновлювана енергетика.** Ураховуючи, що планова стратегія для відновлюваної енергетики дуже схожа на політику, що наразі діє для цієї галузі, сценарії БВ та ПВ відповідають базовому прогнозу ЕСУ для обсягів виробництва електроенергії з відновлюваних джерел. У НВ, однак, прийнято більш активну точку зору: прогнозується зростання обсягів виробництва у цій галузі більш ніж удвічі порівняно з БВ та ПВ. Це дає скорочення викидів CO₂ за НВ приблизно на 17 млн. т порівняно з БВ та ПВ.
- **Підвищення ефективності.** Інвестиції у модернізації мереж передачі, впровадження ефективніших технологій генерації та створення інтелектуальної мережі забезпечують середньорічне зменшення викидів за БВ, ПВ та НВ відповідно на 2,2, 7.6 та 12,3 млн. т CO₂-екв (див. Табл. 18).

Табл. 17. Обсяги виробництва електроенергії у 2030 р. по сценаріях і технологіях

Технологія	Виробництво у 2030 р. (ТВт-год)		
	БВ	ПВ	НВ
Виробництво, усього	255	255	255
АЕС	118	133	141
ГЕС (великі, ГАЕС)	21	21	21
ТЕС (вугілля)	82	69	45

ТЕС (природний газ)	2	2	2
Відновлювані джерела (малі ГЕС)	13	13	31
Інше (ТЕЦ тощо)	19	17	16

На відміну від динаміки виробництва в секторі електроенергетики, загальний обсяг виробництва в кожному секторі та підсекторі у всіх трьох випадках взято як постійну величину, тому інші відмінності між прогнозами за БВ, ПВ та НВ обумовлені інвестиціями в проекти з скорочення викидів, наприклад, щодо підвищення енергоефективності, впровадження більш екологічно безпечних технологій та модернізація обладнання (див. Табл. 18).

Табл. 18. Покращення по секторах і сценаріях (без відновлюваної енергетики) порівняно з прогнозом, побудованим виключно на обсягах виробництва

Сектор (базовий випадок)	2012	2015	2020	2025	2030	2040	2050
Разом (без LULUCF)	-1,0	-1,4	-5,3	-6,5	-9,0	-9,5	-8,8
Разом (з LULUCF)	-1,0	-1,4	-5,3	-6,5	-9,1	-9,5	-8,9
Виробництво електроенергії та тепла	-0,4	-0,5	-2,2	-2,7	-4,1	-4,0	-2,8
Видобування та вичерпні палива	0,0	-0,1	-0,3	-0,5	-0,7	-0,4	-0,2
Промисловість	-0,4	-0,5	-1,7	-2,1	-3,0	-3,7	-3,9
Транспорт	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	0,0
Житловий сектор	-0,1	-0,1	-0,3	-0,5	-0,7	-0,8	-0,9
Комерційний сектор/установи	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Відходи	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
Сільське господарство	-0,1	-0,3	-1,0	-1,0	-1,1	-1,2	-1,7
Зміни у землекористуванні (LULUCF)	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,1	-0,1
Споживання галогенууглеців та SF6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Інші види діяльності (військова тощо)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Сектор (плановий випадок)	2012	2015	2020	2025	2030	2040	2050
Разом (без LULUCF)	-6,5	-8,6	-26,9	-34,2	-45,5	-49,4	-48,0
Разом (з LULUCF)	-6,6	-8,7	-27,1	-34,6	-45,9	-50,1	-48,9
Виробництво електроенергії та тепла	-1,6	-2,1	-8,0	-10,8	-15,5	-14,9	-10,7
Видобування та вичерпні палива	-0,2	-0,3	-1,2	-1,8	-2,5	-1,4	-0,4
Промисловість	-3,8	-4,1	-10,0	-12,4	-16,6	-20,1	-20,0
Транспорт	-0,1	-0,2	-0,8	-1,4	-2,2	-2,5	-3,3
Житловий сектор	-0,5	-0,8	-2,8	-4,9	-7,0	-7,3	-7,7
Комерційний сектор/установи	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Відходи	0,0	0,0	-0,3	-0,5	-0,7	-1,0	-1,3
Сільське господарство	-1,0	-1,9	-6,6	-7,3	-8,0	-9,4	-12,3
Зміни у землекористуванні (LULUCF)	0,0	-0,1	-0,3	-0,4	-0,5	-0,7	-0,8
Споживання галогенууглеців та SF6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Інші види діяльності (військова тощо)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Сектор (низьковуглецевий випадок)	2012	2015	2020	2025	2030	2040	2050
Разом (без LULUCF)	-9,5	-13,2	-46,6	-62,6	-86,2	-96,8	-98,1
Разом (з LULUCF)	-9,6	-13,4	-47,0	-63,2	-87,0	-97,8	-99,4
Виробництво електроенергії та тепла	-2,2	-3,0	-12,5	-17,3	-25,0	-24,6	-19,6
Видобування та вичерпні палива	-0,7	-1,4	-4,6	-7,1	-9,6	-6,8	-2,3
Промисловість	-4,9	-5,4	-16,2	-20,8	-29,1	-35,3	-35,7
Транспорт	-0,1	-0,3	-2,0	-4,2	-7,4	-11,4	-16,5
Житловий сектор	-0,5	-0,8	-3,0	-5,3	-7,6	-7,8	-8,1
Комерційний сектор/установи	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Відходи	0,0	-0,1	-0,5	-0,9	-1,2	-1,7	-2,1
Сільське господарство	-1,6	-3,1	-10,7	-12,3	-13,8	-16,9	-22,0
Зміни у землекористуванні (LULUCF)	-0,1	-0,1	-0,5	-0,6	-0,8	-1,0	-1,3
Споживання галогенууглеців та SF6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Інші види діяльності (військова тощо)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

4.1 Деталі прогнозів викидів: базовий випадок

Нижче на графіку та в таблиці наведено прогноз викидів для БВ.

Рис. 13. Прогноз по секторах для БВ

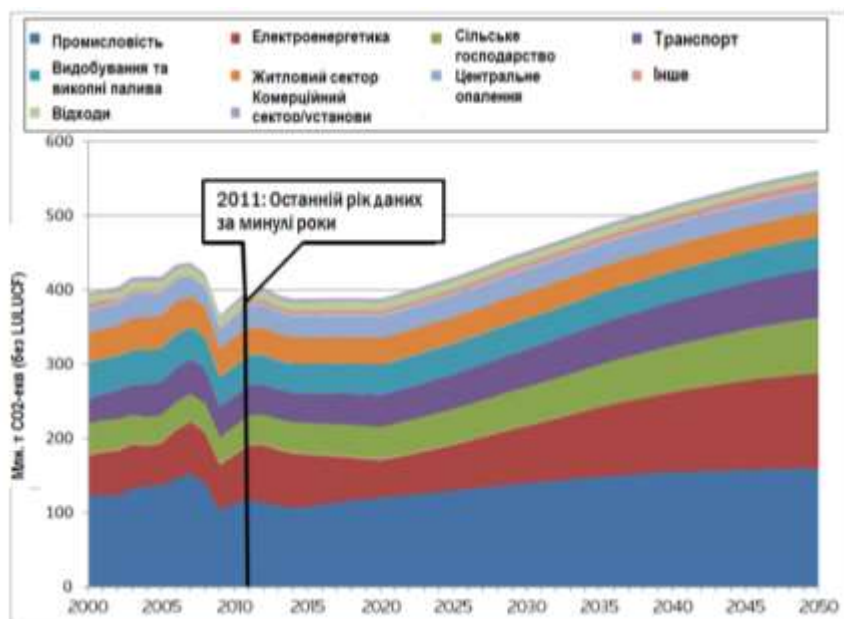


Табл. 19. Прогноз викидів для БВ

Сектор	2011 (факт)	2015	2020	2025	2030	2040	2050
Разом (без LULUCF)	401,6	387,7	387,6	416,8	451,6	514,4	560,6
Разом (з LULUCF)	394,3	380,4	380,1	409,2	443,8	505,9	551,3
Виробництво електроенергії та тепла	103,3	99,3	80,3	92,3	108,0	138,0	157,8
Електроенергія	72,6	69,7	50,4	61,8	76,8	107,4	127,8
Центральне опалення	30,7	29,6	30,0	30,5	31,2	30,6	30,0
Видобування та викопні палива	39,9	39,0	40,5	41,2	41,4	41,1	42,7
Видобування газу і нафти	3,4	3,4	3,7	4,0	4,3	5,4	7,1
Розподіл/споживання газу (неконтрольовані викиди)	15,5	14,0	14,3	14,4	14,3	14,0	15,2
Вугільні шахти (видобування, подача)	21,0	21,7	22,5	22,9	22,8	21,6	20,5
Промисловість	118,3	108,7	120,5	129,9	139,9	154,7	160,0
Чорна металургія	68,4	64,5	72,2	77,2	81,6	82,9	71,7
Кольорова металургія	1,4	1,3	1,5	1,6	1,8	1,7	1,4
Добрива	17,7	14,8	16,4	18,3	20,6	26,5	35,3
Нафтохімічна промисловість	1,4	0,7	0,8	0,9	1,0	1,4	1,7
Виробництво коксу	5,6	5,2	5,7	6,2	6,7	7,6	7,9
Виробництво цементу	7,3	6,7	7,3	7,7	8,3	9,7	10,8
Харчова промисловість	3,5	3,5	3,9	4,4	5,2	7,6	11,0
Виробництво вапна	2,8	2,6	2,8	3,1	3,4	4,0	4,4
Целюлозно-паперова галузь	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,7	0,9
Інші галузі	9,7	8,9	9,5	10,0	10,7	12,6	14,9
Транспорт	40,9	40,3	43,1	46,5	50,7	59,4	67,1
Автомобільний (у т.ч. позашляховий, механізми)	30,6	31,4	34,7	38,5	43,2	52,7	60,8
Залізничний	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,6
Трубопровідний транспорт газу і нафти	9,5	8,1	7,6	7,1	6,5	5,5	5,0
Інший (цивільна авіація, морський)	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6
Житловий сектор	36,6	35,7	35,8	35,9	36,2	35,0	33,9
Комерційний сектор/установи	4,9	4,8	4,8	4,9	4,9	4,7	4,6
Відходи	11,0	11,0	11,0	10,9	10,7	10,3	9,8
Переробка відходів	7,3	7,3	7,3	7,3	7,2	7,0	6,7
Стічні води	3,8	3,7	3,6	3,6	3,5	3,3	3,1
Сільське господарство	40,7	42,7	45,0	48,4	52,5	62,4	74,3
Тваринництво	14,2	14,7	15,7	16,7	18,0	21,2	24,8
Рослинництво	26,6	28,0	29,3	31,7	34,5	41,2	49,5
Зміни у землекористуванні (LULUCF)	-7,3	-7,3	-7,4	-7,6	-7,8	-8,5	-9,4
Споживання галогену вуглеців та SF6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	1,1	1,3
Інші види діяльності (військова тощо)	5,3	5,4	5,7	6,1	6,6	7,8	9,3

4.2 Деталі прогнозів викидів: плановий випадок

Нижче на графіку та в таблиці наведено прогноз викидів для ПВ.

Рис. 14. Прогноз по секторах для ПВ

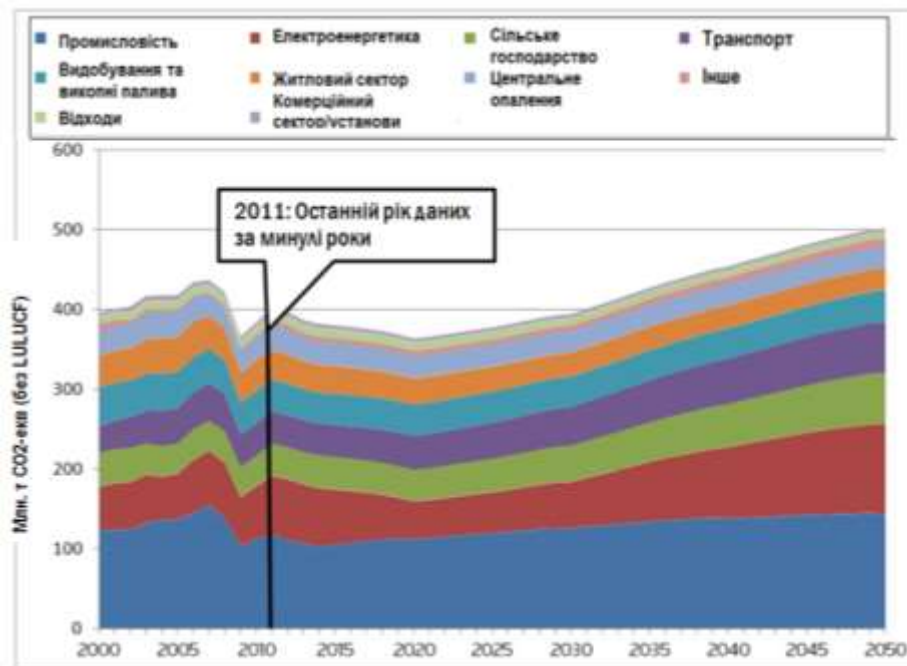


Табл. 20. Прогноз викидів для НВ

Сектор	2011 (факт)	2015	2020	2025	2030	2040	2050
Разом (без LULUCF)	401,6	379,5	362,9	376,8	393,5	453,6	501,4
Разом (з LULUCF)	394,3	372,1	355,2	368,8	385,3	444,5	491,3
Виробництво електроенергії та тепла	103,3	97,8	75,3	78,3	84,0	115,8	140,0
Електроенергія	72,6	68,7	47,5	51,1	57,2	88,6	112,5
Центральне опалення	30,7	29,1	27,8	27,2	26,8	27,2	27,5
Видобування та викопні палива	39,9	38,5	38,8	38,5	37,6	37,8	40,2
Видобування газу і нафти	3,4	3,4	3,7	4,0	4,3	5,4	7,1
Розподіл/споживання газу (неконтрольовані викиди)	15,5	13,5	12,8	12,0	11,0	11,0	12,8
Вугільні шахти (видобування, подача)	21,0	21,6	22,3	22,5	22,3	21,3	20,3
Промисловість	118,3	105,1	112,1	119,6	126,3	138,2	143,9
Чорна металургія	68,4	61,3	65,4	68,9	70,5	70,5	59,1
Кольорова металургія	1,4	1,3	1,4	1,6	1,6	1,6	1,3
Добрива	17,7	14,4	15,8	17,1	19,0	23,6	32,7
Нафтохімічна промисловість	1,4	0,7	0,8	0,9	1,0	1,4	1,7
Виробництво коксу	5,6	5,2	5,7	6,2	6,7	7,6	7,9
Виробництво цементу	7,3	6,7	6,5	7,0	7,6	8,8	10,1
Харчова промисловість	3,5	3,5	3,9	4,4	5,2	7,6	11,0
Виробництво вапна	2,8	2,6	2,8	3,0	3,3	3,9	4,3
Целюлозно-паперова галузь	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,7	0,9
Інші галузі	9,7	8,9	9,5	10,0	10,7	12,6	14,9
Транспорт	40,9	40,1	42,3	45,2	48,6	56,9	63,8
Автомобільний (у т.ч. позашляховий, механізми)	30,6	31,4	34,4	38,0	42,3	50,9	57,7
Залізничний	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Трубопровідний транспорт газу і нафти	9,5	8,0	7,1	6,2	5,3	4,9	5,0
Інший (цивільна авіація, морський)	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6
Житловий сектор	36,6	35,0	33,2	31,5	29,9	28,6	27,1
Комерційний сектор/установи	4,9	4,7	4,5	4,3	4,1	3,9	3,7
Відходи	11,0	10,9	10,8	10,4	10,0	9,3	8,6
Переробка відходів	7,3	7,2	7,1	6,9	6,6	6,1	5,6
Стічні води	3,8	3,7	3,6	3,5	3,4	3,2	3,0
Сільське господарство	40,7	41,1	39,3	42,2	45,6	54,2	63,6
Тваринництво	14,2	14,7	15,5	15,9	16,6	18,5	19,7
Рослинництво	26,6	26,4	23,9	26,2	29,0	35,7	43,9
Зміни у землекористуванні (LULUCF)	-7,3	-7,4	-7,7	-7,9	-8,3	-9,1	-10,1
Споживання галогеновуглеців та SF6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	1,1	1,3
Інші види діяльності (військова тощо)	5,3	5,4	5,7	6,1	6,6	7,8	9,3

4.3 Деталі прогнозів викидів: низьковуглецевий випадок

Нижче на графіку та в таблиці наведено прогноз викидів для НВ.

Рис. 15. Прогноз по секторах для НВ

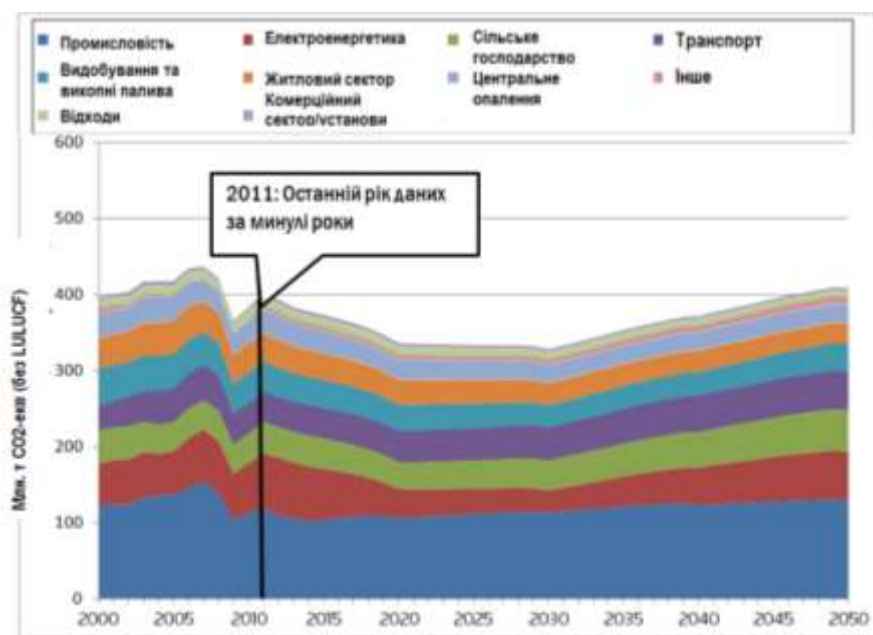


Табл. 21. Прогноз викидів для НВ

Сектор	2011 (факт)	2015	2020	2025	2030	2040	2050
Разом (без LULUCF)	401,6	373,1	336,2	333,3	328,1	371,2	408,3
Разом (з LULUCF)	394,3	365,7	328,3	325,1	319,5	361,8	397,7
Виробництво електроенергії та тепла	103,3	95,4	64,4	57,8	51,5	72,8	89,7
Електроенергія	72,6	66,8	38,4	33,3	28,3	49,1	65,3
Центральне опалення	30,7	28,6	26,0	24,5	23,3	23,8	24,4
Видобування та викопні палива	39,9	37,3	34,8	32,4	29,4	31,2	37,3
Видобування газу і нафти	3,4	3,4	3,7	4,0	4,3	5,4	7,1
Розподіл/споживання газу (неконтрольовані викиди)	15,5	13,0	11,3	9,7	8,0	8,9	11,8
Вугільні шахти (видобування, подача)	21,0	20,9	19,8	18,7	17,1	16,9	18,4
Промисловість	118,3	103,8	106,8	111,2	113,7	123,0	128,2
Чорна металургія	68,4	60,5	62,2	63,9	62,7	61,4	49,2
Кольорова металургія	1,4	1,3	1,4	1,6	1,6	1,6	1,3
Добрива	17,7	14,0	15,1	16,0	17,5	21,2	30,9
Нафтохімічна промисловість	1,4	0,7	0,8	0,9	1,0	1,4	1,7
Виробництво коксу	5,6	5,2	5,7	6,2	6,7	7,6	7,9
Виробництво цементу	7,3	6,7	4,3	4,8	4,5	5,1	6,2
Харчова промисловість	3,5	3,5	3,9	4,4	5,2	7,6	11,0
Виробництво вапна	2,8	2,6	2,7	3,0	3,2	3,8	4,2
Целюлозно-паперова галузь	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,7	0,9
Інші галузі	9,7	8,9	9,5	10,0	10,7	12,6	14,9
Транспорт	40,9	40,0	41,2	42,4	43,4	48,0	50,6
Автомобільний (у т.ч. позашляховий, механізми)	30,6	31,3	33,5	35,7	37,7	42,4	44,7
Залізничний	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3
Трубопровідний транспорт газу і нафти	9,5	7,9	6,8	5,8	4,8	4,7	5,0
Інший (цивільна авіація, морський)	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6
Житловий сектор	36,6	34,9	33,0	31,1	29,3	28,0	26,6
Комерційний сектор/установи	4,9	4,7	4,5	4,2	4,0	3,8	3,6
Відходи	11,0	10,9	10,5	10,0	9,5	8,7	7,7
Переробка відходів	7,3	7,2	6,9	6,6	6,2	5,6	4,9
Стічні води	3,8	3,7	3,6	3,5	3,3	3,1	2,9
Сільське господарство	40,7	39,9	35,3	37,2	39,8	46,7	53,9
Тваринництво	14,2	14,6	15,2	15,0	15,0	15,6	15,1
Рослинництво	26,6	25,3	20,1	22,2	24,7	31,1	38,9
Зміни у землекористуванні (LULUCF)	-7,3	-7,4	-7,9	-8,2	-8,5	-9,4	-10,6
Споживання галогеновуглеців та SF6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	1,1	1,3
Інші види діяльності (військова тощо)	5,3	5,4	5,7	6,1	6,6	7,8	9,3

5 Література

Thomson Reuters Point Carbon, «Особливості моделі MACTool, розробленої для України, результати аналізу та наслідки цих результатів», 2013 р.

Національне агентство екологічних інвестицій України, «Методика оцінки скорочення викидів парникових газів у результаті впровадження заходів з підвищення енергоефективності будівель», 2010 р., стор. 8, 17, <http://www.seia.gov.ua/seia/doccatalog/document?id=632476>

BNEF and NERA, "The Demand for Greenhouse Gas Emissions Reduction Investments: An Investors' Marginal Abatement Cost Curve for Ukraine." EBRD, 2012.
http://www.ebrd.com/downloads/research/economics/publications/specials/Ukraine_MACC_report_ENG.pdf

Leeuwen et al. "The Agri-Food Sector in Ukraine: Current Situation and Market Outlook until 2025," European Commission, 2013.

UNEP, "Waste: Investing in energy and resource efficiency," 2011, pg 297
http://www.unep.org/greeneconomy/Portals/88/documents/ger/GER_8_Waste.pdf

РКЗК ООН, Національні повідомлення, 2013 р.
http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/7383.php

UNECE, "Policy Reforms for Energy Efficiency Investments," 2011.
http://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/eneff/eneff_pub/EE21_FEEI_RegAnl_Final_Report.pdf

Weather Underground,
http://www.wunderground.com/history/airport/UKKK/2000/1/1/CustomHistory.html?dayend=31&monthend=12&yearend=2000&req_city=NA&req_state=NA&req_statename=NA&MR=1

Міністерство екології та природних ресурсів України, Національна доповідь з інвентаризації антропогенних викидів із джерел та поглинання поглиначами парникових газів за 1990-2010 рр., 2012 р.

Статистичний бюлетень, «Внесення мінеральних та органічних добрив під урожай сільськогосподарських культур 2011 р.», 2012 р.

International Energy Agency, "IEA Statistics: CO2 Emissions and Fuel Combustion Highlights," 2012.