

УДК
№ держреєстрації
ІНВ. №

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА УСТАНОВА «ІНСТИТУТ ЕКОНОМІКИ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ
НАН УКРАЇНИ»
(ІЕПр НАНУ)
01011 м. Київ, вул Панаса Мирного, 26
тел.: 280-12-34 факс: 280-88-69**

Затверджую
Директор ДУ „Інститут
економіки та прогнозування
НАН України”
академік НАН України
_____ Геєць В.М.
»__» _____ 2014 р.

ЗВІТ
з науково-дослідної роботи
**«Уніфікація спільних параметрів (припущень) національного
(модель "TIMES-Україна") та муніципального моделювання
(ПДСЕР)» (Завдання 1)**

що виконується в межах проекту
«Муніципальна енергетична реформа в Україні»

за договором №120000.1000-PO-IEF-01 від 24 квітня 2014 р.
з компанією "Інтернешнл Рісорсїз Груп"

**Відповідальний
виконавець НДР**

Кандидат технічних наук

_____ **О.А.Дячук**

Київ 2014

Зміст

Summary	3
Вступ	5
1. Національне енергетичне моделювання.....	7
2. Муніципальне енергетичне моделювання	9
• Міжнародний досвід	10
• Вітчизняний досвід.....	16
3. Визначення спільних параметрів для національного та муніципального енергетичного моделювання.....	21
• Представлення вхідної інформації.....	21
• Базовий рік	28
• Показники викидів парникових газів.....	30
• Коефіцієнти викидів парникових газів.....	30
• Одиниці вимірювання енергії, маси та об'ємів	33
• Ринок квот на викиди CO ₂	36
• Демографічний прогноз	37
• Прогноз цін та тарифи на енергетичні ресурси	38
Висновки	41
Додаток А	44

Summary

This report presents the results of the research work on Activities 1.1-1.2 of Task 1 “Unification of common parameters (assumptions) of national (“TIMES-Ukraine” model) and municipal modeling (SEAP)” of the project “Municipal energy reform in Ukraine” within the contract No 120000.1000-PO-IEF-01 between “International Resource Group” company and the State institution “Institute for Economics and forecasting, National Academy of Sciences of Ukraine”.

As a result of all Activities of Task 1 completion, it was found that in contrast to national energy system development modeling and forecasting, domestic municipal energy modeling is uncommon and is not sufficiently developed in Ukraine both in theoretical and practical ways.

By virtue of “Municipal energy reform in Ukraine” project this situation could be substantially improved, although it is essential to develop municipal energy modeling based on the experience of national energy systems models building.

The report presents a comparative analysis of key “TIMES-Ukraine” model parameters [1] and methodological approaches to the Sustainable energy action plan (SEAP) elaboration in the Eastern Partnership and Central Asian Cities, which is represented in [2]. Main conclusions of the conducted comparative analysis are following:

1. Energy resources nomenclature and consumers’ structure specification level, both in national and municipal models, should adequately reflect real technological processes in each sector. Input data collection methods should be consistent for a number of following years. Data must be as accurate as possible or at least close to reality. Input and output models’ information should be comparable with relevant domestic and international statistical forms.

2. In order to ensure harmonization, which would not only result in a better understanding of modeling results, but also advance effectiveness of national and municipal energy modeling in Ukraine, it is advisable to choose 1990 as a political base year and 2012 as a modeling base year.

¹ Podolets R.Z., Diachuk O.A. Strategic planning in the energy sector based on the "TIMES-Ukraine" model: scientific report, Ukrainian NAS; Institute for Economics and Forecasting. – Kyiv, 2011. – 150 p. Available from: <http://www.ief.org.ua/NaukDop%28PodoletsDiachuk%292011.pdf>

² How to develop a Sustainable Energy Action Plan (SEAP) in the Eastern Partnership and Central Asian Cities - Guidebook. Available from: http://www.uhodameriv.eu/IMG/pdf/Part_II_ENG_new.pdf

3. To unify forecasting and policy analysis of greenhouse gases (GHG) reduction policy in Ukraine, both at national and municipal levels, it may be sufficient to study only the main indicator of GHG emissions - CO₂, if necessary additional CH₄ and N₂O emissions may be investigated, but it should be organized in a way that all three parameters could be studied separately.

4. While developing national or municipal models it is advisable to employ “standard” approach to the GHG emissions emission factors choice and their quantity determination. All data of GHG emissions should be converted into CO₂-eqv. Adopted GHG emission factors have to be the same as applied in the latest release of the National Inventory Report of Anthropogenic Emissions by Sources and Removals by Sinks of Greenhouse Gases (NIR) in Ukraine, which was examined by international experts of the UNFCCC secretariat.

5. Conversion factors for energy, weight, volume and other units, as long as GHG content in the energy resources and lower calorific value of fuels by usage type have to be the same as applied in the latest release of the NIR in Ukraine, which was examined by international experts of the UNFCCC secretariat. This would allow to receive data comparable with relevant national indicators.

6. It is not advisable to include an option of GHG emissions cap-and-trade market on the early stages of models’ development and testing, they can be added later into national or municipal models.

7. SEAP development requires significant resources (financial, intellectual, timing budgets), while its implementation is even more resource-consuming. Municipal governments should resort to state authorities. In particular, the success of this treatment would depend on the consistency between municipal and national SEAP approaches, conditions and assumptions. To eliminate this potential barrier municipalities and SEAP developers should organize an official joint meeting (seminar, workshop etc.) with public authorities representatives (such as State Environmental Investment Agency of Ukraine, Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine) and finalize the corresponding issues. In addition, proposed above findings 1-6 may be discussed during this meeting.

Presented conclusions (1-6) were discussed and agreed with the EnEffect company program coordinator - Kalinka Nakova.

Вступ

Енергетичний комплекс України є однією з найбільших і важливих галузей економіки нашої держави і від стабільного та ефективного розвитку якого залежать не тільки багато інших секторів економіки, а й соціально-економічне становище всього населення.

Муніципальна енергетика є надзвичайно важливим елементом енергетичного комплексу України і суттєво впливає на розвиток соціально-економічних взаємовідносин у регіонах і країні, надаючи населенню, підприємствам та організаціям муніципалітетів необхідні енергетичні послуги.

Як і загалом енергетичний комплекс України, так і муніципальна енергетика не в змозі ефективно та надійно працювати через низьку енергоефективність, що обумовлена в першу чергу моральним і фізичним зношенням енергетичного обладнання, мереж, браком коштів на їх модернізацію тощо. Крім того, за часів незалежності так і не було запроваджено цілісної системи стратегічного планування розвитку міст, зокрема, в питаннях енергозабезпечення.

За часів планової економіки розвиток муніципального енергозабезпечення здійснювався виходячи з інтересів держави. Лібералізація ж енергетичного комплексу істотно змінила ці умови. В даний час розвиток міських систем енергозабезпечення здійснюється самими підприємствами міста, а органи державного та муніципального управління регулюючи їх впливають на стратегії розвитку приватних підприємств.

Основні інтереси енергетичних компаній пов'язані з отриманням максимального прибутку. Споживачі зацікавлені в мінімальних цінах на енергію, забезпеченні надійності і якості енергопостачання. Органи влади прагнуть до максимальних надходжень до відповідних бюджетів, забезпечення рівного доступу до джерел розподілу енергоресурсів всіх категорій споживачів, зменшенню впливу енергетичних об'єктів на екологію. Саме вони в кінцевому підсумку несуть відповідальність за енергетичну безпеку міста.

Актуальність проблем енергозбереження, зростання цін на енергоносії, великий вплив стану енергетики на рівень розвитку муніципальних утворень обумовлюють необхідність пошуку нових

засобів підвищення ефективності прийняття рішень щодо розвитку системи енергозабезпечення міста. Враховуючи складність енергетичних систем, велика кількість технічних, соціально-економічних, просторових та екологічних факторів їхнього існування, представляється скрутним реалізувати ці завдання без використання сучасних інформаційних технологій.

Найбільш раціональним способом вивчення існуючого стану та перспектив розвитку енергетичного функціонування країни регіону, області чи міста є використання інформаційно-аналітичних засобів побудованих на базі економіко-математичних моделей національних, регіональних, обласних чи муніципальних енергетичних систем. За допомогою таких засобів можна адекватно відображати всю енергетичну систему досліджуваного адміністративного об'єкта, представляючи енергетичні процеси за детальною технологічною структурою з визначеними економічними та екологічними параметрами, а також проводити багатоваріантні розрахунки її розвитку за альтернативними сценаріями.

Запровадження стратегічного планування та прогнозування розвитку національної енергетики і розробка на його основі відповідних стратегій (планів) значної актуальності набули після першої нафтової кризи (1973 р.)., в першу чергу в країнах ЄС, Японії, Канаді та США. Згодом інші країни, на основі світового досвіду, розпочали впроваджувати ці процеси у себе. Останніми десятиліттями, національне стратегічне планування та прогнозування доповнюється активними діями щодо введення місцевого (муніципального) енергопланування. Особливого поштовху муніципальне енергопланування набуло після започаткування Європейською комісією Угоди мерів, націленої на заохочення й підтримку зусиль, яких докладають місцеві органи влади у сферах розробки й реалізації політики сталого енергетичного розвитку. На сьогоднішній день 68 міст України є підписантами Угоди мерів.

1. Національне енергетичне моделювання

В європейських країнах та США великої популярності набули динамічні оптимізаційні моделі енергетичних систем, що використовуються для стратегічного планування та прогнозування енергозабезпечення на локальному, національному, регіональному та міжрегіональному рівнях. Найбільш поширеними серед них є моделі MARKAL/TIMES.

В ДУ "Інститут економіки та прогнозування НАН України" для дослідження енерго-екологічної політики та сценаріїв розвитку національної енергетичної системи було розроблено економіко-математичну модель "TIMES-Україна", що є оптимізаційною моделлю усіх основних енергетичних потоків України і відповідає методичним рекомендаціям міжнародних організацій з розробки енергетичних й екологічних прогнозів, зокрема, рекомендаціям секретаріату Рамкової Конвенції ООН зі зміни клімату стосовно розробки національних повідомлень.

Об'єктом дослідження в моделі оптимізації енергетичних потоків та енергетичного балансу є вся енергетична система України.

У моделі "TIMES-Україна" енергетична система України представлена єдиним регіоном. Структура моделі побудована з урахуванням існуючих статистичних класифікаторів (КВЕД та НПП) на інформаційній базі первинних статистичних форм Державної служби статистики України з пографною розбивкою. Крім того, для дизагрегації моделі, оцінки виробничих і вартісних параметрів енергетичних технологій використовуються статистичні дані профільних міністерств, державних комітетів і промислових підприємств.

База даних моделі містить інформацію про обсяги і сезонні коливання попиту на енергію, вираженого у вигляді потреб за секторами і регіонами енергетичної системи; ціни, обсяги і сезонну доступність різних видів енергії і палива на міжнародних і національних ринках, а також вартість і обсяги власного видобутку первинних енергоресурсів; техніко-економічні характеристики енергетичних технологій; графіки споживання електроенергії тощо.

Енергетична система України розділена в моделі на сім секторів: сектор постачання енергоресурсів; сектор виробництва і постачання

електроенергії та тепла; промисловість; населення; комерційний і бюджетний сектори; транспорт; сільське господарство. Ці сектори забезпечують видобуток, переробку, транспортування, постачання енергоресурсів та надання енергетичних послуг для задоволення потреб кінцевих споживачів.

Енергетичні потреби по кожній групі споживачів були ідентифіковані в такий спосіб, щоб із врахуванням альтернативних енергетичних технологій виробництва продукції або послуг можна було зробити оцінки попиту по окремим енергоресурсам. Під енергетичною технологією тут розуміється будь-яка установка або пристрій, що виробляє, перетворює, розподіляє або споживає енергію. Ще однією обов'язковою умовою при ідентифікації потреб була можливість їх адекватного обліку, і, відповідно, їх кількісної і вартісної оцінки.

Додаткові умови, які допомагають у розробці альтернативних сценаріїв діляться на чотири категорії: технологічні, політичні, бюджетні та екологічні. Технологічні умови відповідають сценаріям зміни технічних параметрів чи характеристик енергетичних технологій — збільшення виробничих потужностей, зниження споживання електроенергії за рахунок модернізації, сезонності і т.д. Політичні умови, введені у відповідності з пріоритетами і політикою заходів — введення пільгових тарифів для окремих категорій споживачів, підтримка проникнення на ринок окремих видів технологій тощо. Бюджетні обмеження визначають наявність інвестицій в модернізацію та установку нових виробничих потужностей з розподілом у часі і типах енергетичних технологій. Екологічні обмеження можуть бути введені на підставі діючої системи державного управління або в рамках міжнародних зобов'язань зі скорочення викидів парникових газів (ПГ) прийнятих Україною тощо.

На сьогодні в моделі "TIMES-Україна" налічується понад 1,5 тис. технологій; кількість енергоресурсів, матеріалів, попитів тощо, тобто тих елементів, які є або входом або виходом для відповідних технологій, перевищує 700; кількість обмежень, що задають умови розрахунку математичної моделі, складає близько 270; ненульових значень в математичній моделі, які є параметрами будь-яких її елементів, нараховується від 1 до 4 мільйонів в залежності від періоду прогнозування.

2. Муніципальне енергетичне моделювання

В Угоді мерів беруть участь місцеві органи влади з метою розробки та впровадження сталого енергетичного розвитку, та вжиття заходів для боротьби із змінами клімату. Приєднуючись до цієї ініціативи, місцеві органи влади добровільно зобов'язуються знизити обсяг викидів парникових газів в атмосферу не менш ніж на 20% до 2020 року. Для цього необхідно розробити План дій щодо сталого енергетичного розвитку (ПДСЕР).

Методологія підготовки ПДСЕР була розроблена з урахуванням європейського досвіду і детально описана в посібнику "Як розробити «План дій щодо сталого енергетичного розвитку» (ПДСЕР) у містах Східного партнерства та Центральної Азії" [2] (Посібник щодо ПДСЕР).

Для країн Східного партнерства та Центральної Азії був введений ряд нововведень, щоб полегшити їх участь в ініціативі Угоди Мерів і сприяти розробці ПДСЕР. Одним з них є можливість встановити цільовий показник щодо скорочення викидів до 2020 року не тільки на основі показників викидів базового року, але і на основі прогнозів викидів. У першому випадку, обсяг зниження викидів, наприклад, 20% відраховується від загальної кількості викидів в базовому році. У другому випадку, обсяг зниження викидів відраховується від сумарної величини загальної кількості викидів в базовому році та їх прогнозів до 2020. Такий метод підходить в ситуації, коли поточні викиди є досить низькими, але прогнозується їх зростання в майбутньому, наприклад, коли країна знаходиться в процесі економічного розвитку.

Муніципальне енергетичне моделювання та прогнозування має базуватись на ґрунтовній ідентифікації енергетичних потоків у наперед вибраному базовому році на території муніципалітетів або тих географічних меж, на яких знаходяться всі елементи енергетичної системи об'єкту, що моделюється. Це дозволить визначити основні джерела видобутку, постачання, трансформації та споживання енергетичних ресурсів, а, відповідно, головні джерела викидів парникових газів. Крім того, аналіз енергосистеми муніципалітету має дати можливість визначити ефективність використання палива та енергії, технічний стан та експлуатаційні умови (економічні, екологічні) на об'єктах тощо.

• Міжнародний досвід

Дослідження та визначення шляхів забезпечення сталого енергетичного розвитку муніципалітетів на базі економіко-математичного моделювання проводиться вже досить давно різними науковцями та експертами в різних куточках світу, однак, переважно в економічно-розвинених державах.

В 1977 році Міжнародне енергетичне агентство запровадило програму Енергія в будівлях та співтовариствах (Energy in Buildings and Communities Programme, EBS). На сьогоднішній день, в рамках цієї програми проводяться науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи з метою пошуку шляхів забезпечення практично нульових використання енергії та викидів вуглекислого газу новими будівлями.

В 1996-1998 рр. в рамках програми EBS було виконано роботу "Удосконалене локальне енергетичне планування" (EBC Annex 33 Advanced Local Energy Planning), результати якого опубліковані в роботі [3]. Метою цього проекту було дослідження можливостей практичного застосування інструментів і моделей для опису складних локальних енергетичних систем. Ця робота стала певним узагальненням існуючих на той час підходів до розробки моделей енергетичних систем. Були розроблені різні лінійні моделі програмування для опису складних енергетичних систем. Їх загальною перевагою стало повний опис всіх компонентів енергосистеми та рамкових умов і можливість оптимізації розвитку енергосистем при заданих цілях.

Для того, щоб показати можливості і переваги енергетичного моделювання для муніципалітетів в роботі було розроблено шість моделей енергетичних систем для різних європейських міст: Базиліката (Південна Італія), Турин (Північна Італія), Валле-д'Аоста (Італія, гірська місцевість), Гетеборг (Швеція), Мангейм (Німеччина) та Делфланд (Голландія). Для їх створення використовувалась методологія MARKAL/TIMES.

В Базилікаті модель використовувалась при розробці Плану заходів щодо збереження навколишнього середовища (на основі досконалішої системи управління відходами), в Турині — Майстер-плану енергозабезпечення, в Гетеборзі — Енергетичного плану міста, в Мангеймі — Плану енергозабезпечення міста.

³ <http://www.iea-ebc.org/projects/completed-projects/ebc-annex-33/>

Такою у Нью-Йорку (США) в 2007 році місцевою владою, у співпраці з низкою зацікавлених сторін, у тому числі з найбільшим університетом Нью-Йорку, розроблено План розвитку міста до 2030 року (PlaNYC 2030) в якому визначені основні цілі економічного, екологічного та соціального розвитку міста. Для вивчення можливих шляхів досягнення встановлених цілей Планом Університетом м. Нью-Йорк було розроблено MARKAL модель (NYC MARKAL [4]), як інструмент для підтримки прийняття раціональних та економічно-обґрунтованих рішень на місцевому рівні. Такого ж типу модель була розроблена для острова Лонг-Айленд (США).

В залежності від поставлених задач для кожної із згаданих моделей рівень деталізації (дизагрегації) був різним.

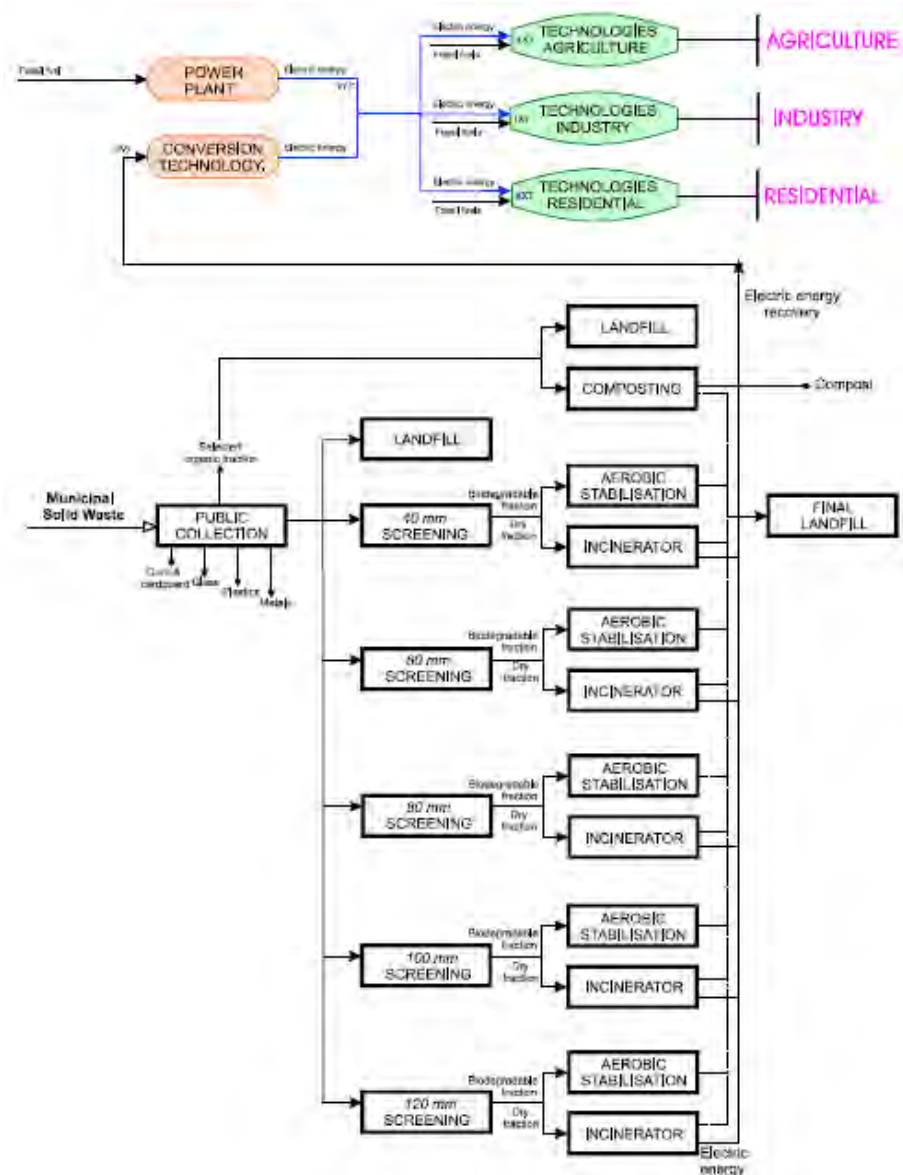


Рис. 1. Базова структура енергетичних і матеріальних потоків моделі міста Базиліката

⁴ <http://www.sandia.gov/energy-water/EastPresentations/MunicipalScaleInteg.pdf>

Наприклад, так як модель для міста Базиліката досліджувала шляхи оптимізації системи управління муніципальними відходами, то поряд із агрегованими технологіями споживання енергетичних ресурсів в сільському господарстві, промисловості, населенні, модель містила розширений блок технологій переробки муніципальних відходів (рис. 1). Це дало можливість виділити основні параметри, які впливають на вибір технологій утилізації відходів та оцінити вплив на навколишнє середовище технологіями переробки відходів, при цьому оптимізуючи всю систему енергозабезпечення регіону.

Енергетична система м. Турин була побудована з середнім рівнем деталізації для кожного сектору. Основними секторами кінцевого споживання були:

- опалення приміщень і електричні пристрої для житлових і комерційних будівель;
- громадський та приватний транспорт для перевезення пасажирів і вантажів (товарів);
- промислова діяльність.

Сектор виробництва електроенергії та тепла детально був представлений станціями, які знаходяться безпосередньо на території, що адмініструється муніципалітетом м. Турин, так і недалеко за її межами, оскільки вони постачають енергоресурси споживачам в м. Турин (табл. 1).

Таблиця 1

Список станцій, що представлені в моделі м. Турин

Станції	Потужність
AEM San Mauro Hydro Plant (MWel)	7,5
AEM Orco River Valley Hydro Plant (MWel)	267,9
AEM Susa Valley Hydro Plant (MWel)	29,5
AEM Pont Ventoux Hydro Plant (MWel)	150,0
FIAT Combined Cycle Plant (MWel)	123,3
FIAT High and Medium pressure Plant (MWel)	58,5
FIAT Turbogas Plant (MWel)	34,0
AEM Mirafiori Combined Heat and Power Plant (MWel)	22,0
AEM Mirafiori Heating-Only Plant (MWth)	35,0
AEM Le Vallette Combined Heat and Power Plant (MWel)	22,0
AEM Le Vallette Heating Only-Plant (MWth)	38,0
AEM Moncalieri Power Plant (MWel)	206,0

В моделі виділено десять основних енергоресурсів: бензин, неетильований бензин, електроенергія, гас, зріджений нафтовий газ (LPG), дизельне паливо, нафта з низьким вмістом сірки, природний газ, технологічне тепло, низькотемпературне тепло.

Набір технологій кінцевого споживання енергоресурсів (demand devices), їх відповідність категоріям попиту (demand categories) для моделі м. Турин, базова енергетична структура моделі, інші характеристики моделі, вхідні та вихідні дані (результати) моделі тощо детально представлені в зазначеній вище роботі [3, ст. 89-108].

Модель енергетичної системи міста Гетеборг була побудована з використанням методології MARKAL, яка була досить дизагрегованою і описувала всі основні енергетичні потоки муніципалітету: видобуток, перетворення, трансформація, розподілення і кінцеве споживання (рис. 2).

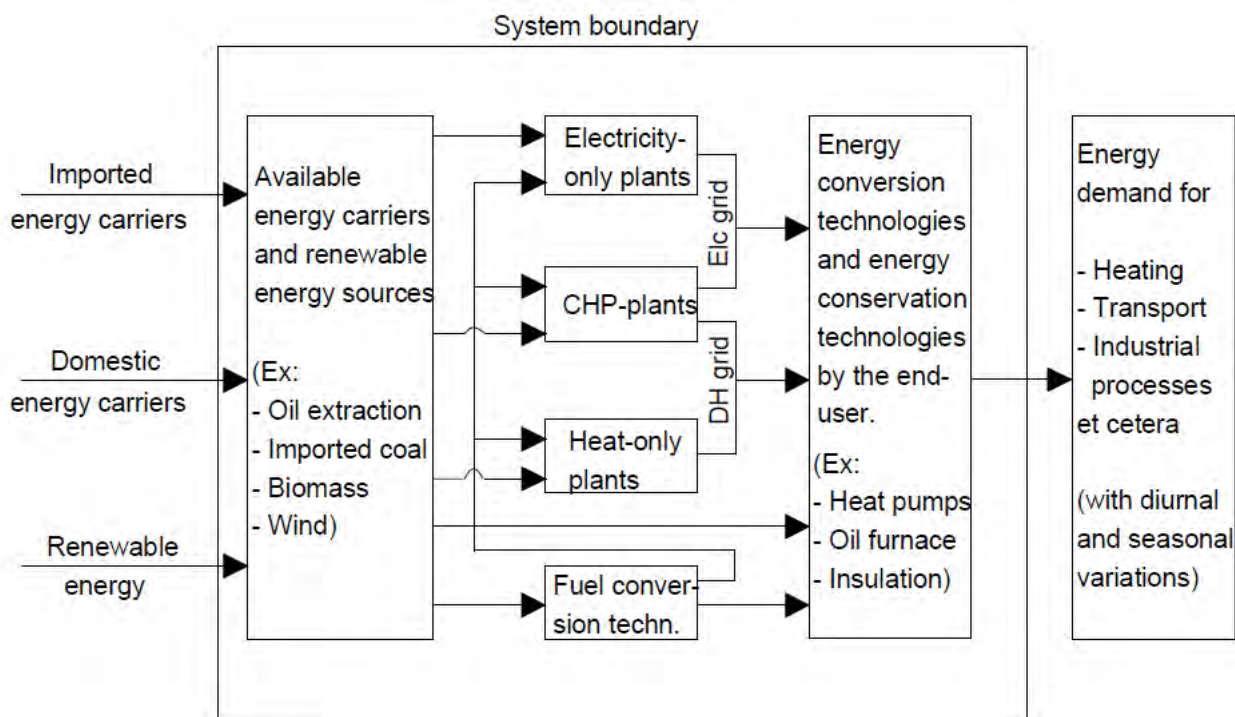


Рис. 2. Концептуальна схема енергетичних потоків м. Гетеборг

Для розробки Енергетичного плану використовувалися й інші моделі:

- модель управління муніципальними відходами;
- модель структурування та агрегування даних для різних секторів кінцевого споживання і заходів щодо енергозбереження, перш ніж вони були введені в якості вхідних даних у MARKAL модель;
- імітаційна модель детального аналізу централізованого теплопостачання.

Базова структура енергетичної системи м. Гетеборг представлена на рис. 3. Як можна побачити, в моделі виділено вісім основних категорій кінцевого споживання енергетичних ресурсів: багатосімейні (багатоквартирні) і односімейні житлові будинки, комерційні будинки

та будинки дозвілля, а також промисловість, транспорт, технічні потреби та теплозабезпечення окремих регіонів. В свою чергу, житлові будинки, поділені на ті, що знаходяться в центрі міста та поза ним (рис. 4).

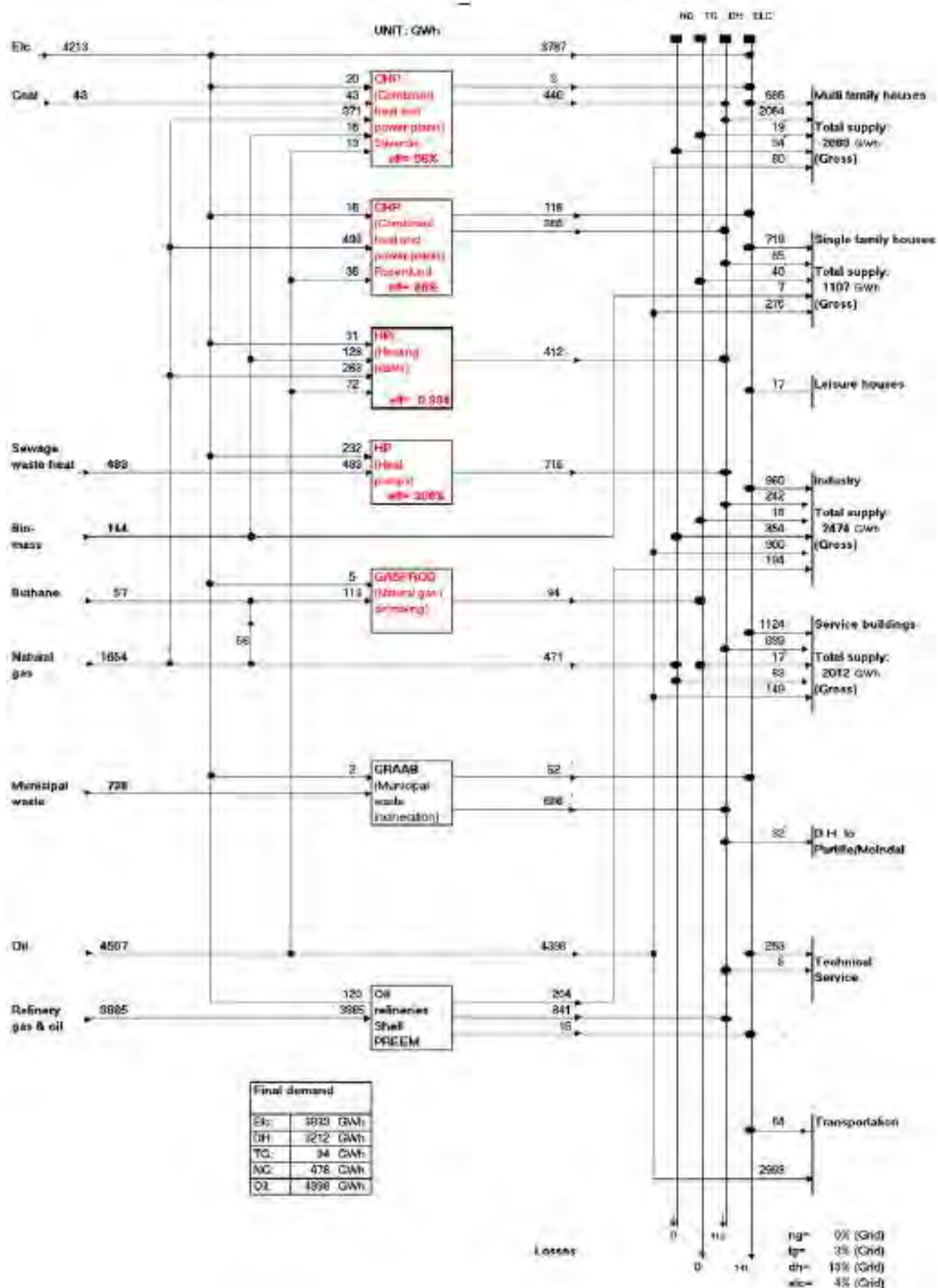


Рис. 3. Базова енергетична система в моделі м. Гетеборг

Для кожного типу будинків виділено окремі групи технологій надання енергетичних послуг: теплообмінники централізованого теплозабезпечення, електричні бойлери, бойлери на природному газі, побутовому комунальному газі⁵, нафтопродуктах та біомасі (рис. 4).

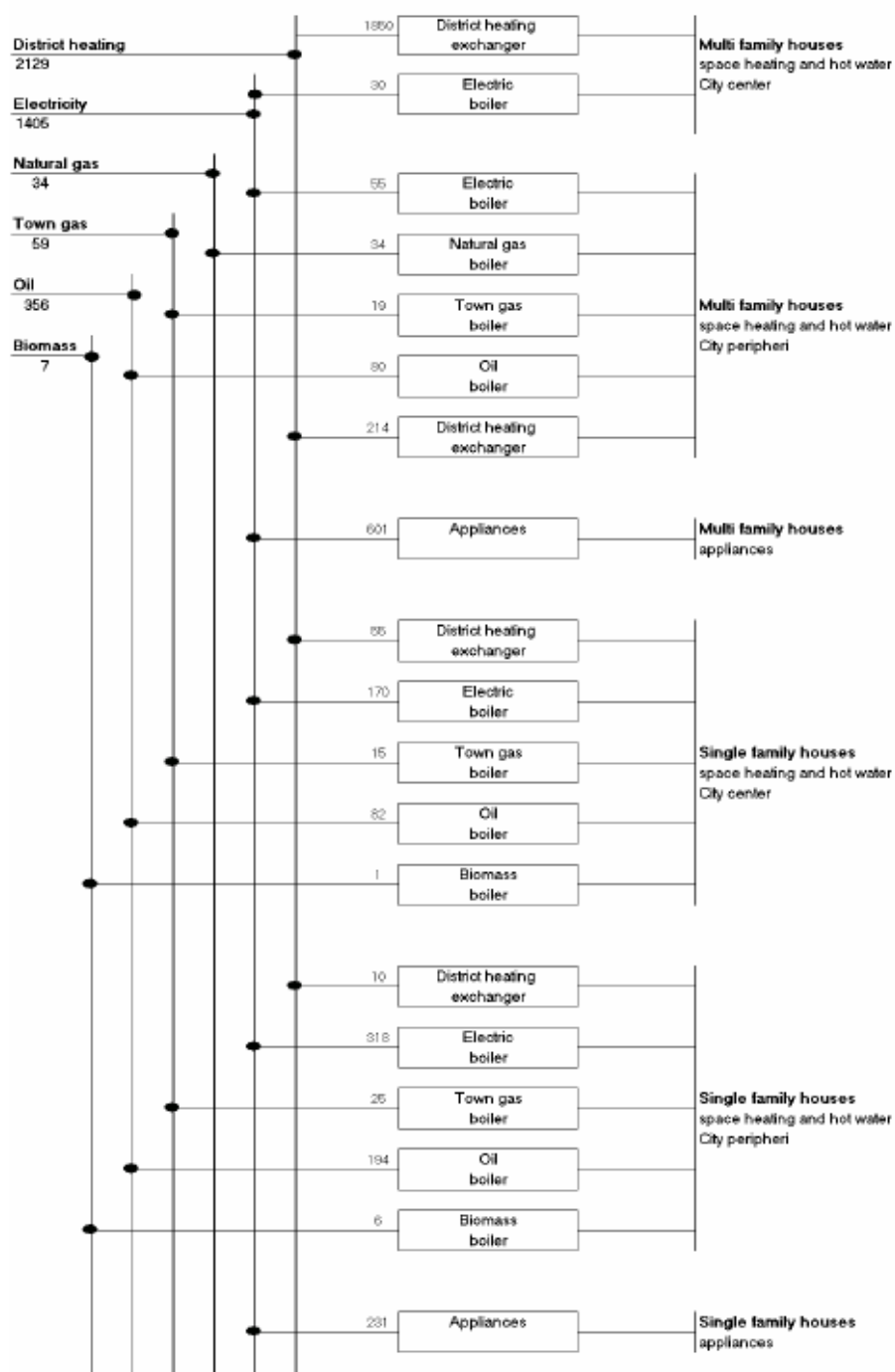


Рис. 4. Базова енергетична система для сектору "населення" в моделі м. Гетеборг

Більш детальна інформація щодо моделей м. Гетеборг та інших міст для яких побудовані відповідні моделі, можна знайти за посиланнями [3, 6, 7].

⁵ Має теплоту згорання близько 4500 ккал/м³, тоді як норма для природного газу – 7600 ккал/м³

⁶ http://www.iea-alep.pz.cnr.it/8_Goteborg.htm

Відомо, що в Росії розробкою методів управління соціально-економічним розвитком міст займається велика кількість науковців. Зокрема, розроблені технології моделювання та прогнозування розвитку муніципальних утворень з використанням імітаційних моделей [8] та мультиагентного підходу [9]. Створено модель системи підтримки прийняття рішень з розвитку енергозабезпечення міста. Вона дозволяє проводити оцінку стану системи енергозабезпечення міста, аналізувати потреби розвитку системи, формувати варіанти розвитку і порівнювати їх з допомогою розробленого методу просторового аналізу.

• Вітчизняний досвід

На жаль, вітчизняний досвід на сьогоднішній день не може надати сучасних моделей, а тим більше, інформаційних засобів, моделювання, прогнозування та стратегічного планування розвитку муніципалітетів України.

Існуючі вітчизняні розробки в даній сфері переважно направлені на вивчення окремих (часткових) проблем енергетичної системи міста. Наприклад, в роботі [10] наведено результати наукових досліджень щодо створення автоматизованої системи моніторингу енергетичної ефективності муніципальних об'єктів м. Донецька і розглядаються математичні моделі підвищення енергетичного використання на основі теплового балансу будівель. В роботі [11] наводяться підходи до комплексного аналізу джерел фінансування муніципальних енергетичних інвестиційних проектів у сфері виробництва, транспортування та постачання теплової енергії. В роботі [12] розглядаються концептуальні засади створення муніципальних систем економічного стимулювання енергозбереження, призначених для підвищення ефективності управління залученням і використанням коштів міського бюджету, міських комунальних підприємств, бюджетних установ та інвесторів на реалізацію енергозберігаючих заходів.

⁷ http://www.iea-alep.pz.cnr.it/8_Mannheim.htm

⁸ Бегунов Н. А., Клебанов Б. И., Москалёв И. М. Технология прогнозирования развития муниципального образования с использованием имитационной модели // Журнал «Автоматизация и современные технологии» М.: Машиностроение. 2009, № 4. С. 39–45.

⁹ Клебанов Б. И., Москалев И. М., Бегунов Н. А., Рапопорт И. А.. 4-я Всероссийская научно-практическая конференция по имитационному моделированию ИММОД 2009. Санкт-Петербург. 21-23 октября 2009 г.

¹⁰ https://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CBsQFjAA&url=https%3A%2F%2Fdocs.google.com%2Fpresentation%2Fd%2F1CqGmNcRtYJ57h8ET3tEuenjAT_3KQ5u1TkQNHSI-fl%2Fpreview&ei=qaDGU-7pD4b9ygPNIIoAg&usq=AFQjCNEq9aBLqUPrvrM1ByoAOso6iA0Itw&sig2=5cDNQQ46qDeSA-3x5P0pzQ

¹¹ <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=397>

¹² http://ienergy.kiev.ua/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=96&Itemid=63

На жаль в Україні проблемам системного дослідження енергетичного господарства населених пунктів та розробці відповідних математичних моделей, які б могли слугувати системами підтримки прийняття рішень для місцевої влади, приділяється дуже мало уваги. Роботи в цьому напрямку або знаходяться на початковій стадії, або є мало відомими.

Однак, завдяки відсутності альтернатив перед проблемою стрімкого зростання цін на енергетичні ресурси і відповідних темпів зростання фінансових витрат місцевих органів влади на енергозабезпечення міст спонукає муніципалітети шукати оптимальні шляхи до раціонального і ефективного використання енергетичних ресурсів та їх збереження. В наслідок цього, багато органів місцевого самоврядування (власними силами або за допомогою донорів) почали інтенсивно розробляти свої муніципальні енергетичні плани (МЕП). Переважна більшість цих міст приєдналися до Угоди мерів, що дозволило їм отримати досвід європейських колег щодо підходів та заходів довгострокової модернізації своїх міст та будівель. Сьогодні в Україні муніципальних енергетичних планів міст налічується декілька десятків. Вони є достатньо широкою інформаційною базою даних для розробки муніципальних енергетичних моделей.

Успішний приклад розроблення МЕП, з усіма необхідними етапами, показала міська влада м. Запоріжжя, яка виклала основні результати своєї роботи в цьому напрямку на інтернет-сторінці [13]. Ця інформаційна база містить концепцію та сам МЕП, звіти з енергоаудиту закладів освіти і науки, молоді і спорту, охорони здоров'я, закладів соціального захисту населення, житлових будинків тощо; представлено реєстр інвестиційних проєктів та їх техніко-економічні обґрунтування, бюджетні цільові програми щодо підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів в місті і скорочення викидів парникових газів; паливно-енергетичні, вартісні та інвестиційні баланси м. Запоріжжя минулих і майбутніх періодів до 2030 р.

В МЕП Запоріжжя детально представлено структуру постачання та споживання електроенергії, газу, вугілля, теплової енергії; проаналізовано системи водопостачання та водовідведення, зовнішнього освітлення; наведено питомі витрати палива на

¹³ <http://mep.ecosys.com.ua/>

виробництво теплової енергії; представлено вартісні характеристики енергетичних ресурсів та послуг.

В аналізі системи зовнішнього освітлення наведено структуру джерел освітлення міс та за типами ламп, споживання електричної енергії на потреби освітлення з диференціюванням за періодами часу, фактичні витрати на оплату електричної енергії тощо. В частині аналізу транспортного сектору міста представлено структуру пасажирських перевезень, структуру споживання ними пального. Окремо проаналізовано систему міського електричного та автомобільного транспорту. В МЕП досліджено споживання паливно-енергетичних ресурсів будівлями бюджетної сфери та житловими будинками з багатьма їхніми техніко-економічними характеристиками. Проаналізовано стан фінансових спроможностей міста. Зроблено прогноз чисельності населення. На основі детального аналізу загального енергетичного стану міста побудовано базову лінію розвитку міста.

З метою детального громадського обговорення розробки та шляхів впровадження муніципального енергетичного плану міська влада Запоріжжя періодично проводить семінари, матеріали яких є загальнодоступними.

За словами міського голови м. Запоріжжя, створення Муніципального енергетичного плану Запоріжжя стало можливим завдяки колективній праці членів Дорадчого комітету з питань сталого енергетичного розвитку міста Запоріжжя, спеціалістам ТОВ ЕСКО «Екологічні Системи», співробітникам Департаменту економічного розвитку Запорізької міської ради, Департаменту стратегічного розвитку Запорізького міського інвестиційного агентства та багатьом вітчизняним і закордонним компаніям, політикам, службовцям та фахівцям Запоріжжя.

Аналізуючи муніципальний енергетичний план Запоріжжя (зміст якого представлено на рис. 5) та наявні супутні до нього інформаційно-аналітичні матеріали можна зробити висновок, що це є доброю базою вхідних даних для розробки муніципальної енергетичної моделі, яка може бути достатньо швидко розроблена, якщо працювати в кооперації з міською владою. Заінтересованість в такій роботі муніципалітетів має бути високою, оскільки модель дозволяє більш якісніше та обґрунтованіше (оптимальніше) аналізувати і визначати шляхи реалізації сталого розвитку муніципалітету.

Вступне слово	4
Подяка за участь у розробці МЕР Запоріжжя	6
1 Загальне бачення МЕР Запоріжжя	8
1.1 Енергетична політика ЄС та столиць країн ЄС	8
1.2 МЕР в структурі довгострокового планування розвитку Запоріжжя	8
2 Вихідний енергетичний стан Запоріжжя	12
2.1 Загальний енергетичний стан міста	12
2.2 Стан фінансових спроможностей міста	26
2.3 Очікуваний розвиток вихідного стану (базова лінія)	27
2.4 SWOT - аналіз трьох базових інфраструктур – системи тепlopостачання, житлової та бюджетної сфери	32
3 Основні цілі МЕР Запоріжжя	34
4 Інвестиційні проекти	38
4.1 Пілотна та основна фази МЕР	39
4.2 Проектний напрямок «Термомодернізація громадських та житлових будівель Запоріжжя»	41
4.3 Проектний напрямок «Заміщення природного газу місцевим паливом та енергією у системі гарячого водopостачання»	44
4.4 Проектний напрямок «Відновлювальна енергетика в житлово-комунальному господарстві»	46
4.5 Подальші напрямки енергетичного планування для Запоріжжя	50
5 Паливно-енергетичні, вартісні, інвестиційні та кліматичні баланси минулих майбутніх періодів Запоріжжя	52
5.1 Паливно – енергетичні баланси	52
5.2 Вартісні баланси	56
5.3 Інвестиційні баланси	57
5.4 Кліматичні баланси	58
6 Фінансування МЕР	60
6.1 Короткі підсумки аналізу європейського досвіду фінансування та управління реалізацією проектів модернізації будівель та систем енергопостачання	60
6.2 Обсяги інвестицій, які потрібні для реалізації МЕР Запоріжжя	61
6.3 Схеми фінансування	63
6.4 Фінансовий план МЕР	65
7 Організаційний план МЕР	68
7.1 Організаційні схеми	68
7.2 Організаційний план	72
7.3 Управління ризиками	74
7.4 Комунікаційна стратегія	75
8 Неінвестиційні проекти (м'які заходи)	78
Додатки	82
Додаток 1. Паспорт МЕР Запоріжжя	82
Додаток 2. Стан фінансових спроможностей міста	83
Додаток 3. Очікуваний розвиток вихідного стану (Базова лінія)	85
Додаток 4. Перелік випущених документів МЕР Запоріжжя	94
Додаток 5. Перелік скорочень	96

Реліз від 02.06.2014 р.

Рис. 5. Зміст муніципального енергетичного плану Запоріжжя

Для усіх міст, що приймають участь в сьгоднішньому проекті "Муніципальна енергетична реформа в Україні" (Вінниця, Івано-Франківськ, Дніпропетровськ, Краматорськ, Херсон, Чернігів) в попередньому проекті «Реформа міського теплозабезпечення в Україні», який виконувався компанією IRG (International Resource Group) за фінансової підтримки Агентства з міжнародного розвитку США (USAID) було розроблено муніципальні енергетичні плани.

Аналогічно як і в Запоріжжі, розробники МЕРП в проекті «Реформа міського теплозабезпечення в Україні», для вказаних міст провели колосальну роботу з аналізу енергетичного стану муніципалітетів, побудували базові лінії та альтернативні сценарії енергетичного розвитку, оцінили фінансові можливості міста у сфері енергоспоживання та капітальних інвестицій, а також визначили основні стратегічні напрямки і заходи реалізації сталого енергетичного розвитку міст.

Отже, досвід та кваліфікація фахівців набуті при виконанні проекту «Реформа міського теплозабезпечення в Україні», а також результати їхньої роботи у вигляді статистичних, аналітичних та експертних даних та матеріалів вже сьгодні дозволяють розпочати проведення досліджень щодо розробки моделей енергетичних систем муніципалітетів, які приймають участь в проекті "Муніципальна енергетична реформа в Україні".

3. Визначення спільних параметрів для національного та муніципального енергетичного моделювання

Для моделювання як на національному, так і на муніципальному рівнях доцільно використовувати одні і ті ж методологічні підходи, що дозволяє легко взаємодоповнювати ці процеси. Однак, на практиці, це важко зробити, якщо різного рівня моделювання проводяться різними дослідниками з різних організацій, проектів тощо. Крім того, особливості кожного муніципалітету, а також наявність відповідних кадрів та їх кваліфікація, можуть викликати особливості вибору оптимальної методології. В такому разі, важливим є використання основних уніфікованих параметрів (умови) для національного та муніципального енергетичного моделювання. Серед яких можуть бути:

- 1) базовий рік;
- 2) енергетичні одиниці вимірювання;
- 3) коефіцієнти викидів парникових газів при спалюванні та використанні енергетичних ресурсів;
- 4) набір викидів парникових газів, основні елементи енергетичної системи;
- 5) типи драйверів (керуючих параметрів) зміни попиту на енергетичні ресурси та послуги тощо (табл. 2).

Нижче наводиться характеристика та пропозиції щодо уніфікації параметрів (умови) для національного (з використанням моделі "TIMES-Україна") та муніципального енергетичного моделювання, що базується на методологічних підходах та посібниках розроблених Інститутом енергетики та транспорту Об'єднаного дослідницького центру Європейської Комісії та Центром енергетичної ефективності ЕнЕфект [14].

• Представлення вхідної інформації

Рівень деталізації номенклатури енергоресурсів та структури споживачів в національній та муніципальній моделях має визначатися з огляду на необхідність адекватного представлення реальних технологічних процесів у кожному секторі та наступного калібрування моделей відповідно до чинних форм і стандартів державних

¹⁴ Муніципальное энергетическое планирование. Общая рамочная методология / Пособие для городских руководителей и экспертов. — 2010. Доступный с: http://portal-energo.ru/files/articles/portal-energo_ru_metodika.pdf

статистичних спостережень або інших форм, які є періодичними. Крім того структура і характер енергетичних потоків повинні забезпечувати можливість адекватного співставлення з вітчизняними та міжнародними формами, наприклад, з агрегованою схемою енергетичного балансів за формою Міжнародного енергетичного агентства (за якою Державна служба статистики України публікує звітні енергетичні баланси України) або Статистичною організацією Європейської Комісії (Євростат).

В Посібнику щодо ПДСЕР також наголошується, що методика збору даних повинна бути послідовною впродовж років: зміна методики, може спричинити зміни у кадастрі, які не будуть результатом дій місцевих органів влади для зменшення викидів CO₂. Саме тому важливо чітко задокументувати як збираються дані і укладаються кадастри, щоб у майбутньому дотримуватись тієї ж послідовності. У випадку методичних змін, може знадобитися перерахунок даних, без чого порівнянність інформації може бути не коректною.

Для будь-якого рівня моделювання важливо, щоб дані охоплювали усі сектори, в яких місцеві органи влади планують вживати заходи. І чим більш вузькопрофільними є політики для окремих секторів чи галузей, тим більш детальнішою і точнішою має бути інформація про них. Дані повинні бути точними, наскільки це можливо, або принаймні наближеними до реальності.

Для моделі "TIMES-Україна" основними джерелами інформації щодо обсягів та характеру енергетичних потоків є звітні дані державних статистичних спостережень: виробництво і відпуск електроенергії з шин (форми: №24-енергетика, №23-Н, №6-тп, (гідро), №11-мтп); залишки окремих видів палива на початок і кінець року, витрати палива та перетворення в інші види палива і енергії, використання палива на неенергетичні цілі, кінцеве споживання палива – всього, у тому числі за видами діяльності – форма №4-мтп; споживання електроенергії – всього, у тому числі за видами діяльності – форма №24-енергетика і №11-мтп; питомих споживання палива, електроенергії і тепла; автовиробництво електроенергії і тепла за видами устаткування; витрати енергоресурсів при трансформації у вторинні форми за галузями; вихід і використання горючих відходів – форма №11-мтп. Крім того, для дизагрегації структури енергетичної галузі, визначення технологічних і вартісних параметрів енергетичних

процесів використовується статистична інформація Міністерства енергетики та вугільної промисловості України, енергогенеруючих, енерго- і газопостачальних компаній, а також компаній з видобування нафти, газу і вугілля. У випадку дизагрегації за групами технологій або енергетичних компаній загальна інформація по галузі була відкалібрована відповідно до даних Державної служби статистики.

Для інформаційного наповнення моделі також можуть бути використані: обсяги утворення і використання технологічними процесами в промисловості вторинної сировини і відходів виробництва – форма №14-мтп; обсяги відпуску тепла, виробництва енергії, палива і іншої продукції промисловості – форма №1п-нпп; обсяги відпуску природного газу – форма №1-газ; обсяги відпуску тепла – форма №1-теп; структура парку транспортних засобів та результати їх роботи – форма №4-ТЗ, форма №51-авто, форма №2-тр, форма 2-етр, форма №31-ЦА, форма №1-зал, статистична інформація Міністерства внутрішніх справ, Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства, Міністерства економічного розвитку і торгівлі, Міністерства екології та природних ресурсів та ін.

Аналіз звітних даних за діючими первинними формами державних статистичних спостережень показав, що система показників, яка закладена в цих формах, не в повній мірі відповідає за своїм змістом і структурою міжнародній системі показників та не дає можливості чіткої оцінки енергетичних потоків на всіх етапах від видобутку і перетворення до кінцевого споживання. Крім того, значення однакових показників по основних статтях в різних формах статистичної звітності часто відрізняються і потребують додаткової перевірки для їх уточнення. Однією з причин такої ситуації є відсутність єдиного методичного підходу до обрахунку обсягів енергопотоків на різних етапах та рівнях. Наприклад, неузгодженість звітності щодо виробництва промислової продукції, яка складається за НПП, та звітності зі споживання енергетичних та інших ресурсів, яка складається за КВЕД у розрізі номенклатури спожитих ресурсів за НПП, призводить до викривленої оцінки споживання енергії як на виробництво продукції, так і використання палива по галузях. Іншими словами, оскільки виробництво промислової продукції розраховується за 6-им знаком НПП, а споживання ресурсів – за основним видом діяльності підприємства, то офіційні статистичні дані щодо

споживання енергії, наприклад, металургією, включають споживання енергії на виробництво й іншої продукції, виробленої підприємствами металургійної галузі. І навпаки, обсяги енергії, витрачені на виробництво продукції металургійної галузі, не повністю включені до обсягів споживання металургією.

Обробка статистичних даних є надзвичайно трудомісткою роботою, але лише повна та достовірна вхідна інформація дозволяє використати потенціал математичного апарату і зрозуміти сутність енергетичних потоків в енергосистемі країни або муніципалітету.

При прогнозуванні розвитку енергетичних систем, як на національному, так і на муніципальному рівнях необхідним є визначення драйверів (керуючих параметрів) розвитку країни чи муніципалітету, в залежності від динаміки яких буде змінюватися попит на енергоресурси та енергетичні послуги, а, відповідно, і їх пропозиція.

В таблиці 2 наведено перелік деяких енергетичних попитів (потреб) та можливих драйверів до них, які можуть бути використанні при моделюванні та прогнозуванні різного рівня енергетичних систем.

Таблиця 2

Види енергетичних потреб	Одиниці виміру	Керуючий параметр
Промисловість		
Виробництво еквіваленту необробленої сталі	тонн сталі	Виробництво руди і концентратів залізородних; Виробництво чавуну ливарного; Виробництво сталі (мартенівська, киснево-конверторна, електросталь) для лиття; Виробництво зливків зі сталі; Виробництво напівфабрикатів, отриманих безперервним литтям
Супутній попит при виробництві сталі	т у.п.	Індекс промислової продукції виробництва чавуну, сталі, феросплавів, труб та іншої первинної обробки сталі
Виробництво алюмінію	тонн алюмінію	Виробництво необробленого алюмінію
Виробництво інших металів	т у.п.	Індекс промислової продукції металургійного виробництва
Супутній попит при виробництві інших металів	т у.п.	Індекс промислової продукції металургійного виробництва
Виробництво еквіваленту синтетичного аміаку	тонн аміаку	Виробництво аміаку синтетичного Виробництво добрив мінеральних або хімічних
Супутній попит при виробництві аміаку	т у.п.	Індекс промислової продукції виробництва основної хімічної продукції
Виробництво інших хімічних речовин	т у.п.	Індекс промислової продукції хімічного виробництва
Супутній попит при виробництві інших хімічних речовин	т у.п.	Індекс промислової продукції хімічного виробництва
Виробництво цементу	тонн	Виробництво портландцементу, цементу глиноземного

Види енергетичних потреб	Одиниці виміру	Керуючий параметр
	цементу	та інших видів цементу; Виробництво клінкеру цементного
Супутній попит при виробництві цементу	т у.п.	Індекс промислової продукції виробництва цементу
Виробництво еквіваленту скла	тонн скла	Виробництво скла листового за номенклатурою; Виробництво скла виливного за номенклатурою
Супутній попит при виробництві скла	т у.п.	Індекс промислової продукції виробництва скла та виробів зі скла
Виробництво інших неметалевих мінеральних виробів	т у.п.	Індекс промислової продукції виробництва іншої неметалевої мінеральної продукції
Супутній попит при виробництві інших неметалевих мінеральних виробів	т у.п.	Індекс промислової продукції виробництва іншої неметалевої мінеральної продукції
Виробництво вапна не металургійними підприємствами	тонн вапна	Виробництво вапна
Виробництво еквіваленту паперової продукції	тонн паперу	Виробництво целюлози та паперової маси за номенклатурою; Виробництво паперу за номенклатурою
Супутній попит при виробництві паперової продукції	т у.п.	Індекс промислової продукції целюлозно-паперового виробництва і видавничої діяльності
Виробництво іншої промислової продукції	т у.п.	Індекс промислової продукції галузей, не зазначених вище
Супутній попит при виробництві іншої промислової продукції	т у.п.	Індекс промислової продукції галузей, не зазначених вище
Неенергетичне споживання хімічною галуззю	т у.п.	Індекс промислової продукції виробництва основної хімічної продукції
Неенергетичне споживання іншими галузями	т у.п.	Індекс промислової продукції переробної промисловості
Транспортний сектор		
Пасажи́рські перевезення легковими автомобілями на короткі відстані	пасажи́ро-кілометри	Кількість технічно справних легкових автомобілів за конструкцією (видом палива) та часом перебування в експлуатації Реальний наявний дохід населення
Пасажи́рські перевезення легковими автомобілями на далекі відстані	пасажи́ро-кілометри	Кількість технічно справних легкових автомобілів за конструкцією (видом палива) та часом перебування в експлуатації Реальний наявний дохід населення
Міські автобусні пасажи́рські перевезення	пасажи́ро-кілометри	Кількість технічно справних автобусів за конструкцією (видом палива) та часом перебування в експлуатації Пасажи́рооборот (внутрішньо міське та приміське автобусне сполучення) Чисельність і структура населення
Міжміські автобусні пасажи́рські перевезення	пасажи́ро-кілометри	Кількість технічно справних автобусів за конструкцією (видом палива) та часом перебування в експлуатації Пасажи́рооборот (міжміське та міжнародне автобусне сполучення) Чисельність і структура населення
Тролейбусні пасажи́рські перевезення	пасажи́ро-кілометри	Інвентарна кількість пасажи́рського рухомого складу за часом перебування в експлуатації; Пасажи́рооборот Чисельність і структура населення
Трамвайні пасажи́рські перевезення	пасажи́ро-кілометри	Інвентарна кількість пасажи́рського рухомого складу за часом перебування в експлуатації; Пасажи́рооборот

Види енергетичних потреб	Одиниці виміру	Керуючий параметр
		Чисельність і структура населення
Пасажи́рські пере́везення в метро	пасажи́ро-кілометри	Інвентарна кількість пасажирського рухомого складу за часом перебування в експлуатації; Пасажи́рооборот Чисельність і структура населення
Пере́везення мото́техні́кою	пасажи́ро-кілометри	Кількість технічно справного мототранспорту Чисельність і структура населення
Вантажні автомобільні пере́везення	тонно-кілометри	Кількість технічно справних вантажних автомобілів за конструкцією (видом палива) та часом перебування в експлуатації Вантажооборот Виробництво основних видів промислової продукції – основних видів вантажів автомобільного транспорту (будівельні матеріали, вугілля, зерно та продукти перемолу тощо)
Пасажи́рські залі́зничні пере́везення	пасажи́ро-кілометри	Локомотивний парк за призначенням, видом палива і часом перебування в експлуатації Вагонний пасажирський парк за класом і часом перебування в експлуатації Пасажи́рооборот за видом сполучення Чисельність і структура населення
Вантажні залі́зничні пере́везення	тонно-кілометри	Локомотивний парк за призначенням, видом палива і часом перебування в експлуатації Вагонний вантажний парк за класом і часом перебування в експлуатації Вантажооборот Виробництво основних видів промислової продукції – основних видів вантажів залізничного транспорту (руда, вугілля, металопродукція тощо)
Авіа́ційні пере́везення	т у.п.	Вантажооборот ВВП
Пере́везення водним транспортом	т у.п.	Вантажооборот Виробництво основних видів промислової продукції – основних видів вантажів водного транспорту будівельні матеріали, металопродукція, зернові тощо)
Супутній попит транспортного сектору	т у.п.	Пасажи́рооборот Вантажооборот
Населення		
Опа́лення приміще́нь	т у.п.	Кількість домогосподарств Структура домогосподарств за розміром, місцем проживання, типом і часом будівництва житла, розміром житлової площі на одну особу, наявністю центрального/автономного опалення, централізованого газопостачання Житловий фонд, обсяги і структура введення в експлуатацію нового житла
Охо́лодження приміще́нь	т у.п.	Кількість домогосподарств Структура домогосподарств за розміром, місцем проживання, Житловий фонд, обсяги і структура введення в експлуатацію нового житла Наявність у домогосподарств окремих товарів тривалого користування Реальний наявний дохід населення
Нагрі́вання води	т у.п.	Кількість домогосподарств Структура домогосподарств за розміром, місцем проживання, наявністю гарячого водопостачання, централізованого газопостачання Житловий фонд, обсяги і структура введення в експлуатацію нового житла
Осві́тлення	т у.п.	Кількість домогосподарств

Види енергетичних потреб	Одиниці виміру	Керуючий параметр
		Структура домогосподарств за розміром, місцем проживання Житловий фонд, обсяги і структура введення в експлуатацію нового житла
Приготування їжі	т у.п.	Кількість домогосподарств Структура домогосподарств за розміром, місцем проживання, наявністю централізованого газопостачання/балонного газу, електроплити, інших окремих товарів тривалого користування
Зберігання їжі	т у.п.	Кількість домогосподарств Структура домогосподарств за розміром, місцем проживання, наявністю окремих товарів тривалого користування
Прання білизни	т у.п.	Кількість домогосподарств Структура домогосподарств за розміром, місцем проживання, наявністю окремих товарів тривалого користування Реальний наявний доход населення
Сушіння та прасування одягу	т у.п.	Кількість домогосподарств Структура домогосподарств за розміром, місцем проживання, наявністю окремих товарів тривалого користування
Миття посуду та прибирання	т у.п.	Кількість домогосподарств Структура домогосподарств за розміром, місцем проживання, наявністю окремих товарів тривалого користування Реальний наявний доход населення
Інші потреби	т у.п.	Кількість домогосподарств Структура домогосподарств за розміром, місцем проживання, наявністю окремих товарів тривалого користування Реальний наявний доход населення
Комерційний сектор (галузі нематеріального виробництва і бюджетний сектор)		
Опалення приміщень	т у.п.	Загальна (житлова, торгова) площа галузевих приміщень (кількість закладів за видами) за формами власності Державні санітарні та гігієнічні норми для приміщень за категоріями будівель (вимоги до площі і мікроклімату) Питомі показники завантаженості (лікарні, готелі, заклади харчування тощо) Зайнятість за галузями Додана вартість за галузями
Охолодження приміщень	т у.п.	Загальна (житлова, торгова) площа галузевих приміщень (кількість закладів за видами) за формами власності Державні санітарні та гігієнічні норми для приміщень за категоріями будівель (вимоги до площі і мікроклімату) Питомі показники завантаженості (лікарні, готелі, заклади харчування тощо) Зайнятість за галузями Додана вартість за галузями
Нагрівання води	т у.п.	Загальна (житлова, торгова) площа галузевих приміщень (кількість закладів за видами) за формами власності Питомі показники завантаженості (лікарні, готелі, заклади харчування тощо) Зайнятість за галузями Додана вартість за галузями
Освітлення	т у.п.	Загальна (житлова, торгова) площа галузевих приміщень (кількість закладів за видами) за формами власності Державні санітарні та гігієнічні норми для приміщень за категоріями будівель (вимоги до освітлення) Питомі показники завантаженості (лікарні, готелі, заклади харчування тощо)

Види енергетичних потреб	Одиниці виміру	Керуючий параметр
		Зайнятість за галузями Додана вартість за галузями
Приготування їжі	т у.п.	Кількість об'єктів ресторанного господарства та кількість посадкових місць за галузями Забезпеченість населення об'єктами ресторанного господарства за регіонами і за видами закладів Товарооборот (галузева додана вартість) Кількість і структура населення за віковими групами і місцем проживання Реальні наявні доходи населення
Зберігання їжі	т у.п.	Кількість об'єктів ресторанного господарства та кількість посадкових місць за галузями; кількість продовольчих магазинів Забезпеченість населення об'єктами ресторанного господарства і закладами роздрібної торгівлі за регіонами і за видами закладів Виробництво окремих видів промислової продукції Товарооборот (галузева додана вартість) Кількість і структура населення за віковими групами і місцем проживання Реальні наявні доходи населення
Вуличне освітлення	т у.п.	Довжина автомобільних доріг (відомчих, міських і загального користування) Забезпеченість автомобільних доріг вуличним освітленням ВВП
Інші потреби (водопостачання і водовідведення, споживання палива на неенергетичні потреби, внутрішні транспортні послуги, інше споживання електроенергії, інше споживання палива)	т у.п.	Додана вартість за галузями

Отже, рівень деталізації номенклатури енергоресурсів та структури споживачів, як в національній, так і в муніципальній моделях має адекватно відображати реальні технологічні процеси у кожному з секторів. Методика збору вхідних даних повинна бути послідовною впродовж наступних років. Дані повинні бути точними, наскільки це можливо, або принаймні наближеними до реальності. Вхідна і вихідна інформація моделей має бути порівнянна з вітчизняними та міжнародними формами представлення відповідної інформації.

• Базовий рік

Базовий рік в моделях енергетичних систем – це рік, з якого задається основна і найбільш агрегована історична статистична інформація про досліджуваний об'єкт (назвемо його, для прикладу,

модельний рік), або рік (чи проміжок часу) з яким порівнюються прогностні показники (постачання енергоресурсів, енергоспоживання, викиди ПГ тощо) або встановлюються цілі (межі) для прогностних років порівняно з ним (назвемо його, для прикладу, політичний рік, оскільки він вибирається з метою оцінки тих чи інших енергетичних, екологічних чи економічних політик). Прикладом політичного базового року може бути 1990 р., який є базовим роком для Кіотського протоколу. Наприклад, для моделі "TIMES-Україна" базовим (модельним) роком є 2005 р., тобто при розробці моделі, починаючи з 2006 р., було зібрано максимальну кількість статистичної інформації за 2005 р., яка дозволила побудувати модель національної енергетичної системи України, що досить детально та точно описує основні енергетичні потоки в країні. Решта років після 2005 р. і до кінця прогностного періоду є прогностними роками для моделі. Однак, 2005 р. для моделі "TIMES-Україна" не єдиний рік, що містить таку розгорнуту енергетичну інформацію, завдяки періодичному оновленню моделі, таким ж роком є 2009 р., а для решти років в період 2006-2011 рр. задана детальна інформація, однак не настільки як для 2005, 2009 рр. Тобто можна вважати, що в моделі "TIMES-Україна" є два базових модельні роки. Крім того, наступним етапом в даному проекті буде оновлення моделі "TIMES-Україна" по 2012 році, а значить з'явиться третій рік, який можна вибрати за базовий модельний рік. Тим не менше, моделюючи та прогнозуючи розвиток енергетичної системи з використанням моделі "TIMES-Україна" можна вибрати будь-який рік, якщо по ньому наявні дані з якими планується порівняння.

При прогнозуванні викидів парникових газів доцільним є використання тих років для порівняння (базових) які зазначені в існуючих (або перспективних) міжнародних зобов'язаннях України.

З метою уніфікації як для кращого розуміння результатів моделювання на міжнародному рівні, так і для більш ефективного проведення національного та муніципального енергетичного моделювання в Україні *політичним базовим роком доцільно брати 1990 рік, а модельним базовим роком 2012 рік*, так як на сьогодні, це останній рік для якого наявна найбільш повна (найточніша та найнадійніша) енергетична та інша вітчизняна та міжнародна статистика.

• **Показники викидів парникових газів**

До шести парникових газів, що регулюються Кіотським протоколом, входять: діоксид вуглецю CO₂, метан CH₄, закис азоту N₂O, гексафторид сірки SF₆, перфторвуглеці PFCs та гідрофторвуглеці HFCs. Згідно Національного кадастру антропогенних викидів із джерел та абсорбції поглиначами парникових газів в Україні за 1990-2011 рр. [15] середня частка CO₂, CH₄ та N₂O в загальній структурі викидів склала 99,9%, зокрема CO₂ – 76,0%, CH₄ – 16,9%, N₂O – 7,0%. Як видно, решта три показника викидів ПГ складають біля 0,1%.

В моделі "TIMES-Україна" наразі існують усі можливості для дослідження основних показників викидів ПГ (CO₂, CH₄ та N₂O). З цією метою, модель потребує лише певного незначного удосконалення та верифікації наявних даних та структури викидів ПГ.

Судячи з пропозицій наданих в Посібнику щодо ПДСЕР, місцевим органами влади рекомендується включити у свій кадастр викидів тільки основний показник – CO₂. В той же час, можуть бути включені викиди CH₄ та N₂O, якщо муніципалітет планує у свій План дій для сталого енергетичного розвитку вносити заходи щодо зменшення цих парникових газів.

Оскільки у об'єкті дослідження як в національному, так і в муніципальному моделюваннях є енергетичний сектор, то доцільним є дослідження лише тих викидів ПГ, що відносяться до цього сектору. Однак, можна включати й інші викиди, які не пов'язані із спаленням палива, якщо вони є важливими для муніципалітету.

Отже, для уніфікації прогнозування та аналізу політик скорочення викидів ПГ в Україні на національному та муніципальному рівнях *необхідно досліджувати тільки основний показник викидів ПГ – CO₂, а у разі можливості при муніципальному моделюванні включити також CH₄ та N₂O, але так, щоб усі три показника можна було аналізувати окремо один від одного.*

• **Коефіцієнти викидів парникових газів**

У Посібнику щодо ПДСЕР місцевим органам влади (або робочій групі з муніципального моделювання) рекомендовано використовувати коефіцієнти викидів, які узгоджуються з коефіцієнтами Міжурядової

¹⁵ Національний кадастр антропогенних викидів із джерел та абсорбції поглиначами парникових газів за 1990–2011 рр. [Електронний ресурс] / Державне агентство екологічних інвестицій України. – Доступний з : <<http://www.seia.gov.ua>>

групи експертів зі зміни клімату (МГЕЗК) або Європейською довідковою базою даних життєвого циклу (ЄБЖЦ). Однак, може використовуватися будь-який інший підхід або інструмент, якщо це спрощує можливості досягнення поставленої мети.

Обравши коефіцієнти викидів ПГ, також розробникам ПДСЕР пропонується на вибір застосування двох різних підходів щодо визначення їх кількості:

а) Використання «Стандартних» (по-замовчюванню) коефіцієнтів викидів, що узгоджується з принципами МГЕЗК, які охоплюють усі викиди CO₂, що відбуваються у зв'язку з енергоспоживанням на території місцевих органів влади, або прямим шляхом через спалення палива на території місцевих органів влади або непрямим шляхом через спалення палива, яке пов'язано з використанням електроенергії та теплоенергії/холоду в межах цієї території. Коефіцієнти викидів базуються на Керівництвах МГЕЗК 2006 (МГЕЗК, 2006 рік).

б) Використання ОЖЦ (Оцінки життєвого циклу) коефіцієнтів викидів, які враховують загальний життєвий цикл енергоносія. Цей підхід включає не тільки викиди від повного спалення, але також усі викиди від ланцюга постачання. Окрім повного спалення цей підхід включає викиди від етапів експлуатації, транспортування та обробки (наприклад, очищення). Коефіцієнти викидів ОЖЦ базуються на Європейській довідковій базі даних життєвого циклу (ЄБЖЦ) (СДЦ, 2009).

Обравши підхід вибору коефіцієнтів викидів ПГ, розробники муніципальних моделей можуть використати прийняті коефіцієнти викидів, представлені у Посібнику щодо ПДСЕР, або обрати інші коефіцієнти викидів, які підходять краще.

Однак, з метою забезпечення цілісності підходів в оцінці звітних фактичних викидів ПГ та їх прогностичних показників необхідно використовувати єдину методологічну базу, а також узгоджені числові значення використовуваних показників (коефіцієнтів вмісту вуглецю в паливі, коефіцієнтів окислення вуглецю, коефіцієнтів викидів не-CO₂ ПГ, нижчої теплотворної здатності тощо).

Відповідно до рекомендацій щодо прогнозування викидів ПГ, які наведені в керівництві із підготовки національних повідомлень зі зміни клімату, при складанні прогнозів слід спиратися на національні дані, які наводяться у останній розглянутій національній інвентаризації викидів ПГ. Виходячи із цього в роботі зі прогнозування викидів ПГ як на

національному, так і на муніципальному рівнях необхідно використовувати коефіцієнти викидів парникових газів, що наведені в Національних кадастрах викидів ПГ, наприклад в Національному кадастрі антропогенних викидів із джерел та абсорбції поглиначами парникових газів за 1990–2010 рр. Тому, головним джерелом даних щодо коефіцієнтів викидів і нижчої теплотворної здатності палива при розробки ПДСЕР, а також при дослідженні та прогнозуванні викидів парникових газів на національному рівні, повинен бути Національний кадастр антропогенних викидів із джерел і абсорбції поглиначами парникових газів в Україні. На сьогоднішній день доступними є Кадастри починаючи з 2001 р. [16].

Окремі значення, використані в ньому, відрізняються від показників за замовчуванням у Керівних принципах національних інвентаризацій парникових газів МГЕЗК, 2006, рекомендованих до використання Посібником щодо ПДСЕР. Зокрема це стосується коефіцієнтів вмісту вуглецю у видах палива, які є основними в Україні – вугілля та природний газ, а також коефіцієнту окислення вуглецю при спалюванні вугілля на українських ТЕС.

В моделі "TIMES-Україна" використовується «стандартний» підхід до вибору коефіцієнтів викидів ПГ, оснований на Національному кадастрі антропогенних викидів із джерел та абсорбції поглиначами парникових газів за 1990–2010 рр., оскільки на момент їх використання це був останній з перевірених звітів міжнародними експертами секретаріату РКЗК ООН. Так як і в рекомендація при розробці муніципальних моделей в моделі "TIMES-Україна" уловлювання та утримання вуглецю на даному етапі не розглядається (хоча існують такі можливості), а також викиди від атомної енергії вважаються нульовими.

В Додатку А в таблицях А.1-А.3 наведено відповідні коефіцієнти для викидів CO₂, CH₄ та N₂O при спалюванні палива в стаціонарних установках в різних секторах, які є офіційними даними для України.

Крім того, з метою встановлення єдиного підходу до оцінки скорочень антропогенних викидів парникових газів Національне агентство екологічних інвестицій України своїм наказом [17] затвердило показники питомих викидів двоокису вуглецю при:

¹⁶ https://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/6598.php

¹⁷ <http://document.ua/pro-zatverdzhennja-pokaznikiv-pitomih-vikidiv-dvookisu-vugle-doc65115.html>

- виробництві електричної енергії тепловими електростанціями, які підключені до Об'єднаної енергетичної системи України;
- споживанні електричної енергії споживачами електричної енергії, які віднесені до 1 та 2 класів відповідно до Порядку визначення класів споживачів, затвердженого постановою Національної комісії регулювання електроенергетики України від 13 серпня 1998 N 1052;
- які пов'язані із витратами електричної енергії при її передачі місцевими (локальними) електричними мережами.

Одиницею обліку викидів ПГ в моделі "TIMES-Україна" є "викиди, еквівалентні CO₂" (CO₂-екв.). У Посібнику щодо ПДСЕР зазначається, що якщо розраховуються викиди CH₄ і N₂O то доцільно також усі показники викидів ПГ зводити до CO₂-екв.

Отже, на нашу думку, при розробці національних чи муніципальних моделей доцільно використовувати «стандартний» підхід до вибору коефіцієнтів викидів ПГ і визначення їх кількості, а усі показники викидів ПГ зводити до CO₂-екв. Необхідно вибирати такі коефіцієнти викидів ПГ, які використані при розробці останнього Національного кадастру антропогенних викидів із джерел і абсорбції поглиначами парникових газів в Україні, що перевірений міжнародними експертами секретаріату РКЗК ООН.

• Одиниці вимірювання енергії, маси та об'ємів

Для адекватної побудови моделі національної чи муніципальної енергетичної системи представлення вхідних даних про постачання, використання, транспортування та споживання енергетичних ресурсів має зводитися до однієї одиниці вимірювання. В Посібнику щодо ПДСЕР пропонується, але не вимагається, виражати таку інформацію в МВт·год, а потужності технологій в МВт, однак розробники можуть самі вибирати відповідні одиниці вимірювання енергії, маси та об'ємів тощо. З іншої сторони, як зазначалося вище, структура і характер енергетичних потоків мусить забезпечувати можливість адекватного співставлення з вітчизняними та міжнародними формами.

Для коректного представлення вхідної інформації в моделях, важливим є використання достовірних та однакових коефіцієнтів переводу первинної інформації в уніфіковані показники. Особливо це стосується використання числових значень нижчої теплотворної здатності, оскільки вони відрізняються для окремих видів палива.

При підготовці Національного кадастру викидів ПГ, його автори базуються на показниках, які містяться у звітних документах Державної служби статистики України за результатами статистичних спостережень за формами № 4-мтп та № 11-мтп. Однак, дані в Кадастрі є обробленими і спеціалізованими для зазначених задач.

Державна служба статистики України публікує звітні енергетичні баланси використовуючи одиниці виміру – тисячі тон нафтового еквіваленту. Однак, для забезпечення відповідності даних, аналогічно до коефіцієнтів викидів ПГ, необхідно використовувати джерело даних — Національний кадастр антропогенних викидів із джерел і абсорбції поглиначами парникових газів в Україні. В Додатку А в таблицях А.4-А.8 наведено значення вмісту ПГ в енергетичних ресурсах та нижчу теплотворну здатність різних видів палива за типами його використання, які також вважаються офіційними даними для України.

Основні коефіцієнти перерахунку одиниць енергії наведені в табл. 3. Робота [20] є Керівництвом з енергетичної статистики, з якого можна дізнатися, що таке "паливо" та "енергія", первинні та вторинні енергоресурси, викопні та відновлювальні енергоресурси, як вимірювати вищу та нижчу теплотворну здатність палива, що таке потік енергетичних продуктів і які потоки розглядаються в енергетичній статистиці.

Таблиця 3

Коефіцієнти перерахунку одиниць енергії [18]

З \ В	Тераджоуль (ТДж)	Гігакалорія (Гкал)	Мільйон тон нафтового еквіваленту (млн. тне)	Гігават · година (ГВт·год)
	<i>помножити на:</i>			
Тераджоуль (ТДж)	1	238,8	$2,388 \times 10^{-3}$	0,2778
Гігакалорія (Гкал)	$4,1868 \times 10^{-3}$	1	10^{-7}	$1,163 \times 10^{-3}$
Мільйон тон нафтового еквіваленту (млн. тне)	$4,1868 \times 10^{-4}$	10^7	1	11630
Гігават · година (ГВт·год)	3,6	860	$8,6 \times 10^{-3}$	1

Зручний для користувачів електронний конвертер для переведення одиниць енергії, маси та об'ємів представлений на сайті Міжнародного енергетичного агентства (рис. 6) [19].

Варто відзначити, що у Посібнику щодо ПДСЕР пропонується використовувати саме конвертор МЕА. Він дозволяє використовувати різну кратність та частину одиниць енергії.

¹⁸ http://www.iea.org/stats/docs/statistics_manual_russian.pdf

¹⁹ <http://www.iea.org/statistics/resources/unitconverter/>



Рис. 6. Вигляд конвертора одиниць Міжнародного енергетичного агентства

Кратні одиниці — одиниці, які в цілу ступень десятки перевищують основну одиницю вимірювання деякої фізичної величини. Частинні одиниці в цілий ступень десятки менше від встановленої одиниці вимірювання деякої величини. Міжнародна система одиниць СІ рекомендує такі приставки для позначень часткових одиниць, які наведені нижче в табл. 4.

Таблиця 4

Приставки для утворення десяткових кратних і частинних одиниць

Кратні				Частинні			
Множник	Назва	Позначення		Множник	Назва	Позначення	
		Латинською	Українською			Латинською	Українською
10 ¹	дека	da	да	10 ¹	деци	d	д
10 ²	гекто	h	г	10 ²	санти	c	с
10 ³	кіло	k	к	10 ³	мілі	m	м
10 ⁶	мега	M	М	10 ⁶	мікро	μ	мк
10 ⁹	гіга	G	Г	10 ⁹	нано	n	н
10 ¹²	тера	T	Т	10 ¹²	піко	p	п
10 ¹⁵	пета	P	П	10 ¹⁵	фемто	f	ф

На сайті компанії PETROBRAS [20] для зручності переведення одних форматів цін на енергоресурси в інші (наприклад, переведення ціни на природний газ з розмірності \$/MBtu в \$/1000 м³) можна знайти відповідні коефіцієнти конвертації.

²⁰ <http://www.investidorpetrobras.com.br/en/services/conversion-tables/>

В моделі "TIMES-Україна" використовуються різні одиниці вимірювання, одна уніфікованою для вхідної інформації є петаджоуль. При цьому програмне забезпечення, що використовується в моделі "TIMES-Україна" дозволяє легко відображати вихідну інформацію в будь-яких інших одиницях виміру (кВт·год, тис. т.н.е. та ін.), заздалегідь задавши відповідні коефіцієнти перекладу.

Виходячи з цього, *необхідно використовувати такі коефіцієнти перетворення одних одиниць вимірювання енергії, маси та об'ємів в інші, а також вміст ПГ в енергетичних ресурсах, нижчу теплотворну здатність різних видів палива за типами його використання, які використані при розробці останнього Національного кадастру антропогенних викидів із джерел і абсорбції поглиначами парникових газів в Україні, що перевірений міжнародними експертами секретаріату РКЗК ООН.*

• Ринок квот на викиди CO₂

В Україні відсутній ринок квот на викиди CO₂. Однак, однією з важливих умов Угоди про Асоціацію між Україною та ЄС, що стосується питань зміни клімату є виконання Директиви №2003/87/ЄС "Про встановлення схеми торгівлі викидами парникових газів у рамках Співтовариства та внесення змін і доповнень до Директиви №96/61/ЄС із змінами і доповненнями, внесеними Директивою №2004/101/ЄС". Згідно Угоди, протягом 2 років з дати набрання її чинності, Україна має запровадити дієву дозвільну систему на викиди парникових газів та на квоти, що торгуватимуться на національному рівні між підприємствами, створити систему моніторингу, звітності, здійснення перевірок, а також розробити процедури консультацій з громадськістю тощо. Тобто Україна має за два роки розробити свій власний внутрішній вуглецевий ринок (ВВР), модель якого, якщо не буде абсолютно ідентичною європейській, то принаймні дуже схожою на неї. Експерти в даній галузі відзначають, що 2 роки на розробку і впровадження такого важливого, і в той же час, складного механізму, це надзвичайно мало часу і дуже скептично відносяться до можливості здійснення такої роботи.

На даний момент модель "TIMES-Україна" не підготовлена до дослідження ринку квот на викиди ПГ, однак такі можливості в сімействі MARKAL/TIMES моделей існують.

Відповідно до принципів, викладених в Угоді мерів, кожний підписант несе відповідальність за викиди, що відбуваються у зв'язку з

енергоспоживанням на його території. Таким чином, кредити викидів, куплені або продані на ринку квот на викиди CO₂, не включаються у БКВ та МКВ муніципалітету. Однак, на думку авторів Посібника щодо ПДСЕР, вони можуть використовувати ринок квот на викиди CO₂ та пов'язані із цим інструменти для фінансування заходів ПДСЕР.

Враховуючи вище сказане, можливості ринку квот на викиди ПГ можуть бути згодом включені до національної та муніципальних моделей, однак це не доцільно робити на перших етапах розробки і апробації цих моделей.

• Демографічний прогноз

Найбільш популярними прогнозами щодо чисельності населення в Україні є прогнози Інституту демографії та соціальних досліджень Національної академії наук України та прогнози Організації Об'єднаних націй. Демографічні прогнози вітчизняних науковців по праву можуть вважатися більш надійними, оскільки вони є більш глибокими та ширшими і краще враховують існуючі реалії в Україні. Тим не менш, нарікань щодо результатів роботи Департаменту ООН з соціальних та економічних питань [21] в непрофесійних колах не спостерігається.

Інституту демографії та соціальних досліджень НАН України щорічно публікує свої прогнози і вони є загальнодоступними на сайті цього інституту. Останнім є демографічний прогноз по Україні на 2014-2061 рр. в якому розглядається цілий набір сценаріїв [22]. В 2009 році фахівцями Інституту демографії та соціальних досліджень НАНУ зроблено демографічний прогноз, як по Україні, так і по її регіонам (усім областям і містам Київ та Севастополь) [23].

Також варто відзначити, що питаннями прогнозування чисельності населення займається досить велика кількість вітчизняних фахівців. Зокрема, в ДУ "Інститут економіки та прогнозування НАН України" відділом моніторингових досліджень соціально-економічних трансформацій проводяться відповідні дослідження, результати яких є співставними із прогнозами Інституту демографії та соціальних досліджень НАН України.

Також питання прогнозування чисельності населення на регіональному рівні знаходять своє місце в проектах міжнародної

²¹ http://esa.un.org/unpd/wpp/unpp/panel_population.htm

²² <http://www.idss.org.ua/monografii/popforecast2012.zip>

²³ <http://www.idss.org.ua/monografii/popforecast2009reg.zip>

технічної допомоги. Зокрема, в одному із таких проектів «Розбудова спроможності до економічно обґрунтованого планування розвитку областей і міст України», що фінансується Урядом Канади, розроблені не тільки прогнози демографічний прогнози до 2030 року для Львівської та Дніпропетровської областей, міст Львова, Дніпропетровська, Нікополя, Дрогобича, Червонограда та Кривого Рогу, але й розроблено посібник та методичні рекомендації з демографічного прогнозування, а також інструкцію з демографічного прогнозування з використанням відповідних моделей для Львівської та Дніпропетровської областей [24].

Як зазначалось вище деякі інформаційні бази міст, щодо розробили свої муніципальні енергетичні плани (наприклад, Запоріжжя) містять свої прогнози щодо демографічного розвитку.

Усі зазначені вище джерела демографічних прогнозів можуть бути використані при розробці Плану дій із сталого енергетичного розвитку міст. Для проведення власних демографічних можна використати методичні рекомендації проекту «Розбудова спроможності до економічно обґрунтованого планування розвитку областей і міст України».

• **Прогноз цін та тарифів на енергетичні ресурси**

Прогноз цін на основні енергетичні ресурси базувався на прогнозних даних Міжнародного енергетичного агентства (МЕА), а саме на World Energy Outlook 2013 (WEO2013) [25], який вийшов в листопаді 2013 р. і короткий огляд якого є у вільному доступі [26]. Прогноз МЕА розробляється із використанням моделі часткової рівноваги World Energy Model (WEM). Модель "TIMES-Україна" також є моделлю часткової рівноваги.

Згідно оновленого базового сценарію в WEO2013 ціни на всі основні види енергоресурсів будуть постійно зростати (табл. 5).

В таблиці 6 прогноз імпорتنих цін на нафту, природний газ та енергетичне вугілля (в т.ч. експорт) базувався на основі статистичних даних 2012 р. та приростів відповідних цін в WEO2013. В Україну переважно імпортується бітумінозне вугілля і його ціна значно вища за енергетичне (переважно антрацит), якого значна кількість

²⁴ <http://www.ebed.org.ua/uk/publications/9>

²⁵ <http://www.worldenergyoutlook.org/publications/weo-2013/>

²⁶ http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2013_Executive_Summary_Russian.pdf

експортується. Експортні ціни на вітчизняне енергетичне вугілля дуже близькі до імпорتنих європейських цін, тому вони можуть бути використані при моделюванні та прогнозуванні .

Таблиця 5

Імпорتنі ціни на основні енергетичні ресурси в Європі згідно оновленого базового сценарію в WEO2013, доларів за одинцю

	Одиниці	2012	2020	2025	2030	2035
В цінах 2012 р.						
Нафта	Барель	109	113	116	121	128
Природний газ	МБто*	11.7	11.9	12.0	12.3	12.7
Природний газ	1000 м ³	436.6	444.0	447.8	459.0	473.9
Енергетичне вугілля	тон	99	106	109	110	110
Номинальні ціни**						
Нафта	Барель	109	136	156	183	216
Природний газ	МБто*	11.7	14.2	16.1	18.5	21.5
Природний газ	1000 м ³	436.6	529.9	600.7	690.3	802.2
Енергетичне вугілля	тон	99	127	146	165	186

* мільйон Британських теплових одиниць

** Для визначення номінальних цін припускається щорічна інфляція 2,3% починаючи з 2012 року.

Для моделювання, як на національному, так і муніципальному рівні, окрім прогнозних цін, також необхідно знати прогнозні тарифи на енергетичні ресурси.

При прогнозуванні тарифів на природний газ для населення припускалося, що в 2035 р. їх рівень не перевищить ціни для промислових споживачів та бюджетних установ, як це є в більшості країн світу, оскільки тоді їх необхідно було б підняти більш як в 10 разів. Припускалося, що вони можуть наблизитися до промислових тарифів, але складати 76% від них. Така частка цін промислових та побутових споживачів відповідає показнику Угорщини в 2013 р. [27].

Тарифи для промислових підприємств та бюджетних установ зростатимуть пропорційно цінам імпорту цього енергоресурсу, оскільки вважається, що вони використовують імпортований природний газ.

Оскільки базова ціна (в 2012 р.) на природний газ для підприємств теплокомуненерго (ТКЕ), які виробляють тепло для потреб населення, дещо вища за тарифи на природний газ для побутових споживачів, то припускається, що в 2035 р. ТКЕ будуть купувати природний газ за цінами вищими ніж побутові споживачі, але нижчими за промислові підприємства та бюджетні установи.

²⁷ Statistics [Електронний ресурс] / Eurostat. - Доступний з: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database

Прогноз цін та тарифів на основні енергетичні ресурси в Україні,
доларів за одиницю

	Одиниці	2012	2018	2020	2025	2030	2035
В цінах 2012 р.							
Нафта (імпорт)	Барель	109.7	112.7	113.7	116.7	121.8	128.8
Бензин (середнє по країні)	Літр	1.36	1.39	1.41	1.44	1.51	1.59
Дизель (середнє по країні)	Літр	1.25	1.28	1.30	1.33	1.39	1.47
Природний газ (імпорт)	1000 м ³	434.0	439.6	441.4	445.1	456.3	471.1
Енергетичне вугілля (імпорт)	тон	170.5	179.5	182.6	187.7	189.4	189.4
Енергетичне вугілля (експорт)	тон	99.7	105.0	106.7	109.8	110.8	110.8
Номінальні ціни							
Нафта (імпорт)	Барель	109.7	130.1	136.9	157.0	184.2	217.4
Бензин (середнє по країні)	Літр	1.36	1.61	1.69	1.94	2.28	2.69
Дизель (середнє по країні)	Літр	1.25	1.48	1.56	1.79	2.10	2.48
Природний газ (імпорт)	1000 м ³	434.0	503.6	526.7	597.2	686.2	797.5
Енергетичне вугілля (імпорт)	тон	99.7	120.8	127.9	147.0	166.2	187.3
Енергетичне вугілля (експорт)	тон	170.5	206.7	218.7	251.4	284.2	320.3
Тарифи							
Газ							
<i>населення</i>	1000 м ³	105.1	220.1	291.2	468.7	646.2	823.7
<i>ТКЕ (населення)</i>	1000 м ³	163.8	294.7	372.3	566.1	759.9	953.7
<i>Промислові підприємства та бюджетні установи</i>	1000 м ³	589.8	684.3	715.8	811.6	932.6	1083.8
Електроенергія							
<i>побутові</i>	кВт·год	0.036	0.09	0.10	0.15	0.19	0.23
<i>не побутові</i>	кВт·год	0.124	0.15	0.16	0.18	0.21	0.23
Теплова енергія							
<i>побутові</i>	кВт·год	32.9	59.1	74.7	113.6	152.5	191.4
<i>для бюджетних установ міст</i>							
<i>Вінниця</i>	Гкал	112.5	130.5	136.5	154.8	177.9	206.7
<i>Дніпропетровськ</i>	Гкал	115.9	134.5	140.7	159.5	183.3	213.0
<i>Запоріжжя</i>	Гкал	108.1	125.4	131.2	148.7	170.9	198.6
<i>Івано-Франківськ</i>	Гкал	112.0	130.0	136.0	154.2	177.1	205.9
<i>Херсон</i>	Гкал	112.3	130.3	136.3	154.5	177.5	206.3
<i>Чернігів</i>	Гкал	118.3	137.3	143.6	162.8	187.1	217.4

Темпи приросту тарифів на електроенергію для промислових споживачів, за припущенням, відповідатимуть темпам приросту цін на енергетичне вугілля, при цьому тарифи для побутових споживачів у 2035 р. будуть рівні тарифам для промислових споживачів.

Всі сценарії зростання тарифів на енергоресурси для побутових споживачів враховують оголошені Урядом заходи тарифної політики на період 2014-2017 рр. Зокрема, зростання цін на природний газ для населення на 56% у 2014 р., 40% у 2015 р. та по 20% у 2016-2017 рр. Графік підняття тарифів на газ для ТКЕ, які виробляють тепло для потреб населення: 34%, 40%, 20% та 20% протягом 2014-2017 рр. відповідно.

Висновки

Для об'єктивного вивчення заходів підвищення енергетичної безпеки України та її складових, зниження залежності від постачання імпортованих енергоресурсів, підвищення енергоефективності кінцевого споживання, інтенсифікації використання чистої (відновлювальної) енергії, скорочення викидів парникових газів та загалом дослідження шляхів сталого енергетичного розвитку як на національному, так і на муніципальному рівнях необхідним є застосування інформаційно-аналітичних засобів, що дозволяють моделювати та прогнозувати розвиток енергетичних систем.

На відміну від моделювання та прогнозування розвитку національної енергетичної системи України, вітчизняне муніципальне енергетичне моделювання не поширене в Україні і не достатньо розвинуте, як в теоретичному, так і в практичному плані. Виходячи з досвіду розробки національних моделей енергетичних систем дослідникам, що займатимуться розробкою муніципальних моделей, варто врахувати наступні пропозиції:

1. Рівень деталізації номенклатури енергоресурсів та структури споживачів, як в національній, так і в муніципальній моделях має адекватно відображати реальні технологічні процеси у кожному з секторів. Методика збору вхідних даних повинна бути послідовною впродовж наступних років. Дані повинні бути точними, наскільки це можливо, або принаймні наближеними до реальності. Вхідна і вихідна інформація моделей має бути порівнянна з вітчизняними та міжнародними формами представлення відповідної інформації.

2. Для кращого розуміння результатів моделювання на міжнародному рівні та більш ефективного проведення національного і муніципального енергетичного моделювання в Україні політичним базовим роком доцільно брати 1990 рік, а модельним базовим роком 2012 рік, так як на сьогодні, це останній рік для якого наявна найбільш повна (найточніша та найнадійніша) енергетична та інша вітчизняна і міжнародна статистика.

3. Для уніфікації прогнозування та аналізу політик скорочення викидів парникових газів в Україні на національному та муніципальному рівнях достатнім може бути дослідження тільки

основного показника викидів ПГ – CO₂, а у разі потреби можна досліджувати також CH₄ та N₂O, але так, щоб усі три показники можна було аналізувати окремо один від одного.

4. При розробці національних чи муніципальних моделей доцільно використовувати «стандартний» підхід до вибору коефіцієнтів викидів ПГ і визначення їх кількості, а усі показники викидів ПГ зводити до CO₂-екв. Необхідно вибирати такі коефіцієнти викидів ПГ, які використані при розробці останнього Національного кадастру антропогенних викидів із джерел і абсорбції поглиначами парникових газів в Україні, що перевірений міжнародними експертами секретаріату РКЗК ООН.

5. Необхідно використовувати такі коефіцієнти перетворення одних одиниць вимірювання енергії, маси та об'ємів в інші, а також вміст ПГ в енергетичних ресурсах, нижчу теплотворну здатність різних видів палива за типами його використання, які використані при розробці останнього Національного кадастру антропогенних викидів із джерел і абсорбції поглиначами парникових газів в Україні, що перевірений міжнародними експертами секретаріату РКЗК ООН. Це дозволить отримати порівнювальні дані з відповідними національними показниками.

6. Можливості ринку квот на викиди ПГ не доцільно робити на перших етапах розробки і апробації цих моделей, вони можуть бути згодом включені до національної та муніципальних моделей.

7. Розробка ПДСЕР вимагає значних ресурсів (фінансових, інтелектуальних, часу тощо), його реалізація — ще більших. Муніципалітетам варто звертатися за підтримкою до державних органів влади. Зокрема, на успішність такого звернення впливатиме відповідність муніципальних підходів, умов та припущень в ПДСЕР національним. Для зняття такого можливого бар'єру муніципалітетам та розробникам ПДСЕР доцільно провести офіційну спільну зустріч (нараду, семінар тощо) з представниками органів державної влади (наприклад, з Державного агентства екологічних інвестицій України, Міністерства екології та природних ресурсів України) та узгодити відповідні питання. Крім того, на зустрічі можуть бути обговорені запропоновані вище висновки 1-6.

8. Як показує аналіз вже існуючих муніципальних енергетичних планів міст та наявні супутніх до них інформаційно-аналітичних

матеріалів вони становлять достатньо глибоку і широку базу даних і основу для розробки математичних муніципальних енергетичних моделей, що можуть стати потужними системами підтримки прийняття рішень на міському рівні. Досвід та кваліфікація фахівців набуті при розробці МЕР, більшість створена при виконанні проекту «Реформа міського теплозабезпечення в Україні», що виконувала компанія IRG (International Resource Group) за фінансової підтримки Агентства з міжнародного розвитку США (USAID), вже сьогодні дозволяють розпочати проведення відповідних досліджень.

Для розробки моделей енергетичних систем існує досить велика кількість методологічних підходів, які розроблялись ще в середині минулого століття. З розвитком обчислювальних машин та інформаційних технологій відбувся значний прогрес у розробці економіко-математичних моделей великої розмірності і спеціалізованих систем моделювання, які стали потужними і гнучкими інструментами при проведенні стратегічного планування та прогнозування розвитку енергетичних систем.

Однак, чим складніша, але в той же час більш якісніша, методологія енергетичного моделювання, тим більші вимоги (спеціальна підготовка і тривала практика) ставляться до її користувачів. Тому місцевим органам влади, які мають бажання розробити і ефективно використовувати економіко-математичну модель енергетичної системи свого міста, варто налагоджувати професійні стосунки із спеціалізованими організаціями.

Найбільш дешевше та стратегічно правильніше буде співпраця з місцевими навчальними закладами, які окрім професійних послуг, залучаючи студентів до розв'язання зазначених задач, можуть забезпечити муніципалітети, в найближчому майбутньому, молодими досвідченими і практично обізнаними фахівцями.

Додаток А

Нижче наведені дані, що ґрунтуються на Національному кадастрі антропогенних викидів із джерел і абсорбції поглиначами парникових газів в Україні за 1990-2010 рр.. Цей Кадастр є останнім з перевірених звітів міжнародними експертами секретаріату РКЗК ООН.

Таблиця А.1

Коефіцієнти викидів CO₂ при спалюванні палива в різних секторах, т CO₂/ТДж

Назва палива ¹	Код палива ^{А1}	Виробництво електроенергії та тепла	Решта секторів
Вугілля кам'яне	100	91.68	90.91
Брикети, окатиші та аналогічні види твердого палива з кам'яного вугілля	110	96.3	96.3
Вугілля буре неагломероване (лігніт)	115	99.18	99.18
Брикети, окатиші та аналогічні види твердого палива з вугілля бурого (лігніту)	120		99.18
Торф неагломерований паливний	130	103.85	103.85
Брикети і напівбрикети торф'яні	140	103.85	103.85
Нафта сира	150		72.6
Газовий конденсат	160		62.44
Газ природний	170	55.35	55.35
Інші види первинного палива	200	96.3	96.3
Промисловий продукт та шлам збагачувальних підприємств чорної металургії	210		96.3
Кокс та напівкокс з вугілля кам'яного, вугілля бурого та торфу	220	106	106
Бензин авіаційний	230		68.61
Бензин моторний	240	68.61	68.61
Паливо бензинове реактивне	250		68.61
Фракції легкі інші	260	68.61	68.61
Паливо реактивне типу гас	270		70.79
Гас для технічних цілей	280	71.15	71.15
Гас освітлювальний	290	71.15	71.15
Газойлі (паливо дизельне)	300	73.33	73.33
Фракції середні інші	310		73.33
Мазути топкові важкі	320	76.59	76.59
Мастила	335	36.67	36.67
Пропан і бутан скраплені	430	62.75	62.75
Етилен, пропілен, бутілен, бутадієн і гази нафтові інші або вуглеводи газоподібні, крім газу природного	440	62.75	62.75
Кокс нафтовий і сланцевий	460		98.82
Мастила відпрацьовані	480	36.67	36.67
Присадки до мастил та палива	490	36.67	36.67
Інші види нафтопродуктів	500		72.6
Кам'яновугільний газ, одержаний шляхом перегонки в коксових печах	600	47.43	47.43
Газ інший, не включений в інші групи	625		120.4
Інші продукти переробки палива	630	71.87	71.87

^{А1} Тут і в наступних таблицях назва палива і його код відповідають формі № 4-МТП, що затверджена Державною службою статистики України

Коефіцієнти викидів CH₄ при спалюванні палива в стаціонарних установках в різних секторах, т CO₂-екв./ТДж

Назва палива	Код палива	Промисловість та будівництво ^{A2}	Енергетичні галузі	Сільське господарство (стаціонарне спалювання)	Комерційний та бюджетний сектори	Приватний житловий сектор
Вугілля кам'яне	100	0,021 (0,0189)	0.21	6.3	0.21	6.3
Брикети, окатиші та аналогічні види твердого палива з кам'яного вугілля	110	0.021	0.21	6.3	0.21	6.3
Вугілля буре неагломероване (лігніт)	115	0.021	0.21	6.3	0.21	6.3
Брикети, окатиші та аналогічні види твердого палива з вугілля бурого (лігніту)	120	0.021	0.21	6.3	0.21	6.3
Торф неагломерований паливний	130	0.021	0.21	6.3	0.21	6.3
Брикети і напівбрикети торф'яні	140	0.021	0.21	6.3	0.21	6.3
Нафта сира	150	0.063	0.042	0.21	0.21	0.21
Газовий конденсат	160	0.063	0.042	0.21	0.21	0.21
Газ природний	170	0.021	0.105	0.105	0.105	0.105
Сланці горючі	180	0.021	0.21	6.3	0.21	6.3
Дрова для опалення	190	0.63	0.63	6.3	6.3	6.3
Інші види первинного палива	200	0.021	0.21	6.3	0.21	6.3
Промисловий продукт та шлак збагачувальних підприємств чорної металургії	210	0.021	0.21	6.3	0.21	6.3
Кокс та напівкокс з вугілля кам'яного, вугілля бурого та торфу	220	0.021	0.21	6.3	0.21	6.3
Бензин авіаційний	230	0.063	0.042	0.21	0.21	0.21
Бензин моторний	240	0.063	0.042	0.21	0.21	0.21
Паливо бензинове реактивне	250	0.063	0.042	0.21	0.21	0.21
Фракції легкі інші	260	0.063	0.042	0.21	0.21	0.21
Паливо реактивне типу гас	270	0.063	0.042	0.21	0.21	0.21
Гас для технічних цілей	280	0.063	0.042	0.21	0.21	0.21
Гас освітлювальний	290	0.063	0.042	0.21	0.21	0.21
Газойлі (паливо дизельне)	300	0.063	0.042	0.21	0.21	0.21
Фракції середні інші	310	0.063	0.042	0.21	0.21	0.21
Мазути топкові важкі	320	0,063 (0,0189)	0.042	0.21	0.21	0.21
Мастила для процесів очищення	330	0.063	0.042	0.21	0.21	0.21
Мастила	335	0.063	0.042	0.21	0.21	0.21
Пропан і бутан скраплені	430	0.063	0.042	0.21	0.21	0.21
Етилен, пропілен, бутілен, бутадієн і гази нафтові інші або вуглеводи газоподібні, крім газу природного	440	0.063	0.042	0.21	0.21	0.21
Вазелін нафтовий, парафін, озокерит, воски мінеральні інші	450	0.063	0.042	0.21	0.21	0.21
Кокс нафтовий і сланцевий	460	0.021	0.21	6.3	0.21	6.3
Мастила відпрацьовані	480	0.063	0.042	0.21	0.21	0.21
Присадки до мастил та палива	490	0.063	0.042	0.21	0.21	0.21
Інші види нафтопродуктів	500	0.063	0.042	0.21	0.21	0.21
Кам'яновугільний газ, одержаний шляхом перегонки в коксових печах	600	0.021	0.105	0.105	0.105	0.105
Газ інший, не включений в інші групи	625	0.021	0.105	0.105	0.105	0.105
Інші продукти переробки палива	630	0.021	0.21	6.3	0.21	6.3

^{A2} Значення в дужках відносяться для оцінки викидів CH₄ при спалюванні палива на теплових електростанціях

Коефіцієнти викидів N₂O при спалюванні палива в стаціонарних установках, т СО₂-екв./ТДж

Назва палива	Код палива	Коефіцієнт ^{А3}
Вугілля кам'яне	100	0.434 (0.496)
Брикети, окатиші та аналогічні види твердого палива з кам'яного вугілля	110	0.434
Вугілля буре неагломероване (лігніт)	115	0.434
Брикети, окатиші та аналогічні види твердого палива з вугілля бурого (лігніту)	120	0.434
Торф неагломерований паливний	130	0.434
Брикети і напівбрикети торф'яні	140	0.434
Нафта сира	150	0.186
Газовий конденсат	160	0.186
Газ природний	170	0.031
Сланці горючі	180	0.434
Дрова для опалення	190	1.24
Інші види первинного палива	200	0.434
Промисловий продукт та шлам збагачувальних підприємств чорної металургії	210	0.434
Кокс та напівкокс з вугілля кам'яного, вугілля бурого та торфу	220	0.434
Бензин авіаційний	230	0.186
Бензин моторний	240	0.186
Паливо бензинове реактивне	250	0.186
Фракції легкі інші	260	0.186
Паливо реактивне типу гас	270	0.186
Гас для технічних цілей	280	0.186
Гас освітлювальний	290	0.186
Газойлі (паливо дизельне)	300	0.186
Фракції середні інші	310	0.186
Мазути топкові важкі	320	0.186 (0.093)
Мастила для процесів очищення	330	0.186
Мастила	335	0.186
Пропан і бутан скраплені	430	0.186
Етилен, пропілен, бутілен, бутадиєн і гази нафтові інші або вуглеводи газоподібні, крім газу природного	440	0.186
Вазелін нафтовий, парафін, озокерит, воски мінеральні інші	450	0.186
Кокс нафтовий і сланцевий	460	0.434
Мастила відпрацьовані	480	0.186
Присадки до мастил та палива	490	0.186
Інші види нафтопродуктів	500	0.186
Кам'яновугільний газ, одержаний шляхом перегонки в коксових печах	600	0.031
Газ інший, не включений в інші групи	625	0.031
Інші продукти переробки палива	630	0.434

^{А3} Значення в дужках відносяться для оцінки викидів N₂O при спалюванні палива на теплових електростанціях

Вміст вуглецю в енергетичних кам'яному вугіллі та антрациті, т/ТДж

Національні дані			Дані МГЕЗК		Відхилення нац. даних від даних МГЕЗК
Марка вугілля	Марка вугілля	Вміст вуглецю, т/ТДж	Назва вугілля	Вміст вуглецю, т/ТДж	
Антрацит	А	28,0	Anthracite	26,8	+4,5%
Пісне та піснувато-спікливе	П та ПС	25,8	Other Bituminous Coal (Steam coal)	25,8	0%
Довгополуменеве та довгополуменеве газове	Д та ДГ	25,2			+2,3%
Газове	Г	24,9			+3,5%

Вміст вуглецю в кам'яному вугіллі в розрізі ТЕС, т/ТДж

Назва ТЕС	Марка вугілля	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Дані [А4]	
												1990	1999
Запорізька	Г+Д	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,2	25,2	25,19	25,19
Криворізька	П	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	26,55	26,5	26,67	26,67
Придніпровська	А+П	28,0	28,0	28,0	28,0	27,9	27,6	26,9	26,9	27,9	27,7	27,38	27,38
Зуївська	Г+Д	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,5	25,5	25,19	25,19
Курахівська	Г+Д	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,4	25,5	25,19	25,19
Луганська	А+П	26,1	26,5	26,1	26,1	26,5	26,2	26,5	26,5	27,4	28,0	27,38	27,38
Слов'янська	А+П	28,0	28,0	27,5	27,5	27,7	27,7	27,6	27,6	27,9	27,8	28,16	27,38
Старобешівська	А+П	28,0	28,0	27,6	27,4	27,2	27,6	27,3	27,3	27,9	27,8	27,38	27,38
Бурштинська	А+П+Ж	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,2	25,2	25,19	25,19
Добротвірська	Г+Д+Ж	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,2	25,0	25,19	25,19
Ладижинська	Г+Д	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,3	25,3	25,19	25,19
Вуглегірська	Г+Д	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,1	25,1	25,19	25,19
Зміївська	А+П	28,0	28,0	27,4	27,0	27,2	27,3	27,5	27,5	27,3	27,1	27,95	27,38
Трипільська	А+П	28,0	28,0	28,0	28,0	27,8	27,8	27,8	27,8	27,6	27,1	28,16	27,38
Миронівська	А+Д	-	-	-	-	-	-	-	-	27,4	26,0	25,19*	25,19*

* марка вугілля – Г+Д

A⁴Olga Gassan-zade. National GHG Emission Factors in Former Soviet Union Countries. TSU Internship Report. IPCC NGGIP / IGES. March 2004.

Таблиця А.6

Національні значення вмісту метану і вуглекислого газу в природному газі в ГТС України за період 2004-2012рр.^{A5}

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
CH ₄ , %vol.	94,16	93,97	94,54	95,04	95,21	94,95	95,00	95,00	96,5
CO ₂ , %vol.	0,35	0,36	0,34	0,32	0,31	0,48	0,31	0,31	0,38

A⁵ Визначено для стандартних умов (20°C, 101,3 кПа)

Таблиця А.7

Нижча теплотворна здатність палива за категоріями МГЕЗК (мобільне спалювання) в 2009 р.

Назва палива	Одиниця виміру	Код палива	Категорії МГЭИК						
			Цивільна авіація	Дорожній транспорт	Залізничний транспорт	Морський та річковий транспорт	Сільськогосподарські машини і механізми	Позашляховий транспорт	Трубопровідний транспорт
Газ природний	ГДж/ тис. м ³	170	NA	34,0	NA	NA	34,6	NA	34,6
Бензин авіаційний	ГДж/т	230	44,6	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Бензин моторний	ГДж/т	240	NA	43,7	NA	NA	43,7	43,7	NA
Паливо реактивне типу гас	ГДж/т	270	44,6	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Газойлі (паливо дизельне)	ГДж/т	300	NA	42,4	42,5	43,1	42,4	42,3	NA
Мазути топкові важкі	ГДж/т	320	NA	NA	NA	39,0	NA	NA	NA
Мастила	ГДж/т	335	NA	40,1	40,1	NA	NA	40,1	NA
Пропан і бутан скраплені	ГДж/т	430	NA	46,0	NA	NA	NA	NA	NA

Таблиця А.8

Нижча теплотворна здатність палива за категоріями МГЕЗК (стаціонарне спалювання) в 2010р.

Назва палива	Одиниця виміру ^{А6}	Код палива	Виробництво електроенергії та тепла	Нафтопереробка	Виробництво твердих видів палива і інші енергетичні галузі	Чорна металургія	Кольорова металургія	Хімічна промисловість	Целюлозно-паперова промисловість і поліграфія	Харчова промисловість	Інші галузі промисловості і будівництва	Комерційний сектор і органи управління	Приватний житловий сектор	Сільське і лісне господарство, а також рибальство	Інші невраховані галузі
Вугілля кам'яне	ГДж/т	100	21.6	25.7	21.5	27.2	24.6	22.4	20.7	25.1	23.5	21.4	21.8	24	23.1
Брикети, окатиші та аналогічні види твердого палива з кам'яного вугілля	ГДж/т	110	20,9	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	20,9	NA	20,9	NA
Вугілля буре неагломероване (лігніт)	ГДж/т	115	7.5	NA	6.3	NA	NA	NA	NA	NA	8.6	7.3	8.5	7.3	8.7
Брикети, окатиші та аналогічні види твердого палива з вугілля бурого (лігніту)	ГДж/т	120	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	16.1	11.9	15.3	15.2	15.5	NA
Торф неагломерований паливний	ГДж/т	130	10.5	NA	10.3	NA	NA	NA	9.9	NA	12.9	11.4	10.7	0.9	NA
Брикети і напівбрикети торф'яні	ГДж/т	140	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Нафта сира	ГДж/т	150	NA	41.9	41.9	NA	NA	NA	NA	NA	41.9	NA	NA	NA	NA
Газовий конденсат	ГДж/т	160	NA	NA	42	NA	NA	NA	NA	NA	41.9	41.9	NA	NA	NA
Газ природний	ГДж/ тис. м ³	170	34.1	35.3	34.2	33.8	33.9	34	33.9	33.8	34	33.8	34	33.9	33.9
Сланці горючі	ГДж/т	180	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Дрова для опалення	ГДж/ тис. м ³	190	7.3	NA	7.9	9	6.5	7	7.8	7.9	7.9	7.6	7.3	6.3	7.8
Інші види первинного палива	ГДж/ т у.п.	200	29.3	NA	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3
Промисловий продукт та шлам збагачувальних підприємств чорної металургії	ГДж/т	210	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	28	NA	NA	NA	NA
Кокс та напівкокс з вугілля кам'яного, вугілля бурого та торфу	ГДж/т	220	28	NA	28.6	28.4	29	29	NA	29.3	26.7	29.2	28.4	NA	29.3
Бензин авіаційний	ГДж/т	230	NA	NA	NA	NA	NA	44.6	NA	NA	44.6	44.6	NA	44.6	44.6
Бензин моторний	ГДж/т	240	43.7	43.7	43.7	NA	NA	43.7	43.7	43.7	43.7	43.7	NA	43.7	43.7
Паливо бензинове реактивне	ГДж/т	250	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	42.5	42.5	NA	NA	NA
Фракції легкі інші	ГДж/т	260	42.5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	42.5	42.5	42.5	42.5	42.5	42.5
Паливо реактивне типу гас	ГДж/т	270	NA	44.6	NA	44.6	NA	NA	NA	NA	44.6	44.6	44.6	44.6	44.6
Гас для технічних цілей	ГДж/т	280	43.1	NA	43.1	43.1	43.1	43.1	43.1	43.1	43.1	43.1	NA	43.1	43.1
Гас освітлювальний	ГДж/т	290	43.1	NA	43.1	43.1	NA	43.1	43.1	NA	43.1	43.1	43.1	43.1	43.1
Газойлі (паливо дизельне)	ГДж/т	300	42.5	42.5	42.3	42.2	NA	42.5	42.5	42.3	42.3	42.2	NA	42.5	42.4
Фракції середні інші	ГДж/т	310	NA	NA	42.5	NA	NA	42.5	NA	42.5	42.5	42.5	NA	42.5	42.5
Мазути топкові важкі	ГДж/т	320	40	40.9	40.4	40.1	39.1	38.3	40.2	40.1	40.3	40.5	40.3	40.4	40.3
Мастила для процесів очищення	ГДж/т	330	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Мастила	ГДж/т	335	40.1	NA	NA	NA	NA	NA	40.1	40.1	40.1	40.1	NA	40.1	NA
Пропан і бутан скраплені	ГДж/т	430	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46
Етилен, пропілен, бутилен, бутадиєн і гази нафтові інші або вуглеводи газоподібні, крім газу природного	ГДж/т	440	54.4	54.4	54.4	NA	NA	54.4	NA	54.4	54.4	54.4	NA	54.4	54.4
Вазелін нафтовий, парафін, озокерит, воски мінеральні інші	ГДж/т	450	NA	NA	NA	NA	NA	41.9	NA	NA	41.9	41.9	NA	NA	NA
Кокс нафтовий і сланцевий	ГДж/т	460	NA	NA	31.8	NA	31.8	NA	NA	NA	NA	31.8	NA	NA	NA
Мастила відпрацьовані	ГДж/т	480	40.1	NA	NA	40.1	NA	40.1	NA	NA	40.1	40.1	NA	40.1	40.1
Присадки до мастил та палива	ГДж/т	490	40.1	40.1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	40.1	NA	NA
Інші види нафтопродуктів	ГДж/ т у.п.	500	NA	NA	NA	NA	NA	NA	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3
Кам'яновугільний газ, одержаний шляхом перегонки в коксових печах	ГДж/ тис. м ³	600	16.7	NA	16.7	16.7	NA	16.7	NA	NA	16.7	17	NA	NA	NA
Газ інший, не включений в інші групи	ГДж/ тис. м ³	625	NA	NA	NA	8.4	NA	NA	NA	8.4	8.4	8.4	NA	NA	NA
Інші продукти переробки палива	ГДж/ т у.п.	630	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	29.3	NA	29.3	NA
Відходи біогенного походження	ГДж/т	-	13.1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Відходи небіогенного походження	ГДж/т	-	13.1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

^{А6} Інші види первинного палива, інші види нафтопродуктів, інші продукти переробки палива представлені в енергетичних одиницях (тоннах умовного палива - т у.п.); для них застосовується коефіцієнт 29,31 ГДж / т у.п.