

## ОСОБЛИВОСТІ ПРОГНОЗУВАННЯ РІВНІВ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ УКРАЇНИ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ РІЗНИХ ПРОГНОЗНИХ СТРУКТУР ЕКОНОМІКИ

*Досліджено вплив різних структур економіки України на рівні споживання ПЕР до 2040 р. з врахуванням потенціалів енергозбереження. Порівняння консервативного та оптимістичного сценаріїв розвитку економіки країни потребує значного збільшення обсягів енергоресурсів, які необхідні для покриття попиту на них при реалізації програм розвитку вітчизняної промисловості, що закладені в Стратегії розвитку промислового комплексу України на період до 2025 р. На прикладі електричної енергії як найбільш універсального енергоносія за допомогою розробленої нової програми в середовищі Microsoft Access розраховано обсяги попиту на цей енергоресурс з врахуванням структурних та технологічних зрушень та розроблено прогноз економічного розвитку та енергоспоживання укрупнених секції економіки України.*

*К л ю ч о в і с л о в а:* паливно-енергетичні ресурси, потенціал енергозбереження, прогнозування, стратегія розвитку промисловості, структура економіки.

Структура економіки визначає можливості країни для подальшого розвитку. Вона поділяється на галузеву (за ВЕД), регіональну, відтворювальну, та є фактором, що впливає на обсяги та структуру енергоспоживання країни.

Метою проведеного дослідження є удосконалення методів та засобів прогнозування показників енергетичної ефективності з урахуванням впливу зміни структури економіки країни на рівні споживання паливно-енергетичних ресурсів, загальний структурний потенціал енергозбереження, структуру джерел виробництва електроенергії та на джерела постачання ПЕР для забезпечення її виробництва та загального функціонування економіки.

При дослідженні структури економіки країни виділяються наступні: базова (фактична структура економіки в базовому році) та прогнозні. За останні приймають декілька варіантів, зокрема, песимістичний (або консервативний) та оптимістичний. На нинішньому етапі досліджень за базовий рік прийнятий 2015 р. та базовою є відповідна структура економіки в фактичних цінах цього року. До консервативної прогнозованої структури відноситься структура, розроблена на основі Енергетичної Стратегії України до 2030 р. На подальший період до 2040 р. структура розрахована за тенденціями,

що були закладені при розробці цієї Енергетичної Стратегії [1].

Оптимістична стратегія розвитку економіки України розраховувалась за даними зі Стратегії розвитку промислового комплексу України на період до 2025 р., що розроблена Мінекономрозвитку України для відновлення економічного зростання країни, та визначає, що «промисловість є рушієм прискорення економічного розвитку та якісних змін у структурі економіки, підвищення соціальних стандартів, та обумовлює економічну безпеку країни». Реалізація Стратегії здійснюватиметься з метою досягнення наступних *цілей національного розвитку*: сталий економічний розвиток; зростання рівня життя та соціальна стабільність; підвищення рівня національної безпеки [2, 3].

Стосовно сучасного стану в промисловості (секції В, С, D згідно з КВЕД), слід зауважити, що за даними Держстату її частка в ВВП зменшилася з 45,8% у 1991 р. до 21,2% у І-ІІ кв. 2017 р. (зокрема, добувна та переробна промисловість – 18,2%). Після реалізації заходів, описаних у Стратегії, очікується, що частка ВДВ переробної промисловості в загальній структурі ВВП досягне в 2025 р. 18% (12,3% в 2017 р.), частка ВВП добувної промисловості – 7% (6% в 2017 р.), частка валової доданої вартості промисловості в загальній структурі – 29% (20,9% в 2017 р.), індекс обсягів про-

мислового виробництва щорічно в середньому за період – 105% (100,4% – в 2017 р.) [2].

У Стратегії промислового розвитку закладені певні методологічні передумови. Нині, на жаль, «...мінімально присутні декілька високотехнологічних підгалузей, що визначають експортні позиції машинобудування в розвинених країнах, такі, як ІТ-індустрія, виробництво складної медичної техніки, приладів для наукових досліджень». Їх «...необхідно розвивати, щоб українська промисловість впевнено стала на шлях високотехнологічного розвитку (тоді й інвестиційна привабливість зросте)...». Інноваційна філософія реінжинірингу полягає в націленості на створення високотехнологічних виробництв з виготовлення наукоємної продукції. Необхідна система промислового інжинірингу, яка включає весь життєвий цикл продукту: від появи ідеї, розробки дослідного зразка, впровадження у виробництво, у тому числі його технологічного оснащення, до маркетингу, постачання на ринок, сервісного обслуговування і подальшої утилізації. Найбільш перспективний шлях — виробництво товарів та послуг, які створюють нові ринки, внаслідок чого колишні лідери втрачають свою ринкову владу. «...у найближчі 10–20 років світ розвиватиметься у напрямі так званої НБК-

конвергенції, включаючи нано-, біо-, інфо- і когнітивні технології, ...у нашій країні хороші перспективи в цих секторах, розвиток яких знаменує перехід світової економіки до шосто-го технологічного устрою» [4].

У табл. 1 наведено розраховані авторами наступні структури економіки: I – базова, II – консервативна, III – оптимістична. Дослідження зміни структури економіки як фактору впливу на прогнозні показники енергоспоживання в країні проводиться за видами економічної діяльності (ВЕД) або виробничим методом. Слід зауважити, що для розрахунку рівнів енергоспоживання застосовується показник валової доданої вартості «Разом за ВЕД», що, на відміну від показника ВВП, не враховує субсидії на продукти та податки на продукти, які не мають власного споживання енергоресурсів.

У табл. 2 наведено дані обсягів споживання електроенергії, отримані після розрахунку за двома прогнозними структурами (консервативною та оптимістичною) за методикою, описаною в [5].

Аналіз отриманих результатів свідчить про значні відмінності у обсягах попиту на електроенергію за цими структурами. Так, консервативна структура передбачає зростання споживання до 267,3 ТВт·год або більше, ніж

**Таблиця 1.** Базова та прогнозні (консервативна (II) й оптимістична (III)) структури ВВП України до 2040 р. (ВВП = 100%), в постійних цінах 2015 р., % \*

Показники	2015	2020			2025			2030			2035			2040		
	I	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Укрупнені види економічної діяльності																
Сільське господарство та інші	11,9	11,9	12,4	12,4	11,9	12,6	12,6	11,9	12,7	12,7	11,9	12,8	12,8	11,9	12,8	12,8
Добувна промисловість	4,8	4,8	4,0	5,8	4,8	3,6	7,0	4,8	3,4	7,2	4,8	2,7	7,3	4,8	2,6	7,5
Переробна промисловість	12,1	12,1	11,2	13,9	12,1	10,0	18,0	12,1	9,1	20,0	12,1	8,8	21,2	12,1	8,8	22,0
Постачання електроенергії, газу, пари та конд. повітря та ін.	3,2	3,2	3,5	3,8	3,2	3,8	4,5	3,2	4,0	4,7	3,2	4,1	4,8	3,2	4,2	4,9
Транспорт	6,6	6,6	6,9	6,9	6,6	7,3	7,3	6,6	7,9	7,9	6,6	8,3	8,3	6,6	8,1	8,1
Інші види економічної діяльності (ВЕД)	46,3	46,3	47,0	42,4	46,3	49,0	36,9	46,3	50,7	35,3	46,3	52,1	34,4	46,3	52,4	33,6
Разом за ВЕД	84,9	84,9	85,0	85,2	84,9	86,3	86,3	84,9	87,8	87,8	84,9	88,8	88,8	84,9	88,9	88,9
ВВП	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

\* розраховано авторами за даними [1] та [2].

у 1,73 раз при одночасному зростанні експорту до 20 ТВт·год, або більше, ніж в 5,5 раз порівняно з 2015 р. Економіка за оптимістичною структурою потребуватиме в 2040 р. близько 416,4 ТВт·год, тобто відбуватиметься зростання попиту на електроенергію в 2,7 раз порівняно з 2015 р. при тих же обсягах експорту електроенергії та за рахунок прискореного розвитку промислового сектору економіки. Вихідні та прогнозні дані для розрахунку енергоспоживання (обсяги прогнозного ВВП, показник електроємності ВВП до 2040 р., показники енергозбереження від технологічних зрушень, втрати електроенергії в мережах та обсяги прогнозного експорту прийняті однаковими для обох варіантів). Отримані розрахункові обсяги є досить суттєвими для існуючої енергетичної системи, навіть враховуючи зміну структури генерації, зростання потенціалу енергозбереження при впровадженні нових технологій в економіці та енергетичному комплексі, модернізацію передавальних пристроїв та мереж. Досягти такого результату без докорінної перебудови всього паливно-енергетичного комплексу не тільки до 2025 р., а й до 2040 р. буде неможливо.

На найближчі двадцять років перед ПЕК України за оптимістичним варіантом структури економіки необхідно залучити значні обсяги фінансових надходжень, змінити інвестиційний клімат в державі, створити нові логістичні маршрути для забезпечення країни необхідними обсягами палива та енергії з вичерпних та

невичерпних джерел внутрішнього та імпортового походження.

Для автоматизації прогнозування споживання різних видів палива та енергоресурсів на задану перспективу була створена єдина комп'ютерна система для обчислення прогнозу споживання енергетичних ресурсів. Новий програмний продукт включає базу даних «Попит», створену у додатку Microsoft Access з використанням алгоритмічної мови Visual Basic for Application (VBA), що дозволяє робити вибірку та обрахунки показників за потрібним запитом для використання у програмі, що обчислює прогнозні рівні енергоспоживання за прогноною (консервативною (II)) та оптимістичною (III)) структурами економіки України до 2040 р. на рівні країни та укрупнених секцій за ВЕД та має ряд переваг перед розрахунками, які проводилися раніше за допомогою електронних таблиць Excel.

Насамперед, це – централізована система зберігання даних та проведення розрахунків, що має структурований інтерфейс, дозволяє миттєво змінювати алгоритм розрахунків між базовою та прогноною структурою ВВП України, проводити прогнозні обчислення за різними структурами економіки та дає можливість обчислювати різноманітні варіанти прогнозу ВДВ. За допомогою створеної комп'ютерної системи можна проводити розрахунок прогнозу споживання на задану перспективу всіх видів палива та енергоресурсів (вугілля, електроенергія, нафта, природний газ, тепло, інші

**Таблиця 2.** Обсяги споживання електроенергії за прогноною (консервативною (II)) та оптимістичною (III)) структурами економіки України до 2040 р., ТВт·год

Показники	2015	2020		2025		2030		2035		2040	
	факт	II	III	II	III	II	III	II	III	II	III
Споживання, обраховане за «Разом за ВЕД»	82,2	91,9	106,3	108,9	156,4	124,7	204,8	147,6	256,1	165,7	287,9
Споживання населення з технологічним енергозбереженням	36,5	38,08	38,1	37,58	37,6	36,47	36,5	36,69	36,7	36,99	37,0
Валове споживання електроенергії, нетто	118,7	130,0	144,4	146,48	194,0	161,17	241,3	184,29	292,8	202,69	324,9
Валове споживання електроенергії, бруто	150,5	163,7	181,9	183,1	242,5	199,8	299,2	226,6	360,1	247,3	396,4
Експорт	3,6	7,0	7,0	12,0	12,0	16,0	16,0	18,0	18,0	20,0	20,0
Всього попит	154,1	170,7	188,9	195,1	254,5	215,8	315,2	244,6	378,1	267,3	416,4

види), а також здійснювати простий перехід між розрахунками відповідно до видів енергоресурсів. Прогнозування проводиться незалежно за кожним видом палива та енергоресурсів, на основі даних, наявних у базі та отриманих у розрахунок прогнозу ВДВ. Програма дає можливість змінити базовий рік.

Створена комп'ютерна система має блочну структуру, що містить дві складові: блок даних та блок обчислення.

До блоку даних належать фактичні дані статистичного аналізу споживання паливно-енергетичних ресурсів ( далі – Енергопродуктів) в економіці України, отримані з доступних джерел. Використовуються дані держстату форми 11-МТП та 4-МТП, які заповнюють Базу даних залежно від календарного року та в подальшому використовуються як базові для конкретного року. Для зберігання даних використовується СУБД MS Access. Об'єм бази даних обмежений тільки можливостями комп'ютера та можливостями програмного середовища, відповідна інформація може зберігатися в базі необмежений час, залежно від потреби користувачів бази. Процес введення даних складається з двох блоків: перший – введення даних ВДВ секцій та країни в цілому залежно від обраних укрупнених секцій ( далі – Секцій), другий – введення даних Енергопродуктів залежно від обраних Секцій. Секції в обох блоках можуть не співпадати, що обумовлено різними джерелами даних. Для обчислення прогнозу фактичні дані об'єднуються через Укрупнені секції, які в обох блоках однакові. Режим «Огляд» дозволяє оглядати наявні в базі дані, фільтру-

вати їх залежно від року, Секції та Укрупненої секції в будь-якому сполученні. У процесі запису система перевіряє дублювання даних, тобто, неможливо дублювати Секцію під час нового запису для даного року. Якщо користувач вносить цілу низку записів для одного року, є можливість не вибирати параметр «Рік» для кожного запису. Система робить запит про такий варіант і реагує відповідно до відповіді користувача. У режимі роботи «Запис» можливо вносити параметри, які не передбачені у викидних списках та ввести з клавіатури назву параметру у відповідне поле. Про всі необхідні зміни у відповідних списках система повідомляє користувача.

Алгоритм розрахунку прогнозу ВДВ складається з двох частин – розрахунок базових параметрів і розрахунок прогнозу. Основними прогнозними параметрами є: ВВП базового року, ВВП кожного прогнозного року, відсотки ВДВ у складі ВВП базового і кожного прогнозного років для кожної Укрупненої секції (так звана структура ВДВ). Параметри для базового року розраховуються на основі даних, введених у систему.

Алгоритм розрахунку прогнозу ВДВ передбачає можливість для різноманітних варіантів обчислення, що потребує певного пояснення. Базовий і кожний із прогнозних років розраховується в автономному режимі. На основі бази даних системи, на першому етапі обчислення, розраховуються дані ВДВ та їх структура для базового року, так звані БАЗОВІ ДАНІ. Використовуючи одержані результати, а також прогнозні дані щодо ВВП і структур ВДВ, так зва-

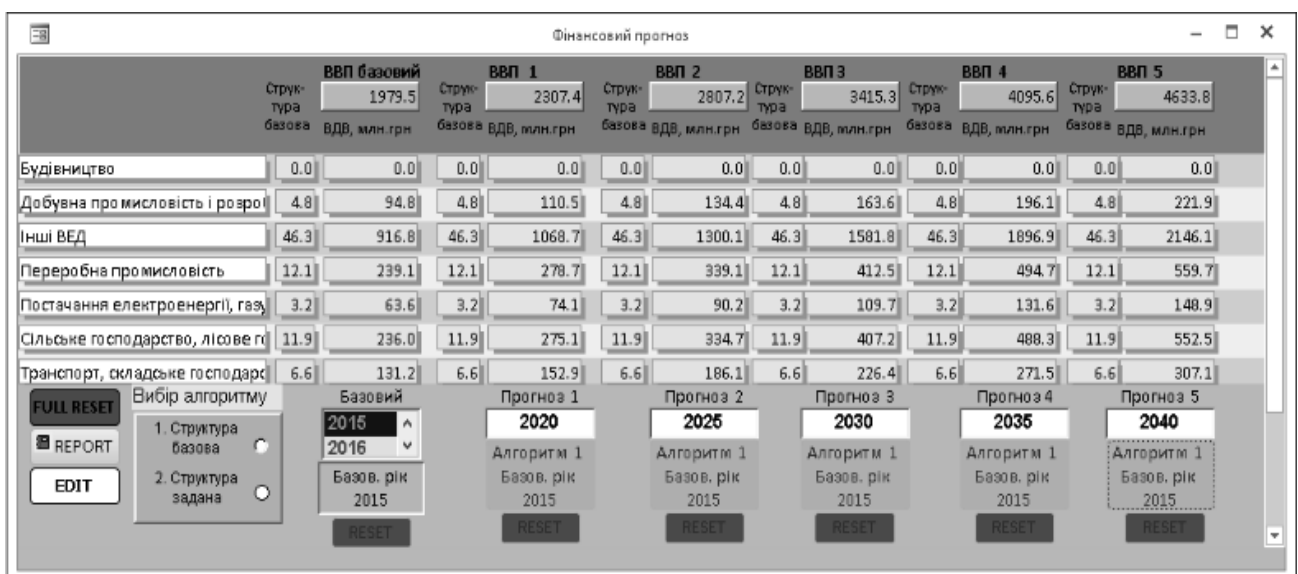


Рис. 1. Розрахунок даних по ВВП та ВДВ при базовій структурі економіки

Енергетичний прогноз

РЕСУРС	ВВП Базовий	ВВП 1	ВВП 2	ВВП 3	ВВП 4	ВВП 5
Вугілля (тис.т)						
Електроенергія (ГВт·год)	1979,5	2307,4	2807,2	3415,3	4095,6	4633,8
Інше паливо						
Нафта (тис. т)	Базовий рік: 2015					
Природний газ (ТДж)	Паливо-емність, x1000	Прогноз 1	Прогноз 2	Прогноз 3	Прогноз 4	Прогноз 5
Тепло (ТДж)	Базовий Кількість	Кількість	Кількість	Кількість	Кількість	Кількість
Будівництво	0.0000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Добувна промисловість і роз	45.2004	4285.0	4994.8	6076.7	7393.1	8865.7
Інші ВЕД	7.3091	6701.0	7811.0	9502.9	11561.5	13864.4
Переробна промисловість	192.0368	45916.0	53521.9	65115.1	79220.5	95000.5
Постачання електроенергії, і	238.9151	15195.0	17712.0	21548.6	26216.5	31438.6
Сільське господарство, лісов	14.1610	3342.0	3895.6	4739.4	5766.1	6914.6
Транспорт, складське господ	51.8826	6807.0	7934.6	9653.3	11744.4	14083.7
	REPORT	Базовий	Прогноз 1	Прогноз 2	Прогноз 3	Прогноз 4
		2015	2020	2025	2030	2035
Алгоритм 1 - структура базова			Алгоритм 1	Алгоритм 1	Алгоритм 1	Алгоритм 1
Алгоритм 2 - структура задана			Базов. рік 2015	Базов. рік 2015	Базов. рік 2015	Базов. рік 2015

Рис. 2. Розрахунок прогнозу використання енергоресурсів (на прикладі електроенергії)

них ЗАДАНИХ СТРУКТУР, проводяться прогнозні розрахунки ВДВ, що є кінцевим результатом роботи алгоритму. Приклад розрахунку наведений на рис. 1.

Розрахунок прогнозу використання енергоресурсів проводиться на основі даних, наявних в базі для певного року та отриманих у розрахунку прогнозу ВДВ. На цьому етапі ресурс – це єдиний параметр, який можна змінити, так як результати прогнозу енергоресурсу однозначно зв'язані з прогнозом ВДВ. Приклад розрахунку наведений на рис. 2.

У представленому обчислювальному комплексі завбачено захист щодо непередбаченого редагування даних. Працює система контролю та перевірки під час внесення, редагування та видалення даних. Наприклад, користувач зможе видалити запис тільки після подвійного запиту з боку системи. Розроблена комп'ютерна програма також у процесі запису перевіряє дублювання даних.

Далі перелічені основні можливості програми:

- 1) різноманітні варіанти обчислення прогнозу ВДВ;
- 2) всі вхідні дані зберігаються у єдиній базі, доступ в яку є у користувачів, що проводять розрахунки;
- 3) різноманітні варіанти обчислення прогнозу ВДВ;
- 4) всі вхідні дані зберігаються у єдиній базі, доступ в яку є у користувачів, що проводять розрахунки;

5) розрахунок за різними структурами економіки;

6) фінансовий прогноз на різні періоди часу (можна змінювати проміжки, наприклад, зробити перспективу на кожен рік, або навпаки, збільшити проміжки, тобто задавати будь-які роки);

7) проводити розрахунок прогнозу споживання на задану перспективу всіх видів палива та енергоресурсів;

8) розрахунки проводяться незалежно по кожному виду палива та енергоресурсів на основі даних, наявних в базі та отриманого в розрахунку прогнозу ВДВ;

9) прогноз можна подавати на різних рівнях економіки:

- а) на рівні країни;
- б) на рівні укрупнених секцій;
- в) на рівні секцій за КВЕД;
- г) на рівні розділів КВЕД.

## ВИСНОВКИ

Аналіз результатів розрахунків, проведених за консервативною та оптимістичною структурами розвитку економіки країни, свідчить про необхідність значного збільшення обсягів енергоресурсів, які необхідні для покриття попиту на них при реалізації програм розвитку вітчизняної промисловості, що закладені в Стратегії розвитку промислового комплексу України на період до 2025 р. На прикладі електричної енергії як найбільш універсаль-

ного енергоносія за допомогою розробленої нової програми в середовищі *Microsoft Access* здійснено розрахунки обсягів попиту на цей енергоресурс з врахуванням структурних та технологічних зрушень та розроблено прогноз економічного розвитку та енергоспоживання укрупнених секції економіки України. Отже, розвиток економіки України за оптимістичною структурою вимагає не лише суттєвого зростання споживання електроенергії, а відповідного зростання обсягів палива для її виробництва, зміни структури генеруючих потужностей, але й обсягу капіталовкладень в будівництво нових та реконструкцію існуючих блоків електростанцій на вичерпаних та відновлювальних видах палива, передавальних пристроїв та мереж, зростання транспортних потоків, що не можливо досягти в такий короткий термін, що закладений в Стратегії розвитку промислового комплексу України на період до 2025 р.

Новим засобом прогнозування обсягів паливно-енергетичних ресурсів є програма «Попит», що дозволяє врахувати вплив зміни структури економіки країни на рівні споживання паливно-енергетичних ресурсів, зміну загального структурного потенціалу енергозбереження, структуру джерел виробництва електроенергії та джерел постачання ПЕР для забезпечення її виробництва та загального функціонування економіки. Розроблена програма «Попит» при-  
 скарює розрахунки, надає можливість вибору

будь-якого базового року, введення даних ВВП, ВДВ та обсягів спожитих ПЕР та розрахувати обсяги енергоресурсів на перспективу на необхідний термін та окремі види енергоресурсів незалежно по кожному виду палива, електро- та теплоенергії і ПЕР взагалі

1. Енергетична стратегія України до 2030 р., редакція 2013 р. URL: [http://www.energoatom.kiev.ua/ua/about/strategy\\_2030/](http://www.energoatom.kiev.ua/ua/about/strategy_2030/) (дата звернення: 10.02.2017).
2. Стратегія розвитку промислового комплексу України на період до 2025 року. URL: <http://www.me.gov.ua/Documents/Detail?lang=uk-UA&id=10ef5b65-0209-4aa1-a724-49fd0877d8d6&title=ProektRozporiadzhenniaKabinetuMinistrivUkrainiproSkhvalenniaStrategiiRozvitkuPromislovogoKompleksuUkrainiNaPeriodDo2025-Roku> (дата звернення: 03.04.2019).
3. Про схвалення Стратегії розвитку промислового комплексу України на період до 2025 року: Проект розпорядження Кабінету Міністрів України. URL: <http://www.me.gov.ua/> (дата звернення: : 03.04.2019).
4. Данилишин Б.М. Пять факторов конкурентоспособности экономики Украины. URL: <https://www.capital.ua/ru/publication/120279-pyat-faktorov-konkurentosposobnosti-ekonomiki-ukrainy> (дата звернення: 10.12.2018).
5. Malyarenko O.Ye., Maystrenko N.Yu. Forecasting fuel and energy consumption levels taking into account energy saving potential in the context of structural changes in the economy. *Проблеми загальної енергетики*. 2015. Вип. 2(41). С. 5—13. <https://doi.org/10.15407/pge2015.02.005>.

Надійшла до редколегії: 15.05.2019