



ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ СУЧАСНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ТА ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

<https://doi.org/10.15407/scin16.01.003>

В.М. ГЕЄЦЬ¹, О.В. КИРИЛЕНКО², Б.І. БАСОК³, Є.Т. БАЗЕЄВ³

¹Державна установа «Інститут економіки та прогнозування НАН України»,
вул. Панаса Мирного, 26, Київ, 01011, Україна,
+380 44 280 1234, +380 44 280 8869, gvtm@ief.org.ua

²Інститут електродинаміки НАН України,
просп. Перемоги, 56, Київ, 03057, Україна,
+380 44 366 2625, +380 44 366 2686, ied1@ied.org.ua

³Інститут технічної теплофізики НАН України,
вул. Булаховського, 2, Київ, 03164, Україна,
+380 44 424 9644, +380 44 424 3177, basok@ittf.kiev.ua

ЕНЕРГЕТИЧНА СТРАТЕГІЯ: ПРОГНОЗИ І РЕАЛІЇ (ОГЛЯД)

***Вступ.** На сучасному етапі розвитку України в умовах викликів і ризиків вкрай важливо сформулювати енергетичну політику країни.*

***Проблематика.** Стратегія розвитку енергетики України повинна передбачати перехід від імпортно-сировинного до енергоефективно-орієнтованого розвитку ПЕК з використанням результатів фундаментальних і прикладних досліджень в галузі природничих і соціально-економічних наук, вітчизняного інноваційного потенціалу з його науково-технічними та науково-технологічними розробками.*

***Мета.** Виконати огляд концептуальних підходів, пов'язаних з прогнозуванням (пророкуванням, передбаченням) життя суспільства загалом, і прогнозуванням розвитку енергетики, зокрема.*

***Матеріали й методи.** Огляд авторитетних джерел літератури щодо методів прогнозування розвитку енергетики, зокрема її, розвитку енергетики України.*

***Результати.** Наведено ретроспективний погляд на стан енергетики України до 90-х рр. ХХ ст. і у період незалежності держави. Підкреслено, що прийняті енергетичні стратегії України в 1996, 2006 і 2013 роках не досягали своїх прогнозованих цілей та індикативних показників вже на проміжних часових інтервалах. Четверта енергетична стратегія (ЕС–35) головними цільовими орієнтирами має безпеку, енергоефективність і конкурентоспроможність. Вона розроблялася в надзвичайних умовах — при глобальних змінах трендів світової енергетики та під впливом низки викликів для вітчизняної енергетики. Наведено ілюстративні схеми розвитку галузі, які характеризують всю складність прогнозування енергетики, необхідність урахування ряду ключових чинників. Енергетична стратегія України, й зокрема ЕС–35, буде залежати від «енергетичних контурів нового світу» — трендів і сценаріїв, глобальних і локальних ризиків. Очікувані ключові параметри та показники енергетичної стратегії можуть не збігатися з реалізованими значеннями.*

***Висновки.** Запропоновано супроводжувати енергетичну стратегію «поточними планами-прогнозами» (дорожніми картами) з чітким визначенням механізмів імплементації завдань для виконавчої та законодавчої влади з постійним моніторингом ходу реалізації ЕС–35 за тимчасовими інтервалами.*

Ключові слова: паливно-енергетичний комплекс, енергетична стратегія, прогнозування, реалізація стратегії, управління і моніторинг, дорожня карта.

Цитування: Геєць В.М., Кириленко О.В., Басок Б.І., Базеєв Є.Т. Енергетична стратегія: прогнози і реалії (огляд). *Nauka innov.* 2020. Т. 16, № 1. С. 3–15. <https://doi.org/10.15407/scin16.01.003>

Українська енергетика — це фундамент національної економіки держави, одна з основних складових соціальної стабільності та національної безпеки. У 2015 році ця галузь економіки надала державному бюджету близько 133 млрд грн платежів податку (25 % від загального обсягу). Об'єднана енергетична система України за розмірами є шостою в Європі після Німеччини, Франції, Італії, Іспанії та Великої Британії. В енергетиці України працює 450 тис. фахівців (3 % зайнятого населення). Вітчизняна енергетика є драйвером розвитку інших галузей (так само і окремі галузі впливають на неї) [1].

Свого часу українська енергетика була потужною складовою частиною паливно-енергетичного комплексу (ПЕК) СРСР. Суттєві зміни умов і можливостей розвитку енергетики, пов'язані з істотним зростанням витрат на видобуток і транспортування нафти та газу з кінця 70-х років з районів Півночі, Західного Сибіру, а також зростаюча роль ПЕК, потребували нової довгострокової програми розвитку енергетики. У 1984 році було прийнято Основні положення Енергетичної програми СРСР на тривалу перспективу та республіканська (УРСР) цільова комплексна науково-технічна програма «Енергокомплекс». Однак, глобально-політичні зміни в СРСР і в світі (епоха «перебудови», розпад СРСР і всього соцтабору) звели нанівець цілі та завдання цих програм. З набуттям незалежності перед Україною постало завдання розробити вітчизняну стратегію розвитку енергетики.

Україна до 90-х років ХХ століття мала добре розвинений ПЕК з високим науково-технічним і виробничо-технологічним потенціалом, порівняно із зарубіжними аналогами. У наступному періоді, в умовах суспільно-політичних і економічних потрясінь, тривало лише використання накопиченого потенціалу (без підтримки фундаментальних наукових досліджень). Почалося поступове відставання від зарубіжних технологічних і технічних інновацій. На вітчизняний ринок потужним потоком

стало надходити імпортне обладнання. Особливо це стосувалося комунальної енергетики, систем і обладнання теплопостачання. Іноземні виробники отримали стимул для розвитку своєї виробничої бази, використовуючи кошти українських платників податків. На певному етапі економічного розвитку, в епоху реформ, можна або навіть необхідно йти на придбання іноземного обладнання, на освоєння зарубіжного досвіду, створення інноваційних технологій («хороша копія не менше цінна, ніж оригінал»). На якийсь час це може стати стимулом для пошуку власних вітчизняних науково-технічних рішень зі створення енергоефективного обладнання та інноваційних технологій (з необхідним рівнем захисту інтелектуальної власності). Але такий крок варто розглядати як тимчасовий захід. Одночасно необхідно створювати свою енергетичну стратегію з урахуванням сучасних трендів розвитку досягнень науково-технічного прогресу в галузі енергетики, зокрема, з урахуванням того, що підвищення енергоефективності — все ще не до кінця використаний енергоресурс в Україні.

Головною метою на сучасному етапі нової стратегії розвитку енергетики повинен бути перехід від імпортно-сировинного до енергоефективно-орієнтованого розвитку ПЕК з використанням результатів фундаментальних і прикладних досліджень в галузі природничих і соціально-економічних наук, вітчизняного інноваційного потенціалу з його науково-технічними та науково-технологічними розробками. Все це повинно відбуватися в умовах нових концептуальних підходів, ключових внутрішніх і зовнішніх ризиків та викликів розвитку ПЕК, в тісній зв'язці тріади: енергетика—економіка—екологія і високих темпів зростання наукових знань [2].

Україна, починаючи з 1996 року, прийняла чотири енергетичних стратегії [3–6]. Кожна з перших трьох (1996, 2006, 2013 років) не досягала прогнозованих цілей та індикативних показників. Вже на проміжних тимчасових ін-

тервалах була очевидною їх нездійсненність, а наступні стратегії, після 1996 року, приймалися до закінчення терміну попередньої.

У 2017 році було прийнято нову Енергетичну стратегію України на період до 2035 року (ЕС–35) [6], як симбіоз розроблених проєктів Енергетичної стратегії України на період до 2035 року (Національний інститут стратегічних досліджень) і Нової Енергетичної стратегії України до 2020 року: безпека, енергоефективність, конкуренція (Центр Разумкова спільно з Представництвом Фонду Фрідріха Науманна (Німеччина) в Україні). Аналіз пропозицій, що надійшли щодо формування ЕС–35, було опрацьовано з використанням програми Psychea Expertus (Науково-технічний центр «ПСІХЕСЯ»).

Кінцевою метою ЕС–35 є забезпечення максимального внеску енергетичної галузі в зростання валового внутрішнього продукту країни при істотному збільшенні показника його енергетичної ефективності (т нафтового еквіваленту / 1000 дол. США) із забезпеченням енергетичної безпеки та з мінімальними витратами при реалізації заходів, передбачених ЕС–35. Ця мета відображена і в назві ЕС–35 – безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність. Вперше у такого роду документах «енергоефективність» визначена ключовим цільовим пріоритетом.

Поки ще рано говорити про тренди реалізації останньої «Енергетичної стратегії України на період до 2035 року: безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» (ЕС–35) [6]. Хочеться сподіватися, що ЕС–35 досягне своїх амбітних цілей. Виявилися невиконаними й енергетичні стратегії Росії ЕС–10, ЕС–20 і ЕС–30, причому остання в 2014 році трансформувалася в ЕС–35. Не досягали прогнозних значень і показники, які визначаються міжнародними угодами (Київський протокол), переглядалися показники відомого проєкту ЄС «Програма 20–20–20». Починають змінювати свою позицію і деякі країни, які підписали в 2015 р. Паризьку угоду. Виходячи з вищеза-

значеного, прогнозні цілі та показники цих угод теж можуть опинитися під питанням.

Нагадаємо, що 125 країн-учасниць Паризької угоди зобов'язалися скоротити викиди парникових газів до 2025 року порівняно з 2005 роком, сприяючи, щоб підвищення глобальної температури не перевищило 2 °С. Угода набирає сили, коли її буде ратифіковано щонайменше в п'ятдесяти п'яти країнах світу, які продукують не менше 55 % світового обсягу парникових газів.

Де шукати причини таких «результатів реалізації» стратегій? У методах та інструментаріях прогнозування, в управлінні шляхами й механізмами реалізації, в соціально-економічній і геополітичній турбулентності, в глобальній фінансово-економічній кризі? Або ж в принциповій неможливості пізнання майбутнього (на досить віддаленому часовому інтервалі)?

Нижче наведено огляд концептуальних підходів, пов'язаних з прогнозуванням (пророкуванням, передбаченням) життя суспільства загалом, і прогнозуванням розвитку енергетики зокрема. Аналіз підходів до проблематики прогнозів передбачення майбутнього представлено в [7]. Низка видатних філософів, теоретиків-економістів наполягають на принциповій тезі про непередбачуваність майбутнього знання. Й. Шумпетер, видатний економіст-теоретик, стверджує: *«Будь-який прогноз — це позанаукове пророцтво, яке прагне зробити щось більше, ніж поставити діагноз спостережуваним явищам, і показати, яким може бути результат, якщо ці тенденції будуть діяти відповідно до власної логіки розвитку»* [7]. Ф.А. Хайек, не менш відомий теоретик-економіст, нобелівський лауреат зазначає, що *«Події сучасності тим відрізняються від подій історичних, що ми не знаємо, до чого вони ведуть. Озираючись назад, ми можемо зрозуміти події минулого, простежуючи і оцінюючи їх наслідки. Але поточна історія для нас — не історія. Вона спрямована в невідомість і ми майже ніколи не можемо сказати, що нас чекає попереду»* [8]. Лауреат нобелівської премії, фізико-хімік

І.Р. Пригожин наводить своє судження про непередбачуваність майбутнього: «Ми можемо, звичайно, екстраполювати наявні знання за межі нашого бачення і будувати припущення з приводу того, яким би міг бути механізм, керуючий динамікою універсуму. Однак нам не слід забувати, що, хоча ми в принципі й можемо знати початкові умови в нескінченному числі точок, майбутнє, проте, залишається принципово непередбачуваним» [9]. Філософ-класик ХХ століття Карл Поппер наводить логічний ланцюжок (сілогізм) про принципову неможливість прогнозувати історію майбутнього. За Поппера історія країни (регіону країн) визначається зростанням наукових знань. Але зростання наукових знань непередбачуване, отже, й історію неможливо прогнозувати [10]. Дійсно, провідні галузі економіки, оборонно-промислової галузь країни кардинально впливають на історію держави, але вони визначаються освоєними критичними, проривними технологіями, створеними в результаті використання нових наукових знань, а зростання таких знань непередбачуване.

Ще два-три десятиліття тому неможливо було передбачити настання сучасного шостого технологічного укладу. Його основою є міждисциплінарні наукові підходи, зокрема, теорія самоорганізації, синергетика, а також соціальні, когнітивні, біологічні, інформаційні та нанотехнології (socio-, cognito-, bio-, info-, nanotechnology – SCBIN) [11].

Не піддаються прогнозуванню й майбутні проривні наукові дослідження. Говорячи про наукові відкриття майбутнього, П.Л. Капіца стверджує, що нове явище природи — це таке фізичне явище, яке не можна ні повністю передбачити, ні пояснити на основі вже наявних теоретичних концепцій. «Найцінніше в науці і що становить основу великої науки не може плануватися, оскільки воно досягається творчим процесом, успіх якого визначається талантом вченого» [12]. Академік НАН України В.М. Локтев зазначає: «... будь-яке відкриття є непередбачуваним за означенням, а отже, не

може бути прогнозованим ані за часом, ані за місцем появи. Хіба що можна скоріше очікувати прориву там, де є висококваліфіковане середовище, єдина мета якого — фундаментальні пошуки без жодної прив'язки до чогось конкретного» [13].

Як підсумок вищесказаного, наведемо сформульовані Т.І. Ойзерманом дві соціологічні закономірності, а саме: 1) *непередбачуваність (непізнаваність) значної, все більше примноженої з часом частини наслідків людської діяльності, як в окремій країні, так і на всій планеті Земля*; 2) *непередбачуваність (непізнаваність) майбутнього наукового знання і неминуєність, впливаючи з цього, різноманітних соціальних наслідків* [7].

Вищенаведені погляди на неможливість передбачити майбутнє можуть призвести до недовіри до прогнозування як такого. Є межі, за якими прогнози стають фантазіями. Це справедливо для прогнозів на досить віддалені часові горизонти. На порівняно коротких часових інтервалах, при відсутності форс-мажорних потрясінь, прогнози, безсумнівно, необхідні і вони можуть, нехай з неточностями, описувати найближче майбутнє. «*Без таких прогнозів неможливі успішний розвиток суспільного виробництва, здійснення соціальних програм і, отже, більш-менш керовані соціальні процеси*» [7].

Наражається на ризик непередбачуваності свого розвитку і така складна галузь економіки як енергетика. Зважаючи на вищезазначене, слід розглядати проблему її прогнозування, що подається у вигляді формалізованої енергетичної стратегії, як регуляторного документа. При цьому енергетику країни слід аналізувати не лише як фізико-технічну виробничу систему, а і як базову галузь економіки країни, тісно пов'язану в тріаді: енергетика—економіка—екологія із чинниками різної природи, прямими й зворотними зв'язками, що притаманні цій тріаді.

Оцінка перспектив розвитку будь-якої галузі економіки і, зокрема, енергетики — комп-

лексний процес, що вимагає глибокого знання технології, інструментарію прогнозування та врахування аналітичного досвіду, думок і гіпотез фахівців, експертів у галузі енергетики й міжгалузевих проблем.

Прогноз — це науково-обґрунтоване судження про можливі стани системи в майбутньому та/чи про альтернативні шляхи й терміни досягнення цільового стану [14]. Стосовно до стратегії розвитку ПЕК, прогноз, на нашу думку, — це науково обґрунтоване визначення цілей, пріоритетів, завдань, вибір напрямів і механізмів їх реалізації з урахуванням існуючого і розглянутого часового інтервалу стану економіки, науково-технічного прогресу (чи інноваційного розвитку науки і техніки), законодавчо-правового поля та інших факторів, що визначають розвиток енергетики. Прогноз розвитку енергетики — це симбіоз двох підходів до розробки прогнозів, а саме: пошукового (дослідницького) та нормативного [15].

Тимчасова градація прогнозів є відносною і залежить від характеру об'єкта й мети прогнозу. У соціально-економічних прогнозах емпірично встановлений такий часовий масштаб: оперативні прогнози — до одного місяця; короткострокові — до одного року; середньострокові — на кілька років; довгострокові — на період понад п'ять років і, приблизно, до 15–20 років; стратегічні — за межами довгострокових [15].

Багаторівнева схема розвитку енергетики представлена на рис. 1 [16]. Кожен блок наведеної схеми, наприклад, прогноз внутрішнього енергоспоживання, в свою чергу, має свої міжгалузеві зв'язки (рис. 2) [17].

Схеми, що наведені на рис. 1 і 2, при певній адаптації, характеризують складність зв'язків в ПЕК України. Науково-технічні аспекти однієї з галузей енергетики — теплоенергетики — наведено на рис. 3 [18]. В таблиці представлено основні прогнозні технології у сфері електроенергетики та теплоенергетики, а також оціночні обсяги інвестицій в енергетику на період до 2050 р.

З рисунків і таблиці видно всю складність схеми прогнозування енергетики. Необхідно здійснювати міжгалузеве узгодження прогнозів розвитку економіки та енергетики, прогнозів розвитку світової економіки, можливих трендів вітчизняних і геополітичних подій, спираючись на результати фундаментальних досліджень численних наукових напрямків в галузі. Але неможливо врахувати значну кількість ключових чинників високої невизначеності, а також ризики й виклики різної природи («збурений вплив зовнішнього середовища»). *«Прогнозування не зводиться до спроб вгадати деталі майбутнього, при розробці прогнозів виходять з діалектичної детермінації явищ майбутнього, з того, що необхідність пробиває собі дорогу через випадковості, щодо явищ майбутнього потрібен ймовірнісний під-*

Витрати на дослідження та розробки ключових технологій в енергетиці *

Ключові технології в енергетиці **	Витрати, трлн дол. США
Виробництво електроенергії:	3,2–3,8
атомні електростанції	0,6–0,75
вітрові електростанції	0,6–0,7
вугільні установки з супернадкритичними параметрами пари	0,35–0,4
парогазові електростанції з внутрішньоцикловою газифікацією вугілля	0,35–0,4
парогазові електростанції з газифікацією біомаси	0,1–0,13
перетворювачі сонячної енергії в біомасу	0,2–0,24
концентратори сонячної енергії	0,3–0,35
уловлювання та захоронення CO ₂ на теплових електростанціях	0,7–0,8
Споруди і будівлі (теплоенергетика, кінцеве споживання):	0,32–0,42
енергоєфективні будівлі та побутові прилади	Немає даних
теплові насоси	0,07–0,12
сонячне опалення та нагрівання води	0,25–0,3

* Дані 2007 р. Складено за [18]; ** дані наведено для умови скорочення емісії парникових газів в 2050 р. до рівня 2005 р. (28 млн т еквіваленту CO₂).



Рис. 1. Схема прогнозування ринку енергетики [16]

хід з урахуванням широкого кола можливих варіантів. ... Прогнозні рішення — це область допустимих рішень з безлічі можливих» [15].

«На відміну від фізико-технічних систем, такі складні системи як енергетика, не володіють найважливішою для моделювання властивістю — незмінністю їх основних параметрів в спостережуваній ретроспективі в прогнозований період» [16]. «Будь-який інструментарій прогнозування виробничих систем може претендувати на отримання не достовірних траєкторій їх розвитку, а прийнятних для практичних цілей діапазонів значень ключових (далеко не всіх) показань динаміки системи. Фактично він покликаний процедурно і модельно-інформаційними засобами вслякo полегшувати і прискорювати процес людського пізнання і передбачення таких систем, які завжди не повні та нескінченні» [16]. Довгострокові прогнози вибудовувати складно, тому що їхні основні показники постійно змінюються залежно від чисельності непередбачу-

ваних обставин, як у поточному, так і у прогнозованому періоді. «Оцінка перспектив розвитку системи є складним завданням за рахунок зростання невизначеностей, які є в будь-якому динамічному процесі. Чим далі перспектива вплив неповноти знань. Відповідно, час управління прогнозів при прогнозуванні систем обмежений. Це обмеження впливає з факту нелінійного зростання невизначеності в міру просування в майбутнє ...» [15].

При геополітичній турбулентності, при радикальній зміні соціально-економічного устрою в країні, що супроводжується спадом економіки, зокрема й виробництва в секторах ПЕК, на будь-якому часовому етапі реалізації енергетичної стратегії можуть з'являтися точки біфуркації, в межах яких малі флуктуації зовнішнього впливу різко посилюються, і показники прогнозу до чітких тимчасових інтервалів можуть стати мало реалізованими, відповідно, можуть змінюватися і сценарії роз-

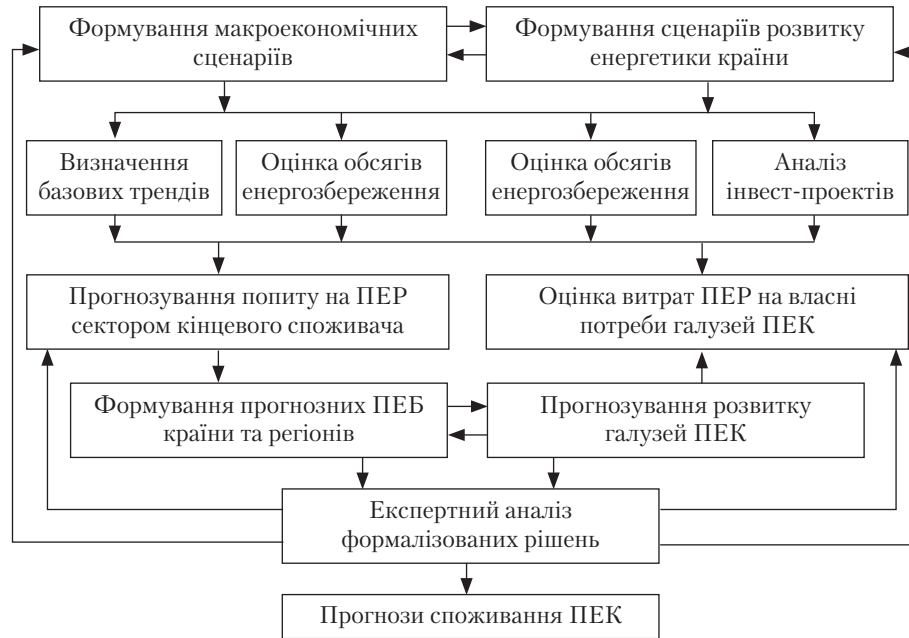


Рис. 2. Схема прогнозування енергоспоживання в країні та в регіонах [17]

витку ПЕК. За певними показниками може бути суттєвий збіг, за іншими — прийнятний, а за низкою показників — значне розходження з прогнозами. Головним стає визначення діапазону значень ключових показників і тренди розвитку енергетики та окремих її галузей.

Як уже зазначалося, починаючи з 1996 року, енергетичні стратегії України змінюють одна одну до завершення чинності попередньої. Відстежити реалізацію прогнозованих показників кожної стратегії було неможливо. На тимчасових же етапах отримували реперні показники, в більшості випадків, не збігалися з прогнозованими. Аналіз проведених реформ в ПЕК України (зокрема, чому не відбувалися реформи), нинішні виклики для української енергетики, пріоритети розвитку ПЕК, завдання на найближчу перспективу, механізми енергетичної політики в достатній мірі розглянуто в [19].

Остання (четверта) енергетична стратегія (ЕС—35) розроблялася в надзвичайних умовах — при глобальних змінах трендів світової енергетики та під впливом низки викликів для вітчизняної енергетики. Опублікований на веб-

сайті Міненерговугілля 19 грудня 2016 р. проєкт ЕС—35 було проаналізовано українськими та європейськими експертами, доопрацьовано й 1 червня 2017 р. оприлюднено проєкт нової ЕС—35, а 17 серпня того ж року рішенням Міненерговугілля України було прийнято ЕС—35.

Пам'ятаючи результати прогнозування енергетичних стратегій, що передували ЕС-35, висококваліфіковані фахівці, експертне середовище виступають з пропозиціями щодо оперативного супроводження ЕС—35 [19]. «В майбутньому, у разі зміни уряду, відкидати діючу стратегію і розробляти нову, на нашу думку, не потрібно. Варто проводити моніторинг виконання, розуміти і враховувати тренди (світові та європейські) і вносити зміни, якщо буде необхідно» (С. Голікова, директор ПП «Трансенергоконсалтинг»). «Енергетична стратегія має визначати цілі по окремих секторах енергетичної галузі. Але завдання і механізми (алгоритми) досягнення цих цілей не є предметом стратегії. Вони мають бути сформульовані і конкретизовані в короткострокових планах Уряду України, в компетентних органах

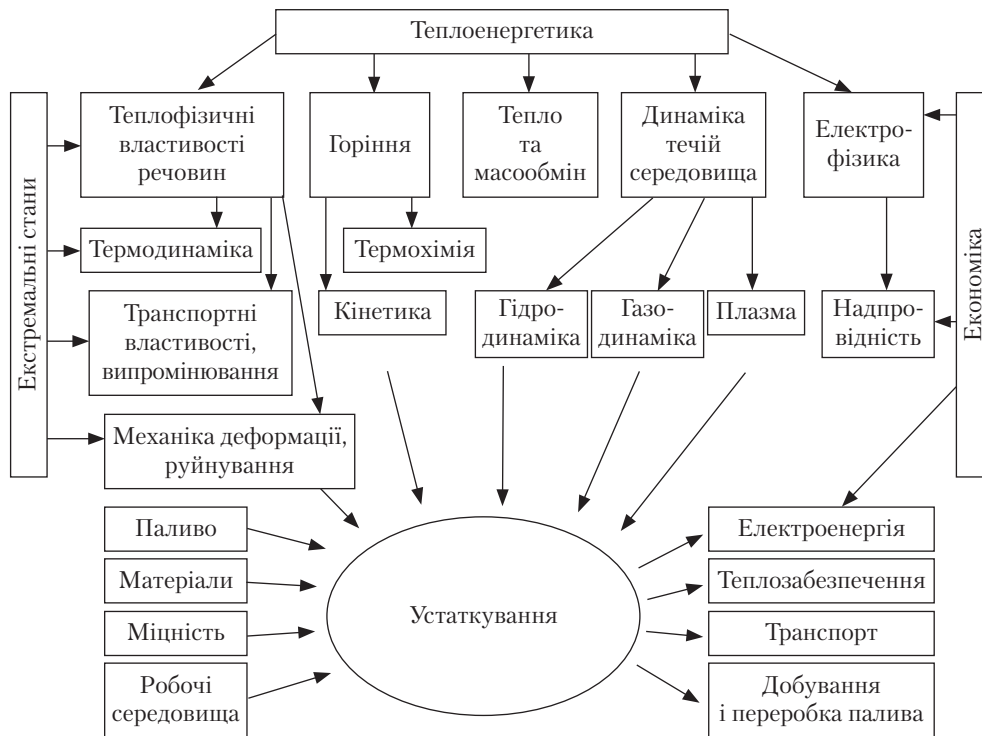


Рис. 3. Науково-технічні аспекти теплоенергетики [18]

виконавчої влади та в енергетичних компаніях для досягнення цілей розвитку, визначених Енергетичною стратегією» (В. Рябцев, консультант-спеціаліст Групи координації програми реформування та розвитку енергетичного сектору при Міністерстві енергетики та вугільної промисловості України). Запропоновано також створити експертну робочу групу з контролю реалізації енергостратегії за певними періодами часу. «Важливо, щоб дальність кінцевого терміну підведення підсумків реалізації Стратегії не викликала сумнівів у її реалізації. Повинна бути розроблена конкретна програма по виконанню Стратегії в реальні терміни. ... Не треба знову намічати п'ятирічки! Оптимальним був би термін на 2 роки максимум» [20].

Безсумнівно, енергетична політика України, й зокрема ЕС–35, буде залежати від «енергетичних контурів нового світу» – енергетичних трендів і сценаріїв, глобальних і локаль-

них ризиків. «На міжнародній арені настав час нових альянсів і груп інтересів, які вже почали малювати нові енергетичні контури та формувати свіжі тенденції. Дедалі більше значення має розуміння суті нових геополітичних енергетичних процесів, які стануть основою майбутнього на найближчі три-п'ять років. Далі прогнозувати вкрай складно» [21].

Вищенаведені та інші пропозиції, в кінцевому рахунку, зводяться до розробки й прийняття Дорожньої карти [18, 22], «змістовний аспект якої має містити конкретні механізми реалізації завдань реалістичних орієнтирів та спиратися на відповідне фінансове підґрунтя, ресурсні можливості та потенційні потреби» [22].

Таким чином, в ситуації з яскраво вираженою невизначеністю багатьох факторів, поряд з розробленою стратегією (зокрема ЕС–35), щоб усунути (зменшити) розбіжність очікуваних прогнозних значень індикативних показ-

ників з реальними, доцільно довгостроковий прогноз розвитку енергетики (залежно від мінливих умов, при очевидних змінах трендів, появи й загострення нових ризиків та викликів) коригувати, супроводжувати (відстежувати) оперативними (поточними), «поточними планами-прогнозами» на порівняно коротких тимчасових інтервалах (три—п'ять років), на яких, за експертними оцінками, енергетика країни («об'єкт управління») істотно не зміниться. По суті, реалізується принцип безперервного прогнозування в міру надходження нової інформації. Енергетична стратегія при цьому стане гнучким документом управління — не декларацією, а настановою до дій. Загальні тренди розвитку енергетики можуть змінюватися при зміні цілей, задач економіки держави.

Супровід енергетичної стратегії «поточними планами-прогнозами» зніме гостроту дискусій між прихильниками, що підтримують свої напрямки розвитку енергетики. Наприклад, атомники не підтримують на віддалену перспективу нестримний оптимізм прихильників використання в енергетиці відновлювальних джерел енергії. Останні ж мають свої аргументи проти використання ядерної енергії та вважають за можливе мало не повний перехід України на відновлювану енергетику до 2050 року [23].

Як було показано вище, прогнозні значення показників раніше прийнятих трьох енергетичних стратегій України та двох стратегій Росії не співпали вже на проміжних тимчасових інтервалах. *«По суті прогнозування — це імовірнісний експеримент, при якому при одних і тих же умовах його проведення можливе настання різних подій, тобто експеримент — це якась функція, задана на безлічі подій»* [24]. Проблема якості енергетичного прогнозування недостатньо розроблена, так як немає ustalених критеріїв, за якими можна об'єктивно оцінювати переваги та недоліки тієї чи іншої прогнозної системи [24].

Систематичне прогнозування в енергетиці має історію близько 40 років. Є можливість зі-

ставити за ряд років прогнозні та фактичні значення показників та на основі їх статистичних даних оцінити якість здійснення прогнозів. Проблеми, пов'язані з оцінкою якості прогнозних систем розглянуто в [24].

Провідні прогностичні центри (наприклад, Міжнародне енергетичне агентство (МЕА) і Міністерство енергетики (МЕ) США) обмежуються фрагментарними оцінками точності своїх прогнозів. Ці оцінки, як правило, це таблиці відносних похибок, визначених на основі наявних прогнозних і фактичних значень протягом певного проміжку років. Вони дають тільки інтуїтивну оцінку якості прогнозування, засновану на тому, що 1 % відносної похибки — це добре, а 10 % — погано.

На основі узагальнення результатів аналізу довгострокових прогнозів світового енергетичного ринку запропоновано програму досліджень, як частину робіт зі створення методики оцінки якості систем прогнозування та аналізу перспектив розвитку енергетичних ринків [24].

Незважаючи на відсутність об'єктивних критеріїв оцінки якості прогностичних інструментів [16, 24], на сьогодні системне прогнозування енергетики, як складової частини тріади енергетика—економіка—екологія, є загально-визнаним і використовується в провідних енергетичних країнах.

Чи можливі взагалі довгострокові прогнози розвитку енергетики й сценаріїв викиду діоксиду вуглецю (основного парникового газу, що надходить в атмосферу внаслідок антропогенної діяльності)? Думки з цього питання фахівців провідних національних і міжнародних інститутів розходяться. Деякі з них, спираючись на результати невиправданих прогнозів, схильні до негативної відповіді. Інші ж, розробивши метод т. зв. генетичного прогнозу світової енергетики, вважають його вельми надійним інструментом для прогнозування сценаріїв розвитку енергетики та майбутньої зміни навколишнього середовища й клімату [25]. Це дозволяє їм сформулювати фундаменталь-

ні висновки на розвиток енергетики на найближчі десятиліття [25]:

1) стабілізація національного питомого енергоспоживання на душу населення на певному рівні, в основному, визначається кліматично-географічними факторами;

2) неухильне й практично лінійне зниження з часом вуглецевої інтенсивності світової енергетики (кількість діоксиду вуглецю, що припадає на одиницю споживання енергії) в результаті змін структури паливно-енергетичного балансу, що спостерігається вже більше ста років (перехід від вугілля до нафти, газу і останнім часом — до збільшених обсягів поновлюваних енергоресурсів).

У світі запропоновано низку систем енергетичних прогнозів: МЕА, МЕ США, Міжнародного інституту прикладного аналізу, ряду дослідницьких центрів Європейської комісії та ООН. У Росії — це Модельно-Інформаційний Комплекс Енергетичних Перспектив (МІКЕП), в Україні — програма Форсайт, створена в Інституті системного аналізу Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», макроекономічна модель стратегії розвитку енергетики TIMES-Україна та модель міжчасової рівноваги, ДУ «Інститут економіки та прогнозування НАН України», Psychea Expertus-модель. Є й інші моделі: LEAP-модель (Long-range Energy Alternatives), модель Хольта-Вінтерса, модель MARKAL/TIMES та ін.

Хочеться сподіватися, що при реалізації політики розвитку ПЕК України, будуть використані результати посилення трансдисциплінарності в науці та в технологіях, пов'язаних з енергетикою. В останнє десятиліття отримала розвиток інтелектуалізація в галузі інформатики та обчислювальної техніки. Стратегічна європейська рамкова програма «Горизонт — 2020» відкрила еру інтенсивного розвитку так званих смарт-технологій («розумних» технологій). Всі смарт-системи є результатом трансдисциплінарної взаємодії. Для підтримки цього напрямку було створено структуру спільної

Європейської технологічної ініціативи JTІ (Joint Technology Initiative) і потужну асоціацію європейського лідерства ECSEL (Electronic Components and Systems for European Leadership). Щороку ECSEL публікує стратегічний план реалізації досліджень та інновацій у галузі електронних компонентів систем і технологій, які забезпечують розвиток функціональних доменів діяльності сучасного цифрового суспільства, а це — енергетика, транспорт, виробництво, екологія та інші [26]. Слово «smart» у перекладі означає не тільки розумний, а й є акронімом, частини якого — це критерії постановки завдань для досягнення цілі — **specific** (конкретність), **measurable** (вимірюваність), **attainable** (досяжність), **relevant** (доцільність), **time-baunded** (обмеженість у часі) [26]. Роботи в цьому напрямку проводяться в Інституті кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України.

Набирають актуальності проблеми моделювання нового ринку електроенергії України. Закон України «Про ринок електричної енергії України» (прийнятий у 2017 році) встановлює принципи функціонування нового вітчизняного ринку електричної енергії. На сьогодні в Україні відбувається складний процес імплементації відповідного європейського законодавства, зокрема й «третього енергетичного пакету». Необхідною умовою прийняття обґрунтованих рішень щодо зміни механізмів регулювання ринку є використання математичних моделей, які дозволяють оцінити наслідки впроваджених рішень і визначити, які з них ефективні, а які помилкові. Тому такою важливою стає проблема математичного моделювання конкурентної рівноваги на ринку електроенергії. Моделювання стану конкурентної рівноваги пов'язано з пошуком таких цін на електроенергію в енерговузлах й таких обсягів виробництва, передачі та споживання електроенергії, за яких результати діяльності кожного з учасників (агентів) досягають власних цілей: споживача — максимум власного добробуту, компанії-постачальника — макси-

мум постачання електроенергії споживачам, генеруючої компанії — максимум власного прибутку, компанії-оператора системи передачі електроенергії — максимум сприяння учасникам ринку у виконанні їх зобов'язань. Роботи у цьому напрямку проводяться в Інституті проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України [27].

Реалії сучасного світу такі, що прогнозування стратегічних перспектив розвитку енергетики неминуче повинні проходити через точки біфуркації, вихід з яких може змінювати сценарії розвитку енергетики як галузі (наприклад, стрибкоподібна зміна світових цін на нафту в 2000–2018 рр.). Очікувані ключові параметри та показники можуть не збігатися з реалізованими значеннями. Як зазначено в [16, 24], сучасна наука ще не має методів впевненого прогнозування розвитку енергетики на тривалий період, але досвід використання моделей прогнозування дає підстави для стриманого оптимізму будувати несуперечні сценарії, хоч й без оцінки повноти їх складу та ймовірності реалізації. Супровід енергетичної стратегії «поточними планами-прогнозами» (дорожніми картами) додає оптимізму в реалізованість такого регуляторного документу. Для цього повинна бути вирішена проблема орга-

нізації виконання ЕС–35 з чітким визначенням механізмів імплементації завдань для виконавчої та законодавчої влади з постійним моніторингом ходу реалізації ЕС–35 за тимчасовими інтервалами. Як варіант, для цього запропоновано створити спеціалізовану структуру, можливо інститут енергетичної стратегії із залученням незалежних експертів для підготовки дорожніх карт енергетичних форсайтів [28]. Створення такого інституту — це все ж, мабуть, «занадто», але комісія (комітет) з фахівців у галузі енергетики, економіки, екології, експертів та осіб, які приймають рішення, було б доцільним. У роботі такого комітету повинні взяти участь всі ті, хто стояв біля витоків створення проекту ЕС–35 — НІСД, Центр Разумкова, НТЦ «ПСІХЄЯ», Міненерговугілля, відповідні відділення НАН України [2, 23, 29, 30], зокрема, Відділення фізико-технічних проблем енергетики, Відділення економіки, які брали участь в дослідженнях з формування енергетичної політики на перспективу.

Вищевикладені результати досліджень отримано в рамках виконання цільового наукового проекту НАН України «Економічні, техніко-технологічні та екологічні імперативи цільового розвитку енергетики України» (2016–2018 рр.).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Домбровский О. Український парламент за три роки ухвалив повний пакет європейського енергетичного законодавства. Тепер потрібна швидка імплементація. *TERMINAL*. № 4, грудень, 2017. С. 21–23.
2. Кулик М.М., Горбулін В.П., Кириленко О.В. Концептуальні підходи до розвитку енергетики України (аналітичні матеріали). Київ: Інститут загальної енергетики НАН України, 2017. 78 с.
3. Постанова Верховної Ради України «Про національну енергетичну програму України до 2010 року» від 15 травня 1996 року, № 191/96-ВР.
4. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2030 року. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 15.03.2006, № 145-р.
5. Оновлена енергетична стратегія України на період до 2030 року. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 27.04.2013, № 1070-р. «Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2030 року».
6. Нова енергетична стратегія України до 2035 року: «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». URL: energetychna_strategiya_do_2035_r.zip, <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/doccatalog/list?currDir=50358>
7. Ойзерман Т.И. Возможно ли предвидение отдаленного будущего. *Вестник РАН*. 2005. Т. 75, № 8. С. 720–726.
8. Хайек Ф.А. Дорога к рабству. *Вопросы философии*. 1990. № 1. С. 113–119.
9. Пригожин И.Р. Философия нестабильности. *Вопросы философии*. 1991. № 6. С. 46–52.
10. Поппер К. Ницета историцизма. Москва: Издательская группа «Прогресс», 1992. 166 с.

11. Малинецкий Г.Г. Техногенные ресурсы в контексте новой индустриализации России. *Вестник РАН*. 2015. Т. 85, № 4. С. 344–350.
12. Капица П.Л. Эксперимент теория практика. Москва: Наука, 1974. 288 с.
13. Локтев В.М. Знання — сила? *Вісн. НАН України*. 2018. № 1. С. 75–85.
14. Рябцев Г.А. Державна політика розвитку ринку нафтопродуктів в Україні: формування та реалізація: монографія. Київ: НАДУ, 2011. 416 с.
15. Горелова В.Л. Основы прогнозирования систем. Учеб. пособ. для инж.-экон. спец. вузов. Москва: Высш. шк., 1986. 287 с.
16. Макаров А.А. Методы и результаты прогнозирования развития энергетики России. *Изв. РАН. Энергетика*. 2010. № 4. С. 26–40.
17. Филиппов С.П. Прогнозирование энергопотреблением комплекса адаптивных имитационных моделей. *Изв. РАН. Энергетика*. 2010. № 4. С. 41–45.
18. Фортгов В.Е., Макаров А.А. Направления инновационного развития энергетики мира и России. *Успехи физических наук*. 2009. Т. 179, № 12. С. 13–37.
19. Суходоля А., Рябцев Г. Энергетический манифест. *TERMINAL*. 2017. № 2 (848), август. С. 3–8.
20. Поташник С.И. От стратегии — к рабочим документам и реальным срокам. *TERMINAL*. 2017. № 2 (848), август. С. 31–32.
21. Рукомеда Р. Энергетические контуры нового мира. *TERMINAL*. 2017. №2 (848), август. С. 39–42.
22. Буславец О. Для якісної дорожньої карти необхідні якісні інструменти. *TERMINAL*. 2017. №2 (848), август. С. 22–26.
23. Перехід України на відновлювану енергетику до 2050 року. За заг. ред. Ю. Огаренко та О. Алієвої. Київ: Вид-во ТОВ «АРТ КНИГА», 2017. 88 с.
24. Аполонский О.Ю., Орлов Ю.Н. Сравнительный анализ долгосрочных прогнозов развития энергетики. Часть II // Препринт ИПМ им. М. В. Келдыша. 2010. № 58. 26 с. URL <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?m=2010-58> (дата звернення: 01.09.2019).
25. Клименко В.В. Опыт генетических прогнозов мировой энергетики: можем ли мы предвидеть далёкое будущее? *Докл. РАН*. 2014. Т. 458, №4. С. 415–418.
26. Палагін О.В. Виступ. *Вісник НАН України*. 2018. № 4. С. 37–39.
27. Саух С.С. Проблеми математичного моделювання конкурентної рівноваги на ринку електроенергії. *Вісник НАН України*. 2018. № 4. С. 53–67.
28. НТЦ «ПСИХЕЯ» Psychea Expertus: разглядеть детали. *TERMINAL*. 2017. №2 (848), август. С. 35–36.
29. Геєць В.М. Розвиток та взаємодія економічної та енергетичної політики в Україні. *Вісник НАН України*. 2016. № 2. С. 46–53.
30. Долінський А.А., Басок Б.І., Базєєв Є.Т. Стратегія теплозабезпечення населених пунктів України. До обговорення проектів Енергетичної стратегії України на період до 2020, 2030 та 2035 року. *Вісник НАН України*. 2015. № 4. С. 98–105.

Стаття надійшла до редакції / Received 11.03.19

Статтю прорецензовано / Revised 14.03.19

Статтю підписано до друку / Accepted 24.06.19

Heyets, V.M.¹, Kyrylenko, O.V.², Basok, B.I.³, and Basyev, Ye.T.³

¹ Institute of the Economy and Forecasting, the NAS of Ukraine,
26, Panas Myrnoho St., Kyiv, 01011, Ukraine,
+380 44 280 1234, +380 44 280 8869, gvm@ief.org.ua

² Institute of Electrodynamics, the NAS of Ukraine,
56, Prosp. Peremogy, Kyiv, 03057, Ukraine,
+380 44 366 2625, +380 44 366 2686, ied1@ied.org.ua

³ Institute of Engineering Thermophysics, the NAS of Ukraine,
2, Bulakhovskogo St., Kyiv, 03164, Ukraine,
+380 44 424 9644, +380 44 424 3177, basok@ittf.kiev.ua

ENERGY STRATEGY ENERGY STRATEGY: PROJECTIONS (REVIEW)

Introduction. At the present stage of the development of Ukraine, in the face of challenges and risks, it is extremely important to shape the national energy policy.

Problem Statement. The energy development strategy of Ukraine shall provide for the transition from the import of raw materials to the energy-efficient development of the fuel and energy complex using the results of fundamental and applied research in the field of natural and socio-economic sciences, the domestic innovative potential and R&D projects.

Purpose. To overview the conceptual approaches related to forecasting (predicting, foresight) the life of society as a whole, and the development of power engineering, in particular.

Materials and Methods. A literary review of authoritative sources on methods for forecasting the development of power engineering, including that in Ukraine, has been presented.

Results. The research presents a retrospective look at the status of Ukraine's power engineering until the 1990s and in the period of independence of the state. It was emphasized that the energy strategies of Ukraine as adopted in 1996, 2006, and in 2013 did not reach their purposes and indicators even in the medium-term prospects. In 2017, Ukraine adopted the fourth energy strategy, with the following main targets: safety, energy efficiency, and competitiveness. The last (fourth) energy strategy (ES-35) was developed in extreme conditions, under the influence of global changes in the world energy trends and numerous challenges for the domestic power engineering. Illustrative energy development schemes that characterize the complexity of energy forecasting and the need to take into account a number of key factors have been presented. The energy strategy of Ukraine and, in particular the ES-35, will depend on "the energy contours of the new world", i.e. the energy trends and scenarios, as well as the global and local risks. The expected key parameters and indicators of the energy strategy may not coincide with the implemented values.

Conclusions. The energy strategy of Ukraine and, in particular, the ES-35, will depend on "the energy contours of the new world," i.e. the energy trends and scenarios, as well as the global and local risks. The expected key parameters and indicators of the energy strategy may not coincide with the implemented values.

Keywords: fuel and energy complex, energy strategy, forecasting, strategy implementation, management and monitoring, and roadmap.