

ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ НА ЕЛЕКТРИЧНУ ЕНЕРГІЮ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ UP-DOWN

Розглянуто питання прогнозування попиту на електричну енергію за допомогою методу UP-DOWN. Описано розрахунок попиту на електричну енергію до 2030 року, проведений за допомогою цього методу.

Ключові слова: електроенергія, попит, прогнозування, функція, електроємність ВВП, електроспоживання, екстраполяція.

Електроенергія являє собою один з найбільш значущих продуктів проміжного споживання країни і становить вагомую частку в витратах практично усіх галузей економіки. Прогнозування та планування економіки – це складний багатоступеневий та ітеративний процес, у ході реалізації якого повинно вирішуватися широке коло різних соціально-економічних та науково-технічних проблем. Прогнозування попиту на електроенергію – важливе питання енергетичного планування та політики. Це складне питання не тільки для країн, що розвиваються, у яких відсутні необхідні дані, підходящі моделі та інституціональний апарат, а й для промислово розвинених країн, у яких такі ускладнення відсутні.

Довгострокові прогнози динаміки споживання електричної енергії в Україні набувають особливої актуальності, оскільки вони є важливим компонентом концепцій, стратегій та планів довгострокового розвитку електроенергетики, а також основою збалансованого зростання різних секторів економіки у майбутньому. Тому ключовим показником при прогнозуванні попиту на електроенергію виступає такий показник енергетичної ефективності, як електроємність валового внутрішнього продукту.

У теорії та практиці планової діяльності за минулі роки накопичено значу кількість різноманітних методів розробки прогнозів та планів.

© Д.П. САС, 2013

За оцінками вчених, налічується більше 150 різних методів прогнозування, на практиці ж в ролі основних використовується лише 15–20. Розвиток засобів обчислювальної техніки надає можливість розширення обсягу методів прогнозування, що використовуються, та їх удосконалення.

Метою даної статті є висвітлення такого методу прогнозування потреби в енергоресурсах, зокрема в електроенергії, як метод UP-DOWN. Цей метод частково заснований на методі виявлення залежностей, в якому основним інструментом будь-якого прогнозу є схема прогнозування. Окремим випадком у класі моделей виявлення залежностей є екстраполяційні моделі. Їх сутність полягає у вивченні сталих тенденцій розвитку об'єкта прогнозу, що склалися у минулому і теперішньому часі, і переносі їх на майбутній час. Розрізняють формальну та прогнозну екстраполяцію. Формальна ґрунтується на припущенні про збереження в майбутньому минулих та теперішніх тенденцій розвитку об'єкта прогнозу, а при прогнозній екстраполяції фактичний розвиток узгоджується з гіпотезами про динаміку розвитку об'єкта, що досліджується, з урахуванням зміни впливу різноманітних факторів у перспективі. Необхідно зазначити, що методи екстраполяції застосовуються звичайно на початковому етапі прогнозування для визначення тенденцій зміни показників.

Метод UP-DOWN передбачає прогнозування попиту на електроенергію на верхньому макrorівні UP та на нижньому секторальному рівні DOWN. На рівні UP розробляється прогноз загальної електроємності ВВП шляхом апроксимації і екстраполяції функції електроємності ВВП, побудованої на основі ретроспективних даних. Також будується екстраполяційна функція для загального ВВП країни на задану перспективу. З використанням отриманих екстраполяційних значень електроємності ВВП та обсягів ВВП розраховується попит на електроенергію для макrorівня UP.

Прогнозування попиту на електроенергію на секторальному рівні Down передбачає розробку прогнозів обсягів виробництва та електроємності для окремих секторів національної економіки. На основі ретроспективних даних щодо споживання електроенергії та виробленого у секторі економіки ВВП шляхом апроксимації будується функція електроємності ВВП конкретного сектору і потім шляхом екстраполяції отримується значення електроємності ВВП для шуканого року. Аналогічно розробляється прогноз секторального ВВП. Просумувавши розраховані для секторального рівня значення попиту на електроенергію, можна отримати значення загальної потреби у електроенергії для рівня DOWN.

Обсяги попиту на електричну енергію, розраховані на рівнях UP і DOWN, як правило, відрізняються між собою. Для того щоб забезпечити збіжність результатів, необхідно проводити коригуючі розрахунки. Коригування забезпечується шляхом проведення ітераційних процедур, спрямованих на зближення прогнозних значень UP і DOWN.

З використанням зазначеного підходу, в межах визначення попиту на електроенергію до 2030 року, на рівні UP були побудовані екстраполяційні функції обсягів виробництва та електроємності ВВП на основі ретроспективних даних за 1999–2012 роки. Для побудови апроксимаційних та екстраполяційних функцій використовувались засоби MSExcel. В середовищі MSExcel для таких задач використовується метод найменших квадратів. Функції електроємності та обсягів виробництва ВВП наведено на рис. 1 і 2.

Показник R^2 на графіку являє собою величину достовірності апроксимації або так званий коефіцієнт детермінації. Він відображає долю дисперсії залежної змінної, що пояснюється вибраною функцією залежності. Він дорівнює одиниці мінус частка непоясненої дисперсії в дисперсії залежної змінної. Чим вищий цей показник (його найвище значення одиниця), тим достовірніша проведена апрок-

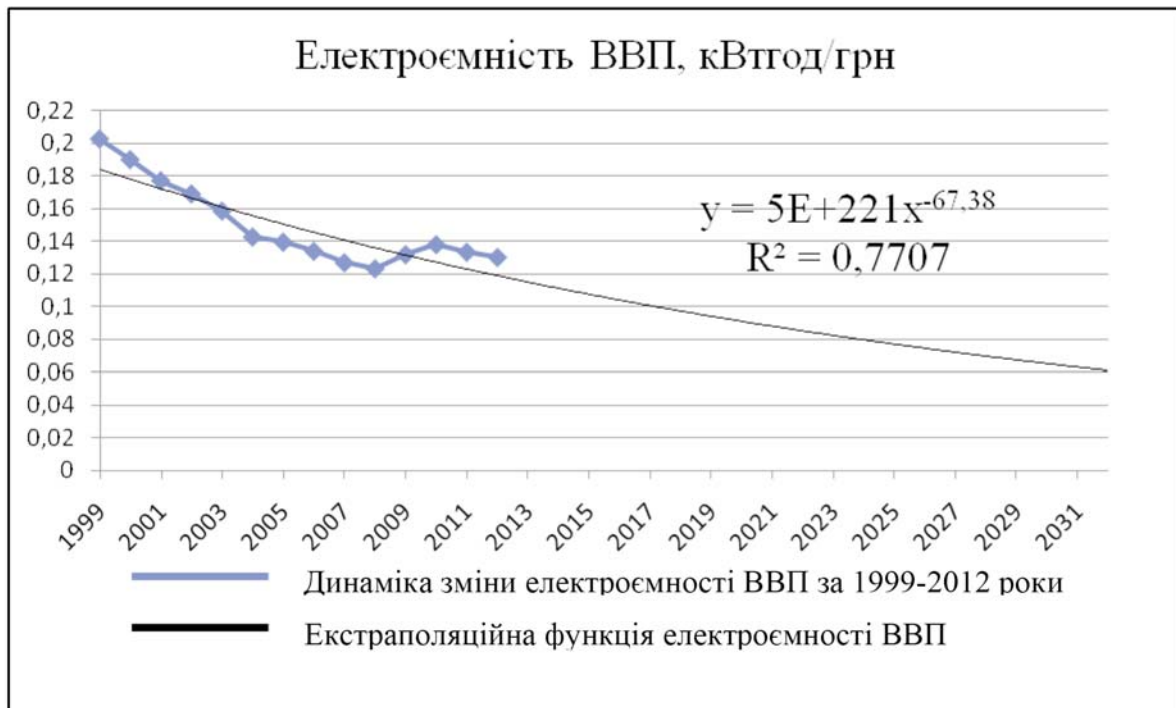


Рис. 1. Прогноз загальної електроємності ВВП до 2030 року/Рівень UP

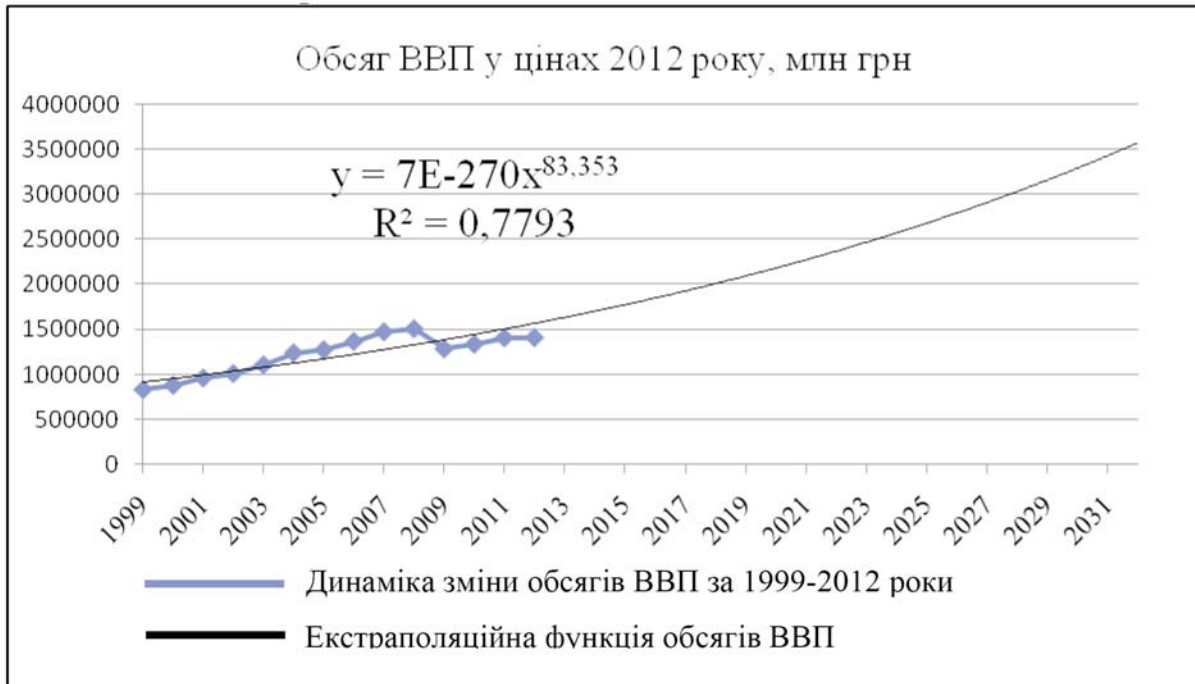


Рис. 2. Прогноз обсягу ВВП до 2030 року у цінах 2012 року/Рівень UP

симація. Значення R^2 повинно бути не меншим за 0,5 для того, щоб вибрана для апроксимації залежність могла вважатись прийнятною.

Грунтуючись на цих функціях, були розраховані значення обсягів виробництва та елек-

троємності ВВП на період до 2030 року, відповідно 3426 млрд грн у цінах 2012 року та 0,0692 кВт·год/грн, і було отримано значення попиту на електроенергію на 2030 рік для рівня U_p , яке дорівнює 348 млрд кВт·год.



Рис. 3. Прогноз електроємності промисловості до 2030 року/Рівень DOWN



Рис. 4. Прогноз електроспоживання сектору «Населення» до 2030 року/Рівень DOWN

На рівні DOWN були побудовані окремі екстраполяційні функції електроємності ВВП для таких секторів економіки: «Промисловість», «Сільське господарство», «Транспорт», «Будівництво» та «Інші непромислові споживачі». Функції електроємності ВВП для цих секторів були побудовані на основі ретроспективних даних за 2001–2011 роки. Розподіл ВВП за секторами був запозичений із Статистичного щорічника України за 2011 рік. У сектор «Промисловість» увійшли такі види економічної діяльності, як «Добувна промисловість», «Переробна промисловість» та «Виробництво і розподілення електроенергії, газу та води». До сектору «Інші непромислові споживачі» було віднесено такі види економічної діяльності: «Торівля; ремонт автомобілів, побутових виробів та предметів особистого вжитку», «Освіта», «Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги» та «Інші види економічної діяльності». На даному етапі розрахунків припускалося, що розподіл ВВП за секторами економіки залишиться таким самим, як і у 2011 році, останньому році, дані за який є доступними.

Для таких секторів кінцевого споживання електроенергії, як «Населення» та «Комунально-побутові споживачі», для яких розви-

ток попиту на електроенергію недоцільно прогнозувати шляхом екстраполяції електроємності ВВП, були розраховані екстраполяційні криві споживання електричної енергії. Вони ґрунтуються на даних з електроспоживання за 2000–2012 роки. Функція електроємності сектору «Промисловість» показана на рис. 3. Функцію електроспоживання сектору «Населення» наведено на рис. 4.

Після проведення розрахунків електроємності ВВП та обсягів споживання електричної енергії для окремих секторів, було визначено значення загального попиту на електроенергію для рівня DOWN. Воно становить 274 млрд кВт·год на 2030 рік.

Загальні результати розрахунків наведені у табл. 1.

У табл. 2 для порівняння наведені значення попиту на електроенергію в Україні на рівні 2030 року згідно з даними діючої (песимістичний сценарій) та оновленої (базовий сценарій) Енергетичної Стратегії України на період до 2030 року. Вибір базового сценарію оновленої Енергетичної Стратегії України на період до 2030 року зумовлений тим фактом, що розробка цього документа була завершена нещодавно, зокрема влітку 2013 року, тобто

Таблиця 1 – Порівняння результатів розрахунків на рівнях UP і DOWN

| Значення попиту на електроенергію на 2030 рік, млрд кВт·год/Рівень UP | Значення попиту на електроенергію на 2030 рік, млрд кВт·год/Рівень DOWN | Різниця, млрд кВт·год | Різниця у відсотках | Очікуване значення попиту на електроенергію на 2030 рік, млрд кВт·год після проведення уточнень і корекції |
|---|---|-----------------------|---------------------|--|
| 348 | 274 | 74 | 21,2 | 311 |

на даний момент базовий сценарій є найбільш імовірним варіантом розвитку країни, на погляд розробників документа, і доцільно використовувати для порівняння саме його. Вибір песимістичного сценарію замість базового сценарію попередньої редакції Енергетичної Стратегії України на період до 2030 року пояснюється тим, що цей документ було ухвалено у 2006 році, а розроблявся ще раніше і не враховував наслідків глобальної економічної кризи 2009 року, яка мала значний деструктивний вплив на економіку України. Економіка України навіть у 2012 році ще не вийшла на докризовий рівень 2008 року. Таким чином, у контексті попередньої редакції Енергетичної Стратегії України на період до 2030 року доцільно вибирати для порівняння песимістичний сценарій розвитку країни.

Подальші дослідження будуть спрямовані на узгодження значень попиту на електроенергію, отриманих на рівнях UP і DOWN. Процедура погодження буде виконуватись з урахуванням чинників впливу на попит в електричній енергії, найбільш важливими з яких є такі:

- вплив науково-технічного прогресу в

цілому у країні і в окремих секторах економіки (повна відмова від мартенівського способу виробництва та впровадження технології безперервного лиття у металургії, використання теплових насосів у теплоенергетиці, впровадження пилувугільних котлів на суперкритичних параметрах пари, впровадження енергетично-ефективних систем освітлення тощо);

- політичні рішення щодо форсування окремих секторів і технологій або структурної перебудови економіки (надання різного роду преференцій та заохочувальних стимулів для окремих секторів на кшталт «зелених тарифів», вибіркове пом'якшення оподаткування тощо);

- політичні рішення зовнішньополітичного значення (підтвердження Україною участі у другому періоді дії зобов'язань Кіотського Протоколу до Рамкової Конвенції ООН про зміну клімату, прийняття на себе різного роду зобов'язань відповідно до міжнародних стандартів і правил тощо);

- можливий вплив міжнародної ситуації на окремі сектори економіки (зміни в імпорті-експорті товарів та ін.);

- економічні обставини (різке підвищення цін на енергоносії та ін.).

Таблиця 2 – Порівняння результатів розрахунків з даними діючої та оновленої Енергетичної Стратегії України на період до 2030 року

| Загальний попит на електроенергію, розрахований за методом UP-DOWN, млрд кВт·год | Базовий сценарій оновленої Енергетичної Стратегії України до 2030 року, млрд кВт·год | Песимістичний сценарій Енергетичної Стратегії України до 2030 року, млрд кВт·год |
|--|--|--|
| 311 | 276 | 336 |

ВИСНОВКИ

1. Проведені розрахунки показали, що на рівні UP доцільно розглядати макрорівень економіки країни в цілому, а на рівні DOWN – секторальний поділ національної економіки.

2. Результати розрахунків дозволяють зробити висновок про те, що метод UP-DOWN доцільно використовувати у тих випадках, коли довжина ретроспективного (базового) періоду приблизно відповідає довжині прогнозного періоду.

3. Отримані результати розрахунків (значення попиту на електроенергію у обсязі 311 млрд кВт·год на 2030 рік) корелюються з базовим сценарієм оновленої Енергетичної

Стратегії України на період до 2030 року (276 млрд кВт·год на 2030 рік) і песимістичним сценарієм попередньої редакції Енергетичної Стратегії України на період до 2030 року (336 млрд кВт·год на 2030 рік).

4. Подальші дослідження будуть спрямовані на узгодження значень попиту на електроенергію, отриманих на рівнях UP і DOWN.

Надійшла до редколегії 25.10.2013

Рецензент

*Директор ІЗЕ НАН України,
академік НАН України, д-р техн. наук
М.М. Кулик*