

КОРЕЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ДИНАМІКИ ВАЛОВОГО ВНУТРІШНЬОГО ПРОДУКТУ І ПОКАЗНИКІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ

М. О. Круцяк

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
просп. Перемоги, 37, м. Київ-56, 03056, Україна. E-mail: m.Krutsyak@gmail.com

Проаналізовано роботи присвячені прогнозуванню попиту на електроенергію та виокремлено низку з них, що спираються на дані динаміки ВВП (валового внутрішнього продукту), як на основний чинник впливу на попит на електричну енергію. Запропоновано та розроблено програму для оцінювання тисноти кореляційного зв'язку між довірливими величинами з використанням техніки поглибленого кореляційного аналізу. Досліджено кореляційну залежність між ВВП (у ринкових цінах) України та обсягами споживання електричної енергії. Виявлено відсутність кореляційного зв'язку між досліджуваними величинами. Запропоновано та обґрунтовано при моделюванні замість обсягів ВВП та обсягів споживання ввести показники обсягів сукупного проміжного споживання галузями економіки (у постійних цінах з використанням таблиці «витрати-випуск») та обсягів нетто-споживання електроенергії. Доведено, що з використанням запропонованих показників можна покращити якість наданих прогнозів попиту на електричну енергію в Україні до 97%.

Ключові слова: моделювання, споживання, електроенергія, ВВП, України, попит, ринок.

КОРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ВАЛОВОГО ВНУТРЕННЕГО ПРОДУКТА И ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ УКРАИНЫ

М. О. Круцяк

Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»
просп. Победы, 37, г. Киев-56, 03056, Украина. E-mail: m.Krutsyak@gmail.com

Проанализированы работы, посвященные прогнозированию спроса на электроэнергию, и выделены некоторые из них, где данные о динамике объемов ВВП (валового внутреннего продукта) использовались как основной фактор влияния спроса на электрическую энергию. Предложено и разработано программу оценивания тесноты корреляционной зависимости между произвольными величинами с использованием техники углубленного корреляционного анализа. Исследована корреляционная зависимость между объемами ВВП (в рыночных ценах) Украины и объемами потребления электрической энергии. Установлено отсутствие корреляционной связи между исследуемыми величинами. Предложено и обосновано для задач моделирования вместо объемов ВВП и объемов потребления ввести показатели суммарного промежуточного потребления секторами экономики (в постоянных ценах и с использованием таблицы «издержки-выпуск») и объема нетто-потребления электроэнергии. Доказано, что с использованием предложенных показателей можно достичь улучшения качества прогнозов спроса на электрическую энергию в Украине с точностью более чем в 97%.

Ключевые слова: моделирование, потребление, электроэнергия, ВВП, Украина, спрос, рынок.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Технічний прогрес, з одного боку, був важливим чинником трансформації економічних систем. Завдяки знанням про те, як він протікає та на якому етапі перебуває, можна оцінити потенційно можливі результати зміни самої економічної системи. У будь-якому випадку середовище функціонування економічних систем не можна вважати стаціонарним, особливо тоді, коли, з другого боку, сама система перебуває в умовах інтеграції й відповідної трансформації. Це призводить як до зміни усталених концепцій функціонування економічних систем, так і до зміни взаємозв'язку між різними чинниками.

Схожу ситуацію можна спостерігати на вітчизняному ринку електроенергії, на якому, окрім зміни ендегенних чинників (зміна правил функціонування ринку, зміна законодавства у рамках євроінтеграційних процесів, зміна споживчої поведінки тощо), помітні суттєві зміни екзогенних чинників (значні демографічні та соціально-економічні зміни, переорієнтація національної економіки тощо). За таких умов, економіко-математичне моделювання ринку з метою адекватного прогнозування обсягів попиту потребує перегляду та вдосконалення, адже низка ключових чинників упродовж останнього часу змі-

нила характер свого впливу та загальну вагу, найбільш ваговим серед яких є динаміка внутрішнього валового продукту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Від початку становлення економіко-математичного моделювання, який часто ототожнюють зі створення плану ДЕЕЛРО (рос. ГОЭЛРО) в СРСР на початку минулого століття [1], найбільш вагомим чинником зміни обсягів споживання електричної енергії вважалася зміна ВВП (при цьому слід наголосити про плановість економіки, низькі рівні інфляційних коливань, ізолюваність від світу). З тих пір запропонована економіко-математична модель неодноразово змінювалася, доповнювалася, вдосконалювалася, адаптувалася, але базова концепція, що пов'язана з тиснотою кореляційного зв'язку між змінами обсягів виробництва товарів і послуг національною економікою та обсягами енергетичного споживання не зазнавала змін.

Так, навіть за теперішніх умов функціонування ринку електричної енергії більшість профільних відомств й установ не відійшли від усталеної практики, хоч при цьому значна кількість науковців і приділяла необхідну увагу посиленню впливу низки, відмінних від ВВП, чинників на обсяги споживання.

Серед них: Войтко С. [2, 3], Дячук О. [4], Кайтець Ф. [5], Бондар-Підгурська О. [6], Манева Р. [7], Подолець Р. [4], Сас Д. [8] та багато інших.

Метою статті є наукове обґрунтування зміни основних показників економіко-математичної моделі прогнозування попиту на електричну енергію з метою покращення якості прогнозів обсягів попиту на ринку електричної енергії.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ. Теоретичним і методологічним підґрунтям дослідження послужили праці вітчизняних та іноземних науковців, присвячені прогнозуванню попиту на ринку електричної енергії. Дослідження виконане: із застосуванням методів теоретичного узагальнення, статистичного, компаративного та кореляційного аналізу; за допомогою пакету прикладних програм *Microsoft Excel* і мови програмування *Visual Basic for Applications (VBA)*.

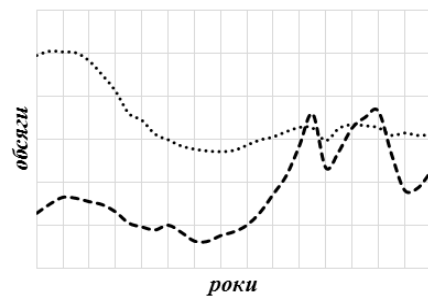
Ринок електричної енергії від самого моменту його утворення зазнавав постійних змін. Часом значних, часом - навпроти, незначних. Причин таких змін можна назвати безліч, особливо, якщо звернутися до положень концепції системного аналізу [9], згідно з якими не існує такого чинника, який безпосередньо або опосередковано не впливав би на досліджуваний об'єкт, яким у нашому дослідженні виступає ринок електричної енергії.

З цієї метою численну кількість чинників намагалися обмежити до такої кількості, з якою, достатньою мірою, можна було зручно працювати без надмірних витрат ресурсів і часу. Так, у результаті використання методу кореляційного аналізу, всю множину чинників вдалося звести до одного — до ВВП, при цьому коефіцієнт кореляції між динамікою ВВП і динамікою обсягів споживання (відповідно, обсягів попиту) електричної енергії сягав 90%, а тому припускалося, що вплив інших чинників є несуттєвим.

Однак, за сучасних умов функціонування ринку електричної енергії, коли все національне господарство вже здійснило перехід до ринкових принципів функціонування, а відповідний процес потрясіння унаслідок такого переходу вже минув, прогнозування обсягів попиту на електричну енергію не втратило свого значення, а, відповідно, потребує вдосконалення за рахунок включення до економіко-математичної моделі інших чинників впливу або їх заміни. Так, на рис. 1 наведено динаміку споживання електричної енергії вітчизняною економікою та ВВП України (у поточних цінах) як ключового чинника впливу за період 1987-2017 років.

Через наявність, у першу чергу, значних валютних коливань упродовж всього періоду дослідження, значних темпів інфляції, зміни споживчих запасів тощо, кореляційний зв'язок між досліджуваними величинами де-факто є відсутнім (становить -0,003), а тому було вирішено ввести замість показника ВВП (у ринкових цінах) показник сукупного проміжного споживання всіма секторами економіки (розрахованого на основі даних таблиці «витрати-випуск») з урахуванням торговельного сальдо (як сума експорту та імпорту товарів і послуг) та «кінцевих споживчих витрат» домашніх домогосподарств і сектору загального державного управління (користуючись

термінологією СНР [10] та європейського стандарту ESA-2010 [11]), та привести до постійних цін — до цін 2010 року з використанням дефлятора ВВП.



--- ВВП у поточних цінах, млрд дол.
 Споживання електроенергії, млн кВт·год

Рисунок 1 – Динаміка ВВП України, млрд дол. (у поточних цінах), та відповідних обсягів споживання електричної енергії, млн кВт·год, 1987-2017 рр. (коефіцієнт кореляції становить -0,003)

Динаміку запропонованих показників, - сукупного проміжного споживання секторами економіки України у постійних цінах (у цінах 2010 року) та обсягів споживання електричної енергії вітчизняною економікою за аналогічний період (на основі даних Державної служби статистики України та Світового Банку), - зображено на рис. 2.

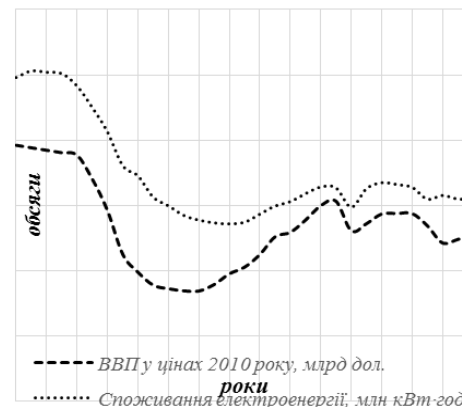


Рисунок 2 – Динаміка сукупного проміжного споживання секторами України, млрд дол. (у цінах 2010 року), та відповідних обсягів споживання електричної енергії, млн кВт·год, 1987-2017 рр. (коефіцієнт кореляції становить 0,8703)

У подальшому дослідженні для досягнення поставленої мети графо-аналітичний метод вважається неефективним, а тому автором запропоновано скористатися методом кореляційного аналізу. Проте, за даної постановки задачі його пряме використання є дещо ускладненим, тому запропоновано скористатися прикладним пакетом програм *Microsoft Excel* та мовою програмування *Visual Basic for Applications (VBA)*.

З їх використанням написана програма очищення часових рядів динаміки, частина лістингу та інтерфейс якої наведені на рис. 3 і рис. 4. Дана програма працює за наступним алгоритмом:

- 1) після вибору даних для аналізу та заповнення таблиці параметрів програми (наявна опція вибору контрольних точок) програма здійснює обчислення коефіцієнту кореляції;
- 2) методом послідовного перебору даних програма виключає із вибірки одне значення та здійснює обчислення коефіцієнту кореляції для всієї вибірки за виключення цього значення;
- 3) після обчислення коефіцієнту кореляції для новосформованої вибірки (за виключення цього зна-

- чення) повертає його та виключає інше, після чого повторно здійснює обчислення коефіцієнту кореляції;
- 4) у такий спосіб проводиться формування нових вибірок і відповідне обчислення коефіцієнтів кореляції для них до тих пір, поки всі значення початкової вибірки даних не будуть виключені з неї по одному разу;
- 5) таким чином формується таблиця вихідних даних, що містить дані про досліджуванні величини та відповідні їм зміни кореляції, у разі виключення яких буде мати вибірка даних.

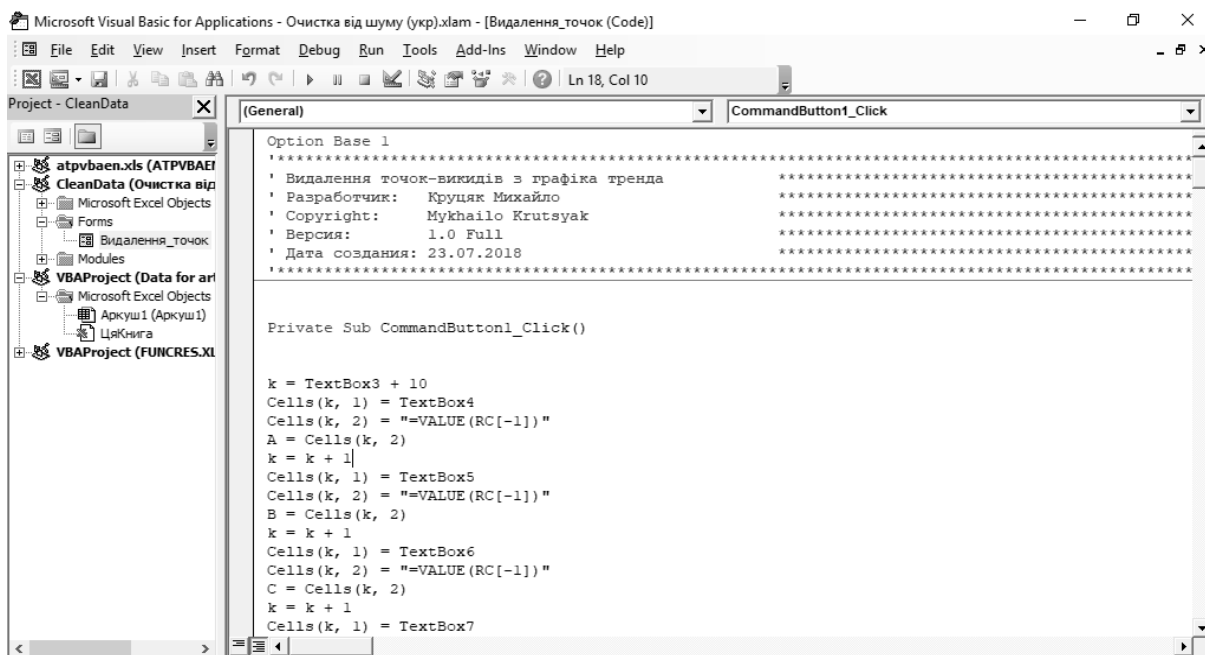


Рисунок 3 – Частина лістингу програми очищення часових рядів динаміки на мові VBA для оцінювання тісноти кореляційного зв'язку

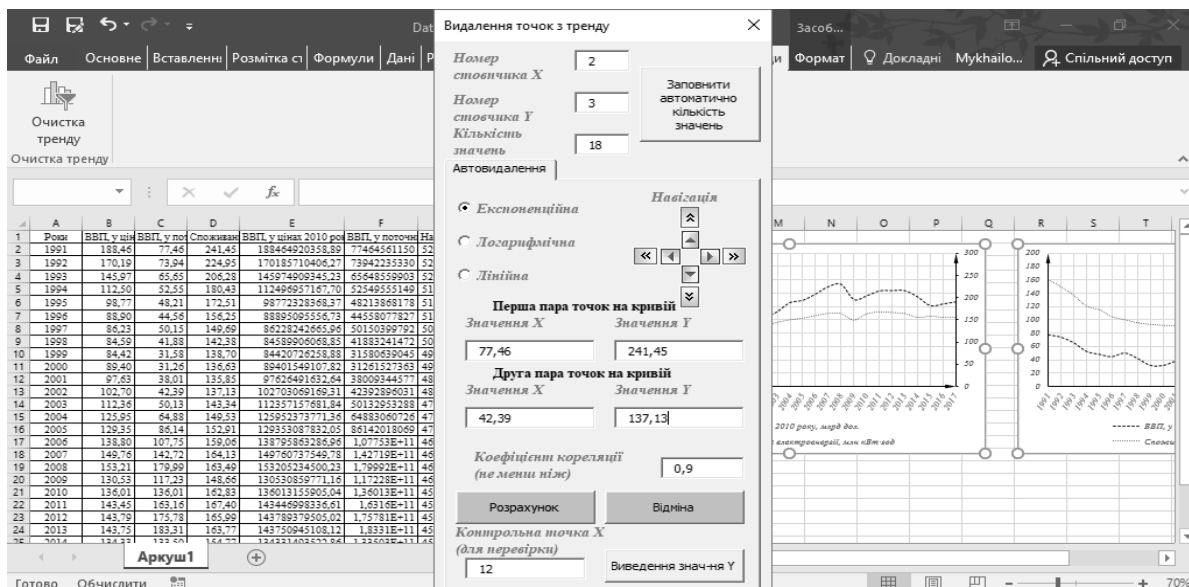


Рисунок 4 – Інтерфейс програми очищення часових рядів динаміки на мові VBA для оцінювання тісноти кореляційного зв'язку

Також за допомогою даної програми можна здійснити очищення часових рядів динаміки від значень, що не задовольняють наперед заданим умовам, попередньо задавши значення мінімального (гранич-

ного) показника кореляції, форму (рівняння) лінії тренду часового ряду та контрольні точки.

Результати розрахунку, виконані в авторській програмі, представлені графічно на рис. 5. Їх можна трактувати наступним чином: на першій ітерації

роботи програми було обчислено коефіцієнт кореляції для заданої вибірки (1987-2017 рр.), який становить 0,8703, на другій - після виключення даних за 1987 рік коефіцієнт кореляції для новосформованої вибірки (1988-2017 рр.) становив 0,853, що на 0,018 менше за значення для початкової вибірки (1987-2017 рр.); на третій - повторюються операції другої ітерації, тільки над даними наступного у вибірці року - 1988, і так далі. Це надає змогу стверджувати, що вплив обсягів споживання електроенергії, наприклад, за 1987 рік загалом збільшує значення кореляції за увесь досліджуваний період, а обсяги 1995 і 2008 - навпаки. На підставі цього, можна говорити про наявність впливу низки інших чинників, що мають помітний вплив на обсяги попиту або споживання електроенергії в Україні, оскільки останні, у даному випадку, лише на 85,3-88,5% залежать від сукупного проміжного споживання секторами національної економіки (у цінах 2010 р.).

З урахуванням викладеного вище, автором запропоновано дещо змінити методикку, привівши обсяги споживання електричної енергії в Україні (далі бруто-споживання) до показника, що відрізняється від попередньо прийнятого нами на величину обсягів експорту електроенергії (але з урахуванням імпорту з метою покриття власних потреб), на величину обсягів перетоку (у випадку використання магістральних електричних мереж України для транзиту), на величину втрат у електричних лініях та на обладнанні. Використання приведенного показника обсягів споживання (тут і далі - нетто-споживання) надає можливість як кількісно, так і якісно охарактеризувати зміни у технологіях виробництва, впровадження політики енергозбереження, енергоефективних технологій тощо. Більш того, використання показника нетто-споживання не викликає появи помилки мультіколінеарності, оскільки коефіцієнти парної кореляції не перевищують 0,32 (загальноприйняте порогове значення має становити принаймні 0,6 [12]), що, у свою чергу, вказує на відсутність тісного взаємозв'язку між величинами, включеними до цього показника, а, відповідно, не потребує додаткового їх тестування. Але за необхідності можна перейти до темпів їх приростів [12], що зводить коефіцієнт парної кореляції цих величин до значення, що не перевищує 0,004. Результати такого приведення наведено у табл. 1 та на рис. 6.

У результаті такого приведення вдалося отримати таке значення коефіцієнта кореляції досліджуваної залежності, яке вказує на те, що більш ніж на 97% обсяги нетто-споживання на електричну енергію в Україні залежать від показників розвитку економіки, а саме сукупного проміжного споживання секторами України (у постійних цінах), і менш ніж на 3% від впливу інших чинників, визначення яких, наразі, є суттєво ускладненим (для їх ідентифікації найбільш прийнятним було б застосування штучних нейронних мереж). При цьому упродовж всього періоду дослідження для кожного року залежність між досліджуваними величинами коливається у межах, що не перевищують 1%.

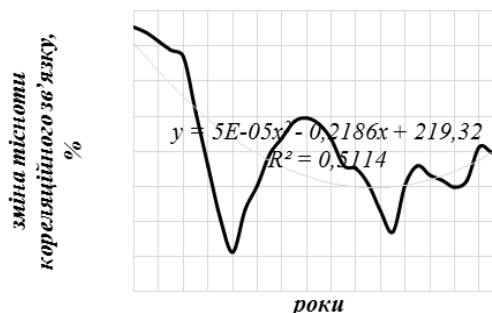


Рисунок 5 – Візуалізація відхилень у кореляційній матриці досліджуваних величин

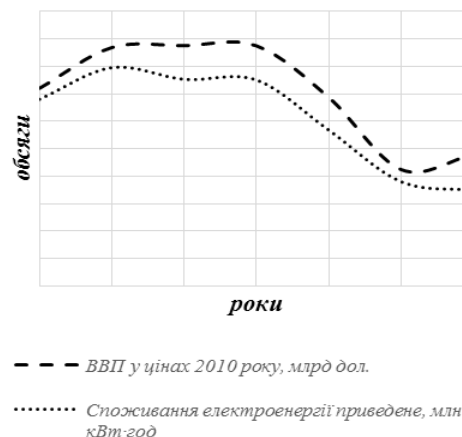


Рисунок 6 – Динаміка сукупного проміжного споживання секторами України, млрд дол. (у цінах 2010 року), та відповідних обсягів нетто-споживання електричної енергії, млн кВт·год, 2010-2016 рр. (коефіцієнт кореляції становить 0,977)

У результаті такого приведення вдалося отримати таке значення коефіцієнта кореляції досліджуваної залежності, яке вказує на те, що більш ніж на 97% обсяги нетто-споживання на електричну енергію в Україні залежать від показників розвитку економіки, а саме сукупного проміжного споживання секторами України (у постійних цінах), і менш ніж на 3% від впливу інших чинників, визначення яких, наразі, є суттєво ускладненим (для їх ідентифікації найбільш прийнятним було б застосування штучних нейронних мереж). При цьому упродовж всього періоду дослідження для кожного року залежність між досліджуваними величинами коливається у межах, що не перевищують 1%.

Таким чином, з метою покращення якості прогнозування попиту на ринку електричної енергії доведено використання в економіко-математичній моделі ретроспективних даних обсягів, так званого, нетто-споживання взаємін бруто-споживання, що за вирахуванням обсягів експорту, втрат і перетоків є рівні між собою, та сукупного проміжного споживання секторами України (у постійних цінах) взаємін обсягів ВВП. У результаті заміни одного показника на інший вдалося досягти покращення коефіцієнта кореляції до 0,977.

Таблиця 1 – Результати приведення та кореляційного аналізу досліджуваних величин за період 2007-2016 рр.*

Показники	Роки							Коефіцієнт кореляції для періоду 2010-2016 рр.
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
Сукупне проміжне споживання секторами України, у цінах 2010 року, млрд дол.	136,0	143,5	143,8	143,8	134,4	121,2	124,0	-
Обсяги споживання електричної енергії в Україні (до приведення), млн кВт·год	162,8	167,4	166,0	163,8	154,8	157,6	154,8	-
Обсяги споживання електричної енергії в Україні (після приведення), млн кВт·год	134,0	139,8	137,7	137,5	128,4	119,0	117,4	-
Відхилення коефіцієнта кореляції до приведення	-0,004	0,034	0,037	0,005	-0,118	-0,051	0,070	0,814
Відхилення коефіцієнта кореляції після приведення	-0,008	0,002	0,001	0,001	-0,002	0,001	-0,001	0,977

* Примітка: через відсутність даних за період 1987-2009 рр. розрахунки були проведені лише для періоду 2010-2016 рр.

ВИСНОВКИ. Проведене дослідження надає можливість стверджувати про відсутність тісного взаємозв'язку між обсягами ВВП (у ринкових цінах) та обсягами споживання електричної енергії в Україні, що надає підстави відмовитися від їх використання в економіко-математичному моделюванні. Однак, здійснивши перехід від ВВП (у ринкових цінах) до показника сукупного проміжного споживання всіма секторами економіки (у постійних цінах), кореляційний зв'язок між досліджуваними показниками суттєво посилюється, але, при цьому, залишається помітний резерв впливу інших чинників.

Тому, з метою значного підвищення якості прогнозів при моделюванні, запропоновано знайти інші предикативні чинники впливу на обсяги попиту, серед яких: обсяги експорту, імпорту, перетоків і втрат в електричних лініях та на обладнанні, що за врахуванням обсягів споживання електричної енергії надають можливість введення до моделі нового показника – показника обсягів, так званого, нетто-споживання. Таким чином, у результаті заміни існуючого показника на показник нетто-споживання вдалося значно посилити кореляційну залежність, зменшивши при цьому резерв впливу всіх інших, неврахованих, чинників до менш ніж 3%.

Напрямок подальших досліджень: виходячи з мети даної роботи та отриманих результатів, у подальшому пропонується з метою покращення якості прогнозів попиту на електричну енергію перейти від їх річних обсягів до обсягів на часових інтервалах зі значно меншою дискретністю — до обсягів сезонного, місячного та добового (залежно від місяця та сезону) попиту. роки, обсяги, зміна тісноти кореляційного зв'язку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Тимошенко А. И. Мобилизационная стратегия в Российской государственной политике: закономерность или историческая необходимость?. *ЭКО*, 2010, 3. С. 172–184.
2. Войтко С. В., Сапсай К. В. Чотирьохкомпонентний компаративний статичний аналіз енергетичної сфери країн «Великої сімки» та країн «Великої

двадцятки». *Зб. наук. праць Харківського національного автомобільно-дорожнього університету*. Харків, 2015. С. 117–122.

3. Рокало Я. Б., Войтко С. В. Огляд окремих індикаторів та показників енергетичної сфери для України. *Сучасні тенденції розвитку світової економіки: зб. матеріалів 6-ої Міжнар. наук.-практ. конф. (23.05.2014 р.)*. Харків, 2014. С. 30–32.

4. Дячук О., Чепелев М., Подолець Р., Трипольська Г. *Перехід України на відновлювану енергетику до 2050 року*. Київ: Вид-во ТОВ «АРТ КНИГА», 2017. 88 с.

5. Kaytez M. Forecasting electricity consumption: A comparison of regression analysis, neural networks and least squares support vector machines. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, Volume 67, May 2015, P. 431–438.

6. Бондар-Підгурська О. В. Розробка концептуальної моделі системи управління сталим інноваційним соціально-орієнтованим розвитком економіки України. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. Кременчук: Кременчук, КрНУ. Вип. 6(2), 2015. С. 25–32.

7. Манева Р. И., Шевченко С. В. Прогнозирование потребления электроэнергии на основе нечетких продукционных правил. [Електронний ресурс]. URL: <http://archive.kpi.kharkov.ua/files/34017/> (дата звернення 30.10.2018).

8. Сас Д. П. Прогнозування попиту на електричну енергію за допомогою методу up-down. [Електронний ресурс]. URL: http://pge.org.ua/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=25&language=ua (дата звернення 30.10.2018).

9. Згуровський М. З., Панкратова Н. Д. Системний аналіз: проблеми, методологія, застосування. К.: Наук. думка, 4. 2005. 744 с.

10. Концепція розвитку системи національних рахунків. База даних «Законодавство України» ВР України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/413-2002-%D1%80> (дата звернення: 08.02.2012).

11. European system of accounts ESA 2010. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013.

12. Наконечний С. І., Жлуктенко В. І., Жлоктянова Н. К., Савіна С. С., Колодінська О. В. Економетрія. Київ: вид-во Європ. ун-ту, 2005. 552 с.

трія. Київ: вид-во Європ. ун-ту, 2005. 552 с.

CORRELATION ANALYSIS OF GDP DYNAMICS AND INDICATORS OF UKRAINE'S ELECTRIC POWER ENGINEERING FUNCTIONING

M. Krutsyak

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"
prosp. Peremohy, 37, Kyiv-56, 03056, Ukraine. E-mail: m.krutsyak@gmail.com

Purpose. The purpose of the article is to prove efficiency of using another basic factors (other than GDP and volumes of electricity consumption) in the economic-mathematical models for electricity demand forecasting in order to improve the quality of predictions in the electricity market. **Methodology.** The research is carried out using the methods of theoretical generalization, statistical, comparative and correlation analysis; using the *Microsoft Excel* application and the *Visual Basic for Applications (VBA)* programming language. **Results.** The generally accepted assumption (from the beginning of the last century in the USSR, where were no significant currency and inflationary fluctuations and market relations) about concerning the tightness of correlations between GDP volumes (in market prices) and volumes of electricity consumption was refuted in the research. This assumption was verified using advanced analysis techniques (in a program written by the author in *VBA* for use in the *Microsoft Excel* application). That's why a series of static data was analyzed that eventually could lead to an improvement of this dependence, which is why it is decided to replace the indicators in this study: GDP volumes (in market prices) to the total intermediate consumption by sectors of the economy (using input-output balance table; in constant prices), and volumes of electricity consumption to the net electricity consumption (taking into account losses in electric lines and auxiliaries and volumes of electricity import-export). As a result of this replacement, the correlation coefficient was improved from 81.4% to 97.7%, while the influence of not included factors was reduced to less than 3%. **Originality.** For the first time, we have carried out the research of influence of different factors on the electricity demand in Ukraine and using technique of advanced correlation analysis proved the possibility of applying the proposed indicators to improve the quality of demand on electricity market predictions. **Practical value.** The experimental studies have confirmed the possibility of use proposed by the author indicators for forecasting demand on electricity market in Ukraine with adequacy 97.7%. References 12, tables 1, figures 6.

Key words: modeling, electricity, consumption, GDP, Ukraine, demand, market.

REFERENCES

1. Timoshenko, A. I. (2010), *Mobilizatsionnaya strategiya v Rossiyskoy gosudarstvennoy politike: zakonernost ili istoricheskaya neobkhodi-most?* [Mobilization strategy in the Russian state policy: regularity or historical necessity?], EKO, pp. 172-184.
2. Voitko, S. V., Sapsai, K. V. (2015), *Chotyrokhh-komponentnyi komparatyvnyi statychnyi analiz enerhetychnoi sfery krain «Velykoi simky» ta krain «Velykoi dvadtsiatky»* [Four-component comparative static analysis of the energy sector of the G7 and the G20], Zb. nauk. prats Kharkivskoho natsionalnoho avtomobilno-dorozhnoho universytety [Collection of scientific works of Kharkiv National Automobile and Road University], № 1(8), vol. 2, KHNADU, Kharkiv, pp. 117-122.
3. Rokalo, Y. B., Voitko, S. V. (2014), *Ohliad okremykh indyktoriv ta pokaznykiv enerhetychnoi sfery dlia Ukrainy* [Overview of individual energy sector indicators and indicators for Ukraine], Suchasni tendentsii rozvytku svitovoi ekonomiky : zb. materialiv 6-oi Mizhnar. nauk.-prakt. konf. (23.05.2014) [Contemporary trends in the development of the world economy: materials of the 6th International science-practice conf. (23.05.2014)], KHNADU, Kharkiv, pp. 30-32.
4. Diachuk, O., Chepeliev, M., Podolets, R., Trypolska, G. (2017), *Perekhid Ukrainy na vidnovliuvanu enerhetyku do 2050 roku* [Ukraine's transition to renewable energy by 2050], ART BOOK, Kyiv, 88 p.
5. Kaytez, M. (2015), Forecasting electricity consumption: A comparison of regression analysis, neural networks and least squares support vector machines, *International Journal of Electrical Power & Energy Systems* (Vol. 670), pp. 431-438.
6. Bondar-Pidhurska, O. B. (2015), Development of the conceptual model of the management system of the innovative innovative socially-oriented development of the Ukrainian economy, *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*, Vol. 6 (95), part 2.
7. Maneva, R. I., Shevchenko, S. V., *Prohnozyrovanye potreblenyia elektroenerhyy na osnove nechetykhh produktsyonnykh pravyl* [Forecasting electricity consumption based on fuzzy production], URL: <http://archive.kpi.kharkov.ua/files/34017/>.
8. Sas, D. P. *Prohnozuvannia popytu na elektrychnu enerhiu za dopomohoiu metodu up-down* [Projection of demand for electric energy by the method of up-down], URL: http://pge.org.ua/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=25&lang=ua.
9. Zghurovskyi, M. Z., Pankratova, N. D. (2005), *Systemnyi analiz: problemy, metodolohiia, zastosuvannia* [System analysis: problems, methodology, zasosuvannia.]. K.: Nauk. Dumka (vol. 4), 744 p.
10. *Kontseptsiia rozvytku systemy natsionalnykh rakhunkiv* (2002) [Conceptual development of the national security system], «Zakonodavstvo Ukrainy» VR Ukrainy database. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/413-2002-%D1%80>.
11. European system of accounts ESA 2010, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013.
12. Nakonechniy, S. I., Zhluktenko, V. I., Zhloktianova, N. K., Savina, S. S., Kolodinska, O. V. (2005), *Ekonometriia* [Econometrics], vyd-vo Yevrop. un-tu, Kyiv, 552 p.

Стаття надійшла 24.09.2018.