

Електронний журнал «Ефективна економіка» включено до переліку наукових фахових видань України з питань економіки (Категорія «Б», Наказ Міністерства освіти і науки України № 975 від 11.07.2019). Спеціальності – 051, 071, 072, 073, 075, 076, 292. Ефективна економіка. 2023. № 5.

DOI: <http://doi.org/10.32702/2307-2105.2023.5.24>

УДК 330.3

*Б. Ю. Кишакевич,
д. е. н., професор, професор кафедри математики та економіки,
Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5721-8543>
С. Є. Настьошин,
аспірант,
Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6259-7357>*

ВПЛИВ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ НА ЕКОНОМІЧНЕ ЗРОСТАННЯ КРАЇН ЄВРОПИ

*B. Kyshakevych,
Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor of the Department of
Mathematics and Economics, Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University
S. Nastoshyn,
Postgraduate student, Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University*

INFLUENCE OF ENERGY EFFICIENCY ON THE ECONOMIC GROWTH OF EUROPEAN COUNTRIES

У статті побудовано економетричні моделі оцінювання ключових макроекономічних показників 38 країн Європи, які дозволяють визначити яким чином енергоефективність впливає на економічне зростання в цих країнах. Було показано, що на основі побудованих моделей оцінки ключових макроекономічних показників, які характеризують рівень економічного розвитку країн Європи можна зробити висновок, що підвищення енергоефективності загалом позитивно впливає на економічне зростання в цих країнах. Проведений аналіз наукової літератури показав, що така залежність

спостерігається здебільшого в економічно розвинутих країнах чи окремих регіонах, тоді як в менш розвинutih така тенденція не прослідковується. Було показано, що частка електроенергії в загальному кінцевому споживанні енергії у світі та Європі постійно зростає і справляє позитивний вплив на величину ВВП на душу населення країн Європи.

The article builds econometric models for evaluating key macroeconomic indicators of 38 European countries, which allow determining how energy efficiency affects economic growth in these countries. It was shown that on the basis of the constructed models of assessment of key macroeconomic indicators that characterize the level of economic development of European countries, it can be concluded that increasing energy efficiency generally has a positive effect on economic growth in these countries. The analysis of the scientific literature showed that such dependence is observed mostly in economically developed countries or individual regions, while such a trend is not observed in less developed ones. It was shown that the share of electricity in the total final energy consumption in the world and Europe is constantly growing and has a positive effect on the GDP per capita of European countries. It was stressed that European countries are building their energy policy so that during this decade they will completely abandon coal in electricity generation. The positive impact of CO₂ emission intensity on GDP growth was discussed. It was shown that it means that less economically developed countries, which are characterized by high CO₂ emission intensity, also experience large GDP growth rates. The explanatory variables in the model for estimating GDP per capita were the share of exports in GDP, energy intensity of GDP and gross electricity generation per capita. The determinants of energy efficiency in European countries were found on the basis of one of three models: models based on a pool of data, panel regression models with fixed or random effects. The Eviews program was used to build econometric models and conduct the corresponding statistical tests. To select the variables of the regression model, a stepwise regression method, in which the factors are included in the model one by one until it becomes satisfactory, was implemented. The order of inclusion of the factor was determined on the basis of the correlation coefficient of the independent and dependent variables. To determine the priority between the panel model with fixed effects and the pool model with a common constant, the Wald test was used, which checks the non-zero regression coefficients.

Ключові слова: енергоефективність, енергоємність ВВП, економічне зростання, ВВП на душу населення, панельна регресія, виробництво електроенергії, первинна енергія.

Keywords: energy efficiency, energy intensity of GDP, economic growth, GDP per capita, panel regression, electricity production, primary energy.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Вплив енергоефективності на економічне зростання країни останнім часом став предметом постійних дискусій, причому щодо цього питання ще не сформовано єдиного підходу. Економічне зростання зазвичай ототожнюють із збільшенням та якісним покращенням за аналізований період результатів виробництва та його ключових факторів. Економічне зростання кількісно характеризує зміну показників економічної системи країни: зростання ВВП, обсягів споживання, виробництва, доходів населення, капітальних інвестицій тощо. Підвищення рівня енергоефективності може принести користь всій економіці, впливаючи напряду або опосередковано на економічну діяльність, яка вимірюється зазвичай через валовий внутрішній продукт, рівень зайнятості, торговельний баланс та ціни на енергоносії. Незважаючи на наявність значної кількості наукових публікацій, присвячених даній проблематиці, вплив політики енергоефективності на макроекономічні показники все ще потребує кращого розуміння та систематичного аналізу.

Аналіз останніх наукових досліджень і публікацій. Проблемам вивчення впливу енергоефективності на економічне зростання присвячено чимало наукових публікацій, серед яких слід виділити роботи К. Адома, М. Аграді, А. Велуззі [1], К. Су, К. Янг, Дж. Жанг, Дж. Ян [2], Глуха Г.Я.[3], Пушак Я. Я., Лагодієнко В. В. [4], Л. Джіродет, А. Міссемер [7], М. Високінські, Д. Домагала, А. Громада, М. Головка [8] та інших. У статті [2] модель Малмквіста – Люенбергера (DDF-GML) була використана для оцінювання рівнів енергоефективності 30 провінцій Китаю з 2000 до 2017 року. Отримані у цій роботі результати показують, що енергоефективність загалом зростає з

кожним роком, проте підтримувані маркетингом цілі економічного зростання перешкоджають підвищенню енергоефективності, спотворюючи ринковий підхід. Крім того, існує значна регіональна неоднорідність впливу цілей економічного зростання на енергоефективність. Гальмуючий ефект цілей економічного зростання на енергоефективність у східному регіоні більший, ніж у центральному та західному регіонах [2].

Проблемі знаходження зв'язку між енергоефективністю та економічним розвитком присвячено чимало публікацій. М. Високінські та інші в роботі [8] провели аналіз економічної та енергетичної ефективності сільського господарства у країнах Європейського Союзу за період до 2016 року. Для аналізу було використано Data Envelopment Analysis (DEA) метод, зокрема модель CCR (Charnes, Cooper and Rhodes), орієнтована на мінімізацію вхідних даних. Оцінку соціально-економічного розвитку країн ЄС проводилось індексу людського розвитку та валового внутрішнього продукту (ВВП) на душу населення (у доларах США на душу населення). Економічна ефективність сільського господарства в країнах ЄС у 2016 р. яка знаходилася на високому рівні – DEA досяг 0,67. Також було встановлено, що поряд із соціально-економічним розвитком у країнах ЄС підвищується економічна та енергетична ефективність сільського господарства.

Л. Джіродет та А. Місмер у роботі [7] проаналізували економічну літературу починаючи з середини XIX ст. стосовно виявлення ключових історичних аспектів впливу енергоефективності на економіку. Авторами було виділено три періоди: класичний, орієнтований на так званий ефект відскоку від 1860-х років до американського інституціоналізму у середині 20 століття; сучасну епоху, відзначену зростанням концепції розриву в енергоефективності з 1970-х до 1990-х років; сьогодення, зосереджене на концепції розриву в енергетичних показниках з початку 2000-х років. Авторами було виявлено, що переходи між фазами тісно пов'язані зі змінами у соціальних проблемах, від виснаження ресурсів у класичну епоху до енергетичної безпеки в сучасну епоху та зміни клімату в сьогоденні. Протягом усієї цієї довгої історії було виявлено

зміну фокусу з макро- на мікро- перспективи. Незважаючи на постійне переосмислення, енергоефективність залишається предметом суперечок, тож досі не досягнуто консенсусу щодо її потенційних переваг.

Мета статті – на основі моделей панельної регресії визначити фактори впливу енергоефективності на економічне зростання країн Європи.

Виклад основного матеріалу. Економічне зростання є ключовою умовою підвищення рівня добробуту будь-якої країни. З огляду на посилення екологічних вимог в країнах Європи проблема впливу енергоефективності на економічне зростання стала сьогодні актуальною як науковою, так і прикладною темою наукових досліджень. У 2017 році Європейська комісія змоделювала чотири різні сценарії, в яких було оцінено шляхи реалізації мети ЄС з енергоефективності на 2030 рік. В аналізі, викладеному у роботі [6] оцінюється вплив енергоефективності на економічний розвиток на різних рівнях до 2030 року у порівнянні з базовим рівнем 2007 року. З погляду на ВВП, кожен змодельований сценарій призвів до позитивних змін: від збільшення ВВП на 0,1% у найменш оптимістичному сценарії до збільшення на 2,0% у найбільш оптимістичному сценарії підвищення енергоефективності.

Глуха Г. у роботі [3] відзначає, що аналіз існуючих підходів до трактування категорії «економічне зростання» дозволяє зробити висновок, що економічне зростання є однією з базових складових економічного розвитку і воно проявляється у зміні якісних та кількісних показників «під впливом екзогенних та ендогенних факторів економічного, організаційного, структурного, інституціонального характеру, які тісно пов'язані з державним регулюванням та характеризує процес певних змін у макроекономічній системі та ефективності суспільного виробництва» [3, с.37].

Енергоефективність є життєво важливим чинником забезпечення стійкого розвитку. Ціль 7 сталого розвитку передбачає подвоєння зусиль економік всього світу щодо підвищення енергоефективності. У роботі [1] було показано, що підвищення енергоефективності стимулює економічне зростання, хоча емпіричні дані, що підтверджують це твердження, залишаються

неоднозначними. Автори проаналізували динаміку нерівності доходів у різних країнах та її вплив на взаємозв'язок зростання та енергоефективності. Дослідження ґрунтується на незбалансованому щорічному наборі панельних даних для 51 африканської країни з 1991 по 2017 рік. Енергоефективність оцінювалась за допомогою методу стохастичного граничного аналізу та методу двоетапного узагальненого методу моментів. Автори дійшли висновку, що безпосередньо підвищення енергоефективності стимулює економічне зростання, але у країнах із високою нерівністю у доходах цей ефект порушується. Розрахунковий умовний сумарний вплив енергоефективності на економічне зростання є нижчим для країн з вищою нерівністю доходів у порівнянні з країнами з нижчою нерівністю доходів. Таким чином, скорочення нерівності доходів може стати одним із ефективних засобів, за допомогою якого енергоефективність буде системно стимулювати економічне зростання [1].

Лауреати Нобелівської премії з економіки 2018 року Пол М. Ромер та Вільям Д. Нордхаус розробили нові інструменти для аналізу довгострокового розвитку, які передбачають інтеграцію інновацій та клімату в економіку зростання та інтеграцію технологічних інновацій у довгостроковий макроекономічний аналіз відповідно. З довгострокової глобальної точки зору технологічні зміни та зміна клімату є ключовими аспектами сталого довгострокового економічного зростання. Обидва вчені взяли одну й ту саму відправну точку, а саме неокласичну модель зростання, і доповнили її ключовими рушіями довгострокової економічної діяльності — технологічними досягненнями та кліматом, які вважалися екзогенними більшістю економістів.

Основна суть теорії Пола М. Ромера полягає у тому, що національні економіки можуть зростати постійно зі сталою швидкістю. Це означає, що не потрібно боятися переходу до стагнації. Крім цього, він показав, що державна політика може бути надзвичайно ефективним інструментом для стимулювання економічного зростання. В. Нордхаус перший розробив математичну модель, що описує глобальну взаємодію між економікою та кліматом. Сьогодні ця

модель широко використовується для вивчення наслідків втручання у кліматичну політику [4].

З метою визначення детермінант енергоефективності можна скористатись моделями лінійної регресії. Для побудови моделей панельної регресії нами було використано статистичні дані, які описують енергоефективність та макроекономічні показники 38 країн Європи (див. таблицю 1).

Таблиця 1. Змінні, використанні для побудови моделей

EI	Рівень енергоємності первинної енергії (MJ/\$2017 PPP GDP)
CO2_GDP	Інтенсивність викидів CO ₂ (kg per PPP \$ of GDP)
EXP_GDP	Експорт товарів і послуг (% of GDP)
EL_CAP	Валове виробництво електроенергії із розрахунку на душу населення
UNEMP	Безробіття (% від загальної робочої сили)
GDPCAP	ВВП на душу населення (дол. США)
CON_ENER_EU	Споживання первинної енергії (Europe 2020-2030) (мільйон тонн нафтового еквівалента)
CON_ENER_EU_PC	Споживання первинної енергії (Europe 2020-2030) на душу населення (мільйон тонн нафтового еквівалента)
CON_ENER_TOTAL_PC	Валова доступна енергія на душу населення (KGOE) на душу населення
ELSUP_CAP	Електроенергія, доступна для кінцевого споживання на душу населення Гігават-годин на душу населення
FDGDP	Прямі іноземні інвестиції, чистий приплив (% ВВП)
GASCAP	внутрішнє споживання природного газу на душу населення Тераджоулів на душу населення
GDP_GROW	Зростання ВВП (річний %)
GDP_GROW_PC	Річний процентний темп зростання ВВП на душу населення на основі незмінної місцевої валюти.
SOLID_CAP	Внутрішнє споживання твердого викопного палива на душу населення (тисяч тонн на душу населення)

Детермінанти енергоефективності країн Європи у подальшому будемо знаходити на основі однієї із трьох моделей: моделі на основі пулу даних, моделі панельної регресії із фіксованими або змінними ефектами. Для побудови

економетричних моделей та проведення відповідних статистичних тестів було використано програму Eviews. Для підбору змінних регресійної моделі нами було реалізовано кроковий регресійний метод, при якому фактори по чергові включаються в модель до моменту, поки вона не стане задовільною. Черговість включення фактору визначалась на основі коефіцієнту кореляції незалежної та залежної змінних.

Після отримання відповідних моделей із випадковими ефектами (random effects) було реалізовано тест Гаузмана для визначення найбільш підходящого методу побудови моделей панельної регресії – на основі random effect (RE) або fixed effect (FE). Для визначення пріоритетності між панельною моделлю з фіксованими ефектами та пуловою моделлю зі спільною константою було використано тест Вальда, який перевіряє відмінність від нуля коефіцієнтів регресії.

За результатами тесту Хаусмана (табл. 2) для оцінки річного темпу зростання ВВП у відсотках, отриманого на основі ринкових цін в національній валюті краще підходить використання моделі панельної регресії із фіксованими ефектами. ВВП у цінах покупця – це сума валової доданої вартості всіх виробників-резидентів в національній економіці плюс усі податки на продукцію та мінус будь-які субсидії, не включені у вартість продукції. Він розраховується без вирахування амортизації виготовлених активів або виснаження та деградації природних ресурсів. Агреговані дані базуються на постійних цінах 2015 року, виражених у доларах США. Тест Вальда вказав на доцільність реалізації моделей із фіксованим ефектом, а не на основі пулу.

Таблиця 2. Результати тесту Хаузмана для моделі оцінки GDP_GROW

Test Summary	Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob.
Cross-section random	10.450792	3	0.0151

Результати оцінки параметрів моделі панельної регресії із фіксованими ефектами оцінки GDP_GROW подано у таблиці 3. У результаті було отримано, що інтенсивність викидів CO₂, рівень безробіття та річний темп зростання ВВП на душу населення справляють статистично значущий вплив на темпи зростання ВВП у країнах Європи. Позитивний вплив інтенсивності викидів CO₂

на зростання темпів приросту ВВП означає, що у менш економічно розвинутих країн, для яких характерним є більші значення інтенсивності викидів CO₂ спостерігаються і більші темпи зростання ВВП, що добре видно із рис. 1. Аналогічний висновок можна зробити із негативного впливу рівня безробіття на річний темп зростання ВВП.

Таблиця 3. Модель оцінки GDP_GROW

Dependent Variable: GDP_GROW				
Sample: 1995 2021				
Periods included: 27				
Cross-sections included: 38				
Total panel (unbalanced) observations: 836				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.645424	0.060949	10.58958	0.0000
CO2_GDP	0.385789	0.161158	2.393865	0.0169
UNEMP	-0.047289	0.005470	-8.644915	0.0000
GDP_GROW_PC	0.979395	0.004790	204.4869	0.0000
R-squared		0.985395		
Adjusted R-squared		0.984658		
S.E. of regression		0.478500		
F-statistic		1337.008		
Prob(F-statistic)		0.000000		

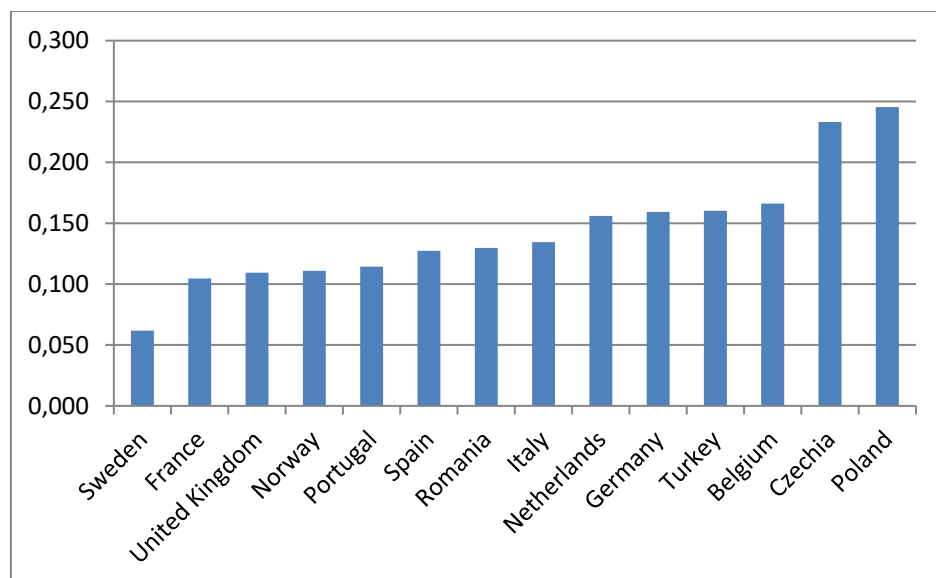


Рис. 1. Інтенсивність CO₂ при постійному паритеті купівельної спроможності (kCO₂/\$15p)

Джерело: побудовано автором на основі [5]

Реалізація тесту Хаузмана (див. табл. 4) для моделі оцінки річного темпу зростання ВВП на душу населення на основі постійної місцевої валюти показала, що нульову гіпотезу про доцільність використання random effect (RE) для побудови моделі слід відхилити, а отже, нами було вибрано модель із фіксованими ефектами.

**Таблиця 4. Результати тесту Хаузмана для моделі оцінки
GDP_GROW_PC**

Test Summary	Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob.
Cross-section random	7.932749	3	0.0452

Із отриманої моделі (таблиця 5) не можна зробити висновок про вплив рівня енергоефективності європейських економік на річний темп зростання ВВП на душу населення, оскільки усі змінні, що описують енергоефективність виявились статистично не значущими. Цікаво, що зростання надходження прямих іноземних інвестицій та рівня безробіття сприяє збільшенню річних темпів зростання ВВП в європейських країнах.

Таблиця 5. Модель оцінки GDP_GROW_PC

Dependent Variable: GDP_GROW_PC				
Sample: 1995-2021				
Periods included: 27				
Cross-sections included: 38				
Total panel (unbalanced) observations: 836				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.711820	0.124845	-5.701647	0.0000
UNEMP	0.046318	0.005254	8.816387	0.0000
GDP_GROW	1.002805	0.004761	210.6479	0.0000
FDGDP	0.001813	0.000611	2.966529	0.0031
R-squared	0.982904			
Adjusted R-squared	0.982838			
S.E. of regression	0.483002			
F-statistic	14795.23			
Prob(F-statistic)	0.000000			

Аналогічно до попередніх моделей для оцінювання ВВП на душу населення країн Європи після реалізації відповідних статистичних тестів (таблиця 6) нами було вибрано модель панельної регресії із фіксованими ефектами. Пояснюючими змінними у цій моделі були: частка експорту у ВВП, енергоємність ВВП та валове виробництво електроенергії із розрахунку на душу населення (таблиця 7).

Таблиця 6. Результати тесту Хаузмана для моделі оцінки GDPCAP

Test Summary	Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob.
Cross-section random	26.101761	3	0.0000

Таблиця 7. Модель оцінки GDPCAP

Dependent Variable: GDPCAP				
Sample: 1995-2021				
Periods included: 27				
Cross-sections included: 38				
Total panel (unbalanced) observations: 836				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	22563.60	3182.058	7.090883	0.0000
EXP_GDP	267.5451	35.51676	7.532926	0.0000
EI	-3510.981	460.4276	-7.625477	0.0000
EL_CAP	8963943.	1654640.	5.417457	0.0000
R-squared	0.907273			
Adjusted R-squared	0.902359			
S.E. of regression	7301.780			
F-statistic	184.6482			
Prob(F-statistic)	0.000000			

Негативний вплив енергоємності ВВП країн Європи на величину ВВП на душу населення підтверджується також динамікою цих показників, зображеною на рисунку 2.

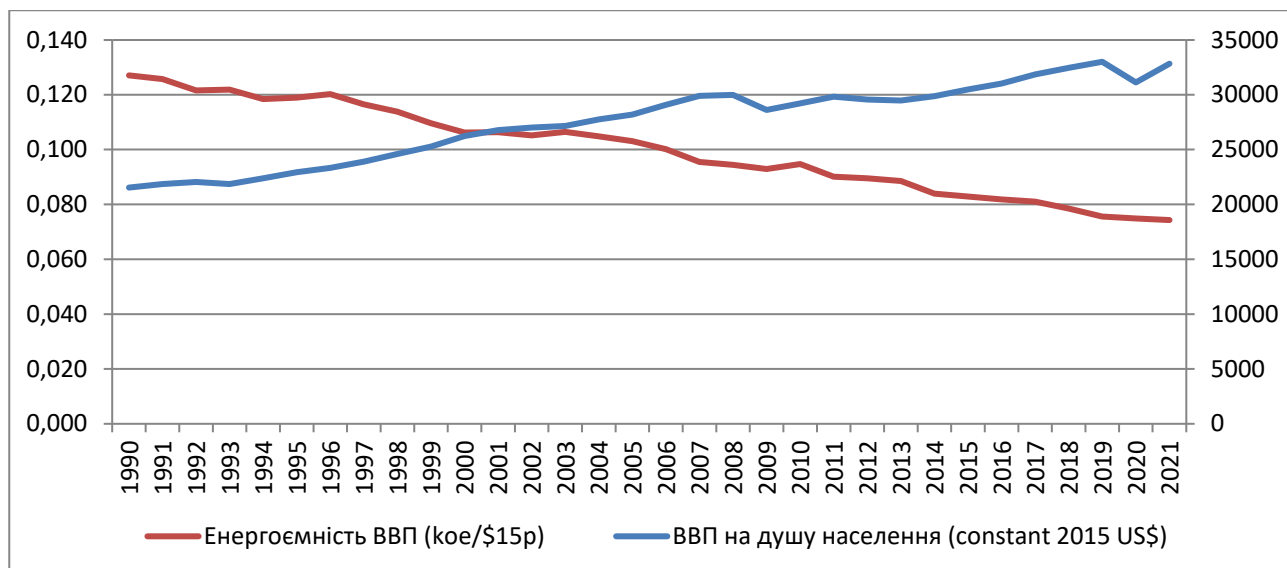


Рис. 2. Динаміка ВВП на душу населення та енергоемності ВВП країн Європи

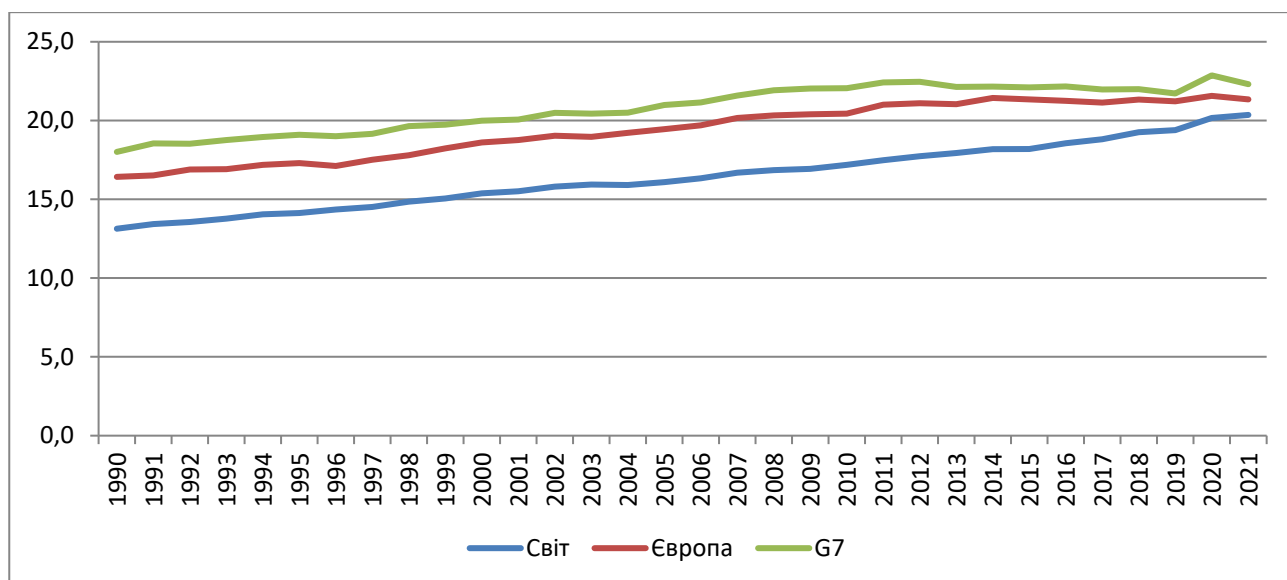


Рис. 3. Частка електроенергії в загальному кінцевому споживанні енергії (%)

Джерело: побудовано автором на основі [5]

Частка електроенергії в загальному кінцевому споживанні енергії у світі та Європі постійно зростає (рис. 3), що теж пояснює позитивний вплив валового виробництва електроенергії із розрахунку на душу населення на величину ВВП на душу населення країн Європи. Враховуючи, що з кожним роком у європейських країнах збільшується частка відновлювальної енергетики, це теж можна вважати позитивним впливом енергоефективності на економічне зростання, яке вимірюється у даному випадку величиною ВВП на

душу населення. Слід відзначити, що європейські країни вибудовують свою енергетичну політику з тим, щоб протягом цього десятиліття взагалі відмовитися від вугілля при виробленні електроенергії.

Висновки. Нами було побудовано низку економетричних моделей оцінювання окремих макроекономічних показників країн Європи, які дають змогу ідентифікувати яким чином енергоефективність впливає на економічного зростання в цих країнах та визначити фактори, які справляють статистично значущий вплив на ці показники. На основі отриманих моделей оцінки ключових макроекономічних показників, які характеризують рівень економічного розвитку країн Європи можна зробити висновок, що підвищення енергоефективності в цілому позитивно впливає на економічне зростання в цих країнах. Аналіз наукової літератури теж показує, що така залежність має місце здебільшого в економічно розвинутих країнах чи окремих регіонах, тоді як в менш розвинутих така тенденція не прослідковується.

Література

1. Adom Philip K., Agradí M., Vezzulli A. Energy efficiency-economic growth nexus: What is the role of income inequality? *Journal of Cleaner Production*. 2021. № 310. 127382. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127382>.
2. Su X., Yang X., Zhang J., Yan J., Zhao J., Shen J., Ran Q. Analysis of the Impacts of Economic Growth Targets and Marketization on Energy Efficiency: Evidence from China. *Sustainability*. 2021. № 13. 17 p.
3. Глуха. Г.Я. Економічне зростання: еволюційно-змістовий аналіз. *Академічний огляд*. 2013. № 1 (38). С. 32-38
4. Пушак Я. Я., Лагодієнко В. В. Соціальна відповідальність підприємств харчової промисловості як основа інноваційного розвитку сучасної економіки. *Актуальні проблеми інноваційної економіки*. 2018. № 3. С. 27-35.
5. World Energy & Climate Statistics – Yearbook 2022. <https://www.enerdata.net>
6. Energy Efficiency. Briefing Initial Appraisal of a European Commission Impact Assessment. March 2017. 6 p. URL: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2017/598592/EPRS_BRI\(2017\)598592_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2017/598592/EPRS_BRI(2017)598592_EN.pdf)

7. Giraudet L., Missemer A. The History of Energy Efficiency in Economics: Breakpoints and Regularities. *Energy Research & Social Science*. 2023. № 97.10 p.

8. Wysokiński M., Domagała J., Gromada A., Golonko M., Trębska P. Economic and energy efficiency of agriculture. *Agric. Econ*. 2020. № 66. C. 355–364.

References

1. Adom Philip, K., Agradi, M. and Vezzulli, A. (2021), “Energy efficiency-economic growth nexus: What is the role of income inequality?”, *Journal of Cleaner Production*, vol. 310, 127382. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127382>.

2. Su, X., Yang, X., Zhang, J., Yan, J., Zhao, J., Shen, J. and Ran, Q. (2021), “Analysis of the Impacts of Economic Growth Targets and Marketization on Energy Efficiency: Evidence from China”, *Sustainability*, vol. 13, 17 p.

3. Hluha, G. Y. (2013), “Economic growth: an evolutionary and substantive analysis”, *Akademichnyi ohliad*, vol. 1 (38), pp. 32-38.

4. Pushak, Y. Y. and Lagodienko, V. V. (2018), “Social responsibility of food industry enterprises as a basis for innovative development of the modern economy”. *Aktualni problemy innovatsiinoi ekonomiky*, vol. 3, pp. 27-35.

5. The official site of Enerdata (2023), “World Energy & Climate Statistics – Yearbook 2022”, available at: <https://www.enerdata.net> (Accessed 05 May 2023).

6. The official site of European Parliament (2017), “Energy Efficiency. Briefing Initial Appraisal of a European Commission Impact Assessment. March 2017”, available at: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2017/598592/EPRS_BRI\(2017\)598592_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2017/598592/EPRS_BRI(2017)598592_EN.pdf) (Accessed 05 May 2023).

7. Giraudet, L. and Missemer, A. (2023), “The History of Energy Efficiency in Economics: Breakpoints and Regularities”, *Energy Research & Social Science*, vol. 97,10 p.

8. Wysokiński, M., Domagała, J., Gromada, A., Golonko, M. and Trębska, P. (2020), “Economic and energy efficiency of agriculture”, *Agric. Econ*, vol. 66. pp. 355–364.

Стаття надійшла до редакції 18.05.2023 р.