

Маляр Р.В.

аспірант кафедри маркетингу і логістики
Національний університет «Львівська політехніка»

Глинський Н.Ю.

доктор економічних наук, доцент,
професор кафедри маркетингу і логістики
Національний університет «Львівська політехніка»

Maliar Roman

Postgraduate student at the Department of Marketing and Logistics
Lviv Polytechnic National University

Hlynskyi Nazar

Doctor of Economic Sciences, Associate Professor
Professor at the Department of Marketing and Logistics
Lviv Polytechnic National University

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ НА МІКРО- ТА МАКРОРІВНЯХ УПРАВЛІННЯ: ЕКОНОМІЧНИЙ АСПЕКТ

ENERGY EFFICIENCY AT THE MICRO AND MACRO LEVELS OF MANAGEMENT: ECONOMIC ASPECT

В статті проаналізовано підходи щодо забезпечення енергоефективності систем різного рівня інтеграції: від рівня мікро до рівня макро. Показано, що в залежності від рівня системи, який розглядається, вона може відрізнятися за індикаторами результативності, які вона забезпечує. Наведено аргументи на користь наявності суттєвого розриву між фактичною ефективністю витрат енергії в межах визначених об'єктів дослідження та тією її ефективністю, яка може бути досягнена із врахуванням ідентифікованого потенціалу. Показано, що протягом останніх десятиліть було опрацьовано кілька підходів щодо реалізації політики для підвищення енергоефективності та стимулювання заходів з енергозбереження. Визначено, що взаємозалежність та часткова взаємозамінність різних факторів виробництва, мультिवаріантність ймовірних шляхів вирішення проблеми підвищення енергоефективності потребує застосування інтердисциплінарного підходу.

Ключові слова: енергоефективність, економіка, підприємство, регіон, вимірювання, макроекономічне управління.

The article analyzes approaches to ensuring the energy efficiency of systems of different levels of integration: from the micro to the macro level. It is shown that depending on the level of the system under consideration, it may vary in the performance indicators they exhibit. Therefore, efforts to increase energy efficiency must differ in how they aggregate qualitatively different levels of energy consumption. It is illustrated that there is a difference of views and approaches between researchers who specialize in the issue of energy efficiency. In particular, representatives of exact sciences focus attention on the quality of input and output energy, while the economic perspective allows taking into account the levels of other costs as well and indicates economic efficiency, maximization of benefits and the efficiency with which energy resources are used. Arguments are presented in favor of the presence of a significant gap between the actual efficiency of energy consumption within the defined research objects and the efficiency that can be achieved taking into account the identified potential. As a result, individual households and enterprises do not invest in cost-effective energy-efficient technologies compared to what is optimal for achieving private or social effects. It is indicated that the achievement of this effect requires the coordination of efforts of various stakeholders (governments, businesses, researchers) and the development of joint approaches regarding the indicators of the success of the implemented changes. It is shown that several approaches have been developed in recent decades to implement policies to increase energy efficiency and stimulate energy-saving measures. Predictably, these approaches differ depending on the country and macro-region. They can provide for measures of a stimulating nature (with the involvement of the entire instrument of state regulation), and be based on the maximum freedom of choice of the consumer. It was determined that the interdependence and partial interchangeability of various factors of production, the numerous possible solutions to the problem of increasing the energy efficiency of systems of different levels of integration require the use of an interdisciplinary approach.

Key words: energy efficiency, economy, enterprise, region, measurement, macroeconomic management.

Постановка проблеми. Питання підвищення енергоефективності займає важливе місце в питаннях боротьби з глобальним потеплінням, прогнозних моделях, які описують це явище, політиках і політиках, які на ньому базуються. Дослідження та політика зосереджені на тому, як енергоефективність може допомогти зменшити викиди парникових газів і забруднювачів повітря та води та допомогти зменшити їхній супутній вплив на зміну клімату та здоров'я. Незважаючи на його центральну роль, залишається значна невизначеність щодо того, як енергоефективні технології, стратегії та політика впливають на споживання енергії в економіці та динаміку, яка відбувається між мікро- та макромасштабами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Більшість авторів, які займаються дослідженням рішень у сфері енергоефективності, обмежуються у власному аналізі конкретним випадком: предметом дослідження часто виступають системи рівня мікро та мезо (пристрій, підприємство, регіон). Зокрема, цьому питанню присвячені наукові праці Дж. Розенова, Е. Баєра, Д. Бельзера, І. Губарева, Т. Салашенко, Л. Запашук [2; 5; 6; 9].

У цій ситуації практичний вимір отриманих результатів беззаперечний, натомість це залишає невирішеним питання наукового узагальнення – твердження яке б підсумовувало практику енергоспоживання та енергозбереження у випадку систем різного рівня інтеграції. Саме цьому присвячена стаття.

Формулювання завдання дослідження. Метою статті є визначення ключових чинників, які стимулюють практику енергоефективності та енергоощадливості у випадку систем різного рівня інтеграції: мікро, мезо та макро.

Вклад основного матеріалу дослідження. Не існує універсального визначення енергоефективності, і відповідне визначення залежить від проблеми, що розглядається, а також контексту. На більш загальному рівні енергоефективність визначається як відношення корисних виходів до фізичних входів енергії для системи та енергоємності як оберненої до цієї міри величини.

В залежності від рівня системи, який розглядається, вона може відрізнятися за індикаторами результативності, які вона забезпечує (наприклад, світло, тепло, робота, добробут) і за його масштаб (наприклад, джерело об'єктного світла, виробниче обладнання, господарюючий суб'єкт, галузь економіки, економіка країни загалом). Саме тому заходи з енергоефективності слід розрізняти за тим, як вони агрегують якісно різні рівні витрат енергії (до прикладу, витрати кіловат-годин у виробничому процесі, або порівняння за вартістю одиниці енергії) та яким чином розподіляється енергопостачання між декількома та/або спільним виробництвом.

Природньо, функціональна сфера відповідальності дає свій відбиток у те, як детермінуються критерії енергоефективності систем, які перетворюють енергію або надають послуги з енергозбереження. Зокрема, представники точних наук визначають ці критерії з точки зору першого та другого законів ефективності. ККД за першим законом – це відношення корисної енергії, що виділяється, до енергії, що витрачається. Другий закон ефективності враховує якість вхідної та вихідної енергії або їхню здатність виконувати фізичну роботу (тобто, ексергію). Ефективність другого закону – це відношення корисних виходів ексергії до входів ексергії, і ці показники дозволяють порівняти ефективність системи з теоретичною максимальною ефективністю.

Натомість погляд на енергоефективність через економічну перспективу дозволяє врахувати також рівні інших витрат і вказує на економічну ефективність, максимізацію прибутку/корисності та ефективність, з якою енергетичні ресурси використовуються. Інженерна або технічна ефективність (про яку йшлося вище) порівнює кількість вхідних ресурсів, включаючи енергію, що використовуються для виробництва певних результатів (або навпаки) з передовою практикою або граничним рівнем і є одним із компонентів економічної ефективності в цілому. Економічний погляд привносить додану вартість, яка полягає в тому, що підвищення енергоефективності не обов'язково означає підвищення економічної ефективності, оскільки останнє враховує, наприклад, усі вхідні ресурси, витрати на вхідні ресурси та сукупність виходів. Більше того, на рівні макро часто використовується абсолютний показник, такий як енергоємність або відношення споживання первинної чи кінцевої енергії до ВВП, як проміжної ланки при досягненні енергоефективності національної економіки. Незважаючи на те, що це є доволі простим для та легко вимірюваним показником, на нього впливають кілька чинників.

Серед фахівців, які займаються питаннями енергоефективності у практичних та/або наукових цілях, вказується відзначається суттєвий розрив між фактичною ефективністю витрат енергії в межах визначених об'єктів дослідження та тією її ефективністю, яка може бути досягнена із врахуванням ідентифікованого потенціалу. Як результат, окремі домогосподарства, господарюючі суб'єкти не інвестують у рентабельні енергоефективні технології порівняно з тим, що є оптимальним для досягнення приватного чи суспільного ефекту [1]. В цьому контексті дослідження у сфері точних наук протягом тривалого часу концентрувались на оцінюванні різниці між реальними та прогнозованими показниками впровадження енергоефективності. Паралельно, було опрацьовано доказову базу, яка дозволила побудувати криві витрат на досягнення енергоефективності: показано, що значна частка енергії може бути збережена при одночасному досягненні зменшення витрат фінансових ресурсів: отже, як кінцеві, так і промислові споживачі та фірми не використовують прибуткові інвестиції. Водночас, при побудові цієї залежності дослідники іноді використовують різні поняття, пов'язані з пом'якшенням розриву в енергоефективності. Тобто, вони розглядають:

- або всі доступні технологічні варіанти, які будуть використані для підвищення ефективності, незалежно від їх вартості (тобто, теоретична можлива максимальна інженерна ефективність);

- або потенціал енергозбереження, який може бути досягнутий із чистою вигодою для споживачів (економія коштів після покриття усіх прямих і непрямих витрат) або з чистою вигодою для суспільства (соціально-економічні вигоди);

- або приріст ефектів, які вимірюються у визначених критеріях суспільного добробуту), а також реалістичний або можливий потенціал, який має на меті показати, скільки можна реально досягти за допомогою політичних втручань.

У світлі вищесказаного можна виокремити два різних поняття:

– технологічний оптимум (або максимум), який досягається, якщо усунуто всі існуючі перешкоди для впровадження;

– економічний оптимум, який стосується вартості імплементації заходів з енергозбереження та усуває перешкоди ринкового походження. Ринкова неспроможність може виникнути як за наявності характеристик суспільного блага (безоплатності характеру надання послуги), так і внаслідок інформаційної асиметрії, неконкурентного ринку, зовнішніх ефектів, не обумовлених ринковою ціною, також іншими ірраціональними та/або непередбаченими чинниками (зокрема такими, як субсидії чи стимули для одних технологій або податкові пільги для інших – зазвичай застарілих).

Таким чином, на підставі аналізу актуального та ідеального (теоретичного) станів енергоефективності, можна виокремити розриви у приватній та суспільній площинах [2]. Розрив у приватній площині описує різницю між поточним енергоспоживанням та енергоспоживанням, за умови застосування усіх можливих технологій/рішень з позитивною чистою вигодою (зменшення витрат на енергоспоживання, на обслуговування енергомережі або подібні показники). Розрив у суспільній площині, окрім згаданого, також включає переваги, пов'язані з тим, що ринки енергетичних послуг працюють в умовах близьких до ідеальних (сприятлива ринкова кон'юнктура), а також передбачає потребу уникнення негативних зовнішніх ефектів, пов'язаних із використанням енергії – ефектів, які не можуть відображені у цінах енергетичних ресурсів.

Хоча оцінки розриву енергоефективності (тобто різниці в споживанні енергії між тим, що спостерігається зараз, і тим, яким було б споживання енергії, якби були імплементовані найбільш передові технології) є лише попередніми недосконалими, виявилися надзвичайно корисними у якості орієнтиру для подальших науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт.

На рівні макро фахівці-дослідники часто використовують обернену енергоемність (співвідношення загальної енергоспоживання або енергоспоживання для споживчих потреб до ВВП) як підставу для порівняльної характеристики енергоефективності національної економіки. В цьому контексті вони відзначають, що енергоемність знизилася, але не настільки швидко, як описувалося в прогнозах фахівців Міжнародного енергетичного агентства та інших організацій [3].

Для оцінювання причин досягнення певних результатів у підвищенні енергоефективності або, навпаки, виявлення чинників, що призвели до невиконання закладених планових індикаторів (як на у приватній, так і суспільній площинах) використовується декомпозиційний аналіз – метод, який визначає відносний внесок різних факторів та їхніх змін у зміну енергоемності на рівні окремого виду економічної діяльності або економіки загалом. Саме таким чином виявлено, що на ці зміни може мати вплив зміна структури кінцевого споживання, технічна ефективність виробництва, структура проміжних енергоресурсів, державна політика та особисті преференції та пріоритети кінцевих споживачів. Це, у свою чергу, призводить до побудови зведених індексів енергоемності на основі зваженої суми енергоемності секторів нижчого рівня. Ці індекси широко використовуються для оцінки прогресу у досягненні

цілей енергоефективності на національному рівні), але вони відрізняються вибором факторів декомпозиції, набором секторів, показників виходу та декомпозиційних методів. Це ускладнює проведення порівнянь на географічному рівні чи на рівні країни.

Через призму економічного погляду доцільно розкласти вплив змін у ресурсах і технології на економічний результат за допомогою звичайної виробничої функції, у якій фізичний обсяг виробництва відіграє роль результуючої ознаки, факторами виступають капітал, праця, матеріальні та, власне, енергетичні ресурси. Кожен із зазначених чинників підлягає зміні в заданому аналізованому проміжку часу – зміні, продиктованій розвитком техніки і технологій, екстенсивному характеру розвитку економіки. Таким чином, імплементація технологічних рішень, що посилюють вагомість енергетичного ресурсу, дозволяє виміряти продуктивність, пов'язану саме з його використанням. Зокрема, якби споживання енергії впало на 1%, тоді як усі інші входи та їхні множники (згадані вище чинники виробничої функції) залишалися постійними, а вихідні параметри економічної системи не зменшувалися б, тоді імплементовані технологічні рішення, що збільшували вагомість енергетичного ресурсу, становили б 1% [4]. Це означає, що, оскільки для виробництва того самого рівня продукції потрібно менше енергії, це має зменшити сукупну енергоемність за інших рівних умов. Технологічні рішення, що підвищують вагомість енергетичного ресурсу, забезпечують один із показників підвищення енергоефективності. Водночас цей вплив важко підлягає оцінюванню на підставі емпіричних методів дослідження [5]. І навпаки: виміряти сукупну енергоефективність окремого сектора економіки доволі просто, але цей зв'язок залежить від рівня та ціни кожного ресурсу, поточного стану використовуваних технологій, і результативності рішень у сфері використання енергоресурсів, а також того, наскільки окремі входи у підсистему аналізованого сектора економіки підлягають вимірюванню та дані для цього можуть бути належним чином агреговані.

Окремо також варто вказати на те, що одноразове або постійне підвищення продуктивності енергетичних витрат призводитиме до зниження ціни енергетичних ресурсів і, як наслідок, спонукатиме виробників замінювати енергію іншими ресурсами-складовими готового продукту. Як наслідок, 1% підвищення продуктивності енерговитрат в межах окремо взятого господарюючого суб'єкта, галузі чи економічної системи загалом може не призвести до аналогічного (на 1%) покращення сукупної енергоефективності цього господарюючого суб'єкта, галузі, економічної системи. Крім того, зміни в сукупній енергоефективності можуть бути результатом змін обсягу виробництва, ціни та продуктивності неенергетичних ресурсів, навіть за відсутності технічних змін, що підвищують вагомість енергетичного ресурсу. Подібним чином, підвищення енергоефективності на одному рівні агрегування даних (наприклад, на рівні певного виду промисловості) може не призвести до таких самих покращень енергоефективності на більш високому рівні агрегування (наприклад, національна економіка) через низку макроекономічних коригувань, таких як перехід до виробництва більш енергоемних товарів і послуг через падіння їх відносної ціни.



Рис. 1. Визначеність/чіткість вимірювання енергоефективності в системах різного рівня інтеграції

Джерело: власне опрацювання на підставі [6; 7]

На рисунку 1 відображено області досліджень енергоефективності, які покривають різні рівні інтеграції елементів систем – від рівня «мікро» до «макро». На цій підставі підкреслюється, чи чітко визначено визначення енергоефективності та показники для оцінки результатів енергоефективності та їх рівні невизначеності. Вертикальна вісь визначає, чи існує чітко визначення ефективності для цієї сфери, а горизонтальна вісь ілюструє рівень невизначеності щодо результатів енергоефективності. Як можемо побачити, в той час як на базовому рівні (пристрої/обладнання/технології) існує велика кількість досліджень і загальне розуміння того, що означає ефективність витрачання енергії та як її вимірювати. Водночас, концепцію та показники енергоефективності стає важче визначити в міру того, як межі аналізованих систем збільшуються, а самі системи стають складнішими, що також призводить до більшої невизначеності щодо результату енергоефективності. Більші та складніші системи, такі як будинки, виробничі підприємства схильні до високої невизначеності щодо результатів енергоефективності. Тим паче, для складних систем, таких як міста, регіони та країни, макрорегіони (сукупності держав з певним рівнем внутрішньої інтеграції), відсутні відповідні показники для розуміння рівня ефективності.

На рисунку узагальнено області, де визначення та показники енергоефективності можуть бути до певної міри зрозумілими та більш-менш невизначеними (квантифікованими). У той час як на рівні пристроїв/приладів/технологій існує багато досліджень і узгоджене серед експертів та науковців розуміння того, що

означає ефективність та як її вимірювати, концепцію та показники енергоефективності стає все складніше визначити, оскільки межі систем збільшуються та стають складнішими. Це також призводить до більшої невизначеності щодо результатів енергоефективності. Різні визначення, якщо вони застосовані неналежним чином, можуть призвести до помилкової інтерпретації цікавих результатів. Як говорилось вище, на рівні великих систем, таких як будинки, фабрики чи регіони, панує невизначеність. Крім того, для складних систем, таких як міста, регіони чи країни, відсутні відповідні показники для розуміння рівня ефективності.

Деякі дослідники піднімають питання про те, чи політика енергоефективності обмежує вибір споживачів, потенційно знижуючи суспільний добробут, враховуючи, що якби енергоефективні технології були оптимальним рішенням, споживачі б уже скористалися ними. Інші стверджують, що недоліки ринку вимагають втручання політики держави [8]. Недоліки ринкової парадигми енергозабезпечення включають усі «особливості ринку енергетичних послуг, які, як вважають, перешкоджають інвестиціям в енергоефективність». До них відносяться неефективні (з точки зору збереження енергії) стимули, інформаційна асиметрія, рішення під впливом звички та недосконалої альтернативи, негативні зовнішні ефекти, обмежена раціональність, трансакційні витрати тощо.

Протягом останніх десятиліть було опрацьовано кілька підходів щодо реалізації політики для підвищення енергоефективності та стимулювання заходів з енергозбереження [9–11]. Передбачувано, ці під-

ходи різняться в залежності від країни, макрорегіону. У цьому контексті аналіз фахової літератури, практики макроекономічного управління дозволяє виокремити основні з них:

– Стандарти ефективності приладів і обладнання та будівельні норми.

Найпоширенішою політикою протягом останніх чотирьох десятиліть були стандарти енергоефективності для приладів та обладнання. Вперше стандарти були прийняті в різних країнах, починаючи з 1970-х років. Спочатку вони мали добровільний, пізніше – обов'язковий характер.

Подібні стандарти приладів і будівельні норми впроваджувалися в багатьох країнах і регіонах, а потреба в масштабуванні та розширенні сфери застосування відображена в аналітичних звітах країн Європи, Близького і далекого Сходу. Практика імплементації стандартів як форми політики у сфері енергоефективності показує, що результатом цього є зменшення енергоспоживання. Водночас, різноплановими є результати щодо зниження чи підвищення собівартості та роздрібних цін на продукцію, в якій реалізовані ті чи інші технологічні рішення. Цікаво відзначити, що більшість досліджень, які критикують економічну ефективність стандартів як методу стимулювання енергоощадливості на споживчому та промисловому ринках, надають радше теоретичні аргументи, без жодного практичного підтвердження.

– Пропаганда енергоощадливості та енергоефективності.

Інформаційні кампанії, кампанії з підвищення обізнаності споживачів і маркування продуктів надають інформацію споживачам, щоб вони мали змогу приймати рішення більш свідомо, в умовах меншої інформаційної асиметрії. Деякі з цих кампаній, як-от програма маркування Energy Star, дістала статус міжнародного стандарту енергоефективності споживчих товарів. Звичайно важко виокремити, наскільки саме такі заходи вплинули на популярність споживчих товарів, які відповідають актуальному баченню енергоощадливості: логічно припустити, що іншими чинниками, які впливали на результуючу ознаку (попит) були також такі, як підвищення цін на електричну енергію, зміна споживчих переваг тощо. Водночас вважаємо, що брак емпіричних даних не повинен применшувати вагомість теоретичних припущень на предмет доцільності реалізації відповідних практик.

– Економічні стимули.

Інструментарій фінансового та економічного стимулювання енергоефективності є доволі широким та включає субсидії, позики, фіскальний механізм, знижки, угоди, направлені на підвищення ефективності, оборотні сертифікати тощо. З ризиком надмірного спрощення, дослідження показують, що існує велика кількість економічних стимулів, які вже запроваджені (наприклад, субсидії). Докази у цій царині можна вважати неоднозначними, а їхня витратна ефективність суттєво різниться та залежить від багатьох умов: наприклад, від ціноутворення на енергоносії, цільовий енергоресурс підтримки, економічна вигода кінцевого бенефіціаря, прямі наслідки парадоксу Джевorsa. Найчастіше дослідження стосуються оцінки одного інструменту, тому невизначеності та обмеження, пов'язані із взаємодією з набором стратегій,

ігноруються. Існує також потреба в більшій кількості оцінок пост-фактум – досліджень, які б підтверджували, чи є попередні оцінки витрат і економії енергії завищеними.

– Забезпечення зворотного зв'язку зі споживачами.

Поява передової інфраструктури вимірювання в останнє десятиліття дозволила споживачам отримувати регулярну та детальну інформацію про споживання енергії. Проте дослідники виявили, що споживачі були збентежені щодо того, що таке інтелектуальні лічильники та їхні функції, оскільки розширена інфраструктура вимірювання розширювалася. Надання прямого зворотного зв'язку вже давно використовується комунальними службами та органами влади для сприяння енергоефективності з неоднозначними результатами. Передбачувано, домогосподарства, які отримують безперервний, щотижневий або щоденний зворотний зв'язок (наприклад, за допомогою інтелектуального вимірювання), заощаджують більше енергії, ніж ті, які не отримували жодної інформації, включаючи надання важливої інформації з урахуванням втрат. Водночас, таку поведінку не варто визначати як всезагальну, без жодних винятків реакцію на володіння більш повною інформацією щодо енергоспоживання. Зворотний зв'язок також має потенціал для перенесення пікового споживання на непікові періоди (але, звісно, це не обов'язково призведе до зменшення споживання енергії).

Іншою формою зворотного зв'язку є використання соціальних норм, які стосуються надання користувачам інформації про їхнє енергоспоживання в порівнянні з найкращими домогосподарствами або середнім рівнем використання в межах релевантної вибірки порівняння. В цих умовах можна вказати, що використання соціальних норм може сприяти енергоефективності та збереженню енергії. Але, вважаємо, цей вплив не варто переоцінювати.

– Персональні зобов'язання.

Особливо актуальними є у промисловому секторі. Вони передбачають обіцянку змінити поведінку, пов'язану з використанням енергії, завдяки чому економічні суб'єкти прив'язуються дії в реальному часі до дій, які вони зроблять у майбутньому. Можна спрогнозувати значну ефективність, особливо якщо зобов'язання та пов'язана з ними мета реалістична та є наслідком власних обмежень/ встановлених правил. Інші ініціативи (накладені зовні), припускаємо, даватимуть протилежний або ж незначний позитивний результат.

– Фінансові стимули.

Включають такі рішення, як роздача призів, інструментарій знижок та податкових кредитів.

Висновки. Науковий дискурс навколо проблематика енергоефективності в сучасних умовах набуває окремих рис, які не були усвідомленими на початкових етапах її актуалізації – в середині другої половини ХХ ст. Як показано у матеріалі вище, максимізація зусиль по підвищенню ефективності використання апріорі обмежених енергетичних ресурсів вимагає виходу на вищий рівень управління – з мікрорівня (рівня підприємства) на рівень мезо та макро (країна, макрорегіон). В таких умовах іманентною є проблема визначення ключових показників успішності ініційованих змін у системах такої складності. Взаємозалеж-

ність та часткова взаємозамінність різних факторів виробництва, мультиваріантність ймовірних шляхів вирішення питання підвищення енергоефективності лише комплікує досліджувану проблематику.

З вищесказаного випливає цілий пласт напрямків наукових досліджень – досліджень, направлених на

опрацювання показників моніторингу відслідковування темпів та масштабу змін енергоефективності систем різного рівня інтеграції. Природньо, такі показники повинні відповідати специфіці аналізованого предмету та мати змогу бути верифікованими як внутрішніми, так і зовнішніми групами зацікавлених сторін.

Список використаних джерел:

1. Павлик А.В., Пімоненко Т.В. Розриви енергоефективності в національній економіці: передумови та шляхи їх мінімізації. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія Економіка*. 2019. № 4(2). С. 53–59.
2. Rosenow J., Bayer E. Costs and benefits of energy efficiency obligations: a review of European programmes. *Energy Policy*. 2017. No. 107. P. 53–62.
3. Stern D.I. Modeling international trends in energy efficiency. *Energy Econ*. 2012. No. 34(6). P. 2200–2208.
4. Saunders H. Historical evidence for energy efficiency rebound in 30 US sectors and a toolkit for rebound analysts. *Technol. Forecast. Soc. Change*. 2013. No. 80(7). P. 1317–1330.
5. Belzer D.B. A comprehensive system of energy intensity indicators for the U.S.: methods, data and key trends. 2014. URL: https://www.pnnl.gov/main/publications/external/technical_reports/PNNL-22267.pdf
6. Губарева І.О., Салашенко Т.І. Стратегічні аспекти підвищення енергоефективності регіонів країни. *Проблеми економіки*. 2020. № 2. С. 190–197.
7. Кириленко О.В., Денесюк С.П., Блінов І.В. Енергетичний менеджмент: нові пріоритети ХХІ століття. *Енергетика: економіка, технології, екологія*. 2020. № 1. С. 7–27.
8. Когут-Ференс О.І. Глобальні аспекти регулювання функціонування світового енергетичного ринку. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. 2022. № 43. С. 66–69.
9. Запашук Л.В. Енергозбереження як напрям підвищення ефективності виробничої діяльності. *Економіка та суспільство*. 2017. № 9. С. 428–434.
10. Бізонич Д.В. Європейський досвід державного управління енергоефективністю та енергозбереженням у житлово-комунальному господарстві: уроки для сучасної України. *Економіка, управління та адміністрування*. 2021. № 1(95). С. 53–61.
11. Когут-Ференс О.І., Морозова О.С. Глобальні аспекти регулювання функціонування світового енергетичного ринку. *Наукові записки Львівського університету бізнесу та права. Серія економічна. Серія юридична*. 2022. № 34. С. 45–52.

References:

1. Pavlyk, A. V., & Pimonenko, T. V. (2019) Energy efficiency gaps in the national economy: Preconditions and ways to minimize them. *Bulletin of Khmelnytskyi National University. Economics Series*, no. 4(2), pp. 53–59.
2. Rosenow, J., & Bayer, E. (2017) Costs and benefits of energy efficiency obligations: A review of European programs. *Energy Policy*, no. 107, pp. 53–62.
3. Stern, D. I. (2012) Modeling international trends in energy efficiency. *Energy Economics*, no. 34(6), pp. 2200–2208.
4. Saunders, H. (2013) Historical evidence for energy efficiency rebound in 30 US sectors and a toolkit for rebound analysts. *Technological Forecasting and Social Change*, no. 80(7), pp. 1317–1330.
5. Belzer, D. B. (2014) A comprehensive system of energy intensity indicators for the U.S.: Methods, data and key trends. Available at: https://www.pnnl.gov/main/publications/external/technical_reports/PNNL-22267.pdf
6. Hubariva, I. O., & Salashenko, T. I. (2020) Strategic aspects of increasing energy efficiency in the regions of the country. *Problemy ekonomiky*, no. 2, pp. 190–197.
7. Kyrylenko, O. V., Denesuk, S. P., & Blinov, I. V. (2020) Energy management: New priorities of the 21st century. *Energetyka: Ekonomika, Tekhnolohii, Ekolohiia*, no. 1, pp. 7–27.
8. Kohut-Ferens, O. I. (2022) Global aspects of regulating the functioning of the world energy market. *Scientific Bulletin of Uzhhorod National University*, no. 43, pp. 66–69.
9. Zapashchuk, L. V. (2017) Energy conservation as a direction for increasing the efficiency of production activities. *Ekonomika ta suspilstvo*, no. 9, pp. 428–434.
10. Byzonich, D. V. (2021) European experience of state management of energy efficiency and energy saving in the housing and communal sector: Lessons for modern Ukraine. *Ekonomika, upravlinnia ta administruvannia*, no. 1(95), pp. 53–61.
11. Kohut-Ferens, O. I., & Morozova, O. S. (2022) Global aspects of regulating the functioning of the world energy market. *Scientific Notes of Lviv University of Business and Law. Economic Series. Legal Series*, no. 34, pp. 45–52.