

DOI: <https://doi.org/10.15407/ingedu2020.53.103>

УДК 330.8:[330.11:502.171]

JEL: A11

**Воробйова Л.В.**, кандидат економічних наук,  
доцент, провідний бібліотекар  
Наукової бібліотеки імені М.В. Довнар-Запольського  
ДВНЗ «Київський національний економічний університет  
імені Вадима Гетьмана»  
e-mail: biblioteka.kneu.metod@gmail.com

### ІДЕЇ ФІЗИЧНОЇ ЕКОНОМІЇ ТА ЇХ РОЗВИТОК У ПРАЦЯХ УКРАЇНСЬКИХ ТА ЗАРУБІЖНИХ УЧЕНИХ

У статті розкрито сутність поняття «фізична економія», як відображення взаємозв'язку суспільних і природних факторів у господарському житті. Дається характеристика української школи фізичної економії. Розкриваються погляди представників цієї школи: Сергія Подолинського, Володимира Вернадського, Миколи Руденка. Засновником української школи фізичної економії був С. Подолинський. Заслуга вченого полягає в тому, що він заклав основи нового підходу до аналізу розвитку людства, пов'язавши його із збереженням і нагромадженням енергії. С. Подолинський вперше поєднав поняття праця і розвиток зі зростанням потоку вільної енергії. Ми можемо говорити про пріоритет вітчизняної науки в постановці проблем. Ідеї, які С. Подолинський вперше висловив у роботі «Праця людини та її відношення до розподілу енергії» (1880 р.), пройшли випробування часом і отримали розвиток у науці. В наш час є декілька сотень праць, надрукованих різними авторами, де аналізується енергетична теорія. У статті дається визначення наукової парадигми С. Подолинського. Прогрес суспільства він пов'язує зі збільшенням енергетичного бюджету кожної людини і людства в цілому, зі збереженням і нагромадженням енергії. Ідеї С. Подолинського розвинув В. Вернадський. Великою його заслугою є вчення про живу речовину. В. Вернадський, як і С. Подолинський, звертає увагу на поширення живих організмів на Землі і їхню роль у нагромадженні сонячної енергії. В. Вернадський також розкриває явища, які пов'язані з соціальним рухом живої речовини і визначає поняття «ноосфера».

© Воробйова Л.В., 2020

ISSN 0320-4421. Історія нар. госп-ва та екон. думки України. 2020. Вип. 53

Український дослідник М. Руденко на засадах нової економіко-філософської системи сформулював концепцію фізичної економії, яка є суттєвим внеском у розвиток світової економічної думки. Свою економіко-філософську систему М. Руденко будує на засадах синтезу філософії, економіки, космології, математики, фізики та інших наук. Ідеї фізичної економії розвинуті у працях сучасних українських вчених – С. Злупка, Л. Корнійчук, В. Шевчука, Л. Гринів та ін. Енергетична теорія, яку розробив С. Подолинський, досліджується багатьма зарубіжними вченими, серед них: І. Пригожин, І. Стенгерс, Л. Ларуш, Ф. Содді, Г. Дейлі та ін. Проте важливість проблеми, часто спотворене її сприйняття сучасними вченими, потребують більш системного і комплексного її дослідження й висвітлення. Спроба такого узагальнюючого дослідження зроблена автором статті.

**Ключові слова:** фізична економія, українська школа фізичної економії, автотрофність, закони термодинаміки, енергетична теорія, сталий розвиток, жива речовина, ноосфера, монада.

Vorobiova L.

### IDEAS OF PHYSICAL ECONOMY AND THEIR DEVELOPMENT IN THE WORKS OF UKRAINIAN AND FOREIGN SCIENTISTS

The article reveals the essence of the concept of «physical economy» as a reflection of the relationship between social and natural factors in economic life. The characteristics of the Ukrainian school of the physical economy are given. The views of the representatives of this school are revealed: Serhiy Podolynsky, Volodymyr Vernadsky, Mykola Rudenko. The founder of the Ukrainian school of the physical economy was S. Podolynsky. The merit of the scientist is that he laid the foundations of a new approach to the analysis of human development, linking it with the conservation and accumulation of energy. S. Podolynsky for the first time combined the concepts of labor and development with the growth of free energy. We can talk about the priority of domestic science in posing problems. The ideas that S. Podolynsky first expressed in the work «Human labor and its relation to the distribution of energy» (1880) have been tested over time and developed in science. Nowadays, there are several hundred works published by various authors, which analyze energy theory. The article defines the scientific paradigm of S. Podolynsky. He connects the progress of society with the increase of the energy budget of each person and humanity as a whole, with the conservation and accumulation of energy. S. Podolynsky's ideas were developed by

*V. Vernadsky. V. Vernadsky's great merit is the doctrine of living matter. V. Vernadsky, like S. Podolynsky, draws attention to the spread of living organisms on Earth and their role in the accumulation of solar energy. Vernadsky reveals the phenomena associated with the social movement of living matter and defines the concept of «Noosphere».*

*Ukrainian researcher M. Rudenko formulated the concept of physical economy based on a new economic and philosophical system, which is a significant contribution to the development of world economic thought. M. Rudenko builds his economic and philosophical system based on the synthesis of philosophy, economics, cosmology, mathematics, physics and other sciences. Ideas of the physical economy are developed in the works of modern Ukrainian scientists S. Zlupko, L. Korniychuk, V. Shevchuk, L. Hryniv, and others. Energy theory, developed by S. Podolynsky, is studied by many foreign scientists, including I. Prigogine, I. Stengers, L. Larush, F. Soddy, G. Daley, and others. However, the importance of the problem and often its inadequate perception by modern scientists require more systematic and comprehensive research and coverage. An attempt at a generalized study was developed by the author of the article.*

**Keywords:** *physical economy, Ukrainian school of physical economy, autotrophy, laws of thermodynamics, the theory of energy, sustainable development, living matter, noosphere, a monad.*

**Постановка проблеми.** В історії економічної думки завжди були намагання відобразити вплив природних факторів на економічні процеси. Наприклад: поняття продуктивних сил та чистого продукту у фізіократів, роль природи в утворенні багатства за оцінкою В. Петті тощо. Але ці чинники розглядалися як зовнішнє середовище, як один із факторів, що впливає на економічні процеси. У той же час посилення їхньої ролі в економіці вимагало врахування їх дії на більш глибокому рівні. Виникає потреба обґрунтувати та ввести в науковий обіг низку категорій, які відображають органічну єдність природних та суспільних чинників економічних процесів. Тому дослідження історії зародження й становлення ідей щодо пояснення дії природних законів в економіці є безумовно актуальним.

Актуальність дослідження посилюється й тим, що зародилися ці ідеї й отримали розвиток на українському науковому ґрунті – у працях С.А. Подолинського (1850–1891), В.І. Вернадського (1863–1945) та М.Д. Руденка (1920–2004). Ці видатні науковці зробили піонерний внесок у формування енергетичної теорії су-

спільного розвитку. Більше того, цілий ряд дослідників дійшли подібних висновків цілком самостійно. Опанування набутків української школи сучасними економістами сприятиме не тільки більш глибокому пізнанню національного аспекту економічної культури, а й виходу економічної науки в Україні на світовий рівень. Мається на увазі участь українських вчених у формуванні якісно нової економічної парадигми, до якої енергетична теорія повинна ввійти як одна з найважливіших органічних складових; перетворення її на філософську, системоутворюючу засаду. Важливість історико-економічного дослідження синтезу ідей природознавства та економіки підтверджується увагою, яку приділяють його подальшому розвитку зарубіжні та вітчизняні вчені, формування на цій базі нової школи, що отримала назву фізичної економії.

**Ступінь дослідження проблеми.** Вперше термін «фізична економія» вжив відомий український письменник, правозахисник М. Руденко у своїй роботі «Енергія прогресу: нариси з фізичної економії» (1998 р.). Він протягнув ланцюжок формування цієї концепції від фізіократів, С. Подолинського та В. Вернадського до сьогодення.

Теоретичні засади школи фізичної економії, зокрема її найважливіша складова – енергетична теорія, одержали значний розвиток як у працях зарубіжних, так і вітчизняних економістів. Предметом значного наукового інтересу вчених були погляди С. Подолинського та В. Вернадського. Ще за життя С. Подолинського увагу зарубіжних науковців привернула його ідея про роль праці у нагромадженні сонячної енергії. Зокрема, рецензент одного з французьких наукових журналів Дебірре ще у 1881 р. назвав С. Подолинського автором однієї з «найновіших теорій термодинаміки».

На початку ХХ ст. інтерес до праць С. Подолинського зростає і в галузі економічної теорії. Цьому сприяла публікація в 1924 р. у Парижі геніальної роботи В. Вернадського про біосферу, в якій він згадує дві праці С. Подолинського про сонячну енергію.

В українську інтелектуальну історію С. Подолинський увійшов як економіст та пропагандист соціалізму, яким його представив М. Грушевський. Дослідження М. Грушевського в 1920–1930-і роки продовжили С. Буда, Д. Бованенко, Ол. Оглоблін, Ф. Максименко, О. Мицюк та інші. 1958 року Л. Корнійчук та І. Мешко опублікували монографію «Економічні погляди С. Подолинсько-

го». Цікаві праці про С. Подолинського видали П. Кот, В. Жученко, С. Злупко. Досліджували наукову спадщину С. Подолинського Л. Пашук, М. Рудько, В. Сокурено та інші. Але ці праці були написані з офіційних марксистських позицій. Їх автори обмежувалися характеристикою С. Подолинського як прихильника соціалізму і, головне, керуючись оцінкою Ф. Енгельса, зводили нанівець енергетичну теорію українського мислителя.

З 80-х років ХХ ст. в Україні починається новий етап вивчення наукової спадщини вченого. Погляди С. Подолинського активно досліджують на нових методологічних засадах С. Злупко, М. Кратко, Л. Корнійчук. Ці ж автори підготували до друку цілу низку праць С. Подолинського. Унікальне наукове видання про С. Подолинського «Листи та документи» підготували й опублікували у 2002 р. Р. Сербин (Канада) і Т. Слюдикова (Київ). Питання розвитку ідей енергетичної теорії С. Подолинського в роботах В. Вернадського вивчали К. Ситник, О. Апанович, Ф. Вольвач, С. Стойко та ін.

Економічні аспекти енергетичної теорії С. Подолинського розкривають у своїх роботах Л. Гринів та Д. Колотило. Важливість ідей С. Подолинського, В. Вернадського та М. Руденка для розробки проблеми сталого економічного розвитку розглядають Л. Мельник, І. Юхновський та інші. Ю. Ущаповський приділив увагу місцю та значенню енергетичної теорії С. Подолинського в еволюції теорії цінності. У науковий обіг ввійшло не тільки поняття «фізична економія», запропоноване М. Руденком. У третьому томі «Економічної енциклопедії» за ред. С. Мочерного (2002 р.) В. Шевчук сформулював поняття «українська школа фізичної економії». Низка важливих аспектів проблеми формування та сутності української школи фізичної економії розглянуті у статтях В. Шевчука, Л. Корнійчук, монографіях В. Письмака, Л. Гринів, Л. Мельника та інших.

До наукової спадщини С. Подолинського звертаються і зарубіжні вчені. Ідеї С. Подолинського та В. Вернадського активно вивчаються російськими науковцями П. Кузнецовим, О. Кузнецовим, Б. Большаковим, Т. Муранівським, В. Чесноковим, Б. Кедровим, О. Огурцовим, М. Моїсеєвим. Цілий ряд праць присвятили С. Подолинському каталонець Х. Мартінез-Аліє, німець К. Шлюпман. Вони, зокрема, цікавляться економічною спрямованістю праць С. Подолинського. В Італії його спадщиною займається М. Борромео, в Канаді – Р. Сербін. Крім того, слід звернути увагу

на те, що енергетична теорія, яку розробив С. Подолинський, досліджувалася багатьма вченими без посилання на нього. Серед них такі: І. Пригожин, І. Стенгерс, Л. Ларуш, Ф. Содді, Н. Георгеску-Роуген, Т. Дейлі, Г. Одум та Е. Одум, А. Попсуєв, А. Тіліченко та багато інших.

Засновник української школи фізичної економії С. Подолинський заклав основи нового підходу до аналізу розвитку людства, пов'язавши його із збереженням і нагромадженням енергії. Вчений вперше поєднав поняття «праця» і «розвиток» зі зростанням потоку вільної енергії, що дає підстави говорити про пріоритет української наукової думки в постановці цієї проблеми. Ідеї, які вперше висловив український вчений в роботі «Праця людини та її відношення до розподілу енергії» (1880 р.), пройшли випробування часом і отримали подальший розвиток. У наш час є декілька сотень робіт різних авторів, де аналізується економіко-енергетична теорія.

С. Подолинський звернув увагу на невідповідність процесу фотосинтезу другому закону термодинаміки, а саме: сонячна енергія більшої ентропії перетворюється на енергію меншої ентропії<sup>1</sup>. Ця невідповідність тривалий час лишалась невирішеною. І лише в кінці ХХ ст. бельгійський учений російського походження, лауреат Нобелівської премії з хімії (1977 р.) Ілля Пригожин сформулював теорему для нерівноважних процесів як четверте начало термодинаміки, що протидіє другому її началу. Але той самий науковий результат, як писав П. Кузнецов, С. Подолинський отримав понад сто років тому. Цей науковий результат він назвав «законом Подолинського»<sup>2</sup>.

Подолинський дав нове наукове визначення праці. Вчений показав, що праця – це діяльність, яка пов'язана з регулюванням потоків енергії та її нагромадження. Деякі види праці ефективні

<sup>1</sup> Ентропія – процес хаотизації, що супроводжується розсіюванням енергії.

<sup>2</sup> Згідно першого закону термодинаміки, енергія може перетворюватися із однієї форми в іншу, але не може виникати чи зчезати. Другий закон термодинаміки: при всіх енергообмінах потенційна енергія на кінцевому етапі буде завжди меншою, ніж на початковому етапі. Сучасна наука оперує ще третім законом термодинаміки: з наближенням температури тіла до абсолютного нуля зміна ентропії також наближається до нуля. Подолинський звернув увагу на невідповідність процесу фотосинтезу другому закону термодинаміки, а саме: сонячна енергія більшої ентропії перетворюється на енергію меншої ентропії. Пізніше Ілля Пригожин назве цей процес четвертим началом термодинаміки.

при безпосередньому використанні енергії Сонця в господарстві, інші – в її збереженні і переробці, а в сукупності людство може забезпечити потік негативної ентропії, достатній для сталого розвитку. За розрахунками Подолинського, сталим розвитком суспільства треба вважати такий, при якому витрати однієї калорії людської праці втягують в обіг 20 калорій сонячної енергії (тепер це називають «принципом Подолинського»). Таким чином, можна дати визначення наукової парадигми С. Подолинського. Прогрес суспільства він пов'язує зі збільшенням енергетичного бюджету кожної людини і людства в цілому, зі збереженням і нагромадженням енергії.

Ідеї С. Подолинського розвинув В. Вернадський, великою заслугою якого є вчення про живу речовину. Жива речовина, за визначенням В. Вернадського, – це не лише джерело енергії для геохімічних процесів, а і джерело вільної енергії, що їх підтримує. Саме завдяки живій речовині біосфера стає активною оболонкою Землі. В. Вернадський, як і С. Подолинський, звертав увагу на поширення живих організмів на Землі та їхню роль у нагромадженні сонячної енергії. Цю роль Подолинський прирівнює до дії «термічної машини», тобто такої машини, в якій теплота переходить у роботу – принцип Саді Карно. Цю ідею проводив потім і В. Вернадський. Він розглядав біосферу як негентропійну систему, яка завдяки живій речовині здатна нагромаджувати сонячну енергію, компенсуючи тим самим її витрати на теплове випромінювання. Цю ідею досліджував і Подолинський.

Вернадський розкриває явища, пов'язані з соціальним рухом живої речовини і визначає поняття «ноосфера». У Подолинського нема формування цього поняття, але у нього чітко визначена роль людського інтелекту у процесі нагромадження енергії. Подолинський і Вернадський підіймають проблеми гармонійного розвитку природи і суспільства, автотрофності<sup>3</sup> людства. С. Подолинський аналізує енергію Всесвіту, її розподіл, збереження та розсіювання. Планетарні процеси досліджує і В. Вернадський.

Український письменник і правозахисник М. Руденко на засадах нової економіко-філософської системи сформулював концепцію фізичної економії, яка є суттєвим внеском у розвиток сві-

<sup>3</sup> Автотрофи – організми, які синтезують із неорганічних речовин (в основному води, діоксиду вуглецю, неорганічних сполук азоту) всі необхідні для життя речовини, використовуючи енергію фотосинтезу.

тової економічної думки. Теоретична концепція М. Руденка викладена ним у збірнику економічних праць «Енергія прогресу: нариси з фізичної економії», що складається з чотирьох нарисів та трьох статей (1998 р.), і знайшла продовження в філософсько-космологічній праці «Гносис і сучасність (Архітектура Всесвіту)» (2001 р.). У своїх працях М. Руденко поглиблює і розвиває наукову парадигму С. Подолинського.

Свою економіко-філософську систему М. Руденко будує на основі синтезу філософії, економіки, космології, математики, фізики та інших наук. Говорячи про методи пізнання, він підкреслює, що вони повинні базуватись на метафізичних засадах, а пізнання потрібно розпочинати з визначення субстанції вартості. Щодо субстанції, то у М. Руденка це – космічна енергія, Світова Монада<sup>4</sup>. Основну увагу вчений приділяє аналізу додаткової вартості, яку він називає «енергією прогресу». Енергією прогресу М. Руденко називає саме абсолютну додаткову вартість. Абсолютна додаткова вартість, за його визначенням, це додаткова енергія Сонця, яку людство використовує для свого прогресу. Натомість відносна додаткова вартість утворюється працею людини.

Вчений не заперечує права на існування політичної економії, але наголошує на пріоритетності ідей фізичної економії. Адже людям притаманна не тільки суспільно-духовна, а й фізична сутність, а політична економія не вирішує фізичні проблеми. Це спрощує економічні знання, робить їх однобокими і неефективними у вирішенні народногосподарських питань. Тому не політизація економічних знань, а підхід до аналізу господарства з позицій природних законів може стати основою ефективного економічного розвитку.

**Виокремлення невирішених раніше частин загальної проблеми, що розглядається, та постановка мети і завдань.** Попри досить широкий спектр підходів до вивчення наукової спадщини С. Подолинського та В. Вернадського, її впливу на сучасний розвиток як природничих наук, так і суспільствознавства, власне, історико-економічний аспект цієї проблеми потребує подальшої розробки. Передусім це стосується формування енергетичного напрямку в суспільствознавстві, започаткованого С. Подолинським, внеску у його розвиток В. Вернадського та М. Руденка, становлення української школи фізичної економії та її розвитку у світовій науці.

<sup>4</sup> Монада – Духоматерія, це центр системи, вся маса і енергія міститься в ній.

Важливість проблеми й нерідко її неадекватне сприйняття сучасними вченими потребують більш системного і комплексного її дослідження й висвітлення. Спроба такого узагальнюючого дослідження зроблена автором статті. Потрібно звернути увагу на те, що необхідність відображення і формування ідей фізичної економії проголошує не лише М. Руденко. Учені різних країн розвивають окремі проблеми її теоретичних засад. Аналізу цих проблем і присвячується наступна частина статті.

**Виклад основного змісту дослідження.** За словами М. Руденка, теоретичні витoki ідей фізичної економії лежать у вченні фізіократів. Вчення фізіократів набуло значного поширення у багатьох країнах. Воно знайшло відгук й у працях російських і українських економістів. Суттєвий внесок у розвиток ідей фізіократів у XIX – на початку XX століття зробили українські вчені, зокрема викладачі Харківського університету Й. Ланг, В. Каразін, Т. Степанов. До ідей фізіократів зверталися і такі відомі українські вчені-економісти, як Іван Васильович Вернадський (1821–1884) та Михайло Андрійович Балудянський (1769–1847).

Що ж приваблювало І. Вернадського в теорії фізіократів? Перш за все, як пише автор, «з історичного погляду фізіократія становить ніби апеляцію від меркантилізму до природного ходу справ, до природи речей» [цит. за: 13, с. 158]. Але головну заслугу школи автор вбачає у відокремленні політичної економії від інших галузей знання, чим фізіократія зробила велику послугу для науки. Проте І. Вернадський критично ставиться до думки фізіократів про те, що продуктивною є лише праця в сільському господарстві.

М. Балудянський сприймає думку фізіократів про те, що все виникає з землі. «Людина не створює нічого, природа – все. Людина своєю працею лише надає продуктам землі новий вигляд» [цит. за: 13, с. 158]. Відповідно Балудянський визначає за теорією фізіократів поділ населення на продуктивний і непродуктивний класи (у нього «продукуючий» і «непродукуючий»). Чистий продукт у нього поділяється на три частини: «першу становить дохід, який отримує поміщик, другу отримує відкупщик, а третя як податок віддається державі» [цит. за: 13, с. 140–141].

Цікаві думки з приводу органічного зв'язку економіки з природою і відповідно економічної науки з природничими і технічними науками висловив видатний російський вчений, філософ, математик і богослов, учень В. Вернадського Павло Олександрович

Флоренський (1881–1937). У листі до академіка В. Вернадського від 9 вересня 1929 р. він засуджує практику виведення поняття життя «з наївних моделей механіки» [20, с. 197]. Цей підхід Флоренський поширює і на економіку, підкреслюючи, що механічні моделі є надбудовою над застарілою формою господарства і не відповідають економіці сучасного моменту. Вчений вважав, що промисловість майбутнього буде біопромисловістю, що за електротехнікою, яка майже замінила паротехніку, йде біотехніка і що хімія і фізика будуть перебудовані як біохімія і біофізика [20]. Тут не тільки показано органічний зв'язок економіки з природничими і технічними науками, але і передбачені декотрі перспективи розвитку такого взаємозв'язку, який наочно проявляється, зокрема, в фізичній економіці сучасного американського економіста Ліндона Ларуша.

Енергетична теорія одержала розвиток у працях одного із перших російських фізиків-теоретиків Миколи Олексійовича Умова (1840–1915 рр.), який, зокрема, в 1901 р. запропонував ввести в фізику закон, протилежний другому закону термодинаміки, що охоплює специфічні особливості форм життя. У виступі на XI з'їзді природознавців і лікарів 20 грудня 1901 р. Умов наголошував на існуванні двох законів термодинаміки, які стосуються процесів природи, керують ними і, разом з тим підкреслював, що немає закону для поняття, яке включало б процеси життя у процеси природи. Існування у природі пристосувань відбору, який відновлює стрункість і включає у себе живе, повинно, напевне, складати зміст цього третього закону.

М. Умов передбачав можливість використання нетрадиційних видів енергії. У своїй статті «Завдання техніки у зв'язку з вичерпанням запасів енергії на Землі» він відмічав, що Сонце є тим джерелом енергії, з якого в далекому майбутньому людство повинно буде і зможе черпати необхідну для його культурного існування і розвитку енергію. Вчений сформулював рівняння «руху енергії», перший ввів поняття «густини потоку енергії» [18, с. 30–31], яке, як побачимо далі, ефективно використав і розвинув Ліндон Ларуш у своїй концепції фізичної економіки.

На недосконалість другого закону термодинаміки вказував і інший російський вчений, один із засновників школи фізіології рослин Климентій Аркадійович Тімірязєв (1843–1920). Він відкрив енергетичні закономірності фотосинтезу як процесу використання світла для утворення органічних речовин у рослинах. У

1903 р. Тімірязєв у своїй Круніанській лекції в Лондоні виступив із концепцією, яка заперечувала другий закон термодинаміки. Він підкреслював, що функція хлорофілу може бути по праву названа космічною функцією рослини. В іншій публічній лекції, присвяченій сторіччю відкриття вуглецю у природі, К.А. Тімірязєв передбачав, що у далекому майбутньому ми отримаємо можливість судити про те, наскільки досконалі штучні процеси отримання органічної речовини, які вироблять фізика і хімія [23, с. 53–54]. Тобто вчений розвиває ідею автотрофності людства, яку у свій час висували С. Подолинський та В. Вернадський.

Положення енергетичної теорії, автотрофності людства, використання нетрадиційних видів енергії розглядали в своїх роботах і такі вчені, як Л. Больцман, Е. Шредінгер, С. Герінг, А. Енгельгард, Ф. Ауербах, Буассо, Дж. Паломба, Д.І. Менделєєв та ін. Відомий фізик Людвіг Больцман у своєму виступі у Віденській академії в 1886 р. висловив думку про космічну роль рослин. Він вважав, що загальна боротьба за існування, яка охоплює весь органічний світ, не є боротьбою за речовину. Хімічні елементи органічної речовини знаходяться в надлишку у повітрі, у воді, у землі. Це також не боротьба за енергію, вона у формі тепла розсіяна у всіх тілах. Це боротьба з ентропією, «яка стає доступною при переході енергії від палаючого Сонця до холодної землі». Він підкреслював, що сонячна енергія викликає у листі рослини «хімічні синтези, ще невідомі нашим лабораторіям» [24, с. 195–196]. Подібний висновок був зроблений у середині ХХ ст. Е. Шредінгером [27]. Відомий польський публіцист і економіст С. Герінг спробував використати в питаннях політичної економії основні закони енергетики [4].

Про раціональне використання сонячної енергії писав у своїх працях один із піонерів агрохімії в Росії та один із засновників Російського хімічного товариства (1868 р.) А. Енгельгардт. Він наголошував, що «раціональність полягає у тому, щоб витративши меншу кількість пудо-фунтів роботи, видобути найбільшу кількість сили із сонячного променю для загальної корисності» [28, с. 369–370]. Пізніше Ф. Ауербах, відповідаючи на питання про сенс життя, писав, що життя – це та організація, яку світ створив для боротьби проти знецінення енергії. А зброя, якою життя веде цю боротьбу, називається розвитком. «Розвиток – це організована здібність діяти екстремально» [2, с. 48–50]. Модель капіталістичної економіки на основі аналогії між ентропією, яка розуміється у

термодинамічному змісті, і показником норми прибутку на авансований капітал спробував побудувати французький учений Буассо [докл. див.: 29, с. 61]. Італійський економіст Дж. Паломба вважав аналогом ентропії в економіці співвідношення між приростом суспільного продукту (або національного доходу) і масою прибутку. Цю величину Паломба назвав «економічною ентропією». Він ввів поняття «синтропії» як негативної ентропії, величина якої характеризується певною кількістю інформації» [див. 29, с. 62].

На можливість використання нетрадиційних видів енергії, автотрофність людства звернув увагу у своїх роботах і відомий російський учений Дмитро Менделєєв. У «Заповітних думках» він підкреслював що, як хімік, він впевнений у можливості отримання споживчих речовин із співвідношення елементів повітря, води і землі на особливих фабриках і заводах [див. 17, с. 153–154]. Ці думки продовжували і розвивали у своїх роботах американський вчений – хімік, лауреат Нобелівської премії (1921 р.) Фредерік Содді та румунський вчений, доктор математичної статистики Георгеску Роуген.

Фредерік Содді стверджував, що життя одержує свою фізичну енергію чи силу не від того, що саме знаходиться в живій матерії, а виключно від неживого світу. І в усьому, що необхідно для фізичного існування життя, воно залежить від принципів парового двигуна. «Принципи та етика людських законів і традицій не повинні йти проти принципів та етики термодинаміки» [цит. за: 11, с. 209]. Георгеску Роуген вважав, «що природа також додає вартість і що ця вартість, додана природою, якраз і є тим, що відрізняє ресурси від відходів» [8, с. 232].

Принцип, що характеризує еволюцію живої речовини в тому розумінні, як писав про цей процес В. Вернадський, поклав в основу своєї роботи «Теоретична біологія» Е.С. Бауер, який писав: «Тільки живі системи ніколи не бувають у рівновазі і виконують за рахунок своєї вільної енергії постійно роботу проти рівноваги, яка вимагається законами фізики і хімії при існуючих зовнішніх умовах. Ми визначимо цей принцип, – писав Бауер, – як «принцип сталої нерівноваги «живих систем» [3, с. 43]. Ця особливість явищ життя у найяскравішій формі проявляється у процесі техногенези, тобто у геохімічних змінах на поверхні планети, які називаються господарською діяльністю людини.

На засадах енергетичної теорії створив у 1935 р. нову класифікацію корисних копалин Н. Федоровський [25]. В її основу він поклав величину витрат праці, необхідної для видобування та переробки сировини у кінцеві продукти споживання. Величина витрат праці, пише він, як усяка робота, еквівалентна енергії і може бути виражена в енергетичних одиницях. Федоровський увів поняття енергоємності корисних копалин, яка в нього визначається кількістю кіловат-годин, необхідних для видобування однієї тонни сировини і переробки її до стану продукту, який іде на заводи та фабрики.

Така класифікація одержала високу оцінку російського фізико-хіміка, професора А. Капустинського, оскільки вона тісно пов'язана з рівнем розвитку продуктивних сил та технічним прогресом. Цієї ж точки зору дотримувався і географ Г. Бет, який вважав, що розміри споживання енергії можуть служити показником рівня індустріалізації та загального розвитку країни, основою для довгострокових прогнозів зростання. На його думку, для співставлення економічної могутності різних країн енергетична озброєність є кращим показником, ніж обсяг виробництва продукції у вартісному виразі. Цю думку розвиває і російський вчений А. Голубенцев. У своїй роботі «Термодинаміка процесу виробництва» він сформулював перше та друге начало економічної термодинаміки, обчислив ентропію економічної системи як міри використання суспільних благ, а також показав, що оптимальний стан економічної системи досягається при найменшому значенні ентропії [5].

Автори розглянутих теорій торкались переважно «енергетичної теорії», вони досліджували закони термодинаміки, автотрофність людства, використання нетрадиційних видів енергії. Разом з тим, ряд учених намагаються розглянути питання в іншій площині. Вони обґрунтовують доцільність і розробляють можливість вимірювання вартості в енергетичних одиницях. Аналізуючи ідеї енергетичної теорії вчені доходять висновку, що використання для вимірювання вартості і ціни товару грошової одиниці не є об'єктивним. Пропонується вимірювати вартість у фізичних, а краще – в енергетичних одиницях. Цікаво, що ще В. Вернадський говорив про можливість визначення продуктивних сил країн і народів в одиницях фізичних явищ, а найпростіше – у калоріях. Цю думку поділяв А. Ферсман, який цитує Вернадського у другому томі своєї «Геохімії» [26, с. 482].

Оригінальне дослідження цієї проблеми було зроблене російськими вченими А. Попсуєвим та А. Тіліченком, які у 1965 р. опублікували працю «Енергетичний еквівалент вартості». Вони, очевидно, не знали роботи С. Подолинського «Праця людини та її відношення до розподілу енергії» (на неї нема посилань), але самостійно прийшли до аналогічних з Подолинським висновків. Перш за все, вони наголошують на тому, що ще не знайдене точне кількісне вираження вартості, і це ускладнює економічні розрахунки. В ряді випадків, пишуть вони, це «...не дозволяє об'єктивно оцінити стан і розвиток економіки, призводить інколи до неправильних практичних висновків» [21, с. 3].

Вчені звертають увагу на те, що грошова одиниця не може бути об'єктивним мірилом кількості і якості праці, отже не може бути використана для характеристики величини вартості і собівартості. «В умовах безперервного зростання продуктивних сил, – пишуть вони, – одним карбованцем в різні часи оцінюються різні міри праці» [21, с. 3]. Ці вчені доходять висновку, що карбованець в сучасних умовах не є достатньо точним еквівалентом праці. А такий вимірник для теорії і практики економічних розрахунків має першочергове значення. Ні одна наука не може бути точною, якщо в її основу не будуть покладені об'єктивні одиниці розрахунку. «Важко собі уявити, – стверджують вчені, – фізику без таких одиниць, що мають чіткий фізичний зміст, як кілограм, метр, кіловат, джоуль і т. д. Така ж справа і з економікою» [21, с. 3]. На основі аналізу розвитку суспільного виробництва А. Попсуєвим та А. Тіліченком була зроблена спроба встановити єдиний еквівалент, який об'єктивно виражав би міру праці. Таким еквівалентом вони називають кількість витраченої енергії.

Ці вчені доходять таких же висновків, як українські вчені С. Подолинський та М. Руденко. Вони наголошують, що єдина можливість виробляти та збільшувати своє матеріальне багатство криється у все більш широкому використанні людством дарованих сил природи. «Поклавши в основу техніко-економічних розрахунків енергію з її об'єктивною кількісною оцінкою, – підкреслюють вони, – можна з великою достовірністю співставити витрати і ефективність діяльності людини по створенню матеріальних благ. Першочергове значення в цьому має кількісний вираз вартості [21, с. 8].

У своєму аналізі А. Попсуєв та А. Тіліченко виводять поняття абсолютної енергетичної вартості і дають їй таке визначення:

«Абсолютною енергетичною вартістю, – пишуть вони, – називається мінімальна витрата енергії, необхідна на виконання конкретного виду і обсягу робіт, величина якої визначається законами фізики на основі геометрично найбільш короткої відстані переміщення та точного знання величини діючих сил» [21, с. 8].

Величина абсолютної енергетичної вартості визначається ними для всякого виду робіт, але в окремих випадках, на їхню думку, необхідна розробка методів розрахунку, які ґрунтуються на використанні законів і закономірностей, відкритих фізикою, хімією, механікою і т. п. Вводять вчені в аналіз і поняття індивідуальної енергетичної вартості і визначають співвідношення між цими категоріями. Абсолютна енергетична вартість порівнюється з індивідуальною енергетичною вартістю для окремих підприємств. Відношення абсолютної вартості до індивідуальної вони називають коефіцієнтом використання енергії. Вчені визначають ефективну енергетичну вартість за формулою:

$$A = T \times a (K_1 - K) - P, \text{ де}$$

A – ефективна енергетична вартість;

T – термін служби знаряддя праці в годинах;

a – витрати знаряддям праці енергії за годину;

K – коефіцієнт використання енергії людини на фізичну роботу; його можна приймати в межах 0,07–0,1;

$K_1$  – коефіцієнт корисної дії знарядь праці;

P – витрати енергії на капітальний ремонт знаряддя праці за весь строк служби [21, с. 11].

В основу визначення ефективної енергетичної вартості ними покладена величина економії, отримана в порівнянні з витратами енергії людини на фізичну працю. Величина ефективної вартості показує, разом з тим, скільки енергії може бути зекономлено за рахунок використання того чи іншого знаряддя праці. Слід звернути увагу на те, що схожі ідеї проголошені і в роботах сучасного американського економіста Ліндона Ларуша.

Ідею про вимірювання вартості в енергетичних показниках підтримує і академік А. Аганбегян, який, зокрема, писав: «Якщо б поруч з ціною в карбованцях ми проставляли на етикетках і бірках ціну кожної речі в електроенергії, витраченій на виробництво, ми, напевно, зрівняли б енергію у правах з грошима, які усі вмють рахувати, більшість – економити і розумно використовувати» [1, с. 98–99]. Але, підкреслює він, по відношенню до енергії ми

ще, на жаль, знаходимось в відношенні безпечного споживача, користуємось нею так несвідомо, як повітрям.

Відомий український дослідник М. Руденко пропонував вимірювати вартість товару у тоннах або центнерах пшениці. Американський економіст Ліндон Ларуш пропонує для вимірювання вартості також фізичні одиниці, до речі, величину «споживчого кошика».

Думку про недосконалість існуючих вимірів вартості висловили російські вчені В. Селюнін та Г. Ханін, які піддали критиці статистичні методи аналізу, що використовувались у радянській економіці. За їхніми підрахунками, які проведені за методикою, близькою по суті до методів фізичної економіки Ліндона Ларуша, повністю спростовуються рекордні прирости обсягів виробництва і національного доходу. Вони показали, що «успіхи» зводяться до «цінових надбавок», які лише відображали добавку кінцевого продукту.

У сучасних умовах проходить переоцінка методології наукових досліджень у всіх дисциплінах – природничих і суспільних. Пошук нових парадигм тільки розпочинається. Його особливість – у бажанні відійти від спрощених, вузькоспеціалізованих підходів до комплексних, міждисциплінарних. Там, де раніше переважав пошук стабільності, рівноваги, цілісності, замкненості, зараз на передній план висувається врахування змінності, незбалансованості, відкритості систем, важливість зовнішніх факторів. Лінійні однозначні причинно-наслідкові залежності замінюються більш складним, багатофакторним аналізом причин і визначенням множини наслідків. З'являються нові методологічні підходи, концепції, уявлення.

Обґрунтування необхідності переходу до нової економічної парадигми життєдіяльності людини, заснованої на баченні економіки як підсистеми, що діє в межах глобальної екосистеми Землі, дає американський економіст Герман Дейлі. Він піддає критиці теоретичні засади неокласичної економічної школи і робить висновки, що подальша розбудова економіки в рамках традиційної концепції економічного зростання призведе до критичного накопичення економічних, соціальних та екологічних проблем у світі. Дейлі викладає основні засади економічної теорії сталого розвитку – розвитку на базі якісного поліпшення без кількісного зростання, який не призводить до виходу економіки за межі ресурсних можливостей екосистеми планети [8].

У цьому процесі суспільні науки часто є лідерами у постановці питань, у виявленні «проблемних зон». Але нові підходи до вирішення частіше зароджуються у природничих науках, оскільки вони мають справу з більш чітко окресленими явищами і поняттями. Тому виникає зв'язок природничих і суспільних досліджень, який у найближчі роки буде закріплюватись. Про необхідність такого зв'язку та поєднання наук писали в свій час інші американські вчені Г. Одум та Е. Одум. Вони спробували поєднати рішення енергетичних, економічних і екологічних проблем, побудувати економічні моделі на енергетичній основі, підійти до аналізу економічних проблем з точки зору фізичного вчення про енергію [19].

Яскравим прикладом виявлення цих ідей є зростання взаємодії природничих і суспільних наук у спробах зрозуміти сутність і знайти рішення екологічних проблем. Ефективним виявилось співробітництво екологів і економістів, яке дало багато цікавих і перспективних підходів до соціально-економічних питань. Якраз у такому контексті хотілося б підійти до розгляду вкладу І. Пригожина у розвиток суспільних наук. Його ідеї знайшли застосування у сучасному аналізі економіко-екологічних проблем. У творчості І. Пригожина, якщо брати загальнонаукові аспекти, на фундаментальному рівні поставлені питання буття і становлення свободи, детермінізму та індетермінізму, хаосу та самоорганізації. У книзі «Час, хаос, квант. До вирішення парадоксу часу», написаній разом з Ізабеллою Стенгерс, зроблена спроба вирішити фундаментальні фізичні парадокси: парадокс часу, квантовий та космологічний парадокси.

Важливим результатом розширення концептуальної схеми, як відмічають Пригожин і Стенгерс, стає більш цілісна картина світу. «Елементи, які включають в себе хаос, стрілку часу і вирішення квантового парадоксу, підводять нас до більш єдиної концепції природи, в яку становлення і «події» входять на всіх рівнях описання... В традиційному розумінні закони природи були законами, які описують замкнений детерміністський Всесвіт, <...> детерміністські в часі закони відповідають тільки... окремим випадкам» [14, с. 10–11].

Система доказів, які наводяться Пригожиним і Стенгерс, важка для сприйняття неспеціалістів у галузі теоретичної фізики і сучасної математики. Проте результати їхніх досліджень можуть бути використані в інших галузях. Цю думку переконливо

висловив більше 100 років тому Леон Вальрас, один із засновників сучасної економічної науки. Він зауважив: «Небагато з нас можуть прочитати «Математичні принципи природничої філософії» Ньютона або «небесну механіку» Лапласа, але ми всі, посилюючись на думку компетентних людей, приймаємо той опис світу астрономічних факторів, який дається у відповідності з принципом всесвітнього тяжіння. Чому ж не можна сприйняти таким же чином опис світу економічних факторів у відповідності з принципом вільної конкуренції?» [цит. за: 9, с. 105].

1977 р. І. Пригожин одержав Нобелівську премію за роботу «Порядок з хаосу», яка теж була написана у співавторстві з І. Стенгерс – філософом, хіміком та істориком науки. У цій роботі автори підіймають такі проблеми: вивчення складних систем, розвиток системного аналізу і синергетики; нове трактування проблем рівноваги і балансів; значення поняття «біфуркація» для вивчення питань суспільних перетворень; новий підхід до другого закону термодинаміки, який вони побачили в іншому світлі, ніж їхні попередники. І. Пригожин був одним із найбільш активних опонентів пануючих і нині в багатьох сферах вузькоспеціалізованих, статичних підходів до наукового аналізу. Ламаючи ньютонівські канони в фізиці і хімії, він дуже багато зробив для того, щоб затвердився багатфакторний, динамічний системний аналіз.

Для суспільних наук перехід до системної парадигми аналізу є дуже важливим кроком. Цю думку цікаво ілюструє О. Тоффлер, який у передмові до книги І. Пригожина «Порядок з хаосу» писав: «Сучасна західна цивілізація досягла значних висот у мистецтві розчленування цілого на частини, якраз у розкладі на дрібні компоненти. Ми досягли великих успіхів у цьому мистецтві, досягли успіхів настільки, що часто забуваємо зібрати розчленовані частини в те єдине ціле, яке вони колись складали» [22, с. 11]. У І. Пригожина підхід до вирішення наукових проблем, оснований на розчленуванні цілого на частини, завжди викликав незадоволення. Кращі роки свого життя вчений присвятив проблемі відтворення. Як уже говорилося вище, однією із проблем, яку піднімають І. Пригожин та І. Стенгерс, є розвиток системного аналізу та синергетики.

Виникнення синергетики було підготовлене працями багатьох відомих учених. Це в першу чергу Л. Больцман й А. Пуанкаре – засновники статистичного та динамічного описання склад-

них рухів, радянські вчені – фізик Л. Мандельштам, який сформулював необхідність розвитку «нелінійного мислення», хімік Б. Білоусов, який відкрив реакцію коливання та інші. Отже, дослідження Пригожина лягли на добре підготовлений ґрунт.

Паралельно з брюссельською школою І. Пригожина над цією проблемою інтенсивно працює також школа Г. Хакена, професора Інституту синергетики і теоретичної фізики в Штуттгарті, яка об'єднує велику міжнародну групу вчених. Вчені цієї школи опублікували більше 30 томів наукових праць, в яких висвітлюються результати досліджень, процесів самоорганізації у найрізноманітніших системах, включаючи і соціальні [12, с. 12]. Ідеї фізичної економії знайшли своє висвітлення і розвиток у працях багатьох сучасних українських вчених, таких як: В. Шевчук, Л. Корнійчук, С. Злупко, Л. Гринів, В. Письмак, Д. Колотило та ін.

У 70-х роках минулого століття деякі вчені навіть виступили з ідеєю про створення загальної науки про взаємодію суспільства і природи. Характерно, що в пошуках назви для нової науки відбилися національні традиції та підходи. Так, науку, предметом якої мала бути взаємодія людини і довкілля, в Польщі назвали «созологія», в Австрії – «созологія» і «синекологія», у Чехії – «хорологія». Антропологі вживали терміни «антропосфера» або «ноосфера». У США робили акцент на людській екології. Деякі російські і українські вчені в останні десятиліття ХХ ст. доволі активно утверджували теорію «соціоекології». Сучасний український вчений С. Злупко є засновником науки «екогомології». Екогомологія – це наука про органічний розвиток людини і довкілля, про динаміку їхньої взаємодії. «Екогомологія при належній до неї увазі та розгортанні досліджень у заданому напрямі має велике майбутнє, якщо зважати на процеси у взаєминах людини і довкілля, які проходять у сучасному світі» [10, с. 13].

У сучасних умовах українськими вченими запропоновано ряд напрямів дослідження системи «природа – суспільство – економіка». Цю ідею, зокрема, розвиває Л. Гринів. Враховуючи різноаспектність та складність об'єкта дослідження, всі наукові нароби сучасних українських, а також учених пострадянських країн, на її думку, доцільно поділити на такі групи: пов'язані з вивченням впливу забруднення навколишнього природного середовища на економіку; з економічним нормуванням виробничої діяльності; з вивченням взаємозв'язків «природа – людина – природа»; з управлінням оздоровленням довкілля; пов'язані з роз-

витком ноосферного вчення В. Вернадського та проблемами економіки природокористування [6, с. 50]. Звертається до ідей С. Подолінського і сучасний український вчений Л. Мельник у своїх роботах «Основи стійкого розвитку» та «Рождение сестевой экономики: опыт ЕС и практика Украины в свете III и IV промышленных революций» [15; 16].

Таблиця 1

**Спадкоємність і розвиток ідей фізичної економії у теоретичних поглядах українських і зарубіжних вчених**

Категорія	Фізюкрати	С. Подолінський	В. Вернадський	М. Руденко	Ілля Пригожин, І. Стенгерс	Ліндос Ларуш	Інші автори
Додаткова вартість (чистий продукт)	Виникає у виробництві, тільки у сільському господарстві, із здатності землі родити	Вартість як енергія фотосинтезу і результат перетворювальної праці людини	Доповнює енергетичну теорію Подолінського вченням про біосферу, ноосферу, живу речовину	Відносна додаткова вартість → праця людини, абсолютна додаткова вартість → енергія Сонця (Світлова Монада) Енергія прогресу Еталон вартості – шпеленця Фізична економія – синтез теорії фізіократів і трудової теорії вартості		Методика використання натуральних показників при визначенні вартості (поняття «ринкових коштів»). Вартість – це величина, яка вимірюється негентропійністю економічних процесів (негентропія)	Попсучев, Тіліченко → вартість – в енергетичних показниках; Г. Одум і Е. Одум – в енергетичних показниках; Агабонегян – на біржах – ціна в електроенергії
Закопи термодинаміки	І закон термодинаміки, «Економічна таблиця»	Недосконалість другого закону термодинаміки. «Термічна машина» Саді Карно	«Термічна машина» Саді Карно, недосконалість другого закону термодинаміки	Третя світова стала – це стала Руденка = швидкість світла Сила гравітації (в доповнення швидкості світла і сталої Плана), III закон термодинаміки	Недосконалість другого закону термодинаміки, син енергетика, нелінійні системи	Недосконалість другого закону термодинаміки. Густина енергії на одиницю площі збільшується (завдяки НТП), ентропія	Письмак: речовини – енергонісії, поділяє на ентропії і негентропії. Капіта: кореляційна залежність між ВВП і споживанням енергії (на душу населення)
Автотрофісність		Принцип автотрофісності людства	Принцип автотрофісності людства	Принцип автотрофісності людства			
Енергія Всесвіту, врахування дії природних законів	Врахування дії природних законів	Аналізує енергію Всесвіту. Урахування дії природних законів в економічному житті	Аналізує енергію Всесвіту. Протиріччя між дарвінізмом і другим законом термодинаміки. Формулює закон прискореного зростання потоку вільної енергії, направленість часу	Аналізує енергію Всесвіту, Світлова Монада, енергія Сонця	Через 40 років після Вернадського → стрілка часу → направленість часу	Передбачив крах Бреттон-Вудської системи, зростання фінансових показників, якщо не приймати до уваги дії природних законів в економіці	Використання природних законів в економіці, для формування сталого розвитку

Складено автором.

Таким чином, ідеї фізичної економії розвиваються і популяризуються в роботах багатьох українських і зарубіжних вчених. Погляди основних авторів відображені у таблиці 1, наведеній нижче. Можна погодитись з думкою Л. Гринів: «Сьогодні фізична економія перебуває в стані постійного розвитку. Особливо до цього долучаються вчені різних галузей науки... До нових здобутків фізичної економії можна віднести такі наукові концепції, як концепція фізико-економічного обліку, концепція економічної пропозиції Землі, фізико-економічна теорія сталого розвитку еколого-соціогосподарських систем, концепція про ноосферну модель економіки сталого розвитку, фізико-економічна теорія природного капіталу тощо. Це підтверджує наявність потужного потенціалу для представлення українськими вченими якісно нової, фізико-економічної парадигми побудови економіки сталого розвитку в XXI ст.» [7, с. 113].

**Висновки та перспективи подальших розвідок у цьому напрямі.** Підбиваючи підсумки потрібно сказати, що автором зроблена спроба системно дослідити питання генезису та еволюції української школи фізичної економії. Проаналізовано внесок у її формування і розвиток українських дослідників С. Подолинського, В. Вернадського, М. Руденка. Визначена нова парадигма цивілізаційного розвитку, яка розроблена українським ученим С. Подолинським і базується на енергетичній теорії. Прогрес суспільства С. Подолинський пов'язує зі зростанням енергетичного бюджету кожної людини і людства в цілому. Розкрито, як розвиваються ідеї фізичної економії іншими українськими та зарубіжними вченими.

С. Подолинський, В. Вернадський, М. Руденко заклали фундамент для подальших фізико-економічних досліджень. Вони набувають особливої актуальності саме зараз, коли формуються нові школи у світовій економічній думці, що спрямовано на пошук міждисциплінарних методологічних засад теорії сталого розвитку.

1. Аганбегян А., Ибрагимова З. Сибирь на рубеже веков. Москва, 1984. 270 с.
2. Ауэрбах Ф. Эктропизм или физическая теория жизни. Санкт-Петербург: Образование, 1911. 114 с.
3. Бауэр Э.С. Теоретическая биология. Санкт-Петербург: Росток, 2002. 352 с.
4. Геринг С. Логика экономии: Основные экономические понятия с энергетической точки зрения. Санкт-Петербург: тип. К.Ф. Далина, 1909. 294 с.

5. Голубенцев А.Н. Термодинамика процесса производства. Киев: Техніка, 1969. 160 с.
6. Гринів Л.С. Екологічно збалансована економіка: проблеми теорії. Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2001. 240 с.
7. Гринів Л.С. Фізична економія: Нові моделі сталого розвитку. Львів: Ліга-прес, 2016. 424 с.
8. Дейлі Г. Поза зростанням. Економічна теорія сталого розвитку. Київ: Інтелсфера, 2002. 297 с.
9. Егоров И. Свобода, детерминизм и индетерминизм в свете идей И. Пригожина: (К 80-летию Ильи Пригожина). *Мировая экономика и международные отношения*. 1999. № 2. С. 104–115.
10. Злупко С.М. Від археології до економіки, регіоніки, кібернетики і екології: вибр. дослідж. Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2001. 584 с.
11. Кнэпп Р., Дейли Дж., Хэммит Ф. Кавитация. Москва: Мир, 1974. 687 с.
12. Князева Е.Н. Случайность, которая творит мир. *В поисках нового мировидения: И. Пригожин, Е. и Н. Перухи*: [сборник]. Москва: Знание, 1991. 62 с.
13. Корнійчук Л.Я. Історія економічної думки України: навч. посіб. Київ: КНЕУ, 2004. 431 с.
14. Корнійчук Л.Я., Шевчук В.О. Футурологія і прогностичні ідеї фізичної економії. Київ: КНЕУ, 2012. 70 с.
15. Мельник Л.Г. Основи стійкого розвитку. Суми: Унів. кн., 2006. 383 с.
16. Мельник Л.Г. Рождение сестейновой экономики: Опыт ЕС и практика Украины в свете III и IV промышленных революций. Сумы: Унив. кн., 2018. 430 с.
17. Менделеев Д.И. Заветные мысли. Москва: Мысль, 1995. 413 с.
18. Мурановский Т. Некоторые идеи и концепции физической экономики в трудах русских и украинских ученых XIX–XX веков. *Учення Сергія Подолинського і цивілізаційна еколого-економічна перспектива*: матеріали міжнар. наук. конф., присвяченої 150-річчю від дня народж. С.А. Подолинського, Київ, 7 груд. 2000 р. Київ: КНЕУ, 2001. С. 25–37.
19. Одум Г. Энергетический базис человека и природы / пер. с англ. под ред. и с предисл. А.П. Огурцова. Москва: Прогресс, 1978. 379 с.
20. Переписка В.И. Вернадского и П.А. Флоренского. *Новый мир*. 1989. № 2. С. 194.
21. Попсуев А.В., Тиличенко А.Г. Энергетический эквивалент стоимости. Хабаровск, 1965. 19 с.
22. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой: пер. с англ. / общ. ред. В.И. Аршинова [и др.]. Москва: Прогресс, 1986. 431 с.
23. Тенненбаум Дж. Подолинский, Вернадский и возрождение мировой экономики сегодня. *Учення Сергія Подолинського і цивілізаційна еколого-економічна перспектива*: матеріали міжнар. наук. конф., присвяченої 150-річчю від дня народж. С.А. Подолинського, Київ, 7 груд. 2000 р. Київ: КНЕУ, 2001. С. 20–25.
24. Тимирязев К.А. Солнце, жизнь и хлорофилл: избранные работы. Москва: Сельхозгиз, 1956. 227 с.

25. Федоровский Н.М. Классификация полезных ископаемых по энергетическим показателям. Москва; Ленинград, 1935. 96 с.
26. Ферсман А.Е. Избранные труды. Москва: Изд-во АН СССР, 1955. Т. 3. 799 с.
27. Шредингер Э. Что такое жизнь?: С точки зрения физика / пер. с англ. [и предисл.] А.А. Малиновского и Г.Г. Порошенко. 2-е изд. Москва: Атомиздат, 1972. 88 с.
28. Энгельгардт А.Н. Из деревни: 12 писем 1872–1887. Москва: Мысль, 1987. 639 с.
29. Яншина Ф.Т. Мысли о философских взглядах В.И. Вернадского. *Научное наследие В.И. Вернадского в контексте глобальных проблем цивилизации: межгосударственная конференция, Крым 23–25 мая 2001 г.: доклады*. Москва: Ноосфера, 2001. С. 86–96.

### References

1. Aganbegyan, A., Ibragimova, Z. (1984). Siberia at the turn of the century. Moscow [in Russian].
2. Auerbach, F. (1911). Ectropism or the physical theory of life. Sankt-Peterburg: Obrazovanie [in Russian].
3. Bauer, E.S. (2002). Theoretical biology. Sankt-Peterburg: Rostok [in Russian].
4. Gering, S. (1909). The logic of economy. Basic economic concepts from an energy point of view. Sankt-Peterburg: tip. K. F. Dalina [in Russian].
5. Golubentsev, A.N. (1969). Thermodynamics of the production process. Kiev: Tekhnika [in Russian].
6. Griniv, L.S. (2001). Ecologically balanced economy: problems of theory. Lviv: Ivan Franko National University of Lviv [in Ukrainian].
7. Griniv, L.S. (2016). Physical economy: New models of sustainable development. Lviv: Liga-pres [in Ukrainian].
8. Deyli, G. (2002). Beyond growth. The economics of sustainable development. Kyiv: Intelsfera [in Ukrainian].
9. Yegorov, I. (1999). Freedom, determinism and indeterminism in the light of the ideas of I. Prigogine: (On the 80th anniversary of Ilya Prigogine). *Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya - World economy and international relations*, 2, 104-115 [in Russian].
10. Zlupko, S.M. (2001). From archeology to economics, regionalism, cybernetics and ecohomology. Lviv: Ivan Franko National University of Lviv [in Ukrainian].
11. Knepp, R., Deyli, Dzh., Khemmit, F. (1974). Cavitation. Moscow: Mir [in Russian].
12. Knyazeva, Ye.N. (1991). An accident that creates the world. *In search of a new worldview: I. Prigogine, E. and N. Roerich*. Moscow: Znanie [in Russian].
13. Korniyuchuk, L.Ya. (2004). History of the Ukrainian Economic Thought. Kyiv: KNEU [in Ukrainian].

14. Korniyuchuk, L.Ya., Shevchuk, V.O. (2012). Futurology and prognostic ideas of physical economy. Kyiv: KNEU [in Ukrainian].
15. Melnik, L.G. (2006). Principles of sustainable development. Sumy: Univ. kn. [in Ukrainian].
16. Melnik, L.G. (2018). The Birth of the Sister Economic: EU Experience and Ukraine's Practice in the Light of III and IV Industrial Revolutions. Sumy: Univ. kn. [in Russian].
17. Mendeleev, D.I. (1995). Cherished thoughts. Moscow: Mysl [in Russian].
18. Muranivskiy, T. (2001). Some ideas and concepts of the physical economy in the works of Russian and Ukrainian scientists of the XIX-XX centuries. In: *Serhiy Podolinsky teachings and civilization's ecological and economic perspective: Proceedings of the International Conference*. Kyiv, December 7. 2000. (pp. 25-37). Kyiv: KNEU [in Russian].
19. Odum, G. (1978). The energy basis of man and nature. Moscow: Progress [in Russian].
20. Correspondence of V.I. Vernadsky and P.A. Florensky. (1989). *Novyy mir - New world*, 2, 194 [in Russian].
21. Popsuev, A.V., Tilichenko, A.G. (1965). Energy equivalent of value. Khabarovsk [in Russian].
22. Prigozhin, I., Stengers, I. (1986). Order Out of Chaos: Man's New Dialogue with Nature. Moscow: Progress [in Russian].
23. Tennenbaum, J. (2001). Podolinsky, Vernadsky and the revival of the global economy today. In: *Serhiy Podolinsky teachings and civilization's ecological and economic perspective: Proceedings of the International Conference*. Kyiv, December 7. 2000. (pp. 20-25). Kyiv: KNEU [in Russian].
24. Timiryazev, K.A. (1956). The Sun, Life and Chlorophyll: Selected Works. Moscow: Selkhozgiz [in Russian].
25. Fedorovskiy, N.M. (1935). Classification of minerals by energy indicators. Moscow; Leningrad [in Russian].
26. Fersman, A.Ye. (1955). Selected Works. Vol. 3. Moscow [in Russian].
27. Shrödinger, E. (1972). What is life? From the point of view of a physicist, (2nd ed.). Moscow: Atomizdat [in Russian].
28. Engelgardt, A.N. (1987). From the village: 12 letters 1872-1887. Moscow: Mysl [in Russian].
29. Yanshina, F.T. (2001). Thoughts on the philosophical views of V.I. Vernadsky. In: *The scientific heritage of V.I. Vernadsky in the context of global problems of civilization: International Conference*. Crimea, May 23-25. 2001 (pp. 86-96). Moscow: Noosfera [in Russian].

Стаття надійшла до редакції 2 квітня 2020 р.