

УДК 662.6:338

JEL Classification: Q42, Q26

DOI: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.201908006>

**О.М. ШПИЧАК, доктор економічних наук,
професор, академік НААН**
**О.В. БОДНАР, доктор економічних наук,
старший науковий співробітник**

Теоретичні основи біоенергетики в контексті закону збереження енергії

Мета статті - обґрунтувати теоретичні основи біоенергетики в контексті закону збереження енергії, зокрема неправомірність твердження щодо поняття відновлюваності біоенергетики на підставі дії закону збереження енергії для відкритих систем у межах планети Земля, для якої Сонце, як космічне тіло, являє собою єдине первинне джерело теплової та світлової енергії, яке не вічне і після вичерпання своєї енергії воно згасне; обґрунтувати класифікаційні ознаки для енергетичних ресурсів, за якими визначається їх належність до біоенергетики.

Методика дослідження. У процесі дослідження використано: діалектичний метод пізнання, що дав змогу дослідити закономірності процесів акумуляції та перетворення сонячної енергії в біоенергію через фотосинтез, системний підхід для дотримання відповідності понять відновлюваності біоенергетики закону збереження енергії; методи індукції і дедукції - для обґрунтування класифікаційних ознак енергетичних ресурсів, за якими визначається їх належність до біоенергетики.

Результати дослідження. Обґрунтовано класифікацію енергетичних ресурсів, за якими визначається їх належність до біоенергетики, доведено неправомірність твердження щодо поняття відновлюваності біоенергетики на підставі дії закону збереження енергії для відкритих систем у межах планети Земля, для якої Сонце, як космічне тіло, являє собою єдине первинне джерело теплової та світлової енергії, яке хоча й має дуже тривалий період існування, проте після вичерпання своєї енергії згасне.

Елементи наукової новизни. Запропоновано усунути неправомірне твердження щодо відновлюваності біоенергетики на підставі закону збереження енергії у відкритих системах, до яких відноситься Сонячна система, обґрунтовано класифікацію енергетичних ресурсів, за якими визначається їх належність до біоенергетичних.

Практична значущість. Запропоноване бачення стосовно невідновлюваності наявних у людському доступі біоенергетичних ресурсів на планеті Земля зумовить формування принципово нового концептуального бачення розвитку енергетичних галузей та оптимальніші рішення стосовно збереження навколишнього середовища. Рис.: 1. Бібліогр.: 59.

Ключові слова: біоенергетика; фотосинтез; автотрофність; гетеротрофність; енергія Сонця, планета Земля, відновлювана і невідновлювана енергетика, закон збереження енергії.

Шпичак Олександр Михайлович - доктор економічних наук, професор, академік НААН, заслужений діяч науки і техніки України, головний науковий співробітник відділу ціноутворення та аграрного ринку, Національний науковий центр «Інститут аграрної економіки» (м. Київ, вул. Героїв Оборони, 10)

E-mail: om.shpychak@gmail.com

ORCID iD <https://orcid.org/0000-0003-1329-5218>

Боднар Ольга Василівна - доктор економічних наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу ціноутворення та аграрного ринку, Національний науковий центр «Інститут аграрної економіки» (м. Київ, вул. Героїв Оборони, 10)

E-mail: ollnar1979@gmail.com

ORCID iD <https://orcid.org/0000-0002-4188-2965>

Постановка проблеми. В умовах постійно зростаючих потреб суспільства, його інтенсивного розвитку та науки виникає об'єктивна необхідність введення нових наукових понять і тверджень, які відображають сутність цих змін. Проте, на наш погляд, на

сьогодні, на жаль, помітне надмірне захоплення введенням окремих понять без належного обґрунтування їх необхідності, що зустрічається в дисертаційних дослідженнях. У результаті цього накопичуються не зовсім обґрунтовані терміни й поняття, що перешкоджають розумінню сутності проблеми, ускладнюють взаєморозуміння в практичному і науковому аспекті. У зв'язку з

© О.М. Шпичак, О.В. Боднар, 2019

цим доречно нагадати легенду про трагедію будівництва Вавилонської вежі, яка сталася через змішування понять і у зв'язку із цим непорозуміння між її будівниками. Про необхідність чіткості понятійного апарату та визначень економічних термінів більше ніж 200 років тому зазначав Р. Мальтус у своїй відомій праці «Про визначення в політичній економії» [9]. Для досягнення єдності та усунення протиріччя у термінології він пропонував дотримуватися певних умов. Зокрема при використанні понять необхідно зберігати їх внутрішній зміст та уникати необгрунтованого захоплення введенням нових визначень. Якщо виникає необхідність у новому визначенні, то запропоновані зміни повинні усувати незручності старих, не викликаючи тим самим ще більше незручностей. Р. Мальтус вважав, що нові терміни повинні обов'язково узгоджуватися з основоположними сутнісними термінами (які на той час були запропоновані А. Смітом і Д. Рікардо).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Базові принципи процесів, які формують біоенергетику, розкриті у фундаментальних працях, що заклали основу й обгрунтували закон збереження і перетворення енергії, зокрема таких видатних науковців, як Ф. Кене [26], Ю. Майєр [32], Дж. П. Джоуль [38], Г. фон Гельмгольц [12], М. Ломоносов [30] та інші. Визначний вклад у вивчення перетворень сонячної енергії в живих організмах здійснили вітчизняні дослідники К. Тимірязєв [49], В. Вернадський [7,8], С. Подолінський [41], М. Руденко [45] та інші. У сучасній науковій літературі біоенергетичним проблемам приділяється увага рядом дослідників – економістами аграрниками Г. Гелетухою [11], М. Дубиніною [19], Т. Железною [11], Г. Калетником [24], М. Роїком [44], В. Шевчуком [54], О. Шпичаком [23, 55] та багатьма іншими.

Проблематика розвитку виробництва біопалива в Україні та світі, представлення технологічних розробок і визначення їх економічної ефективності досить широко висвітлені у працях В. Бондара [5], Г. Голуба [13], М. Гументика [14], В. Дубровіна [20], І. Кириленка [27], Т. Куць [23], Ю. Лузана [31], В. Месель-Веселяка [36], Є. Михайлова [23] та ін.

Мета статті – обгрунтувати теоретичні основи біоенергетики в контексті закону збереження енергії, зокрема про неправо-

мірність поняття відновлюваності біоенергетики для відкритих систем у межах планети Земля, для якої Сонце, як космічне тіло, являє собою єдине первинне джерело теплової та світлової енергії, яке не вічне і після вичерпання своєї енергії воно згасне; обгрунтувати класифікаційні ознаки для енергетичних ресурсів, за якими визначається їх належність до біоенергетики.

Виклад основних результатів дослідження. Незалежно від рівня економічного і соціального розвитку суспільства перед людиною завжди стоїть глобальна проблема енергетичного забезпечення власної життєдіяльності. Це стосується забезпечення, насамперед, продовольчими ресурсами і ресурсами для опалення, освітлення та пального для здійснення перевезень тощо. Продукти харчування є найбільш необхідними видами енергетичних ресурсів для життя людини, які через специфічний двигун внутрішнього згорання (шлунок) забезпечують життєдіяльність людини. Незамінність продовольства зумовлена тим, що людина гетеротрофна істота й енергію для забезпечення функціонування свого організму вона може отримувати лише з органічних сполук, які синтезовані автотрофами. Тобто використовувати енергію Сонця, що закумуляована в результаті фотосинтетичних процесів. Будучи складовою енергетичної проблеми, забезпеченість продовольством, як специфічним видом біоенергії, є першочерговим за людськими потребами. Із сільськогосподарської сировини можна отримувати біодизель, біоетанол тощо, проте в зворотному напрямі це ще неможливо, що об'єктивно зумовлює протиріччя при прийнятті рішень щодо виробництва тих чи інших видів біоенергетичних ресурсів [55].

Енергозабезпечення усіх інших потреб людства здійснюється в переважній більшості також за рахунок біоенергетичних ресурсів. Безперечно, біоенергетичні процеси існували ще до появи людини, проте саме поняття «біоенергетика» і його розуміння в економічній науці вперше було введено у 1956 р. лауреатом Нобелівської премії з фізіології та медицини А. Сент-Дьєрдьє у його науковій роботі «Біоенергетика» при вивченні функціонування живих організмів та їх енергозабезпеченні [47]. Питання біоенергетики вивчає така галузь економіки як біоекономіка. Науковці центру біоекономіки та еко-інновацій економічного факультету

МДУ ім. Ломоносова (Бобилев С.Н., Кірюшин П.А., Кудрявцева О.В.), досліджуючи цю проблему, зазначають, що біоекономіка інтегрує біологічні та економічні дисципліни з метою створення теорії, що пояснює економічні явища з погляду біології [4, с. 23]. Згідно з визначенням міжнародної організації економічного співробітництва і розвитку (ОЕСР) біоекономіка – це «світ, в якому біотехнології є джерелом значної частини економічного виробництва» [59].

Вважаємо, що вживання префікса «біо» у термінах «біоенергетика» та «біоекономіка» дуже вдале, оскільки саме тут відображається сутність процесів, що знаходяться в основі технологій утворення цього виду енергії, її біопоходження.

Проте огляд вітчизняної й зарубіжної наукової економічної літератури, а також термінів та визначень у міжнародній і вітчизняній законодавчо-нормативній базі щодо біоенергетики та дотичних до неї понять дозволив зробити висновок, що у понятійному апараті, на жаль, створюються ряд суперечностей та здебільшого відсутній виклад сутнісної першооснови, яка ідентифікує біологічну складову [2-3, 16-18, 35, 46]. Неточність понятійного апарату зумовлює також хибність класифікаційних ознак, які притаманні біоенергетичним видам ресурсів.

Біоенергетикою в більшості випадків вважають діяльність, пов'язану з використанням біомаси, під якою у свою чергу розуміють вуглецевомістку відновлювану органічну речовину [11, 19, 44, 39]. Досить часто характерною ознакою біомаси вважають заключний процес її розкладу або вона класифікується лише за фізичним станом речовини (твердий, рідкий, газоподібний) і, на жаль, втрачається сутність процесу початкового утворення – біології. При цьому безапеляційно стверджується про її відновлюваність.

Дотримуємося тієї позиції, що сутнісну першооснову біоенергетики (біомаси та похідних від неї) на планеті Земля становить наявність біологічних процесів перетворення сонячної енергії в органічні речовини за участю фотосинтезу як на суходолі, так і у водоймах.

У зв'язку із цим на увагу заслуговує схема процесу перетворення сонячної енергії у біосфері та місце, яке в ньому займає біоенергетика (рис.).

Варто зазначити, що на планету Земля потрапляє лише одна двохмільярдна частина всієї енергії, що в цілому випромінюється

Сонцем [28]. Решта сонячної енергії розсіється у Всесвіт, де загальна її сума за законом збереження енергії для замкнених систем залишається незмінною. Обсяг сонячної енергії, що у вигляді тепла та світла перетворюється в біоенергетику, складає лише 0,02% енергії, яка надходить від Сонця до планети Земля [22, с.39]. Інша її частина зазнає фізико-хімічного перетворення, що знаходиться в основі виробництва електроенергії за рахунок енергії вітру у вітрових електростанціях та сили водних потоків у гідроелектростанціях, або використання фотоелементів сонячних панелей, де вона перетворюється на теплову та електричну. Величезна частина сонячної енергії, яка не акумульована планетою Земля, розсівається. Таким чином, біологічні перетворення сонячної енергії в результаті процесів фотосинтезу створюють органічну речовину. Щорічно на нашій планеті виробляється близько 128 т живої речовини з розрахунку на людину [45, с. 44].

Саме біологічні перетворення сонячної енергії становлять основу біоенергетики і до них відноситься діяльність, пов'язана з виробництвом продуктів харчування, біодизеля, біоетанолу, біогазу тощо.

При цьому в економічній літературі викопні види палива несправедливо не відносять до біоенергетики. Адже першоосною утворення викопних видів палива (вугілля, нафта і природний газ та ін.) також є фотосинтез, оскільки джерелом їх походження виступає біомаса, що зазнала різних процесів перетворення протягом тривалого періоду часу. Це підтверджується біогенною теорією походження нафти та газу, основні положення якої були закладені М. Ломоносовим у праці «Про шари земні» (1763 р.), та закономірностями вуглеутворення, що відбувалося із решток наземної рослинності [30, 33]. Таким чином, ці види енергетичних ресурсів мають єдине біопоходження і первинним джерелом їх утворення також слугує сонячна енергія. Різниця між ними не сутнісна, а більшою мірою зумовлена часовим лагом, який знаходиться між первинним накопиченням сонячної енергії в процесі фотосинтезу до її використання людиною. Для вугілля, нафти, газу – це тисячі й мільйони років, тоді як для продуктів харчування та сучасних біогазу, біодизеля, біоетанолу – лише декілька років.

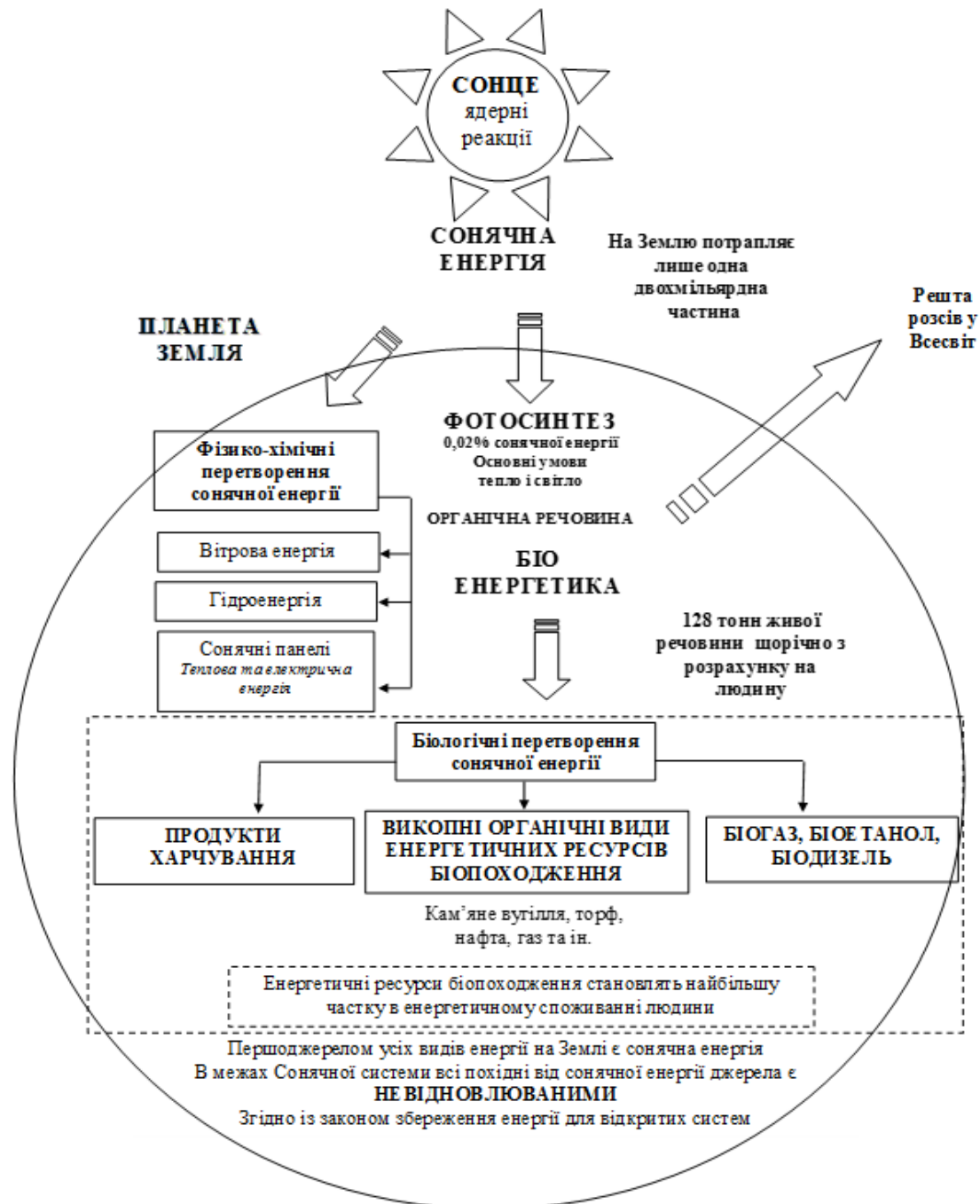


Схема біоенергетичних та фізико-хімічних процесів у системі перетворення і акумуляції сонячної енергії на планеті Земля

Джерело: Розробка авторів.

Таким чином, енергетичні ресурси біопроходження нині відіграють домінуючу незамінну роль в енергетичному споживанні людини і забезпечують її існування.

Водночас із зростанням потреб в енергетичних ресурсах людство вимушено скорочує часовий лаг перетворення сонячної енергії у види для свого використання шляхом розвитку інноваційних технологій. Так, трансформація сонячної енергії у нафту, газ, вугілля традиційно тривала мільйони років, зокрема процес нафтоутворення, за даними

науковців, становить від 50-350 млн років (згідно з концепцією органічного (біогенного) походження нафти), вуглеутворення – орієнтовно 350 млн років [25, 42-43, 48, 52]. При виробництві сучасних біологічних видів палива (біодизель, біогаз, біоетанол) часовий лаг скорочується до одного – двох років, які необхідні для вирощування енергетичних сільськогосподарських культур або тварин для виробництва біогазу. За умов акумуляції й перетворення сонячної енергії у теплову та електроенергію поза біологіч-

ними процесами за допомогою фізико-хімічних перетворень (наприклад фотоелементів у сонячних панелях) відлік часу відбувається в годинах, або навіть і хвилинах.

Варто зазначити, що нині у значній кількості наукових публікацій є твердження про відновлюваність біоенергетичних ресурсів [11, 15-18, 19, 24, 44, 35, 46]. І це за умови, що джерелом сонячної енергії виступає термоядерний синтез та енергія, яка надходить від Сонця у вигляді фотонів не відновлюється там, а постійно безповоротно випромінюється, і Сонце має кінцевий термін існування, хоча й через досить тривалий час згасне [57].

На наш погляд, це робить неправомірним вживання поняття відновлюваності усіх енергетичних ресурсів, джерелом яких слугує сонячна енергія, що функціонує у відкритій системі. Це чітко обґрунтовується законом збереження енергії. Ідея щодо збереження речовини та енергії була висловлена ще філософами XVII та XVIII ст. Фізіократ Ф. Кене, якого К. Маркс вважав одним із найвизначніших економістів, заклав цю ідею у своїх економічних таблицях [26].

Російським ученим М. Ломоносовим у 1748 р. та французьким вченим А. Лавуазьє у 1789 р. було обґрунтовано закон збереження маси речовини, відомий сьогодні як закон Ломоносова-Лавуазьє. Зокрема М. Ломоносовим він формулюється так: «всі зміни, що трапляються в природі, такого суть стану, що скільки чого в одного тіла відніметься, стільки додається до іншого, так, якщо де трохи зменшиться матерії, то збільшиться в іншому місці» [30]. Сучасний виклад закону збереження маси речовини наступний: „Маса усіх речовин, що вступають у реакцію, дорівнює масі всіх продуктів реакції» [10, с. 16; 51]. Проте закон збереження енергії в той час ще не був експериментально доведений.

У 1845 р. Ю. Майєр довів закон збереження та перетворення енергії досліджуючи фізіологію організму [32]. Він вважав цей закон вищим законом природи: «із нічого нічого не буває» та здійснив перші спроби обґрунтувати зв'язок енергії і маси, що в подальшому було зроблено А. Ейнштейном у 1905 р. та стало одним з головних практично важливих результатів спеціальної теорії відносності [6, 56]. Також Майєр зазначав, що лише сонячна енергія підтримує в стані руху всі види діяльності, які відбуваються на Землі.

Чіткіше формулювання закону збереження енергії запропоновано Дж. П. Джоулем, Г. фон Гельмгольцем, які заклали під теоретичні припущення Майєра потужну експериментальну основу [12, 38].

Із біологічної (природничої) точки зору ці процеси розглядалися вітчизняними дослідниками К. Тимірязєвим, В. Вернадським, С. Подолинським. Зокрема К. Тимірязєв розвинув ідею Ю. Майєра щодо перетворення сонячної енергії в живих організмах у своїй праці «Сонце, життя і хлорофіл» [49]. Здійснюючи ґрунтовні дослідження процесу фотосинтезу, він називав хлорофіл своєрідними світлозбираючими антенами фотосинтезу, які вловлюють світлові кванти. Він вперше включив цей процес у ланцюг перетворення енергії та вважав, що закон збереження енергії повною мірою проявляється в результаті перетворення неорганічної речовини в органічну [49]. У своїх працях В. Вернадський трансформував закон збереження енергії в закон константності у біосфері, згідно з яким кількість живої речовини (для даного геологічного періоду) є сталою. Сьогодні залишаються актуальними його геніальні твердження, що жива речовина в дієвому стані виступає акумулятором сонячної енергії та перетворює променеву й термічну енергію Сонця у хімічну та/або механічну енергію величезної сили [7]. Особливості процесу енергетичного перетворення були викладені В. Вернадським наступним чином. При концентрації сонячної енергії головну роль відіграє автотрофність, тобто здатність організмів синтезувати з неорганічних речовин усі необхідні для життя органічні речовини, використовуючи енергію фотосинтезу. Тваринний світ сам по собі не може жити, а використовує енергію, накопичену зеленими організмами. Формування органічних речовин у процесі фотосинтезу не можливе без води. Під дією хлорофілу та за рахунок енергії сонячного світла в результаті розчеплення води виділяється молекулярний кисень, що забезпечує дихання живих організмів на планеті [8; 51].

Величезним є внесок у дослідження закону збереження енергії нашого співвітчизника С. Подолинського. Науковець зазначав, що повна енергія залишається незмінною величиною за умови замкнутої системи, яка не піддається зовнішньому впливу. Особливо цінним є те, що за приклад такої системи дослідник називав Всесвіт, кількість енергії яко-

го незмінна [41]. Причому різні форми енергії лише переходять з одного виду в інший. У такому розумінні поняття відновлюваності й невичерпності видів енергії для Всесвіту обґрунтоване і прийнятне. В межах же Сонячної системи, і планети Земля зокрема, які існують у відкритій системі, де за винятком лише однієї двохмільярдної частини, енергія Сонця безповоротно розсівається у Всесвіт, стверджувати про невичерпність та відновлюваність, на нашу думку, неправомірно.

Водночас у контексті розглянутої проблеми і заради об'єктивності неможливо не зупинитися на ряді теорій, які обґрунтовують абіогенне (неорганічне або мінеральне) походження нафти та газу. Однією з них є карбідна теорія Д. Менделєєва, згідно з якою утворення вуглеводнів відбувається при взаємодії води та карбідів важких металів [21, с. 203]. Концепція В. Ларіна обґрунтовує генерування нафти та газу в міру надходження водню та доводить, що цей процес відбувається постійно [29]. Науковий підхід щодо енергетики осадових процесів (П. Тимофєєв, А. Щербаков, В. Ільїн) доводить, що процес утворення нафти і газу є безперервним, а їх запаси відновлювані [50]. Дослідження Інституту гірничої справи Півночі Якутського філіалу АН СРСР під керівництвом Н. Черського обґрунтовують механізми утворення вуглеводнів з органічних та неорганічних речовин і доводять про відновлюваність запасів нафти і газу [53]. Ці позиції розглянуто в роботі А. Агафонова «Теоретичне і практичне обґрунтування відновлюваності запасів нафти та природного газу» [1]. Аналогічно відновлюваність викопних енергетичних ресурсів доводиться шарьяжною теорією (Камелетдинов М. та ін.), згідно з якою вуглецеводневі перетворення відбуваються завдяки постійному механічному перетиранню порід [23].

Існує також теорія про відновлюваність, невичерпність і екологічність глибинних нафтогазових ресурсів, запропонована колективом учених (П. Гожином, О. Лукіним, А. Вдовиченком, О. Петровським, А. Ковалем) [40]. Їх дослідження доводять факти постійного підживлення покладів глибинною нафтою та розкривають теорію природного відновлювання нафтогазових ресурсів за рахунок глибинної дегазації Землі. Як доказ наводиться нафтогазове родовище у Бориславі на Львівщині, якому уже понад 100 років і де досі відбувається міграція вуглеводнів на поверхню землі, яку ліквідувати

практично неможливо, що навіть спричиняє екологічні проблеми для місцевих жителів.

Викладені теорії вступають у протиріччя із загальноіснуючим поняттям утворення вуглецевих покладів та кардинально змінюють уяву про відновлюваність глибинних нафтогазових ресурсів. І як наслідок, заперечують невпинне скорочення обсягів існуючих запасів традиційних енергоресурсів, яких за оцінками багатьох сучасних експертів вистачить ненадовго, зокрема нафти – лише на 44 роки, натурального газу – 159 років, вугілля – 409 років [58].

Віддаючи належне прихильникам теорії абіогенного походження нафти і газу та їх твердженням про відновлюваність глибинних викопних ресурсів, тут усе ж залишається відкритим глобальне питання: звідки береться енергія для поповнення цих глибинних ресурсів і який часовий лаг їх існування. Зазначені теорії не підтверджуються всесвітньо визнаним законом збереження енергії «із нічого не може бути щось». Без узгодження цих теорій із законом збереження енергії твердження про відновлюваність біоенергії неприйнятне.

Висновки. У результаті надмірного захоплення введенням окремих наукових понять без належного обґрунтування їх необхідності накопичуються не зовсім обґрунтовані терміни, що перешкоджають розумінню сутності проблеми, ускладнюють взаєморозуміння у практичному і науковому аспекті. Така проблема стосується і такого поняття як біоенергетика.

За весь період існування людства перед ним постійно стоїть глобальна проблема забезпечення енергетичними ресурсами для своєї життєдіяльності. Сюди, в першу чергу, відносяться продукти харчування, а потім енергоресурси для опалення, освітлення, транспортування тощо. Причому для людини продовольчі ресурси як специфічний вид біоенергії є незамінними. Незамінність продовольства зумовлена тим, що людина – гетеротрофна істота, й енергію для забезпечення функціонування свого організму вона може отримувати лише з органічних сполук, синтезованих автотрофами. Тобто використовувати енергію Сонця, що закумуляована в результаті фотосинтетичних процесів. Із сільськогосподарської сировини можна отримувати біодизель, біоетанол тощо, проте в зворотному напрямі це ще неможливо, що об'єктивно зумовлює суперечності при прий-

нятті рішень щодо виробництва тих чи інших видів біоенергетичних ресурсів

У зв'язку із невідпинним зростанням споживання енергетичних ресурсів, яке лише протягом півтора століття (1860-2016 рр.) із розрахунку на одного жителя планети збільшилось у 24,5 раза, перед людиною постала об'єктивна необхідність скорочувати часовий лаг ланцюга перетворення сонячної енергії для можливості її швидшого використання для задоволення власних потреб. Тому поряд із традиційними енергетичними ресурсами, завдячуючи інноваційним підходам, вона почала використовувати альтернативні джерела, зокрема це біодизель, біоетанол, біогаз, сонячні панелі тощо.

Основну частину енергетичного споживання людини (продукти харчування, освітлення, обігрів житла, забезпечення руху транспортних засобів тощо) становить біоенергія. Характерно, що частка останньої в загальному обсязі випромінюваної Сонцем енергії є мізерною, оскільки на Землю потрапляє лише одна двохмільярдна її частина, а з останньої лише 0,02% перетворюється в біомасу завдяки фотосинтезу.

Вважаємо неправомірною думку щодо відновлюваності біоенергетичних ресурсів на планеті Земля, які є похідними від сонячної енергії. Це обґрунтовується законом збереження енергії в межах Сонячної системи, яка є відкритою системою. За таких

умов енергія Сонця, що утворюється в результаті термоядерних процесів, не відновлюється, а постійно безповоротно випромінюється, і Сонце згорить. Тоді правомірно постає питання, як на планеті Земля відбудуватиметься відновлення біоенергії, якщо її першоджерело (Сонце) зникне.

Твердження щодо відновлюваності й невичерпності нафтогазових ресурсів, які ґрунтуються на теорії абіогенного їх походження, також викликають сумніви, оскільки вони не узгоджуються із загально визнаним законом збереження енергії, згідно з яким енергія не виникає з нічого і не зникає в нікуди. Тут залишається невизначеною позиція, що є первинним джерелом енергії для цих ресурсів та часовий лаг їх існування.

Усвідомлення того, що всі біоенергетичні ресурси на планеті Земля згідно із законом збереження енергії для відкритих систем є не відновлюваними, зумовлюють необхідність максимальної акумуляції сонячної енергії, яка надходить на землю, та зменшення її розсіву у Всесвіт. Це слід здійснювати через нарощування зелених насаджень (лісів тощо), що забезпечать приріст біомаси та кисню на Землі, а на малопродатних землях розташовувати сонячні електростанції. Це сприятиме формуванню концептуального бачення необхідності раціонального використання сонячної енергії на благо людства та збереження навколишнього середовища.

Список бібліографічних посилань

1. Агафонов А. И. Теоретическое и практическое обоснование возобновляемости запасов нефти и природного газа. *Бурение и нефть*. 2019. № 1. URL : <https://burneft.ru/archive/issues/2019-01/22>.
2. Алещенко Г. М., Букварева Е. Н. Некоторые вопросы моделирования разнообразия в биологических системах различных типов. *Успехи современной биологии*. 1991. Т. 111, вып. 6. С. 803-811.
3. Берталанфи Л. Общая теория систем - обзор проблем и результатов. *Системные исследования*. Москва : Наука, 1969. С. 30-54.
4. Бобылев С. Н., Кирюшин П. А., Кудрявцева О. В. Биоэкономика в России: перспективы развития. Москва : Проспект М, 2016. 176 с.
5. Бондар В. С., Фурса А. В. Економічне обґрунтування технологій вирощування і переробки рослинної біосировини на тверді види палива. *Економіка АПК*. 2015. № 3. С. 22.
6. Борн У. Эйнштейновская теория относительности. Москва : Мир, 1964. 452 с.
7. Вернадский В. И. Биосфера. Москва : Мысль, 1967. 326 с.
8. Вернадский В. И. Труды по геохимии. Москва : Наука, 1994. 496 с.
9. Водозовов Н. Роберт Мальтус. Его жизнь и научная деятельность. *Biography & Autobiography* 191 с. URL: <https://books.google.com.ua/books?>
10. Волькенштейн М. В. Перекрестки науки. Москва : Наука, 1972. 336 с.
11. Гелетуха Г. Г., Железна Т. А. Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні. Ч.1. *Промышленная теплотехника*. 2010. № 3. С. 73-79.

References

1. Agafonov, A.I. (2019). Teoreticheskoe i prakticheskoe obosnovanie vobnovljaemosti zapasov nefiti i prirodnoho gaza [Theoretical and practical substantiation of the renewability of oil and natural gas reserves]. *Burenie i nefit*, 1. Retrieved from: <https://burneft.ru/archive/issues/2019-01/22> [In Russian].
2. Aleshchenko, G.M. & Bukhareva, E.N. (1991). Nekotorye voprosy modelirovanija raznobrazija v biologicheskikh sistemah razlichnyh tipov [Some questions of modelling diversity in biological systems of various types]. *Uspehi sovremennoj biologii*, Vol. 111, Part 6, pp. 803-811 [In Russian].
3. Bertalanfi, L. (1969). *Obshhaja teorija sistem - obzor problem i rezultatov. Sistemnye issledovanija* [General theory of systems - a review of problems and results. System research]. (pp. 30-54). Moscow: Nauka [In Russian].
4. Bobilev, S.N., Kirjushin, P.A., & Kudrjavceva, O.V. (2016). *Biojekonomika v Rossii. Perspektivy razvitija. Prospekt* [Bioeconomics in Russia. Development perspectives. Prospect]. Moscow [In Russian].
5. Bondar, V.S. & Fursa, A.V. (2015). Ekonomichne obgruntuvannia tekhnolohii vyroshchuvannia i pererobky roslynnoi biosirovyny na tverdi vydy palyva [Economic development of technology of production and processing of spring bio raw material on solid rock]. *Ekonomika APK*, 3, p. 22 [In Ukrainian].
6. Born, U. (1964). *Jejnshtejnovskaja teorija otnositel'nosti* [Einstein's theory of relativity]. Moscow: Mir [In Russian].
7. Vernadskij, V.I. (1967). *Biosfera* [Biosphere]. Moscow: Mysl [In Russian].
8. Vernadskij, V.I. (1994). *Trudy po geohimii* [Proceedings in geochemistry]. Moscow: Nauka [In Russian].

12. Гельмгольц Г. О сохранении силы / ред. П.П. Лазарев ; пер. П.П. Лазарев. 2-е изд. Москва ; Ленинград : Гос. технико-теорет. изд-во, 1934. 142 с.
13. Голуб Г. А., Лук'янець С. В. Інвестиційна привабливість виробництва і використання дизельного біопалива. *Економіка АПК*. 2013. № 2. С. 54-61.
14. Гументик М. Я. Эффективность производства биоэтанола на основе альтернативных, энергетических культур. *Теория и практика рынков. Рынок биопалива*. 2007. № 1. С. 101-102.
15. Дев'яткіна С. С., Шкварницька Т. Ю. Альтернативні джерела енергії : навчальний посібник. Київ, 2006. 92 с.
16. Директива Європейського Парламенту й Ради 2001/77/ЄС від 27 вересня 2001 р. про створення сприятливих умов продажу електроенергії, виробленої з відновлюваних енергоджерел, на внутрішньому ринку електричної енергії. *Official Journal*. 2001. L. 283.27.10.2001. P. 33.
17. Директива Європейського Парламенту й Ради 2003/30/ЄС від 8 травня 2003 року по стимулюванню використання біопалива та інших видів відновлюваного палива для потреб транспорту. *Official Journal*. 2003. L. 123. 17.05.2003. P. 0042-0046.
18. Директива Європейського Парламенту й Ради 2009/28/ЄС від 23 квітня 2009 року про заохочення до використання енергії, виробленої з відновлюваних джерел та якою вносяться зміни до, а в подальшому скасовуються Директиви 2001/77/ЄС та 2003/30/ЄС. *Official Journal*. 2009. L. 140. 05.06.2009. P. 0016-0062.
19. Дубиніна М. В. Інституціональні особливості розвитку біоенергетики. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: економічні науки*. 2012. № 2(64). С. 31-36.
20. Дубровін В. О., Мельничук М. Д. Біоенергетика: сучасний стан та перспективи для агропромислового комплексу України : міжнародна конференція, присвячена 110-річчю НАУ «Біоресурси планети: соціальні, біологічні, продовольчі та енергетичні проблеми», (Київ, 2008 р.). Київ : НАУ, 2008. С. 76-81.
21. Зильберг И. Г. Неорганическая химия. Москва : Медгиз, 1950. 327 с.
22. Екологія : учебник для вузов / В. Н. Большаков и др. ; под ред. Г. В. Тягунова, Ю. Г. Ярошенко. Москва : Интернет Инжиниринг, 2000. 330 с.
23. Економічна ефективність виробництва біопалива в контексті продовольчої та енергетичної безпеки України / О. М. Шпичак, С. А. Стасіневич, Т. В. Куць, Є. А. Михайлов та ін. Київ : ЗАТ «Нічлава», 2010. 294 с.
24. Калетнік Г. М. Біопаливо. Продовольча, енергетична та екологічна безпека України : монографія. Київ : Хай-Тек Прес, 2010. 516 с.
25. Калинко М. К. Ещё раз о гипотезе неорганического происхождения нефти. *Труды ВНИГНИ*. 1964. Вып. 41. С. 34-49.
26. Кенз Ф., Тюрго А.Р.Ж., Дюпон де Немур П.С. Физиократы. Избранные экономические / предисл. П.Н. Ключин; пер. с франц., англ., нем. Москва : Эксмо, 2008. 1200 с.
27. Кириленко І. Г., Дем'янчук В. В., Андрющенко Б. В. Формування ринку українського біопалива: передумови, перспективи, стратегія. *Економіка АПК*. 2010. № 4. С. 62-67.
28. Коптев А. А., Таров В. П., Михалева З. А. Человек и окружающий мир. Издательство ТГТУ. С. 39. URL : <https://ru-ecology.info/term/77669>.
29. Ларин В. Энергия на водороде — миф или реальность? *Журнал-справочник. Рынок электротехники. Аналитика*. 2007. № 4. С. 43-47.
30. Ломоносов М. В. О слоях земных. Первые основания металлургии или рудных дел. Прибавление 2. Санкт Петербург: Императорская Академия Наук, 1763. С. 237-416.
31. Лузан Ю. Я. Перспективы створення самозабезпечувальної енергетичної системи ведення сільськогосподарського виробництва. *Економіка АПК*. 2010. № 4. С. 40-48.
32. Майер Ю. Р. Закон сохранения и превращения энергии. Четыре исследования. 1841-1851 / ред. А. А. Максимов. Москва ; Ленинград : Гос. технико-теорет. изд-во, 1933. 306 с.
33. Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. Донецьк : Східний видавничий дім, 2004-2013.
9. Vodovozov, N. (n.d.). *Robert Maltus. Ego zhizn i nauchnaja dejatel'nost' [His life and scientific activity]*. Biography & Autobiography. Retrieved from: <https://books.google.com.ua/books?> [In Russian].
10. Volkenshtejn, M.V. (1972). *Perekrestki nauki [Crossroads of science]*. Moscow: Nauka [In Russian].
11. Heletukha, H.H. & Zheliezna, T.A. (2010). Suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku bioenerhetyky v Ukraini [Nowadays perspective of developing bioenergetics in Ukraine]. *Ch. 1. Promyshlennaia teplotekhnika*, 3, pp. 73-79 [In Ukrainian].
12. Gelmgojc, G. (1934). *O sohranenii sily [On the preservation of strength]*. P.P. Lazarev (Ed. & Trans.). 2-e ed. Moscow; Leningrad: Gos. tehniko-teoret. izd-vo [In Russian].
13. Holub, H.A. & Lukianets, S.V. (2013). Investytsiina pryvabylyst vyrobnytstva i vykorystannia dyzelnoho biopalyva [Investment, the privilege and the diesel diesel]. *Ekonomika APK*, 2, pp. 54-61 [In Ukrainian].
14. Humentyk, M.Ya. (2007). Efektyvnist vyrobnytstva bioetanolu na osnovi alternatyvnykh, enerhetychnykh kultur [Efficiency of bio-ethanol on the basis of alternative, energetic cultures]. *Teoriia i praktyka ryнкiv. Rynok biopalyva*, 1, pp. 101-102 [In Ukrainian].
15. Deviatkina, S.S. & Shkvarnytska, T.Yu. (2006). *Alternatyvni dzherela enerhii: navchalnyi posibnyk [Alternative sources of energy: tutorial]*. Kyiv [In Ukrainian].
16. Pro stvorennia spryiatlyvykh umov prodazhu elektroenerhii, vyroblenoi z vidnovliuvanykh enerhodzherel, na vnutrishnomu rynku elektrychnoi enerhii: Dyrektyva Yevropeiskoho Parlamentu y Rady 2001/77/leS vid 27 veresnia 2001 r. [On the establishment of tidy minds selling electric power, produced from renewable energy sources, on the internal market of electric power: Directive of the European Parliament and Council dated 27.09.2001, No. 2001/77/EU]. *Official Journal*, L. 283, p. 33 [In Ukrainian].
17. Pro stymuliuвання vykorystannia biopalyva ta inshykh vydiv vidnovliuvanoho palyva dlia potreb transport: Dyrektyva Yevropeiskoho Parlamentu y Rady 2003/30/leS vid 8 travnia 2003 roku [On promoting the use of biofuels and other renewable fuels for transport: Directive of the European Parliament and Council dated 8.05.2003, No. 2003/30/EU]. *Official Journal*, L. 123, pp. 0042-0046 [In Ukrainian].
18. Pro zaokhochennia do vykorystannia enerhii, vyroblenoi z vidnovliuvanykh dzherel ta yakoiu vnosiatsia zminy do, a v podalshomu skasovuiutsia Dyrektyvy 2001/77/leS ta 2003/30/leS: Dyrektyva Yevropeiskoho Parlamentu y Rady 2009/28/leS vid 23 kvitnia 2009 roku [On the promotion of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EU and 2003/30/EU: Directive 2009/28/EU of the European Parliament and Council dated 23.04.2009]. *Official Journal*. 2009. L. 140, pp. 0016-0062 [In Ukrainian].
19. Dubynina, M.V. (2012). Instytutsionalni osoblyvosti rozvytku bioenerhetyky [Institutional features of development of bioenergetics]. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Serii: ekonomichni nauky*, 2 (64), pp. 31-36 [In Ukrainian].
20. Dubrovin, V.O. & Melnychuk, M.D. (2008). Bioenerhetyka: suchasnyi stan ta perspektyvy dlia ahropromyslovoho kompleksu Ukrainy [Bioenergetics: present-day perspective for the agricultural sector of Ukraine]. *Mizhnarodna konferentsiia, prysviachena 110-richchiu of NAU "Bioresursy planety: sotsialni, biolohichni, prodovolchi ta enerhetychni problem" - International conference, devoted to the 110th anniversary of the NAU "Biological resources of the planet: social, biological, food and energy"*. (pp. 76-81). Kyiv: NAU [In Ukrainian].
21. Zilberg, I.G. (1950). *Neorganicheskaja himija [Inorganic chemistry]*. Moscow: Medgiz [In Russian].
22. Bolshakov, V.N., et al. (2000). *Ekolohiia: uchebnyk dlia vuzov [Ecology: textbook for high schools]*. H.V. Tiahunov & Yu.H. Yaroshenko (Eds.). Moscow: Ynternet Ynzhynerynh [In Ukrainian].
23. Shpychak, O.M., Stasinevych, S.A., Kuts, T.V., Mykhailov, Ye.A., et al. (2010). *Ekonomichna efektyvnist vyrobnytstva biopalyva v konteksti prodovolchoi ta enerhetychnoi bezpeky Ukrainy [Economic efficiency of viral biofuel in the context of food and energy security of Ukraine]*. Kyiv: ZAT "Nichlava" [In Ukrainian].

34. Мальтус Т. Р. Опыт о законе народонаселения. Директ-Медиа, 2014. 204 с.
35. Мельничук М. Д. Підвищення економічної ефективності виробництва біогазу : монографія. Ніжин, 2014. 360 с.
36. Месель-Веселяк В. Я. Эффективность энергетического самозабезпечення сільського господарства. *Економіка АПК*. 2009. № 2. С. 10-14.
37. Олійник Я. Б., Шищенко П. Г., Гавриленко О. П. Основи екології : підручник. Київ, 2012. 558 с.
38. Основатели кинетической теории материи. Лукреций, Бернуллы Д., Ломоносов М.В., Джоуль Дж. П., Клаузиус Р., Максвелл Дж. К. / пер. с англ. URSS. 2020. 224 с.
39. Основи екології : навч. посіб. / Микитюк О. М., Грицайчук В. В., Злотин О. З., Маркіна Т. Ю. Харків, 2004. 144 с.
40. Нова теорія про відновлюваність, невичерпність і екологічність глибинних нафтогазових ресурсів / Гожик П., Лукін О., Вдовиченко А., Петровський О., Коваль А. *Дзеркало тижня*. № 1228, 26 січ. - 1 лют.
41. Подольский С. А. Труд человека и его отношение к распределению энергии. Москва : Ноосфера, 1991. 86 с.
42. Популярно об углеобразовании и окаменении деревьев. URL : <https://maxpark.com/community/228/content/4922239>.
43. Происхождение нефти / Бакиров А. А., Вассоевич Н. Б., Вебер В. В. и др.; под ред. М. Ф. Мирчинка. Москва : Гостехиздат, 1955. 484 с.
44. Роїк М. В., Ягольник О. О. Біоенергетика як наука й галузь економіки: історія, концепція, періодизація (етапи розвитку). *Біоенергетика*. 2014. №1. С. 7-11.
45. Руденко М. Энергия прогрессу. Київ : Михайлюта А.А., 2010. 544 с.
46. Рудь Ю. М. Визначення поняття «біомаса» за законодавством України. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Право*. 2014. Вип. 197. Ч.3. С. 163-169.
47. Сент-Дьєрдьи А. Биоэнергетика. Москва : Гос. изд-во физ.-мат. лит.-ры, 1960. 155 с.
48. Современное состояние теории органического происхождения нефти и углеводородных газов и пути дальнейшего её развития / Вебер В. В., Ботнева Т. А., Калинин М. К. и др. Труды ВНИГНИ. 1970. Вып. № 96. С. 53-71.
49. Тимирязев К. А. Избранные сочинения : в 4 т. Т. 1. Солнце, жизнь и хлорофилл. Москва : ОГИЗ-Сельхозгиз, 1948. 695 с.
50. Тимофеев П. П., Щербаков А. В., Ильин В. А. Энергетика осадочного процесса. Москва : Наука, 1989. 208 с.
51. Угай Я. А. Общая и неорганическая химия. 4-е изд. Москва : Высшая шк., 2004. 527 с.
52. Углеобразование. Большая энциклопедия нефти и газа. URL : <https://www.ngpedia.ru/id533545p3.html>.
53. Черский Н. В. К тайнам глобального реактора. Москва : Знание, 1989. С. 332-343.
54. Шевчук В. О. Абсолютні блага і ринок: виміри достатності теоретичної економії. *Економіка АПК*. 2009. № 3. С. 103-106.
55. Шпичак О. М., Боднар О. В., Пашко С. О. Виробництво біопалива в Україні у контексті оптимального вирішення енергетичної проблеми. *Економіка АПК*. 2019. № 3. С. 13.
56. Эйнштейн А. Собрание научных трудов в четырёх томах. Москва : Наука, 1965-1967. URL : <http://ivanik3.narod.ru/linksAESNT.html>.
57. Goldsmith D. The search for life in the universe, T. Owen. University Science Books, 2001. P. 96.
58. International energy statistics. U.S. Energy Information Administration. URL : <https://www.eia.gov/>.
59. OECD. The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda. Main Findings and Policy Conclusions. Paris, 2009.
24. Kaletnik, H.M. (2010). *Biopalyvo. Prodovolcha, enerhetychna ta ekolohichna bezpeka Ukrainy: monohrafiia [Biofuel. Food, energy and environmental safety of Ukraine: monograph]*. Kyiv: Khai-Tek Pres [In Ukrainian].
25. Kalinko, M.K. (1964). Eshho raz o gipoteze neorganicheskogo proishozhdeniya nefiti [Once again on the hypothesis of the inorganic origin of oil]. *Trudy VNIIGNI, 41, pp. 34-49* [In Russian].
26. Kenje, F., Tjurgo, A.R.Zh., & Djupon, de N.P.S. (2008). *Fiziokraty. Izbrannye jekonomicheskie [Physiocrats. Selected economic]*. (Trans.). Moscow: Jeksmo [In Russian].
27. Kyrylenko, I.H., Demianchuk, V.V., & Andriushchenko, B.V. (2010). Formuvannia rynku ukrainskoho biopalyva: peredumovy, perspektyvy, stratehiia [Formation of the Ukrainian biofuels market: preconditions, prospects, strategy]. *Ekonomika APK, 4, pp. 62-67* [In Ukrainian].
28. Koptev, A.A., Tarov, V.P., & Mihaleva, Z.A. (n.d.). *Che-lovek i okruzhajushhij mir [Man and the world]*. Izdatelstvo TGTU. Retrieved from: <https://ru-ecology.info/term/77669> [In Russian].
29. Larin, V. (2007). Jenergija na vodorode — mif ili realnost? [Energy on hydrogen - myth or reality?]. *Zhurnal-spravochnik. Rynok jelektrotehniki. Analitika, 4, pp. 43-47* [In Russian].
30. Lomonosov, M.V. (1763). *O slojah zemnih. Pervye osnovanija metallurgii ili rudnyh del. Pribavlenie 2 [On the layers of the earth. The first foundations of metallurgy or ore business. Addition 2]*. (pp. 237-416). Sankt Petersburg: Imperatorskaja Akademija Nauk [In Russian].
31. Luzan, Yu.Ya. (2010). Perspektivy stvorennia samozabezpechivalnoi enerhetychnoi systemy vedennia silskohospodarskoho vyrobnytstva [Prospects for the development of a self-harming energy system and the implementation of the state-sponsored virology]. *Ekonomika APK, 4, pp. 40-48* [In Ukrainian].
32. Majer, Ju.R. (1933). *Zakon sohraneniya i prevrashheniya jenergii. Chetyre issledovanija [The law of conservation and transformation of energy. Four studies]*. A.A. Maksimov (Ed.). Moscow; Leningrad: Gos. tehniko-teoret. izd-vo [In Russian].
33. Biletskyi, V.S. (Ed.). (2004-2013). *Mala hirnycha entsyklopediia: u 3 t. [Small mountain encyclopaedia: 3 vols]*. Donetsk: Skhidnyi vydavnychiy dim [In Ukrainian].
34. Maltus, T.R. (2014). *Opyt o zakone narodonaselenija [Experience of the law of population]*. Direkt-Media [In Russian].
35. Melnychuk, M.D. (2014). *Pidvyshchennia ekonomichnoi efektyvnosti vyrobnytstva biohazu: monohrafiia [Increasing economic efficiency of biogas production: monograph]*. Nizhyn [In Ukrainian].
36. Mesel-Veseliak, V.Ya. (2009). Efektyvnist enerhetychnoho samozabezpechennia silskoho hospodarstva [Efficiency of energy self-sufficiency of agriculture]. *Ekonomika APK, 2, pp. 10-14* [In Ukrainian].
37. Oliinyk, Ya.B., Shyshchenko, P.H., & Havrylenko, O.P. (2012). *Osnovy ekolohii: pidruchnyk [Fundamentals of ecology: textbook]*. Kyiv [In Ukrainian].
38. Osnovatelyi kineticheskoy teorii materii. Lukrecij, Bernulli D., Lomonosov M.V., Dzhoul' Dzh. P., Klauzius R., Maksvell Dzh. K. [Founders of kinetic theory of matter. Lukrecij, Bernulli D., Lomonosov M.V., Dzhoul' Dzh. P., Klauzius R., Maksvell Dzh.]. (n.d.). (Trans.). Kyiv: URSS [In Russian].
39. Mykytiuk, O.M., Hrytsaichuk, V.V., Zlotyn, O.Z., & Markina, T.Yu. (2004). *Osnovy ekolohii: navchalnyi posibnyk [Fundamentals of ecology: textbook]*. Kharkiv [In Ukrainian].
40. Hozhyk, P., Lukin, O., Vdovychenko, A., Petrovskiy, O., & Koval, A. (n.d.). Nova teoriia pro vidnovliuvanist, nevycherpnist i ekolohichnist hlybnykh naftohazovykh resursiv [A new theory of renewability, inexhaustibility and environmental friendliness of deep oil and gas resources]. *Dzerkalo tyzhnia, 1228* [In Ukrainian].
41. Podolinskij, S.A. (1991). *Trud cheloveka i ego otnoshenie k raspredeleniju jenergii [Human labour and its relation to energy distribution]*. Moscow: Noosfera [In Russian].
42. Populjarno ob ugleobrazovanii i okamenenii derevev [Popular about carbonization and tree fossilization]. (n.d.). Retrieved from: <https://maxpark.com/community/228/content/4922239> [In Russian].
43. Bakirov, A.A., Vassoevich, N.B., Veber, V.V., et al. (1955). *Proishozhdenie nefiti [Origin of oil]*. M.F. Mirchinko (Ed.). Moscow: Gostoptehizdat [In Russian].

44. Roik, M.V. & Yaholnyk, O.O. (2014). Bioenerhetyka yak nauka y haluz ekonomiky: istoriia, kontseptsiia, periodyzatsiia (etapy rozvytku) [Bioenergy as a science and branch of economy: history, concept, periodization (stages of development)]. *Bioenerhetyka*, 1, pp. 7-11 [In Ukrainian].
45. Rudenko, M. (2010). *Enerhiia prohresu [The energy of progress]*. Kyiv: Mykhailiuta A.A. [In Ukrainian].
46. Rud, Yu.M. (2014). Vyznachennia poniattia "biomasa" za zakonodavstvom Ukrainy [Definition of the term "biomass" according to the legislation of Ukraine]. *Naukovi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Seriia: Pravo, Vol. 197, Ch. 3, pp. 163-169* [In Ukrainian].
47. Sent-Derdi, A. (1960). *Biojenergetika [Bioenergy]*. Moscow: Gos. izd-vo fiz.-mat. lit-ry [In Russian].
48. Veber, V.V., Botneva, T.A., Kalinko, M.K., et al. (1970). Sovremennoe sostojanie teorii organicheskogo proishozhdenija nefti i uglevodorodnyh gazov i puti dalnejshego ejo razvitija [The current state of the theory of organic origin of oil and hydrocarbon gases and the way of its further development]. *Trudy VNIIGNI, 96, pp. 53-71* [In Russian].
49. Timirjazev, K.A. (1948). *Izbrannye sochinenija: v 4 t. T. 1. Solnce, zhizn i hlorofill [Selected works: in 4 vols. Vol. 1. The sun, life and chlorophyll]*. Moscow: OGIz-Selhozgiz [In Russian].
50. Timofeev, P.P., Shherbakov, A.V., & Ilin, V.A. (1989). *Jenergetika osadochnogo processa [Energy of sedimentary process]*. Moscow: Nauka [In Russian].
51. Ugaj, Ja.A. (2004). *Obshhaja i neorganicheskaja himija. 4-e izd [General and inorganic chemistry. 4th ed.]*. Moscow: Vysshaja shkola [In Russian].
52. Ugleobrazovanie. Bolshaja jenciklopedija nefti i gaza [Carbon formation. Big encyclopaedia of oil and gas]. (n.d.). Retrieved from: <https://www.ngpedia.ru/id533545p3.html> [In Russian].
53. Cherskij, N.V. (1989). *K tajnam globalnogo reaktora [To the secrets of the global reactor]*. (pp. 332-343). Moscow: Znanie [In Russian].
54. Shevchuk, V.O. (2009). Absolutni blaha i rynek: vymiry dostatnosti teoretychnoi ekonomii [Absolute benefits and the market: measuring the sufficiency of theoretical economy]. *Ekonomika APK, 3, pp. 103-106* [In Ukrainian].
55. Shpychak, O.M., Bodnar, O.V., & Pashko, S.O. (2019). Vyrobnystvo biopalyva v Ukraini u konteksti optymalnoho vyrishennia enerhetychnoi problemy [Production of biofuels in Ukraine in the context of optimal solution of energy problem]. *Ekonomika APK, 3, p. 13* [In Ukrainian].
56. Jejnshtej, A. (1965-1967). *Sobranie nauchnyh trudov v chetyrjoh tomah [Collection of scientific works in four volumes]*. Moscow: Nauka. Retrieved from: <http://ivanik3.narod.ru/linksaESNT.html> [In Russian].
57. Goldsmith, D. (2001). *The search for life in the universe*. T. Owen. University Science Books [In English].
58. International energy statistics. *U.S. Energy Information Administration*. Retrieved from: <https://www.eia.gov> [In English].
59. The Bioeconomy to 2030: Designing a policy agenda. Main findings and policy conclusions. (2009). *OECD*. Paris [In English].

Shpychak O.M., Bodnar O.V. Theoretical basis of bioenergy in context of the energy conservation law

The purpose of the article is to justify the theoretical basis of bioenergy in context of the energy conservation law, in particular: the incorrectness of the statement about a concept of renewable bioenergy on basis of the energy conservation law for open systems within the planet Earth, for which the Sun, as a cosmic body, is the only primary source of heat and light, and it will go out after its energy exhausting; to justify classification features for energy resources, which determine their affiliation to bioenergy.

Research methods. In the research process were used the following scientific methods: the dialectical method of cognition, which made it possible to investigate processes of accumulation and transformation of solar energy into bioenergy through photosynthesis; the systematic approach for compliance with concepts of bioenergy renewability of the energy conservation law; induction and deduction methods for substitution of classification attributes of energy resources, by which their affiliation to bioenergy is determined.

Research results. Classification of energy resources, which determines their affiliation to bioenergy was justified. It was proved the incorrectness of a statement about the renewable bioenergy on basis of the energy conservation law for open systems within the planet Earth, for which the Sun, as a cosmic body, is the only source of heat and light, which despite very long period of existence, will finally exhausted its energy at some point.

Elements of scientific novelty. It was proposed to eliminate an incorrect statement regarding the renewability of bioenergy on basis of the energy conservation law in open systems, which the solar system applies to. Classification of energy resources, which determines their belonging to bioenergy, was substantiated.

Practical significance. There was proposed a vision of the non-renewability of Earth bioenergy resources available for human. It will lead to the formation of a fundamentally new conceptual vision for the development of energy industries and better solutions for environmental conservation. Figs.: 1. Refs.: 59.

Keywords: bioenergy; photosynthesis; autotrophic; heterotrophic; solar energy; planet Earth; renewable and non-renewable energy; energy conservation law.

Shpychak Oleksandr Mykhailovych – doctor of economic sciences, professor, academician of NAAS, chief research fellow of the department of pricing and agrarian market, National Scientific Centre “Institute of Agrarian Economics” (10, Heroiv Oborony st., Kyiv)

E-mail: om.shpychak@gmail.com

ORCID iD <https://orcid.org/0000-0003-1329-5218>

Bodnar Olha Vasylivna – doctor of economic sciences, senior research fellow, head of the department of pricing and agrarian market, National Scientific Centre “Institute of Agrarian Economics” (10, Heroiv Oborony st., Kyiv)

E-mail: ollnar1979@gmail.com

ORCID iD <https://orcid.org/0000-0002-4188-2965>

Шпичак А.М., Боднар О.В. Теоретические основы биоэнергетики в контексте закона сохранения энергии

Цель статьи – обосновать теоретические основы биоэнергетики в контексте закона сохранения энергии, в частности неправомерность утверждения о понятии возобновляемости биоэнергетики на основе действия закона сохранения энергии для открытых систем в пределах планеты Земля, для которой Солнце, как космическое тело, представляет собой единый первичный источник тепловой и световой энергии, которое не вечно и после исчерпания своей энергии оно угаснет; обосновать классификационные признаки для энергетических ресурсов, по которым определяется принадлежность к биоэнергетике.

Методика исследования. В процессе исследования использованы: диалектический метод познания, который дал возможность исследовать закономерности процессов аккумуляции и превращения солнечной энергии в биоэнергию через фотосинтез; системный подход для соблюдения соответствия понятий возобновляемости биоэнергетики закону сохранения энергии; методы индукции и дедукции – для обоснования классификационных признаков энергетических ресурсов, по которым определяется их принадлежность к биоэнергетике.

Результаты исследования. Обоснована классификация энергетических ресурсов, за которыми определяется их принадлежность к биоэнергетике, доказана неправомерность утверждения относительно понятия возобновляемости биоэнергетики на основании действия закона сохранения энергии для открытых систем в пределах планеты Земля, для которой Солнце, как космическое тело, является единым первичным источником тепловой и световой энергии, которая, хотя и имеет очень длительный период существования, однако после исчерпания своей энергии угаснет.

Элементы научной новизны. Предложено устранить неправомерное утверждение относительно возобновляемости биоэнергетики на основании закона сохранения энергии в открытых системах, к которым относится Солнечная система, обоснована классификация энергетических ресурсов, по которым определяется их принадлежность к биоэнергетическим.

Практическая значимость. Предложенное видение относительно невозобновляемости доступных человеку биоэнергетических ресурсов на планете Земля обусловит формирование принципиально нового концептуального видения развития энергетических отраслей и оптимальные решения относительно сохранения окружающей среды. Илл.: 1. Библиогр.: 59.

Ключевые слова: биоэнергетика; фотосинтез; автотрофность; гетеротрофность; энергия Солнца; планета Земля; возобновляемая и невозобновляемая энергетика; закон сохранения энергии.

Шпичак Александр Михайлович – доктор экономических наук, профессор, академик НААН, заслуженный деятель науки и техники Украины, главный научный сотрудник отдела ценообразования и аграрного рынка, Национальный научный центр «Институт аграрной экономики» (г. Киев, ул. Героев Обороны, 10)

E-mail: om.shpychak@gmail.com

ORCID iD <https://orcid.org/0000-0003-1329-5218>

Боднар Ольга Васильевна – доктор экономических наук, старший научный сотрудник, заведующая отделом ценообразования и аграрного рынка, Национальный научный центр «Институт аграрной экономики» (г. Киев, ул. Героев Обороны, 10)

E-mail: ollnar1979@gmail.com

ORCID iD <https://orcid.org/0000-0002-4188-2965>

Стаття надійшла до редакції 14.08.2019 р.

Фахове рецензування: 16.08.2019 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Шпичак О. М., Боднар О. В. Теоретичні основи біоенергетики в контексті закону збереження енергії. *Економіка АПК*. 2019. № 8. С. 6 – 16.

*