

**ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ
ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ:
ЕКОНОМІЧНИЙ, ТЕХНІКО-
ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ТА
ЕКОЛОГІЧНИЙ
АСПЕКТИ**

Колективна монографія

**Полтава
2019**

УДК 330
Е 65



Рекомендовано до друку вченою радою Полтавської державної аграрної академії (Україна) (протокол № 17 від 15.05.18 р.).

Рекомендовано до друку вченою радою Опольського університету (Польща) (протокол № 01/05/2018 від 28.05.18 р.).

Рецензенти:

С. В. Іванов – член-кореспондент НАН України, заслужений діяч науки і техніки України, доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри фінансів і маркетингу ДВНЗ “Придніпровська державна академія будівництва та архітектури”.

В. І. Гавриш – доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри тракторів та сільськогосподарських машин, експлуатації і технічного сервісу Миколаївського державного аграрного університету.

О. В. Семко – доктор технічних наук, професор, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, академік Академії будівництва України, завідувач кафедри архітектури та міського будівництва Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка.

В. Л. Курило – доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН, професор кафедри сільськогосподарських машин Вінницького аграрного університету.

Даріуш Сушанович – кандидат технічних наук, заступник директора Інститута технічних наук Опольського університету.

Енергоефективність та енергозбереження: економічний, техніко-технологічний та екологічний аспекти: колективна монографія / Кол. авторів; за заг. ред. П. М. Макаренка, О. В. Калініченка, В. І. Аранчій. Полтава : ПП “Астра”, 2019. 603 с.

У монографії викладено теоретико-методологічні засади та методичні й практичні рекомендації енергоефективності і енергозбереження на національному, галузевому, регіональному рівнях і на підприємствах за видами економічної діяльності. Охоплено питання розвитку енергетичної безпеки ринково розвинених країн і України, використання нетрадиційних відновлювальних і альтернативних джерел енергії. Запропоновано організаційно-економічні, технологічні, технічні та екологічні рішення подальшого розвитку енергоефективності й енергозбереження. Сформовано пропозиції щодо економічної та енергетичної оцінки та ефективності використання теплових, механічних, біологічних і природних джерел енергоресурсів, їх енергетичного аудиту і консалтингу в господарській та галузевій структурі національної економіки.

Розрахована на здобувачів вищої освіти, викладачів, науковців, фахівців з енергоефективності і енергозбереження різних форм і напрямів економічної діяльності.

ISBN 978-617-7669-24-0

Energy efficiency and energy saving: economic, technical, technological and ecological aspects : collective monograph / Authors edited: P. M. Makarenko, O. V. Kalinichenko, V. I. Aranchii. – Poltava : PC “Astraya”, 2019. – 603 p.

The collective monograph outlines theoretical and methodological researches, and practical aspects of implementing the energy efficiency and energy saving technologies at national and regional levels and certain enterprises and branches of economic activity. The peculiarities of the global energy supply development and the prospects of renewable energy sources' implementation are revealed, the methodological and practical concepts of efficient energy consumption are proposed. The theoretical concepts and propositions provided, allow conducting a complex estimation of various technologies and technological processes in different branches of the national economy of Ukraine. The ways of optimizing the energy consumption, and its influence on the development of national economy, the ecological state of the territories, and forming the technical and technological levels of management are investigated.

The materials of this collective monograph may be useful to scholars, applicants of higher education, teachers of higher educational establishments, as well as public authorities, specialists and managers of business entities.

ISBN 978-617-7669-24-0

© ПДАА

© Колектив авторів, 2019

ЗМІСТ

| | |
|--------------------------------|----------|
| УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ | 7 |
|--------------------------------|----------|

| | |
|------------------------|----------|
| ПЕРЕДМОВА | 9 |
|------------------------|----------|

РОЗДІЛ 1. ЕНЕРГЕТИЧНА БЕЗПЕКА: ДОСВІД РИНКОВО-РОЗВИНЕНИХ КРАЇН, СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ УКРАЇНИ

| | |
|--|----|
| 1.1. Енергетична безпека ринково-розвинених країн: державна політика та інструменти регулювання енергоефективності | 11 |
| 1.2. Енергетична безпека країни: світовий досвід та вітчизняні реалії..... | 15 |
| 1.3. Перспективи та проблеми гармонізації енергетичного законодавства України зі стандартами Європейського Союзу | 18 |
| 1.4. Енергетична безпека України в умовах євроінтеграції: проблеми та перспективи..... | 24 |
| 1.5. Енергетична концепція Сергія Подолинського у контексті розвитку низьковуглецевої економіки.... | 30 |
| 1.6. Оцінка сучасного стану енергетичної безпеки у світі | 36 |
| 1.7. Оцінка сучасного стану паливно-енергетичного комплексу та енергетичної безпеки України | 40 |
| 1.8. Оцінки кластерних ініціатив в контексті забезпечення енергетичної безпеки соціально-економічних систем..... | 45 |
| 1.9. Ретроспективний аналіз підходів до енергетичного планування на місцевому рівні | 51 |
| 1.10. Передумови енергетичної бідності в контексті трансформації взаємовідносин на енергетичному ринку..... | 59 |
| 1.11. Соціо-енерго-еколого-економічна система промислового регіону: аспекти енергетичної безпеки .. | 62 |
| 1.12. Енергозберігаюча стратегія завдяки економічному використанню енергоресурсів при проведенні досліджень продуктивних свердловин..... | 69 |
| 1.13. Перспективні напрямки реалізації енергетичної безпеки України..... | 72 |
| 1.14. Напрями забезпечення енергетичної безпеки України | 80 |

РОЗДІЛ 2. ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНИХ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ТА АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

| | |
|---|-----|
| 2.1. “Зелена” енергетика як провідна ланка “зеленої” економіки: досвід Європейського Союзу | 85 |
| 2.2. Потенціал відновлюваних джерел енергії в Україні..... | 92 |
| 2.3. Відновлювальні джерела енергії та їх вплив на збалансований сталий розвиток господарського комплексу регіонів України..... | 97 |
| 2.4. Економічна оцінка використання відновлюваних джерел енергії | 104 |
| 2.5. Відновлювальні джерела енергії: тенденції розвитку, інвестиції, smartgrid | 107 |
| 2.6. Використання відновлюваних джерел енергії в Україні | 113 |
| 2.7. Аналіз потенціалу відновлюваних джерел енергії на територіях непридатних для сільськогосподарського виробництва..... | 116 |
| 2.8. Використання біомаси в енергетичних цілях (досвід Польщі)..... | 120 |

| | |
|---|-----|
| 2.9. Стале виробництво твердого біопалива в Україні. Галузеві рішення..... | 124 |
| 2.10. Перспективні напрями використання відновлюваної енергетики у сільському господарстві України | 130 |
| 2.11. Створення енергоефективних технологій очищення стічних вод з одночасним одержанням енергоносіїв в біопаливних елементах | 136 |
| 2.12. Біогаз: основні властивості, стан та перспектива виробництва біогазу..... | 143 |
| 2.13. Обґрунтування проекту створення біоенергетичного селища на території України | 150 |
| 2.14. Шляхи енергозбереження при забезпеченні мікроклімату учбових приміщень | 155 |

РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА, ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ І ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

| | |
|---|-----|
| 3.1. Класифікація видів енергії в процесі виробництва продукції рослинництва | 167 |
| 3.2. Особливості енергоспоживання в рослинництві | 171 |
| 3.3. Методика оцінки енергетичної ефективності виробництва продукції рослинництва | 177 |
| 3.4. Методичні підходи до еколого-економічної оцінки збитків від деградації земель з врахуванням основних факторів енергоемності їх родючості | 180 |
| 3.5. Впровадження енергоощадних технологій вирощування сільськогосподарських культур | 188 |
| 3.6. Енергозабезпечення і енергоефективність галузі тваринництва та кормовиробництва | 193 |
| 3.7. Оцінка енергетичної ефективності робочих машин поточкових ліній очищення зерна | 201 |
| 3.8. Енергетична оцінка матеріальних активів | 206 |
| 3.9. Оптимізація енергопостачання технічної енергетичної системи з використанням рангового аналізу | 211 |
| 3.10. Розширення ралівної бази дизелів шляхом застосування газодизельного циклу..... | 216 |
| 3.11. Перспективи розвитку об'єднання співвласників багатоквартирного будинку для забезпечення енергоефективного використання енергоресурсів домогосподарствами | 222 |
| 3.12. Особливості забезпечення надійності електропостачання споживачів у ринкових умовах на регіональних електроенергетичних ринках | 229 |
| 3.13. Консалтинг енергоефективності..... | 234 |
| 3.14. Теоретичні засади аналізу енергетичної та екологічної ефективності металургійних підприємств в Україні..... | 238 |
| 3.15. Оцінка конкурентних позицій підприємств, діючих на оптовому енергоринку України | 242 |
| 3.16. Інвестиційні та виробничі аспекти енергетичного контролінгу | 248 |
| 3.17. Перспективи застосування енергетичного аудиту в аграрних підприємствах | 252 |
| 3.18. Ефективність провадження енергоефективних заходів в аспекті техніко-економічного оцінювання . | 258 |
| 3.19. Використання енергозберігаючих технологій як механізм підвищення рівня економічної безпеки в сільськогосподарських підприємствах | 262 |
| 3.20. Структуризація методів фінансування проектів у сфері енергозбереження: український вимір ... | 265 |
| 3.21. Формування системи оцінювання стимулювання персоналу в контексті дослідження поведінки агентів з питань з енергозбереження | 271 |
| 3.22. Інституційні та економічні аспекти основних напрямів досліджень в області енергоефективності. | 276 |
| 3.23. Енергоефективність та енергозбереження в Україні: регіональні аспекти | 280 |
| 3.24. Промислова політика енергозбереження та енергоефективності на засадах сталого розвитку та економічного націоналізму..... | 283 |
| 3.25. Використання засобів маркетингу у стимулюванні енергозбереження та енергоефективності... | 287 |

ПЕРЕДМОВА

Практично всі глобальні виклики, що наразі постали перед людством (економічні, екологічні, суспільно-політичні загострення), в якості першооснови містять енергетичну складову. Конкуренція за право контролю вичерпних світових запасів органічного палива, відмінності в розвитку технологій стосовно різних держав поряд зі збільшення енергетичних потужностей та обсягів споживання енергетичних ресурсів детермінують зростання соціально-економічної нестабільності не лише у нафтовидобувних регіонах, а й у розвинених країнах світу. Незначні, на перший погляд, коливання параметрів світової енергетичної системи є причиною перманентної соціально-економічної кризи різного ступеня локалізації.

Зростаючий дефіцит енергетичних ресурсів в світі вимагає новітніх підходів до вирішення економічних, екологічних, технічних і технологічних завдань, при яких враховується енергетичні витрати в кожній галузі національної економіки, на всіх етапах виробництва та реалізації товарів та послуг.

Упродовж тривалого часу екстенсивний тип господарювання національної економіки України спричинює недостатнє використання потенціалу галузей, що зумовлено високим рівнем ресурсо- та енерговитрат.

За новітніх, умов перерозподілу енергетичних ресурсів у світі, які часто є непередбачуваними, а також наслідки глобалізації світового ринку питання енергозабезпечення та енергоспоживання підприємств різних сфер потребують додаткового вивчення з метою розроблення практичних пропозицій щодо раціонального використання енергетичних ресурсів, і подальшого підвищення конкурентоспроможності підприємств.

Мета даної колективної монографії полягає у визначенні особливостей енергоспоживання в галузях національної економіки України, що впливають на використання засобів і предметів праці, та енергетичну ефективність виробництва продукції.

Колективна монографія присвячена дослідженню концептуальних засад ефективності використання виробничих ресурсів, виражених в енергетичному еквіваленті.

Основу дослідження становить розкриття сутності та закономірностей трансформації енергії у процесі її використання. Обґрунтованні класифікації видів енергії у процесі виробництва продукції. Визначені основні чинники, що впливають на рівень та ефективність енергоспоживання при виробництві продукції, розробці методичних підходів до оцінки рівня економічної, технічної та енергетичної ефективності виробництва продукції.

Гострота запитань, що є предметом досліджень у зазначеній колективній монографії, спостерігається у повсякденному житті практично щоденно. Взаємовідносини між окремими суб'єктами та різними формаціями стосовно контролю за енергетичними ресурсами, їх подальшим використанням, є потужним економічним чинником на мікро- та макрорівнях. Парадокс вказаних взаємовідносин становить дихотомія негативного впливу на окрему національну економіку як нестачі, так і надлишку енергетичних ресурсів. У першому випадку науковці змушені опрацьовувати шляхи диверсифікації енергопостачання та будувати механізм енергоощадної економіки, у другому – розробляти важелі протидії проявам “ресурсного прокляття”.

Нагальна необхідність здійснення практично значущих рецептів вирішення енергетичних проблем опосередковано підтверджується суттєвою чисельністю публікацій у наукових виданнях та засобах масової інформації. Наявний попит упродовж останніх десятиліть сформував окремі галузі аудиту, бізнес-консалтингу та інжинірингу.

Проте парадигма взаємовідносин “природа – людина – суспільство”, що, де-факто, залишається незмінною упродовж кількох століть, не витримує сучасного техніко-технологічного навантаження. Наявні здобутки науково-технічного прогресу виявляються не лише недостатніми, а й, інколи, – загрозливими для існування живого на планеті. І причиною цього є саме практично випробована можливість концентрованого вивільнення енергії.

У колективній монографії розкрито особливості розвитку світового енергозабезпечення, перспективи впровадження відновлюваних джерел енергії, запропоновано методологічні та практичні питання ощадливого енергоспоживання на національному, регіональному рівнях та в окремих підприємствах і галузях господарської діяльності. Зроблено спробу узагальнити сучасне розуміння енергоефективності та енергозбереження, наведені теоретичні положення і пропозиції, що дозволяють здійснювати комплексну оцінку різних технологічних процесів та технологій у галузях національної економіки України.

Окреслено основні напрями щодо оптимізації енерговикористання та його вплив на розвиток національної економіки, екологічний стан територій та формування техніко-технологічного рівня господарювання.

Запропоновано організаційно-економічні, технологічні, технічні, екологічні заходи, спрямовані на зменшення енергомісткості виробництва продукції. Визначено резерви збільшення обсягів виробництва продукції за рахунок використання енергозберігаючих технологій.

Структура монографії складається з 6 розділів, у написанні яких брали участь: **Макаренко П. М., Тимошенко І. В.** (підрозділ 1.1); **Шевченко О. М.** (підрозділ 1.2); **Кобець С. П., Щербініна С. А.** (підрозділ 1.3); **Завербний А. С.** (підрозділ 1.4); **Іванов С. В., Перебийніс В. І., Гавриш В. І., Перебийніс Ю. В.** (підрозділ 1.5); **Лесюк А. С.** (підрозділи 1.6, 1.7); **Миколюк О. А.** (підрозділ 1.8); **Горбань В. Б.** (підрозділ 1.9); **Завгородня С. П.** (підрозділ 1.10); **Дубницький В. І., Дробот С. А.** (підрозділ 1.11); **Акульшин О. О., Рой М. М.** (підрозділ 1.12); **Фесенко І. А., Фесенко М. С.** (підрозділ 1.13); **Лесюк В. С.** (підрозділ 1.14); **Мельник Л. Г., Карінцева О. І., Дегтярьова І. Б.** (підрозділ 2.1); **Пілявський В. І., Волкова Н. В., Могилат М. Г.** (підрозділ 2.2); **Бутко М. П., Акименко О. Ю., Петровська А. С.** (підрозділ 2.3); **Башинська Ю. І.** (підрозділ 2.4); **Рекова Н. Ю., Клопов І. О.** (підрозділ 2.5); **Шуба М. В., Шуба О. А.** (підрозділ 2.6); **Кузнєцов М. П., Лисенко О. В.** (підрозділ 2.7); **Калініченко О., Бялобжецьки С., Жук О.** (підрозділ 2.8); **Корінчук Д. М., Бунецький В. А.** (підрозділ 2.9); **Трипольська Г. С.** (підрозділ 2.10); **Кузьмінський Є. В., Саблій Л. А., Щурська К. О.** (підрозділ 2.11); **Гавриш В. І., Ніценко В. С., Ільїн В. Ю.** (підрозділ 2.12); **Бавико О. Є., Єрмак С. О., Бугасенко О. В.** (підрозділ 2.13); **Гайдукевич С. В., Семенова Н. П., Соловей І. М.** (підрозділ 2.14); **Калініченко О. В.** (підрозділи 3.1, 3.2, 3.3); **Кузнєцова Т. В., Подлевська О. М., Стахів Я. А.** (підрозділ 3.4); **Стахів О. А.** (підрозділ 3.5); **Яковчик М. С.** (підрозділ 3.6); **Постнікова М. В.** (підрозділ 3.7); **Дивнич А. В., Дивнич О. Д.** (підрозділ 3.8); **Денисюк С. П., Василенко В. І.** (підрозділ 3.9); **Барабаш П. О., Петренко В. Г., Соломаха А. С., Голик А. В.** (підрозділ 3.10); **Костяна О. В.** (підрозділ 3.11); **Люльчак З. С.** (підрозділ 3.12); **Примостка О. О.** (підрозділ 3.13); **Федько Я. В.** (підрозділ 3.14); **Бавико О. Є., Єрмак С. О., Рябий М. М.** (підрозділ 3.15); **Дегтярьова О. О.** (підрозділ 3.16); **Аранчій В. І., Федірець О. В.** (підрозділ 3.17); **Сердюк В. Р., Франишина С. Ю.** (підрозділ 3.18); **Максимиук М. М.** (підрозділ 3.19); **Петренко І. П., Никитенко У. А.** (підрозділ 3.20); **Гільорме Т. В.** (підрозділ 3.21); **Однорог М. А.** (підрозділ 3.22); **Помаз Ю. В., Помаз О. М., Єрмаков В. В.** (підрозділ 3.23); **Денисов К. В.** (підрозділ 3.24); **Алдохіна Н. І., Комаріст О. І.** (підрозділ 3.25); **Чернецька О. В.** (підрозділ 3.26); **Ющенко Н. Л.** (підрозділ 3.27); **Мармуль Л. О.** (підрозділ 3.28); **Писаренко В. М., Писаренко П. П.** (підрозділ 4.1); **Мельник С. І., Никульшин В. Р., Белоусов А. В.** (підрозділ 4.2); **Бунько В. Я., Мальований М. С., Нагурський О. А.** (підрозділ 4.3); **Пасенко А. В.** (підрозділ 4.4); **Ковальов О. В.** (підрозділ 4.5); **Вегера І. І., Скавиш І. А., Цикунов П. Ю.** (підрозділ 4.6); **Ільїн С. В.** (підрозділ 4.7); **Скуйбіда О. Л.** (підрозділ 4.8); **Писаренко П. В., Самойлік М. С.** (підрозділ 4.9); **Драгнев С. В., Железна Т. А., Баштовий А. І.** (підрозділ 4.10); **Трибой О. В., Железна Т. А., Крамар В. Г.** (підрозділ 4.11); **Галицька М. А.** (підрозділ 4.12); **Грабовський М. Б.** (підрозділ 4.13); **Кулик М. І.** (підрозділ 4.14); **Білявська Л. Г., Білявський Ю. В.** (підрозділ 4.15); **Ігнатенко М. М.** (підрозділ 4.16); **Жарков В. Я., Жарков А. В., Галько С. В.** (підрозділи 5.1, 5.2, 5.3, 5.4); **Рамш В. Ю.** (підрозділ 5.5); **Клименко В. В., Кравченко В. І., Боков В. М., Сіса О. Ф.** (підрозділи 5.6, 5.7, 5.8, 5.9, 5.10, 5.11); **Костенко Ю. О.** (підрозділ 6.1); **Гелетуха Г. Г., Олійник Є. М., Зубенко В. І.** (підрозділ 6.2); **Гелетуха Г. Г., Антоненко В. О., Радченко С. В.** (підрозділ 6.3); **Гелетуха Г. Г., Олійник Є. М., Зубенко В. І.** (підрозділ 6.4); **Кудін В. І., Онищенко А. М.** (підрозділ 6.5); **Плашихін С. В., Бикоріз Є. Й., Корінчук К. О.** (підрозділ 6.6); **Кірейцева О. В., Сокол Л. М.** (підрозділ 6.7); **Приходько В. Ю., Сафранов Т. А., Шаніна Т. П.** (підрозділ 6.8); **Бублієнко Н. О., Семенова О. І., Сулейко Т. Л.** (підрозділ 6.9); **Кадол О. М., Кадол Л. В., Кравчук Л. М.** (підрозділ 6.10); **Савченко Л. В.** (підрозділ 6.11); **Петрушка І. М., Крет І. З., Петрушка К. І.** (підрозділ 6.12); **Остапенко О. П.** (підрозділ 6.13); **Андрющенко А. М., Нікульшин В. Р., Денисова А. Є.** (підрозділ 6.14); **Патракеєв І. М.** (підрозділ 6.15); **Кочешкова І. М., Трушкіна Н. В.** (підрозділ 6.16).

Колективна монографія є частиною НДДКР “Розробка оптимальних енергетичних систем з урахуванням наявного потенціалу відновлюваних джерел енергії в умовах Лісостепу України” Полтавської державної аграрної академії (номер державної реєстрації 0117U000397 від 10.02.2017 р.).

При підготовці монографії використані статистичні дані, аналітичні матеріали, а також розробки авторів.

Розділ 3

ОЦІНКА, ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ І ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

3.1. Класифікація видів енергії в процесі виробництва продукції рослинництва

© **Калініченко О. В.**

*к.е.н., доцент, доцент кафедри економіки підприємства,
Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна*

Будь-яке виробництво – це процес споживання енергії. Якщо є придатні до використання джерела енергії, то виробництво можливе, у разі їх відсутності чи недостатньої кількості – неможливе взагалі.

Введення категорії “енергія” в різні галузі науки та практичної діяльності дає уявлення про усі явища природи та економічної системи як єдиного цілого.

Грецькою мовою слово “енергія” означає “внутрішня робота”. Термін “енергія” почав використовуватися понад 100 років тому, витіснивши терміни “жива сила” чи просто “сила”. Вперше новий термін ввів у своїх працях Т. Юнг (1807 р.) відносно до виразу “жива сила”. На протязі наступних десятиліть видатні фізики того часу Р. Майер, Г. Гельмгольц, Ж. Понселе, В. Томсон, Т. Юнг, Г. Кориоліс, Дж. Джоуль та інші по-різному трактували поняття “енергія”, наближаючись до сучасного розуміння енергії, енергетичних процесів [6, с. 126].

Енергія не тільки зберігається, але й перетворюється, і для якісно різних форм руху має місце специфічна міра. Під “енергією тіла” чи “системи тіл” розуміють кінцеву, однозначну та безперервну функцію стану, яка визначається сукупністю фізичних властивостей тіла чи системи тіл (взаємним розміщенням та швидкостями частин системи). При цьому безкінечно малим змінам етапу системи мають відповідати безкінечно малі зміни її енергії [6, с. 126].

Закон збереження та перетворення енергії був відкритий (1845 – 1848 рр.) незалежно один від одного Р. Майером, Дж. Джоулем та Г. Гельмгольцем. Менш узагальнено та менш доказово закон збереження був також сформульований датським інженером Л. А. Кольдінгом. Основна ідея закону, котра полягає в тому, що для всіх процесів в системі тіл має місце збереження величини, яка є мірою взаємодії та руху довільного виду, була висловлена С. Карно та М. Фарадеєм (20 – 30-і роки ХІХ ст.). Перетворення різних форм руху, наявність загальної міри їх доводили, що є і внутрішня єдність між різними процесами. Збереження енергії при довільних процесах в системі необхідно пов’язувати з тим, що зміни енергії, які мають місце при переході системи з одного (початкового) стану в інший (кінцевий), залежать тільки від цих станів, але не від шляху (способу) переходу, що може розглядатися як інше формулювання закону [1, с. 126].

У фізиці поняття “енергія” введено для загальної міри різноманітних форм руху матерії. Понад сто років тому був установлений фундаментальний закон фізики – закон збереження енергії, згідно з яким енергія не може зникнути чи з’явитися з нічого, вона може лише переходити з одного виду в інший. Теорія відносності А. Ейнштейна є розвитком уявлень І. Ньютона про простір, час та тяжіння. А. Ейнштейн установив взаємоперетворення енергії та маси, розширив рамки закону збереження енергії. Тепер цей закон формулюється в загальному випадку як закон збереження енергії та маси. Так, зменшення маси тіла чи системи тіл на 1 г призводить до виділення $9 \cdot 10^{13}$ Дж енергії, що еквівалентно теплотворній здатності 3000 т умовного палива [6, с. 127].

У термодинаміці поняття “енергія”, “тепло” й “робота” є характеристиками того самого явища – руху матерії в різних її формах, величина якого згідно із законом збереження матерії й енергії за перетворення останньої в нову форму не змінюється [11, с. 26].

Однією з найскладніших відкритих термодинамічних систем є біосфера – збалансована, самоорганізована, відкрита термодинамічна система, яка здійснює вплив на розподіл енергетичних потоків на Землі. Безперервність процесів в біосфері забезпечується завдяки кругообігу речовин, інформації та сонячної енергії.

Поняття “енергія” у біосфері має багатоаспектний характер (табл. 3.1).

Класифікація основних законів трансформації енергії у біосфері

| Закон | Характеристика |
|---|--|
| Односпрямованості потоку енергії | Енергія, яку одержує екосистема і яка засвоюється продуцентами, розсіюється, або разом з їх біомасою необоротно передається консументам першого, другого, третього та інших порядків, а потім редуцентам, що супроводжується втратою певної кількості енергії на кожному трофічному рівні в результаті процесів, які супроводжують дихання |
| Максимізації енергії | У конкуренції з іншими системами зберігається та з них, яка найбільше сприяє надходженню енергії та інформації й найефективніше використовує максимальну їх кількість |
| Максимуму біогенної енергії | Будь-яка біологічна та “біонедосконала” система з біотою, що перебуває у стані “стійкої нерівноваги” (динамічно рухливої рівноваги з довкіллям), збільшує, розвиваючись, свій вплив на середовище |
| Внутрішньої динамічної рівноваги | Енергія, речовина, інформація та динамічні якості окремих природних систем, їх ієрархії настільки пов’язані між собою, що будь-яка зміна одного з чинників зумовлює зміну інших. При цьому зберігається сукупна якість природної системи, оскільки під час зміни елементів природного середовища розвиваються ланцюгові реакції, які намагаються нейтралізувати ці зміни. Як наслідок, штучне зростання енергетичного потенціалу (як економічної характеристики великої екосистеми) обмежується термодинамічною стійкістю природних систем |
| Оптимальності | Ніяка система не може розширюватися або звужуватися до нескінченності, оскільки ніякий цілісний організм не може перевищити певні критичні розміри, що забезпечують підтримку його енергетики |
| Піраміди енергії | З одного трофічного рівня екологічної піраміди на інший переходить, в середньому, не більше 10 % енергії |
| Толерантності | Лімітуючим чинником процвітання організму може бути як мінімум, так і максимум екологічного впливу, діапазон між якими визначає міра чутливості (толерантності) організму до даного чинника. Тобто будь-який надлишок енергії чи речовини забруднює її |
| Зменшення енерговіддачі у природокористуванні | У процесі одержання з природних систем корисної продукції з часом (в історичному аспекті) на її виготовлення, у середньому, витрачається більше енергії (зростають питомі енергетичні витрати в розрахунку на одну людину) |
| Обмеженості природних ресурсів | Більшість освоєних природних ресурсів в умовах Землі є вичерпними |

Джерело: узагальнено автором за даними [1 с. 75 – 78; 3 с. 15 – 17; 4 с. 5]

Трансформація енергії (перехід з однієї форми до іншої) у біосфері – здатність біологічних систем до здійснення роботи з подальшим відновленням. Основою трансформації енергії у біосфері є живі організми. При цьому частина енергії виділяється у навколишнє середовище у деградованому стані (у вигляді бідних на енергію кінцевих продуктів метаболізму або тепловій формі).

Отже, основні закони трансформації енергії у біосфері взаємопов’язані, тому неможливо змінити жоден елемент системи окремого агробіоценозу без переведення його в новий стан. В планетарному масштабі, будь-які окремі зміни можуть призвести до істотних змін у всій біосфері. Якщо зміни не критичні, то біосфера прагне до відновлення та збереження біорізноманіття, а отже, до диверсифікації енергетичної характеристики окремих елементів.

Первинним джерелом енергії є Сонце. Але безпосередньо сонячні промені нездатні нагріти будь-який об’єкт на поверхні Землі до високої температури. Сконцентрованість (потужність) сонячної енергії, що доходить до поверхні Землі, в середньому, не перевищує kВт/м^2 . Коефіцієнт корисної дії сонячної енергії, яка надходить на фотосинтез вуглеводу (глюкози) у листя чи траву рослини, не перевищує 1 %, а в деревину – лише 0,1 % [11, с. 29].

Отже, сонячна енергія, сконцентруючись у вищій енергетично якісній формі міжатомного зв’язку в деревині, втрачає 99,9 % первинної енергії, розсіюючи її ще в менш якісній формі. У свою чергу, в процесі карбонізації біологічна маса – деревина, втрачаючи половину сконцентрованої сонячної енергії, вже з коефіцієнтом 0,5, перетворює залишок енергії ще у більш концентровану її форму в мінеральних складових вугілля [11, с. 29].

Подальший напрямок процесу підвищення сконцентрованості сонячної енергії у вугіллі чи будь-яких похідних рослинної біомаси, що їх використовує сучасна економіка як енергоносії (торф, вугілля, нафта, газ), – це конверсія (взамоперетворення) їх внутрішньої енергії (питомої теплоти згоряння) в механічну роботу (енергію) парових турбін, двигунів внутрішнього згоряння чи у найвищу форму енергії – електричну (чверть від енергії вугілля). При цьому інтегрований коефіцієнт конверсії сонячної енергії в електричну становитиме 0,000125 (0,0125 %), отже, втрачено – 99,9875 %, але сконцентрованість її збільшилась у 8000 разів. Для отримання 1 Дж електричної енергії витрачається 8000 Дж сонячної [8, с. 218; 11, с. 29 – 30].

Коефіцієнт якості енергії (еквівалент):

$$K_c = \frac{E_c}{E_k}, \quad (3.1)$$

де K_c – коефіцієнт якості енергії, сонячних еквівалентів;

E_c – сонячна енергія, яка надійшла на конверсію, Дж;

E_k – енергія, отримана в процесі прямої чи послідовної конверсії сонячної енергії, Дж [8, с. 219; 11, с. 30].

Іншою, характеристикою якості енергії, є еквівалент умовного палива (у.п.):

$$K_{п} = \frac{K_c}{K_{с.у.п}}, \quad (3.2)$$

де $K_{п}$ – ступінь концентрації енергії у данному виді палива відносно її концентрації в умовному паливі, у. п.;

K_c – сонячний еквівалент даного виду (форми) енергії, Дж;

$K_{с.у.п.}$ – сонячний еквівалент умовного палива, Дж [11, с. 30].

Питома теплота згоряння умовного палива (так, як і якісного вугілля) становить 29,3 МДж/кг, а його сонячний еквівалент – 2000, звідки на утворення 1 кг вугілля витрачається 29,3 МДж · 2000 = 5860 МДж = 5,86 ГДж сонячної енергії [11, с. 30].

Значення еквівалентів K_c і $K_{п}$ для різних видів енергоносіїв наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Коефіцієнти якості енергії (еквіваленти) і конверсії (взаємоперетворення)

| Тип енергоносія | Сонячний еквівалент | Еквівалент умовного палива | Коефіцієнт технічної конверсії |
|--|---------------------|----------------------------|---|
| Сонячне світло | 1 | 0,0005 | в електричну – до 0,1 |
| Рослинна маса (дрова) | 1000 | 0,5 | |
| Викопне паливо | | | |
| Вугілля, нафта, газ (на умовне паливо) | 2000 | 1 | у теплову – до 0,6 у механічну – до 0,4 в електричну – до 0,5 |
| Механічна енергія | | | |
| Потік падаючої води, припливів, вітру | 6000 | 3 | в електричну – 0,97 |
| Електроенергія | 8000 | 4 | у механічну – 0,99 |

Джерело: [8, с. 219; 11, с. 31]

З енергетичної точки зору рослинництво є сукупністю енергетичних факторів, головними серед яких виступають антропотехногенна енергія, сонячна енергія та енергетичний потенціал ґрунту. При цьому провідна роль відводиться саме антропотехногенному фактору [7, с. 38].

У процесі засвоєння поживних речовин та сонячної енергії рослини синтезують біомасу – новий енергоносіє, який може бути вихідним джерелом біологічної енергії (корми, органічні добрива, насіння тощо), теплової енергії (дрова, солома, рослинні рештки тощо), матеріалом для виробництва енергоресурсів (біогаз, метиловий та етиловий спирт). Частка сонячної енергії у загальному енергобалансі рільництва складає близько 97 % [10, с. 40].

За своїми біологічними особливостями різні види рослин мають неоднакову здатність засвоювати кінетичну енергію сонця і мають різну енергетичну цінність.

Показник, який характеризує ефективність використання сонячної енергії рослинами, – фотосинтетична сонячна радіація (ФАР) – це енергія червоної ділянки спектра сонячного випромінювання з довжиною хвилі 0,65 – 0,75 мкм, що поглинається пігментами хлорофілу. ФАР, що бере участь у фотосинтезі, становить близько 40 % і варіює в широтах України від 38,5 до 41 % загальної сонячної енергії [2, с. 12].

Енергію ФАР, що надходить до посівів сільськогосподарських культур визначають:

$$E_{ФАР} = \frac{E_{ФАР.вп} \alpha T_{вп}}{T_{вп}}, \quad (3.3)$$

де $E_{ФАР}$ – енергія ФАР, що надходить до посівів сільськогосподарських культур, МДж/га;

$E_{ФАР.вп}$ – енергія ФАР за вегетативний період ($\geq 10^{\circ}\text{C}$) – 1441,4, ($\geq + 5^{\circ}\text{C}$) – 1634,1 МДж/га;

α – поправочний коефіцієнт на крутизну й експозицію схилу (для схилів західної і східної експозиції з нахилом до 5° суми радіації практично дорівнюють сумам на горизонтальну поверхню);

$T_{пв}$ – вегетаційний період, дні;

$T_{вп}$ – період вегетації сільськогосподарської культури, дні [2, с. 12].

Коефіцієнт використання ФАР:

$$K_{\text{ФАР}} = E_{\text{в}} \frac{100}{E_{\text{ФАР}}}, \quad (3.4)$$

де $K_{\text{ФАР}}$ – коефіцієнт використання ФАР, %;

$E_{\text{в}}$ – енерговміст урожаю, МДж/га;

$E_{\text{ФАР}}$ – енергія ФАР за вегетаційний період, МДж/га [2, с. 13].

У врожаї сільськогосподарських культур накопичену енергію визначають:

$$E_{\text{в}} = V_{\text{оп}} \cdot E_{\text{воп}} \cdot 100 + V_{\text{пп}} \cdot E_{\text{впп}} \cdot 100, \quad (3.5)$$

де $E_{\text{в}}$ – енерговміст урожаю, МДж/га;

$E_{\text{воп}}$ – питомий енерговміст урожаю основної продукції, МДж/кг;

$E_{\text{впп}}$ – питомий енерговміст урожаю побічної продукції, МДж/кг;

$V_{\text{оп}}$ – урожай основної продукції, ц/га;

$V_{\text{пп}}$ – урожай побічної продукції, ц/га [2, с. 28].

Для визначення кількості зосередженої у рослинній біомасі енергії може використовуватись вимірник “кормова одиниця”. Для розрахунку за цим показником усі складові урожаю переводяться в кормові одиниці (1 кг вівса), які перемножуються на енергетичний еквівалент 1 кг вівса:

$$E_{\text{в}} = (V_{\text{оп}} \cdot K_{\text{к.од.}} + V_{\text{пп}} \cdot K_{\text{к.од.}}) E_{\text{к.од.}}, \quad (3.6)$$

де $V_{\text{оп}}$ – урожай основної продукції, ц/га;

$K_{\text{к.од.}}$ – коефіцієнт перерахунку в кормові одиниці;

$V_{\text{пп}}$ – урожай побічної продукції, ц/га;

$E_{\text{к.од.}}$ – енерговміст кормової одиниці, Дж [2, с. 30].

У процесі виробництва продукції рослинництва енергія живої праці, поновлювана (природна) та непоновлювана (штучна) енергії трансформуються в енергію, що акумулюється в продукції рослинництва (рис. 3.1).

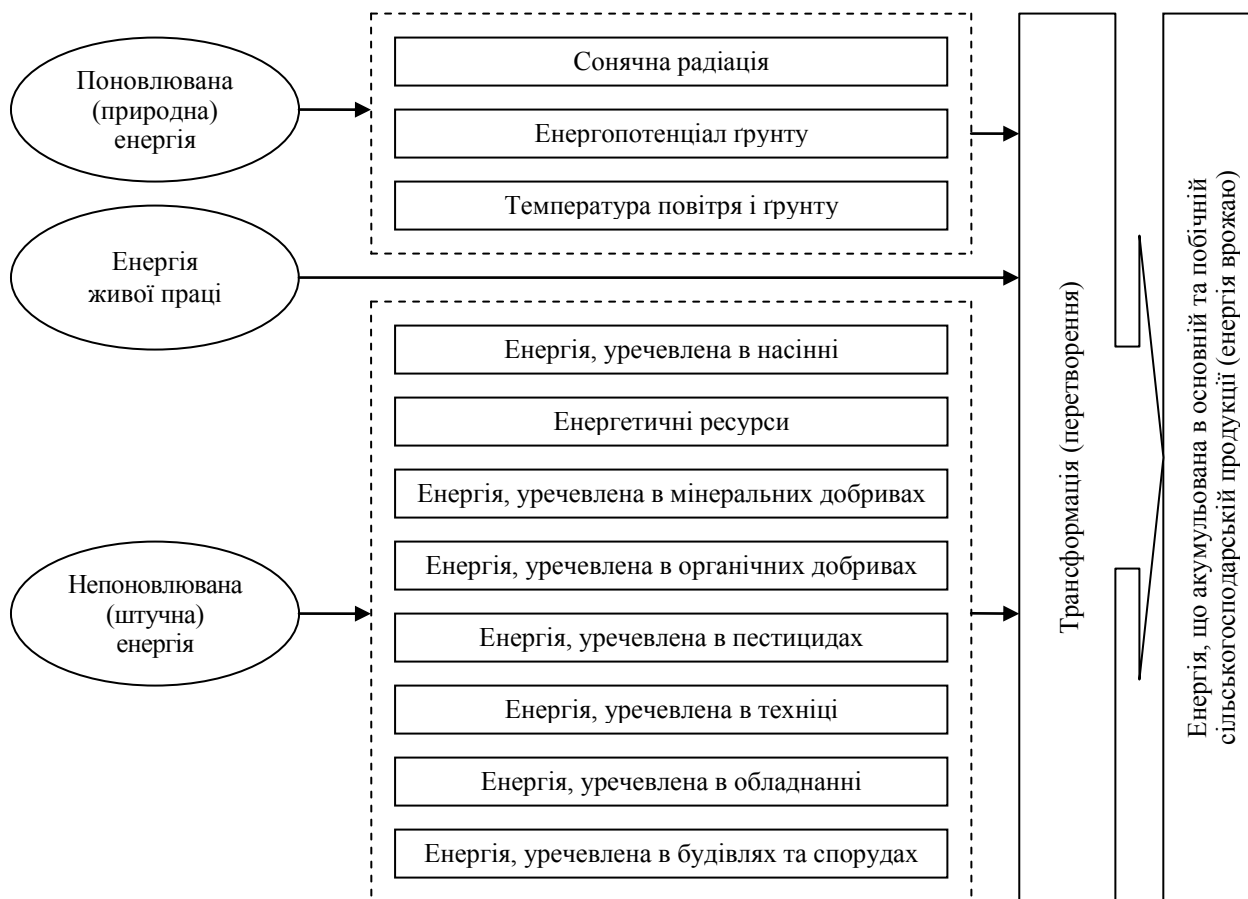


Рис. 3.1. Класифікація видів енергії в процесі виробництва продукції рослинництва
Джерело: авторська розробка [5, с. 88]

Між величиною сукупних витрат енергії та ефективністю виробництва продукції рослинництва існує тісний зв'язок, що обмежується, здебільшого, екологічними параметрами. Це обумовлено тим, що в процесі виробництва продукції має місце рух матерії, загальною мірою якого є енергія.

При цьому слід враховувати, що матеріалізоване вираження енергії може мати три основні прояви (рис. 3.2). При застосуванні класичних оціночних підходів, енергію як актив можна розглядати в ресурсному (згідно із витратним підходом), результативному (за дохідним підходом) та порівняльному аспектах..

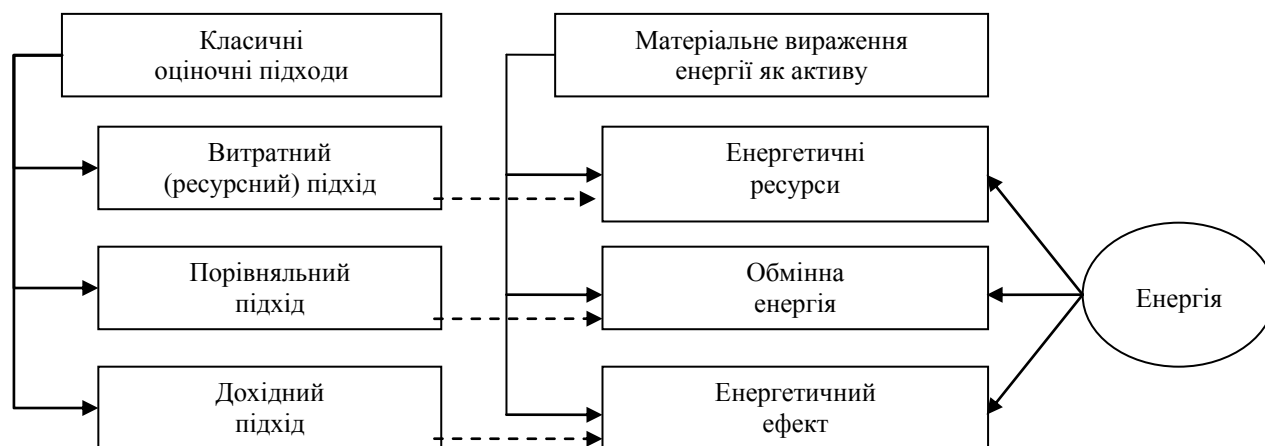


Рис. 3.2. Класифікація енергії як активу відповідно до застосування оціночних підходів
Джерело: авторська розробка [5, с. 88]

Виробництво продукції рослинництва визначається на основі енергетичних еквівалентів, що дає змогу всі види праці й матеріально-технічні засоби (техніку – у кілограмах маси, живу працю – людино-годинах, витрати палива – у кілограмах, використання електроенергії – у кіловат-годинах, заробітну плату – у гривнях) привести до єдиного показника – джоуля, і за допомогою нього визначити активну частину кожного елемента, фактора родючості у технологічному процесі, його вклад у формування врожаю [9, с. 81 – 82].

Енергетичний еквівалент прямих витрат – це енергія, що виділяється при згорянні одиниці маси або обсягу енергоносія, і енергія, витрачена на видобуток, переробку та транспортування цієї одиниці маси або обсягу.

Енергетичний еквівалент непрямих витрат – це енергія, витрачена на всіх етапах виробництва, переробки, транспортування, зберігання одиниці кожного виду витрат на відтворення оборотних та основних засобів.

Енергетичний еквівалент в розрахунку на 1 люд.-год. праці поєднує прямі витрати енергії (витрати праці) і витрати енергії на соціально-побутові та навчальні комплекси. Вони диференціюються професіональними групами працівників.

Використання енергетичних еквівалентів потребує постійного уточнення, – враховувати сучасні вітчизняні й зарубіжні технології та засоби виробництва.

Отже, енергія – це узагальнена міра руху матерії. Вона є не об'єктом чи явищем, а є лише його характеристикою. Енергія не виникає та не зникає з нічого, а лише переходить з однієї форми до іншої (трансформується). Поняття “енергія” пов’язує всі явища природи та економічної системи. Первинним джерелом енергії всього живого є Сонце. Енергію можна виробляти, передавати, споживати, а також вимірювати її кількість.

У процесі виробництва продукції рослинництва використовуються такі види енергії: поновлювана (сонячна енергія, енергопотенціал ґрунту, температура повітря і ґрунту); неоновлювана (енергетичні ресурси; енергія, уречевлена в мінеральних та органічних добривах, пестицидах; енергія, уречевлена в насінні; енергія, уречевлена в техніці та обладнанні; енергія, уречевлена в будівлях та спорудах); енергія живої праці.

3.2. Особливості енергоспоживання в рослинництві

© Калініченко О. В.

к.е.н., доцент, доцент кафедри економіки підприємства,
Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава, Україна

Рослинництво є однією з пріоритетних галузей національної економіки України. Сприятливі природно-кліматичні умови разом із географічними, транспортними й соціально-економічними чинниками визначають особливості сільського господарства як споживача та виробника енергії. Водночас, упродовж тривалого часу екстенсивний тип господарювання аграрної сфери спричинює

Наукове видання

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ: ЕКОНОМІЧНИЙ, ТЕХНІКО- ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ТА ЕКОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТИ

Колективна монографія

Надруковано у ПП “Астрая”
Свідоцтво про державну реєстрацію
серія ДК № 5599 від 19.09.2017 р.
36014, м. Полтава, вул. Шведська, 20-Б, кв. 4
Підписано до друку 18.12.2018 р.
Формат 60x84/16. Папір офсетний. Гарнітура ШРИФТ.
Друк різнографічний. Умовн. друк. арк. 55,74.
Наклад 500 шт. Замовлення 2018-20

Видавництво ПП “Астрая”
36014, м. Полтава, вул. Шведська, 20, кв. 4
Тел.: +38 (0532) 509-167, 611-694
E-mail: astraya.pl.ua@gmail.com, веб-сайт: astraya.pl.ua
Свідоцтво суб’єкта видавничої справи ДК № 5599 від 19.09.2017 р.

Друк ПП “Астрая”
36014, м. Полтава, вул. Шведська, 20, кв. 4
Тел.: +38 (0532) 509-167, 611-694
Дата державної реєстрації та номер запису в ЄДР
14.12.1999 р. № 1 588 120 0000 010089