

УДК 631.11:620.9:658.012.8

О. В. Калініченко,

к. е. н., доцент,

Полтавський державний аграрний університет

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2688-859X>

О. С. Пінченко,

аспірант, Полтавський державний аграрний університет

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-6494-4153>

DOI: 10.32702/2306-6792.2025.22.208

ФОРМУВАННЯ СТРАТЕГІЙ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ

O. Kalinichenko,

PhD, Associate Professor, Poltava State Agrarian University

O. Pinchenko,

Postgraduate student, Poltava State Agrarian University

FORMATION OF STRATEGIES FOR ENHANCING THE ENERGY EFFICIENCY OF AGRARIAN ENTERPRISES IN UKRAINE

У статті досліджено теоретичні та прикладні аспекти формування стратегій підвищення енергетичної ефективності аграрних підприємств України в умовах зростання вартості енергоносіїв, нестабільності енергопостачання та посилення ризиків, пов'язаних із трансформацією енергетичного ринку та кліматичними змінами. Обґрунтовано, що рівень енергетичної ефективності безпосередньо впливає на собівартість продукції, конкурентоспроможність підприємств, їх інвестиційну привабливість та економічну безпеку. Визначено, що аграрний сектор в Україні має унікальні можливості для розвитку альтернативної та відновлюваної енергетики завдяки наявності біомаси, агро-відходів та виробничих площ, проте реалізація цього потенціалу обмежується застарілістю машинно-тракторного парку, недостатнім розвитком систем енергомоніторингу та дефіцитом компетентності персоналу у сфері енергетичного управління. Проведений SWOT-аналіз дав змогу ідентифікувати ключові сильні та слабкі сторони аграрних підприємств України у сфері енергетичної ефективності, а також окреслити зовнішні можливості та загрози, що формують підґрунтя для розроблення стратегії розвитку. Встановлено, що вагомими резервами підвищення енергетичної ефективності є впровадження сучасних систем енергозбереження, модернізація обладнання, цифровізація процесів контролю та обліку. Окреслено спектр енергетичних ризиків, що впливають на енергетичну ефективність та економічні результати діяльності аграрних підприємств, зокрема волатильність цін на паливе, відключення електроенергії, зношеність машинно-тракторного парку, теплові втрати інфраструктурних об'єктів та нестача кваліфікованого персоналу. Здійснено їх оцінювання за ймовірністю настання та рівнем потенційних наслідків. На основі результатів аналізу розроблено п'ять стратегій підвищення енергетичної ефективності аграрних підприємств України, серед яких: технічна стратегія енергоефективної модернізації; цифрова стратегія енергомоніторингу та управління; енергетична стратегія диверсифікації та автономності; організаційна стратегія розвитку компетенцій та відповідальності; ризик-орієнтована стратегія енергетичної безпеки. Впровадження таких стратегій сприятиме зниженню енергоємності продукції, оптимізації витрат та підвищенню економічної безпеки аграрних підприємств України.

The article examines the theoretical and applied aspects of developing strategies to improve the energy efficiency of agrarian enterprises amid rising energy prices, unstable energy supply, and increasing risks associated with energy market transformation and climate change. It is demonstrated that the level of energy efficiency directly influences production

costs, enterprise competitiveness, investment attractiveness, and economic security. The study highlights Ukraine's agricultural sector that the agricultural sector has unique opportunities for the development of alternative and renewable energy due to the availability of biomass, agricultural residues, and production land. However, the realization of this potential is constrained by the outdated machinery and tractor fleet, insufficient development of energy monitoring systems, and a lack of personnel competencies in the field of energy management. The SWOT analysis enabled the identification of key strengths and weaknesses of agrarian enterprises in the area of energy efficiency, as well as the external opportunities and threats that form the basis for strategic planning. It was determined that significant potential for improving energy efficiency lies in the implementation of modern energy-saving technologies, equipment modernization, and the digitalization of monitoring and accounting processes. The study also identifies a range of energy-related risks that affect energy performance and economic outcomes, including fuel price volatility, power outages, deterioration of machinery and equipment, heat losses in infrastructure facilities, and a shortage of qualified personnel. These risks were assessed in terms of their likelihood of occurrence and the potential severity of their consequences. Based on the analysis, five strategies for enhancing the energy efficiency of agrarian enterprises in Ukraine have been developed: a technical strategy aimed at energy-efficient modernization; a digital strategy for energy monitoring and management; an energy strategy focused on diversification and autonomy; an organizational strategy for developing competencies and accountability; and a risk-oriented energy security strategy. The implementation of these strategies will contribute to reducing the energy intensity of production, optimizing costs, and strengthening the economic security of agrarian enterprises in Ukraine.

Ключові слова: енергетична ефективність, аграрні підприємства, SWOT-аналіз, енергетичні ризики, енергетичний менеджмент, стратегія.

Key words: energy efficiency, agrarian enterprises, SWOT analysis, energy risks, energy management, strategy.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Підвищення енергетичної ефективності аграрних підприємств України є одним із ключових чинників забезпечення їх економічної безпеки, конкурентоспроможності та інноваційного розвитку в умовах зростання вартості енергоносіїв, відключень електроенергії, нестабільності ринку паливно-енергетичних ресурсів та посилення кліматичних ризиків. Аграрний сектор в Україні має значний потенціал для впровадження ресурсозберігаючих технологій, альтернативних джерел енергії та систем енергоменеджменту, проте його реалізація ускладнюється низьким рівнем технічної модернізації, недостатністю контролю за енергоспоживанням, а також обмеженістю доступу до інвестиційних ресурсів і компетенцій у сфері енергетичного управління. У цих умовах актуальним є формування стратегій, що базуються на комплексному аналізі внутрішніх можливостей та загроз зовнішнього середовища, визначенні енергетичних ризиків та обґрунтуванні інструментів їх мінімізації. Наукова значущість проблеми полягає у необхідності розроблення нових підходів до підвищення енергетичної ефективності з урахуванням специфіки аграрного

виробництва, а практична — у забезпеченні сталого розвитку аграрних підприємств у сучасних економічних умовах.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Енергетична ефективність аграрних підприємств України є комплексною науковою проблемою, що охоплює питання землеробства, технологій вирощування, переробки та організації виробництва. Її дослідженню присвячено праці широкого кола вітчизняних і зарубіжних учених.

Передусім, системний підхід до енергетичної ефективності простежується у роботах Біловола Г. В., Каграманяна А. О., Василенка О. В. та Онищенко А. В. [1], які підкреслюють важливість управління енергетичними ресурсами на рівні аграрного підприємства. Проблеми енергетичної ефективності землеробства досліджували Демиденко О. В., Головач І. В., Троханяк О. М. та Вітвіцький С. В. [2]. Вони доводять, що формування сприятливого енергетичного балансу залежить від організації сівозмін, обробітку ґрунту та адаптації технологій до природно-кліматичних умов. Особливості енергетичної ефективності вирощування сільськогосподарських культур висвітлено в роботах Булигіна С. Ю., Вітвіцького С. В., Тон-

хи О. А. та Ткаченка М. А. [3], які обґрунтовують вплив структури посівів та використання добрив на сукупні енергетичні витрати. Подібні питання розвивають Вожегов С. Г., Рудий О. Є., Коковіхін С. В., Дробітько А. В., Казанок О. О. та Керімов А. Н. [4], акцентуючи на оптимізації технологічних операцій. Тому не менш важливою є роль енергозберігаючих агротехнологій, на чому акцентують Войтовик М. В., Панченко О. Б., Цюк О. А. та Міщенко Ю. Г. [5], що дає змогу скоротити собівартість продукції та підвищити конкурентоспроможність аграрного виробництва. Проблематика енергетичної ефективності переробних процесів відображена у дослідженнях Чміля А. І. [6], який обґрунтовує важливість оптимізації переробки для зменшення сукупних енергетичних витрат.

Ці підходи узгоджуються із загальними тенденціями, притаманними світовим науковим дослідженням. Так, у працях Авогбемі О., Десай Д. А. [7], Лю Ц., Ван Х., Рахман С., Срібунчитта С. [8], Лю Ц., Сюй Ж., Сюй К., Лін І., Цао І. [9] наголошується на необхідності підвищення енергетичної ефективності аграрного виробництва через модернізацію технологій, раціональне використання ресурсів та вдосконалення підходів до управління енергетичними ресурсами.

Питання врахування енергетичних ризиків, інтеграції їх в стратегічне планування діяльності аграрних підприємств України, а також забезпечення формування комплексних стратегій підвищення енергетичної ефективності залишаються недостатньо дослідженими. Це зумовлює актуальність подальших досліджень, спрямованих на використання аналітичних інструментів для формування стратегій та забезпечення конкурентоспроможності аграрних підприємств у сучасних умовах.

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ (ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ)

Метою статті є розробка комплексного підходу до підвищення енергетичної ефективності аграрних підприємств України, який передбачає формування стратегій для нейтралізації виявлених енергетичних ризиків та врахування впливу чинників зовнішнього і внутрішнього середовища на процеси енергозабезпечення і виробничу діяльність.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

В Україні на державному рівні визначення енергетичної ефективності містить Закон України "Про енергетичну ефективність", де за-

начено, що це "кількісне співвідношення між роботою, послугами, товарами або енергією на виході та витраченою енергією на вході" [10].

Енергетична ефективність аграрних підприємств України є стратегічним елементом забезпечення їх конкурентоспроможності та адаптивності до сучасних викликів ринку. В умовах зростання вартості енергоносіїв, волатильності тарифів, обмежень у доступі до пального та електроенергії, а також кліматичних змін, що ускладнюють технологічні процеси, питання оптимізації енергоспоживання набуває стратегічного значення. Водночас аграрний сектор володіє унікальними природними та організаційними перевагами для впровадження альтернативних джерел енергії, біоенергетичних рішень, цифрових систем моніторингу та енергоменеджменту.

Разом із тим, наявність системних слабких місць — зокрема застарілої матеріально-технічної бази, недостатнього рівня деталізації обліку енергетичних ресурсів, обмеженого доступу до сучасного обладнання і кваліфікованих кадрів — обумовлює потребу у комплексному аналізі зовнішніх і внутрішніх чинників розвитку.

Проведення SWOT-аналізу дозволяє ідентифікувати сильні і слабкі сторони аграрних підприємств України у сфері енергоспоживання, а також визначити можливості та загрози, що формуються під впливом ринкових та інституційних умов. Отримані результати SWOT-аналізу формують основу для побудови перехресних стратегій, спрямованих на розроблення ефективної політики енергозабезпечення, підвищення енергетичної ефективності виробничих процесів, мінімізацію енергетичних ризиків та формування конкурентних переваг аграрних підприємств України у середньостроковій та довгостроковій перспективі.

Проведений SWOT-аналіз показав, що аграрні підприємства України мають вагомий потенціал для формування енергоефективних моделей виробництва, насамперед завдяки наявності значної сировинної бази для біоенергетики, існуючій виробничій інфраструктурі та можливості оперативного впровадження технологічних інновацій. Однак реалізація цього потенціалу стримується низкою внутрішніх бар'єрів, серед яких ключовими є застарілі технології, висока залежність від дизельного палива, недостатня деталізація обліку енергетичних ресурсів та дефіцит кваліфікованих фахівців у сфері енергоменеджменту. Зовнішнє середовище водночас створює як можливості, так і загрози. Розширення інструментів "зеле-

ного" фінансування, розвиток відновлюваних джерел енергії, цифровізація виробництва та впровадження стандартів ISO 50001 відкривають нові перспективи для модернізації аграрних підприємств України. Разом з тим, висока волатильність ринку енергетичних ресурсів, ризики перебоїв із постачанням електроенергії та нестабільність регуляторної політики підвищують рівень невизначеності та вимагають активного стратегічного управління. Запропоновані перехресні стратегії демонструють необхідність поєднання тактичних заходів швидкого впливу та стратегічних рішень довгострокового ефекту (табл. 1).

Таким чином, підвищення енергетичної ефективності аграрних підприємств України повинно розглядатися як безперервний процес управління, який охоплює всі рівні — від моніторингу ресурсів та оптимізації виробничих операцій до стратегічного планування енергетичної автономії. Реалізація окреслених стратегічних підходів забезпечить не лише зниження енергоемності продукції та оптимізації витрат, а й зміцнить конкурентоспроможність аграрних підприємств України та його стійкість до енергетичних і ринкових ризиків.

Встановлені у процесі SWOT-аналізу сильні та слабкі сторони аграрних підприємств України у сфері енергоспоживання, а також виявлені можливості та загрози зовнішнього середовища, дозволяють визначити стратегічні орієнтири підвищення енергетичної ефективності. Однак для практичної реалізації сформованих стратегічних рішень необхідним є поглиблене опрацювання чинників невизначеності, що можуть впливати на досягнення цілей енергетичного розвитку аграрних підприємств України. Це зумовлює потребу в ідентифікації, оцінюванні та управлінні енергетичними ризиками, які виникають у технологічних процесах виробництва.

Енергетичні ризики мають комплексний характер, оскільки пов'язані одночасно із внутрішніми параметрами роботи аграрного підприє-

Таблиця 1. Матриця SWOT-аналізу енергетичної ефективності аграрних підприємств України

	Можливості (O)	Загрози (T)
	1. Розвиток відновлюваних джерел енергії. 2. Доступ до грантів, "зеленого" кредитування. 3. Цифровізація обліку та автоматизація процесів. 4. Євроінтеграційні вимоги як драйвер модернізації. 5. Розвиток локальних енергетичних кластерів.	1. Волатильність цін на енергоносії та валютні ризики. 2. Перебої в енергопостачанні. 3. Кліматичні ризики, що впливають на енергоспоживання. 4. Затримки із постачанням техніки й обладнання. 5. Нестабільність регуляторної та тарифної політики.
Сильні сторони (S)	SO-стратегії	ST-стратегії
1. Значний потенціал сировини для біоенергетики. 2. Наявність виробничих потужностей для модернізації. 3. Гнучкість організації виробництва і сезонні "вікна". 4. Зростання застосування обліку та телематики. 5. Наявність практичного досвіду енергозаміщення в окремих аграрних підприємствах.	1. Перехід на біопаливні модульні теплогенератори для сушіння та опалення складів. 2. Використання телематики та датчиків для впровадження системи енергомоніторингу з аналітикою. 3. Створення енергокластерів з сусідніми аграрними підприємствами для спільного виробництва електроенергії.	1. Планування реконструкцій та технічного обслуговування в міжсезоння для зменшення ризику аварій. 2. Диверсифікація джерел енергії для зниження залежності від відключень. 3. Контроль витрат і виявлення відхилень для зменшення впливу цінової нестабільності.
Слабкі сторони (W)	WO-стратегії	WT-стратегії
1. Застарілий парк техніки з високою енергоемністю. 2. Низький рівень деталізованого енергомоніторингу. 3. Висока залежність від дизельного пального. 4. Недостатня кількість енергоменеджерів. 5. Високі теплові втрати приміщень.	1. Застарілу техніку замінювати через лізинг енергоефективної техніки та програми компенсації. 2. Впровадження SCADA для підвищення точності обліку та прозорості витрат. 3. Запровадження ISO 50001 як системи управління енергоспоживанням.	1. Розробка аварійних планів енергозабезпечення. 2. Впровадження стандартів технічного обслуговування для зниження ймовірності виходу обладнання з ладу. 3. Утеплення складів, герметизація повітряних контурів для зменшення теплових втрат.

Джерело: авторська розробка.

мства (рівнем технічного оснащення, кваліфікацією персоналу, структурою енергоспоживання) та зовнішніми чинниками (коливаннями цін на енергоносії, перебоями в електропостачанні, регуляторною політикою, станом ринкової та логістичної інфраструктури). Їхній вплив може проявлятися у збільшенні собівартості продукції, порушенні технологічних циклів, зменшенні врожайності та якості готової продукції, а також у фінансових втратах.

Проведена ідентифікація та оцінка енергетичних ризиків аграрних підприємств України демонструє, що найбільш критичний вплив на енергетичну ефективність та економічні результати мають ризики, пов'язані з волатильністю вартості дизельного пального, перебоями

Таблиця 2. Ідентифікація та оцінка енергетичних ризиків аграрних підприємств України

Ризик	Причини та характер прояву	Ймовірність настання	Вплив наслідку	Рівень ризику
Волатильність цін на дизельне паливо	Залежність виробничих процесів від дизельного палива, логістичні ризики	Висока	Високий	Критичний
Перебої у постачанні електроенергії та обмеження в мережі	Дефіцит генерації, аварії, обмеження, регіональні відключення	Середня	Високий	Високий
Зношеність техніки та непередбачувані поломки	Високе напруження мотогодин, відсутність регламентного технічного обслуговування, слабкий технічний контроль	Середня–висока	Високий	Високий
Низька точність енергомоніторингу	Відсутність субілічильників, ручний облік	Висока	Середній	Високий
Високі теплові втрати приміщень	Зношені конструкції, відсутність теплоутримання, вентиляційні втрати	Середня	Середній–високий	Середній
Нестача або відсутність кваліфікованого персоналу	Виїзд фахівців за кордон, старіння персоналу, відсутність внутрішнього навчання	Середня	Середній	Середній
Нестабільність регуляторної та тарифної політики	Зміни умов ринку газу або електрики, тарифів на передачу та розподіл	Низька–середня	Середній–високий	Середній

Джерело: авторська розробка.

електропостачання та зношеністю машинно-тракторного парку. Саме ці чинники формують найвищий рівень загроз для стабільності виробничих процесів, оскільки безпосередньо впливають на собівартість продукції, безперервність технологічних операцій та якість кінцевого результату. Ризики середнього рівня — нестача кваліфікованого персоналу, нерозвинена система енергомоніторингу та надмірні теплові втрати інфраструктурних об'єктів — мають кумулятивний характер і проявляються у поступовому зниженні ефективності, яке часто є непомітним на початкових етапах. Їх своєчасне виявлення та корекція здатні забезпечити швидкий економічний ефект при невисоких інвестиційних витратах. Насамкінець, ризики регуляторної невизначеності та тарифних змін не є найбільш імовірними щодо частоти прояву, проте вимагають особливої уваги у стратегічному плануванні інвестицій у відновлювані джерела енергії та модернізацію (табл. 2).

Для уникнення ризиків аграрним підприємствам України рекомендується забезпечити енергетичну надійність та автономність (впровадження комбінованих систем енергопостачання, резервних джерел, диференціація видів енергії), підвищити прозорість та точність контролю енергоспоживання (впровадження систем енергомоніторингу), а також забезпечити професійний розвиток персоналу та стандартизацію експлуатації обладнання (навчання,

сертифікація, впровадження регламентів технічного обслуговування та технологічних карт) (табл. 3).

Таким чином, управління енергетичними ризиками має розглядатися не епізодично, а як безперервний процес, інтегрований у систему управління аграрним підприємством. Реалізація запропонованих заходів сприятиме зниженню енергоємності продукції, оптимізації виробничих витрат, підвищенню стійкості аграрних підприємств України до кризових ситуацій та зміцненню їх конкурентних позицій на аграрному ринку.

Розроблені стратегії підвищення енергетичної ефективності аграрних підприємств України ґрунтуються на результатах SWOT-аналізу та оцінювання енергетичних ризиків, що дозволило забезпечити їх комплексність і практичну реалізованість. Виявлені сильні сторони — наявність сировинного потенціалу для біоенергетики, виробничої інфраструктури та можливості швидкої адаптації до інновацій — створюють передумови для активного впровадження децентралізованих та автономних систем енергозабезпечення. Натомість слабкі сторони, пов'язані із застарілою технікою, недостатнім рівнем енергомоніторингу та нестачею кваліфікованого персоналу, визначають пріоритетність технічної та організаційної модернізації аграрних підприємств України (табл. 4).

Розроблені стратегії охоплюють п'ять ключових

Таблиця 3. Наслідки енергетичних ризиків та заходи їх мінімізації на аграрних підприємствах України

Ризик	Наслідки	Заходи для мінімізації
Волатильність цін на дизельне паливо	Зростання собівартості, зниження маржинальності, неможливість планування бюджету	1. Закупівля пального за довгостроковими контрактами. 2. Кооперативні закупівлі з іншими аграрними підприємствами. 3. Оптимізація маршрутів техніки та контроль холостого ходу. 4. Перехід на часткову електрифікацію та біопаливо.
Перебої у постачанні електроенергії та обмеження в мережі	Простої сушіння, відмова вентиляції приміщень, невиконання технологічних строків	1. Впровадження гібридних джерел. 2. Встановлення автоматичного виводу резерву та розмежування критичних та некритичних будівель. 3. Тестування сценаріїв відключень.
Зношеність техніки та непередбачувані поломки	Зростання розходу палива, додаткові витрати на ремонт	1. Введення регламентів технічного обслуговування. 2. Встановлення датчиків витрати дизельного палива. 3. Планова ротація техніки через лізинг.
Низька точність енергомоніторингу	Перевитрата ресурсів, складність визначення ефективності процесів	1. Впровадження SCADA для обліку електроенергії, тепла, дизельного палива. 2. Визначення коефіцієнту енергетичної ефективності залежно від процесів.
Високі теплові втрати приміщень	Перевитрата теплової енергії, збільшення виробничих витрат	1. Герметизація повітряних контурів. 2. Рекуперація тепла від відпрацьованого повітря. 3. Утеплення та зонування приміщень.
Нестача або відсутність кваліфікованого персоналу	Перевитрата енергії, псування продукції	1. Регулярне навчання персоналу. 2. Сертифікація енергоменеджерів.
Нестабільність регуляторної та тарифної політики	Невизначеність при плануванні інвестицій та технічну модернізацію	1. Здійснення поетапної модернізації. 2. Впровадження стратегії енергетичної диверсифікації.

Джерело: авторська розробка.

чових напрямів: технічну модернізацію обладнання та інфраструктури, цифровізацію системи обліку енергоспоживання, диверсифікацію джерел енергії з акцентом на біоенергетику та відновлювані ресурси, розвиток професійної компетентності персоналу, а також формування системи управління енергетичними ризиками. Така багаторівнева модель забезпечує поєднання операційних заходів швидкої віддачі з інвестиційними рішеннями довгострокової дії.

Комплексне впровадження запропонованих стратегій дозволить:

- знизити енергоємність продукції;
- скоротити операційні та паливно-енергетичні витрати;
- підвищити технологічну надійність та безперервність виробничих процесів;
- зменшити залежність від зовнішніх енергетичних ризиків;
- сформувані конкурентні переваги аграрних підприємств України як на національному, так і на міжнародному ринку.

Таким чином, підвищення енергетичної ефективності слід розглядати не як разову дію, а як системну складову стратегічного управлі-

ння, що об'єднує в собі технічні, економічні, організаційні та ресурсні аспекти виробництва. Реалізація запропонованих стратегій забезпечить підвищення економічної ефективності аграрних підприємств України у довгостроковій перспективі.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ

Проведене дослідження дало змогу комплексно проаналізувати зовнішні та внутрішні чинники, що визначають рівень енергетичної ефективності аграрних підприємств України, і сформувані цілісну систему стратегічних рішень щодо її підвищення. Встановлено, що енергоспоживання у сільськогосподарському виробництві характеризується високою залежністю від цін на дизельне паливо та від стабільності електропостачання, що підвищує уразливість аграрних підприємств до енергетичних ризиків. У той же час наявність значного потенціалу біоенергетичних ресурсів, виробничо-технічної бази та організаційної гнучкості створює сприятливі передумови для переходу

Таблиця 4. Стратегії підвищення енергетичної ефективності аграрних підприємств України

Стратегія	Мета	Напрями реалізації	Очікуваний ефект
Технічна стратегія енергоефективної модернізації	Зменшення енергоспоживності технологічних процесів	1. Модернізація сушильного обладнання. 2. Перехід до енергоефективних систем вентиляції. 3. Зниження теплових втрат складів і приміщень. 4. Модернізація машинно-тракторного парку.	Зменшення сукупних енергетичних витрат на сушіння та зберігання, економія дизельного палива
Цифрова стратегія енергомоніторингу та управління	Забезпечення прозорого контролю за витратами енергії	1. Встановлення сублічильників для контролю електроенергії. 2. Впровадження SCADA для моніторингу в реальному часі. 3. Перехід до управління за стандартами ISO 50001.	Виявлення і усунення прихованих витрат
Енергетична стратегія диверсифікації та автономності	Мінімізація залежності від ринку пального та електромереж	1. Використання агровідходів для виробництва брикетів, гранул. 2. Виробництво біогазу або біометану. 3. Впровадження систем власної генерації. 4. Приєднання до кластерних енергокомплексів.	Зменшення закупівлі комерційної електроенергії, підвищення стійкості до відключень
Організаційна стратегія розвитку компетенцій та відповідальності	Підвищення професійної готовності персоналу до забезпечення енергозбереження	1. Впровадження служби енергоменеджменту. 2. Регулярне навчання машиністів та інженерів. 3. Впровадження моральних та матеріальних мотиваційних стимулів.	Зниження енергоспоживності через дисципліну та точність роботи
Ризик-орієнтована стратегія енергетичної безпеки	Забезпечення безперервності всіх виробничих процесів	1. Розробка планів дій при відключеннях. 2. Розмежування критичних та некритичних будівель. 3. Створення мінімального резерву дизельного палива. 4. Регулярна перевірка готовності резервних джерел.	Мінімізація втрат при аваріях та пікових навантаженнях

Джерело: авторська розробка.

до енергетично ефективних та ресурсозберігаючих моделей виробництва.

У подальших наукових дослідженнях перспективним є розробка економіко-математичних моделей для оптимізації енергоспоживання, що дозволить визначати оптимальні технологічні операції в процесі виробництва продукції з урахуванням сезонних коливань, кліматичних умов, варіативності витрат ресурсів. Розробка таких моделей сприятиме підвищенню енергетичної ефективності, зменшенню витрат на енергетичні ресурси та зниженню екологічного навантаження на навколишнє середовище.

Література:

1. Біловол Г. В., Каграманян А. О., Василенко О. В., Онищенко А. В. Розроблення моделі

повної множини способів підвищення енергетичної ефективності виробничих систем як інструменту досягнення бізнесом цілей сталого розвитку. Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту. 2024. Вип. 210. С. 33—42. <https://doi.org/10.18664/1994-7852.210.2024.320702>

2. Демиденко О. В., Головач І. В., Троханяк О. М., Вітвіцький С. В. Дослідження енергетичної ефективності землеробства. Механіка та автоматика агропромислового виробництва. 2024. Вип. 5 (119). С. 177—191. <https://doi.org/10.37204/2786-7765-2024-2-18>

3. Булигін С. Ю., Вітвіцький С. В., Тонха О. А., Ткаченко М. А. Енергетична ефективність вирощування сільськогосподарських культур за різних систем удобрення сірого лісового

грунту. Вісник аграрної науки. 2024. № 5. С. 5—14. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202405-01>

4. Врожайність, економічна та енергетична ефективність вирощування гібридів соняшнику залежно від режимів зрошення та обробітку ґрунту в умовах Півдня України / С. Г. Вожегов та ін. Зрошуване землеробство. 2021. Вип. 75. С. 114—118. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.21>

5. Войтовик М. В., Панченко О. Б., Цюк О. А., Міщенко Ю. Г. Енергетична ефективність агротехнологій короткоротаційних сівозмін. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2023. № 5/105. URL: <https://scireports.com.ua/en/journals/tom-19-5-2023/yenergetichna-efektivnist-agrotekhnologiy-korotkorotatsiynikh-sivozmin> (дата звернення: 05.11.2025). [https://doi.org/10.31548/dopovid5\(105\).2023.007](https://doi.org/10.31548/dopovid5(105).2023.007)

6. Чміль А. І. Енергетична ефективність процесу анаеробного збродження органічних відходів. Енергетика і автоматика. 2024. № 1. С. 157—166. [https://doi.org/10.31548/energiya1\(71\).2024.157](https://doi.org/10.31548/energiya1(71).2024.157)

7. Awogbemi O., Desai D. A. Harnessing the potentials of bamboo as a sustainable feedstock for bioenergy production. *Advances in Bamboo Science*. 2025. Vol. 12. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2773139125000527> (дата звернення: 05.11.2025). <https://doi.org/10.1016/j.bamboo.2025.100173>

8. Liu J., Wang H., Rahman S., Sriboonchitta S. Energy Efficiency, Energy Conservation and Determinants in the Agricultural Sector in Emerging Economies. *Agriculture*. 2021. Vol. 11(8). URL: <https://www.mdpi.com/2077-0472/11/8/773> (дата звернення: 05.11.2025). <https://doi.org/10.3390/agriculture11080773>

9. Carbon Emission Effects of Land Use in Chaobai River Region of Beijing-Tianjin-Hebei, China / C. Liu et al. *Land*. 2023. Vol. 12(6). URL: <https://www.mdpi.com/2073-445X/12/6/1168> (дата звернення: 05.11.2025). <https://doi.org/10.3390/land12061168>

10. Про енергетичну ефективність: Закон України від 21.10.2021 р. № 1818-IX. Дата оновлення: 01.01.2025. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-20> (дата звернення: 05.11.2025).

References:

1. Bilovol, H. V., Kahramanian, A. O., Vasylenko, O. V., and Onyshchenko, A. V. (2024), "Development of a model of the complete set of methods for enhancing energy efficiency in production

systems as a tool for achieving business sustainable development goals", *Collection of Scientific Works of the Ukrainian State University of Railway Transport*, vol. 210, pp. 33—42.

2. Demydenko, O. V., Holovach, I. V., Trokhanak, O. M., and Vitvitskyi, S. V. (2024), "Research on the energy efficiency of agriculture", *Mechanics and Automatics of Agroindustrial Production*, vol. 5 (119), pp. 177—191.

3. Bulyhin, S. Yu., Vitvitskyi, S. V., Tonkha, O. L., and Tkachenko, M. A. (2024), "Energy efficiency of growing crops under different fertilizer systems on gray forest soil", *Bulletin of Agricultural Science*, vol. 5, pp. 5—14.

4. Vozhehov, S. H. et al (2021), "Yield, economic and energy efficiency of sunflower hybrids under different irrigation regimes and soil tillage practices in Southern Ukraine", *Irrigated Farming*, vol. 75, pp. 114—118.

5. Voitovyk, M. V., Panchenko, O. B., Tsyuk, O. A., and Mishchenko, Yu. H. (2023), "Energy efficiency of agrotechnologies of short rotation crop rotations", *Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, [Online], vol. 19 (5), available at: <https://scireports.com.ua/en/journals/tom-19-5-2023/yenergetichna-efektivnist-agrotekhnologiy-korotkorotatsiynikh-sivozmin> (Accessed 5 November 2025).

6. Chmil, A. I. (2024), "Energy efficiency process of anaerobic fermentation of organics waste", *Energy and Automation*, vol. 1, pp. 157—166.

7. Awogbemi, O., and Desai, D. A. (2025), "Harnessing the potentials of bamboo as a sustainable feedstock for bioenergy production", *Advances in Bamboo Science*, [Online], vol. 12, available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2773139125000527> (Accessed 5 November 2025).

8. Liu, J., Wang, H., Rahman, S., and Sriboonchitta, S. (2021), "Energy efficiency, energy conservation and determinants in the agricultural sector in emerging economies", *Agriculture*, [Online], vol. 11 (8), available at: <https://www.mdpi.com/2077-0472/11/8/773> (Accessed 5 November 2025).

9. Liu, C. et al (2023), "Carbon emission effects of land use in Chaobai River Region of Beijing-Tianjin-Hebei, China", *Land*, [Online], vol. 12 (6), available at: <https://www.mdpi.com/2073-445X/12/6/1168> (Accessed 5 November 2025).

10. The Verkhovna Rada of Ukraine (2021), The Law of Ukraine "On energy efficiency", available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-20> (Accessed 5 November 2025).

Стаття надійшла до редакції 10.11.2025 р.