МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

КЛЕПІКОВА СВІТЛАНА ВОЛОДИМИРІВНА

УДК 658.26:658.51+519.86

УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЮ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

Спеціальність 08.00.04 – економіка та управління підприємствами
(за видами економічної діяльності)

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата економічних наук

Харків – 2019

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано на кафедрі міжнародного бізнесу та фінансів Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор економічних наук, професор
Міщенко Володимир Акимович,
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,
завідувач кафедри міжнародного бізнесу та фінансів.

Офіційні опоненти: доктор економічних наук, професор
Кукоба Володимир Павлович,
ДВНЗ «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана»,
професор кафедри економіки підприємств;

кандидат економічних наук, доцент
Миколюк Оксана Анатоліївна,
Хмельницький національний університет,
доцент кафедри менеджменту, адміністрування та готельно-ресторанної справи.

Захист відбудеться « 24 » грудня 2019 р. о 14.00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.050.02 у Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут» за адресою: 61002, м. Харків, вул. Кирпичова, 2, корпус У1, ауд. 1001.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» за адресою: 61002, м. Харків вул. Кирпичова, 2.

Автореферат розісланий « 20 » листопада 2019 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради Л. С. Стригуль

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Однією з найбільш важливих проблем людства у XXI-му столітті є збереження паливних енергетичних ресурсів (ПЕР), що для України особливо актуально, її забезпеченість власними ПЕР складає близько половини потреб, а покриття нестачі здійснюється за рахунок імпорту. Прийнята у 2017 році «Енергетична стратегія України до 2035 року» передбачає зниження рівня енергоємності ВВП, який є одним з найгірших в Європі, до сучасного рівня провідних країн. У вирішенні цього завдання значну роль має відіграти вдосконалення управління енергоефективністю промислових підприємств, які є одним з найбільших споживачів енергоресурсів. Належний рівень управління енергоефективністю призводить до зменшення енергоспоживання та собівартості продукції, що надає підприємству додаткову економію коштів, підвищує рентабельність та конкурентоспроможність, збільшує можливості закупівлі новітніх технологій, сучасного обладнання, сприяє прискоренню виконання планів енергетичної стратегії та програм енергозбереження.

Основи теорії управління енергоефективністю та енергозбереженням, сучасний стан і роль енергозбереження на промислових підприємствах, проблеми та шляхи удосконалення державної політики у сфері енергоефективності висвітлені у наукових роботах: В. Г. Андрійчука, М. В. Буряка, В. В. Джеджули, С. П. Денисюка, Г. О. Дзяної, В. А. Жовтянського, О. В. Кириленка, М. П. Ковалка, М. Е. Краснянського, М. М. Кулика, В. П. Кукоби, В. А. Міщенка, О. А. Миколюк, В. В. Микитенка, А. В. Праховника, П. Г. Перерви, В. П. Розена, Р. І. Розума, Б. С. Стогнія, О. М. Суходолі, О. І. Цапко-Піддубної, А. І. Яковлєва та інших. Незважаючи на широкий спектр охоплених дослідженнями питань, у більшості з них зосереджена увага на регуляторних діях вищих ієрархічних рівнів, впровадженні стандартів енергозбереження, врахуванні специфіки енергоспоживання промислового підприємства. В той же час питання вдосконалення управління енергоефективністю промислового підприємства як єдиної багатокомпонентної системи управління, з урахуванням тенденції переходу до цифрової економіки, недостатньо досліджені.

Таким чином, розробка та наукове обґрунтування теоретичних і науково-методичних підходів до управління енергоефективністю промислового підприємства є актуальним науково-практичним завданням, яке потребує подальшого доопрацювання і визначає напрям дисертаційного дослідження.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана на кафедрі міжнародного бізнесу та фінансів НТУ «ХПІ» у межах досліджень за комплексною програмою наукових планів Національної академії Наук України «Науково-технічні основи вирішення проблем енергозбереження» в рамках наукового проекту «Концепт» - «Розробка енергозберігаючих технологій модернізації електроприводів середньої та малої потужності в Україні» (ДР № 0107U004196), де здобувачем було визначено зв'язок між економічними та енергетичними показниками; держбюджетних тем

МОН України: «Методологія управління підприємствами різних організаційно-правових форм та форм власності» (ДР № 0107U001146) (Національна металургійна академія України), де здобувачем було сформовано теоретико-методичні засади управління енергетичною ефективністю промислових підприємств; «Методи удосконалення електроенергетичних систем» (ДР № 0116U000.885), в межах якої досліджено особливості врахування енергоефективності електроенергетичних систем.

Мета та завдання дослідження. Метою дослідження є розробка і наукове обґрунтування теоретичних і науково-методичних підходів до управління енергоефективністю промислового підприємства.

Для досягнення поставленої мети сформульовано наступні завдання:

- здійснити гносеологічний аналіз категоріально-понятійного апарату енергоменеджменту для розширення теоретичного базису оцінювання та прогнозування ефективності використання енергоресурсів промислового підприємства;
- проаналізувати та систематизувати елементи системи управління енергоефективністю підприємства та визначити шляхи їх удосконалення;
- дослідити законодавчі та нормативно - правові акти з енергозбереження, методику енергоаудиту підприємства щодо урахування мультиплікативного і синергетичного ефектів економії енергетичних ресурсів;
- удосконалити методичні рекомендації щодо оцінювання енергоефективності промислового підприємства;
- розробити методичний підхід та обґрунтувати доцільність застосування інтелектуальних методів, зокрема методу штучних нейронних мереж, для визначення прогнозного обсягу економії коштів від підвищення енергоефективності промислового підприємства;
- дослідити і визначити функції та взаємозв'язки організаційної структури управління енергоефективністю промислового підприємства та винайти можливості її вдосконалення.

Об'єкт дослідження – процес управління енергоефективністю промислових підприємств.

Предмет дослідження – сукупність теоретичних, методичних і прикладних аспектів щодо управління енергоефективністю промислових підприємств.

Методи дослідження. Теоретико-методичну основу дисертаційної роботи склали загальнонаукові та спеціальні методи: структурно-логічний аналіз - для побудови структури дослідження; узагальнення (абстрактно-логічний і діалектичний) – для систематизації понять управління енергоефективністю промисловим підприємством та формулювання висновків за результатами дослідження; економіко – статистичні – для групування та порівняння емпіричних даних дослідження та оцінки енергоефективності промислового підприємства; апріорного ранжування та кореляційного аналізу – для визначення найбільш впливових чинників на енергоефективність промислового підприємства; генетичного алгоритму – для визначення параметрів нейронної мережі; штучних нейронних мереж (ШНМ) – для

визначення прогнозного значення показника енергоємності та раціоналізації показників підприємства, як вхідних величин ШНМ. Синтез нейронної мережі виконувався за допомогою програм Mendel 4 та ID Lasarus.

Інформаційною базою дисертації є нормативно-правові акти України в сфері регулювання діяльності промислових підприємств, національні та міжнародні стандарти, дані та аналітичні матеріали Державної служби статистики України, офіційні фінансові звітності промислових підприємств, опубліковані результати наукових досліджень вітчизняних і зарубіжних вчених-економістів, матеріали авторських досліджень.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному:

вперше:

розроблено методичний підхід щодо визначення прогнозного рівня економії коштів від підвищення енергоефективності промислового підприємства із застосуванням методу штучних нейронних мереж на основі розрахунку перспективного рівня показника енергоємності, що сприяє більш аргументованому формуванню енергетичної стратегії, програм та планів енергоменеджменту промислового підприємства;

удосконалено:

понятійно-категорійний апарат енергоменеджменту введенням у науковий обіг дефініції «показник енергоємності підприємства», який, на відміну від існуючих характеризує вартісне співвідношення коштів, витрачених на енергетичні ресурси та виготовлену продукцію, що спрощує розрахунок рівня прогнозної економії коштів від енергозбереження;

систематизацію елементів системи управління енергоефективністю промислового підприємства з виокремленням їх сутнісної характеристики, що сприяє розширенню теоретичного підґрунтя енергетичного менеджменту, і на відміну від існуючих базується на реалізації системного підходу при дослідженні стану управління енергоефективністю;

організаційну структуру системи управління енергоефективністю підприємства на основі виокремлення групи інтелектуального енергоменеджменту, визначення її функцій та взаємозв'язків з іншими підрозділами, що дозволяє отримувати інформацію, яка підвищує рівень обґрунтованості та оперативності рішень при плануванні і виконанні заходів з енергозбереження;

набули подальшого розвитку:

методичні рекомендації щодо оцінювання рівня енергоефективності промислового підприємства, які на відміну від існуючої практики, базуються на визначенні прогнозного рівня енергоємності на основі створення аналітичної бази статистичних даних вхідного набору значень показників виробництва та дослідження їх взаємозв'язків, що дозволяє враховувати особливості підприємства та підвищити точність прогнозування економії коштів від енергозбереження;

підхід щодо стимулювання пріоритетної модернізації електричного обладнання на основі удосконалення методики енергоаудиту та нормативно-правових актів, і врахуванні зворотних зв'язків між підприємством та рівнями

вищої ієрархії, що при практичній реалізації, з урахуванням мультиплікативного та синергетичного ефектів дає змогу забезпечити додаткову економію енергетичних ресурсів.

Практичне значення одержаних результатів для управління підприємствами полягає в удосконаленні теоретичних положень та розробці методичних рекомендацій щодо управління енергоефективністю підприємства. Запропоновано при плануванні програм та планів енергозбереження застосувати штучні нейронні мережі та доведено до практичної реалізації визначення показника енергоємності підприємства. Основні положення та висновки дисертаційної роботи використані у практичній діяльності промислових підприємств України. Результати роботи впроваджені на підприємствах: ПАТ «Завод «Південкабель», (м. Харків, довідка № 20/31/1 від 19. 06. 2019 р.), ПАТ «У.П.Е.К» (м. Харків, довідка № 325/2-13 від 17.06.19.), ВАТ «Турбоатом» (м. Харків, довідка № 01-252/1ГК від 16.06.2019 р.), АТ «ФЕД» (м. Харків, довідка № 20-К-19 від 11.06.2019 р.).

Результати дисертаційної роботи використано в навчальному процесі кафедри міжнародного бізнесу та фінансів Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» при викладанні дисциплін «Управління проектами», «Економічні методи та моделі в менеджменті» студентам спеціальності 073 «Менеджмент» (акт від 21. 05. 2019 р.).

Особистий внесок здобувача. Усі положення та результати дисертаційного дослідження одержані здобувачем особисто. Серед них: формування поняття «показник енергоємності підприємства», розробка методичного підходу розрахунку показника енергоємності підприємства із застосуванням штучної нейронної мережі, розробка рекомендацій щодо врахування у нормативно-правових актах і методиці енергоаудиту мультиплікативного та синергетичного ефектів при модернізації енергообладнання.

Апробація результатів дисертації. Основні положення і практичні результати дисертації доповідалися на Міжнародних науково-практичних конференціях: «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я» (Харків, 2005, 2018, 2019); «Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – PEMS'18» (Київ, 2018); «Перспективні напрямки розвитку економіки, обліку, управління та права: теорія і практика» (Полтава, 2018); «Energy: regional problems and development opportunities» (Kutaisi, Georgia, 2018.), «Сучасні тенденції економічного зростання: стратегії, напрями та пріоритети» (Запоріжжя, 2019).

Публікації. Результати дослідження опубліковано у 14 наукових публікаціях, з них: 6 статей у наукових фахових виданнях України, 1 – у закордонному науковому виданні, 1 – у колективній монографії, 6 – у матеріалах конференцій. Загальний обсяг публікацій становить 25,2 друк.арк, з них особисто здобувачу належить 19,8 друк.арк.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається з анотації двома мовами, вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Загальний обсяг дисертації становить 224 сторінки (8,29 авт. арк.) з

них: 42 рисунки по тексту, 4 рисунки на 4 окремих сторінках; 21 таблиця по тексту, 4 таблиці на 4 сторінках; список використаних джерел з 203 найменувань на 22 сторінках; 8 додатків на 22 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету і задачі, визначено об'єкт і предмет дослідження, наукову новизну та практичне значення отриманих результатів.

У **першому розділі «Теоретичні та методологічні основи управління енергоефективністю промислового підприємства»** досліджено теоретико – методичне підґрунтя управління енергетичною ефективністю підприємств; узагальнено наукові підходи, визначено сутність поняття «управління енергоефективністю підприємства» та основні компоненти управління енергоефективністю на промислових підприємствах.

Проведене в роботі дослідження теоретичних та методичних основ дозволило встановити багатоаспектність і багатоплановість трактування поняття «енергоефективність», яке розглядається на різних етапах, ієрархічних рівнях та напрямках наукових досліджень.

На основі аналізу різноманітних підходів запропоновано визначення поняття «енергоефективність» як обмеження або зниження споживання паливно-енергетичних ресурсів за рахунок застосування більш ефективних пристроїв, удосконалення рівня управління та впровадження новітніх технологій. В якості напрямку дослідження було вибрано «удосконалення рівня управління», а саме знаходження можливостей покращення процесу управління на тих, чи інших його етапах, в різних ланках та структурних компонентах.

Аналіз існуючих підходів до визначень «енергетичний менеджмент» та «управління енергоефективністю» показав, що вони хоча і близькі, але не є тотожними. В дослідженні запропоновано під поняттям «управління енергоефективністю підприємства» розуміти сукупність організаційно-управлінських та технічних заходів, які необхідно впроваджувати на підприємстві з метою заощадження енергетичних ресурсів, що витрачаються на одиницю продукції (без врахування екологічних аспектів, покращення умов життя, тощо) і енергоменеджмент слід розглядати як частину загальної системи управління підприємством, основним завданням якої є управління енергоефективністю споживання паливно-енергетичних ресурсів. Визнано доцільним ввести поняття «показник енергоємності підприємства», який являє собою відношення двох економічних величин - коштів, витрачених на енергетичні ресурси, до вартості виготовленої продукції. Встановлено, що в енергоменеждменті знайшли відображення цільові орієнтири і всі головні функції менеджменту підприємства: планування, організація, мотивація і контроль.

Враховано, що управління енергоефективністю промислового підприємства базується на загальних принципах теорії управління, яка включає основні компоненти системи (рис.1).

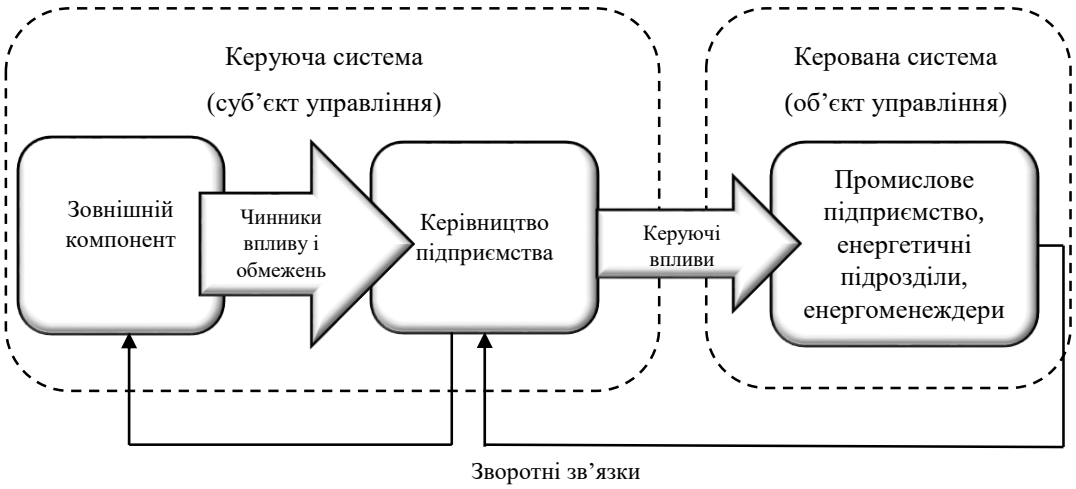


Рисунок 1 - Основні компоненти системи управління енергоефективністю промислового підприємства

Особливістю пропонованої керуючої підсистеми є виокремлення в її структурі зовнішньої компоненти у вигляді ієрархічних рівнів державного, галузевого, регіонального, а також організацій (замовників, інвесторів, банків та інш.), які формують чинники впливу та обмежуючі фактори для керівництва підприємства. Ця особливість проявляється у необхідності неодноразового врахування змін чинників впливу під час встановлення показників, що плануються на наступний період. Тому для кваліфікованого прийняття рішень потрібне надання оперативної, конкретної прогнозної інформації щодо економії коштів від енергозбереження відповідно рівню показників виробництва.

Оскільки управління енергоефективністю підприємства залежить від рішень, які прийняті на вищих ієрархічних рівнях, визначені завдання кожного з них. Установлено не тільки наявність керуючого впливу вищого рівня на нижчій, а й необхідність організації зворотного зв'язку між ними, що сприяє покращенню управління енергоефективністю на промисловому підприємстві.

Встановлено, що після першої світової енергетичної кризи промислово розвинуті країни приділили багато уваги вирішенню проблеми підвищення енергоефективності їхніх економік і набули значний досвід в цьому напрямку, що було відображено в міжнародному стандарті ISO 50001:2011 «Системи енергетичного менеджменту», який надалі було доповнено рядом покращуючих положень в стандарті ISO 50001:2018 «Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанови щодо застосовування». Стандарт надає підприємствам можливість системного підходу з оптимізації процесу споживання енергоресурсів і системного управління даним процесом. В стандарті реалізовано методологічний підхід безперервного покращення PDCA («Plan - Do - Check - Act» - «плануй» – «здійснюй» – «контролюй» – «покращуй»).

Узагальнення елементів системи управління енергоефективністю та їх сутність надано на рис. 2.

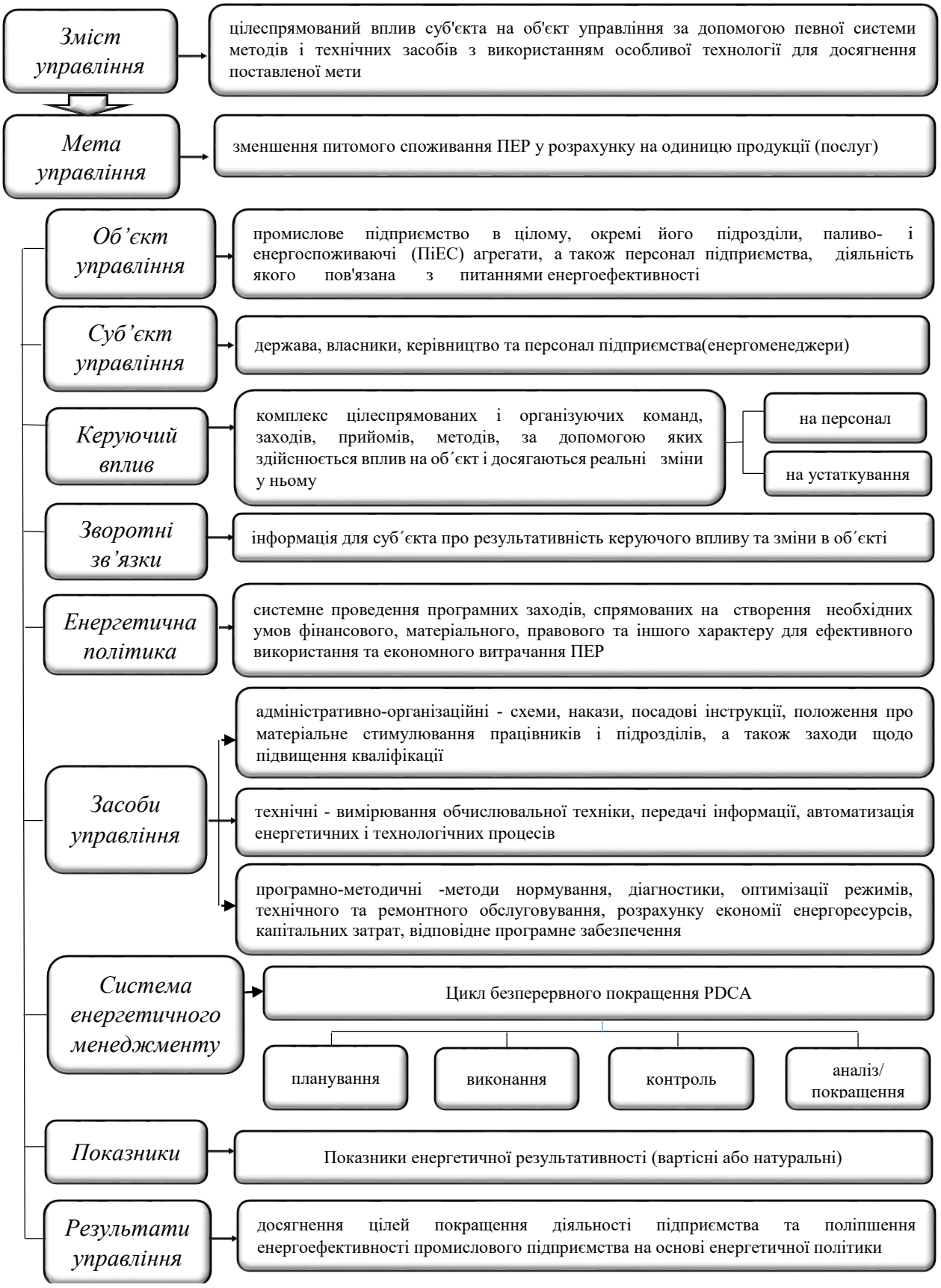


Рисунок 2 – Теоретичний базис системи управління енергоефективністю промислового підприємства

Проведений аналіз теоретичних та методологічних підходів, зокрема рекомендацій стандарту ISO 50001, призвів до висновку, що існуючі системи

управління енергетичною ефективністю базуються на здійсненні організаційно-технічних заходів, в ній майже відсутнє використання сучасних наукових досягнень з теорії інтелектуальних методів управління складними системами, зокрема методу нейронних мереж, який надає можливість вирішення складних задач прогнозування, управління, апроксимації, кластеризації, оптимізації, узагальнення властивостей.

Запропоновано до використання метод нейронних мереж для визначення показника енергоємності, щодо реалізації процесу оперативного надання інформації з прогнозної економії коштів за рахунок енергозбереження при багаторазових уточненнях в процесі прогнозування та при формуванні енергетичної стратегії, створенні щорічних планів підвищення енергоефективності, планування показників виробництва, від яких залежить рівень енергоефективності промислового підприємства.

У **другому розділі «Дослідження стану управління енергоефективністю промислових підприємств»** розглянуто світовий досвід управління енергоефективністю; оцінено стан енергоефективності в Україні; визначено основні чинники, які обумовлюють високу енергоємність виробництва в країні; проаналізовано показники енергоефективності промислових підприємств Харківського регіону; досліджено методику енергоаудиту та встановлено доцільність врахування мультиплікативного та синергетичного ефектів економії енергоресурсів підприємства.

Встановлено, що за останні 25 років впровадження енергоефективних технологій енергоємність світового ВВП знизилась на 31, 5 %, при цьому щорічний загальний обсяг споживання енергії збільшився на 20%, а споживання енергії на душу населення залишилося майже незмінним. У 2000 – 2017р.р. енергоємність ВВП розвинутих країн світу стабільно знижувалась у середньому на 1,6% на рік. Такі результати були отримані, в першу чергу, завдяки масштабним інвестиціям, при цьому у 2017 р. глобальні інвестиції в енергоефективність в енергетиці зросли на 9% до рівня 231 млрд дол. США.

Результати аналізу дозволили встановити взаємозв’язок рівня впровадження країнами стандарту ISO 50001 з показником енергоємності, а саме зниження його при поширеному впровадженні систем енергетичного менеджменту у промисловості, шо дозволило скоротити обсяги споживання енергії на одиницю продукції за період 2000 – 2017 рр. майже на 20%.

Дослідження динаміки економічних показників розвитку України, наведених на рис. 3, свідчить про зниження енергоємності ВВП та зменшення ВВП країни в цілому. При цьому, хоча енергоємність ВВП України знизилась з 0,501 у 1990 р., до 0,318 у 2017 р., цей показник залишається одним з найгірших у Європі.

Визначено, що основними чинниками, які обумовлюють високу енергоємність виробництва в Україні, є неефективне споживання ПЕР, значні втрати енергоресурсів, низький рівень впровадження енергоефективних технологій, суттєве технологічне відставання української промисловості від рівня розвинених країн, високий рівень зношеності основних фондів у

економіці (74,9%) і відповідне підвищення питомих витрат ПЕР на виробництво низки важливих видів продукції в найбільш енергоємних галузях.

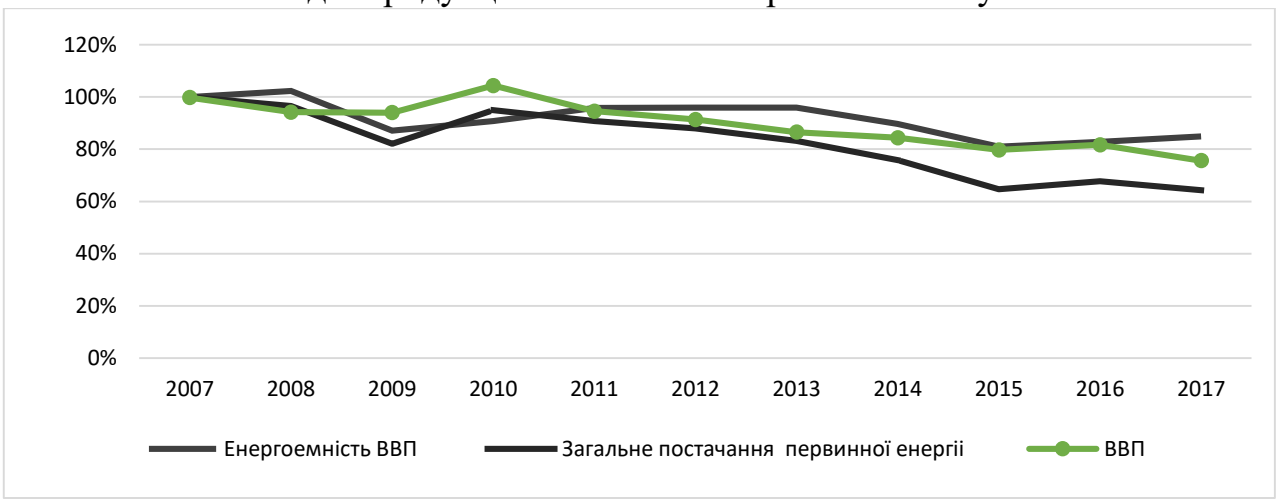


Рисунок 3 – Динаміка змін ВВП, постачання первинної енергії та енергоємності ВВП України за 2007-2017 р.р.

В той же час впровадження системи управління енергоефективністю в Україні за рахунок змін у методах і способах управління, зокрема впровадження ISO 50001, находиться на недостатньому рівні. У 2017 р. лише 189 підприємств були сертифіковані за міжнародними стандартами, в той час як у передових країнах їх кількість сягає понад 8000.

При вирішенні завдань дослідження були обрані промислові підприємства Харківського регіону з найвищою інноваційною активністю: ВАТ «Турбоатом», ПАТ «Завод «Південкабель», ПАТ «Харківський підшипниковий завод», ПАТ «Харківський тракторний завод». Динаміка їх виробничих показників наведена на рис.4.

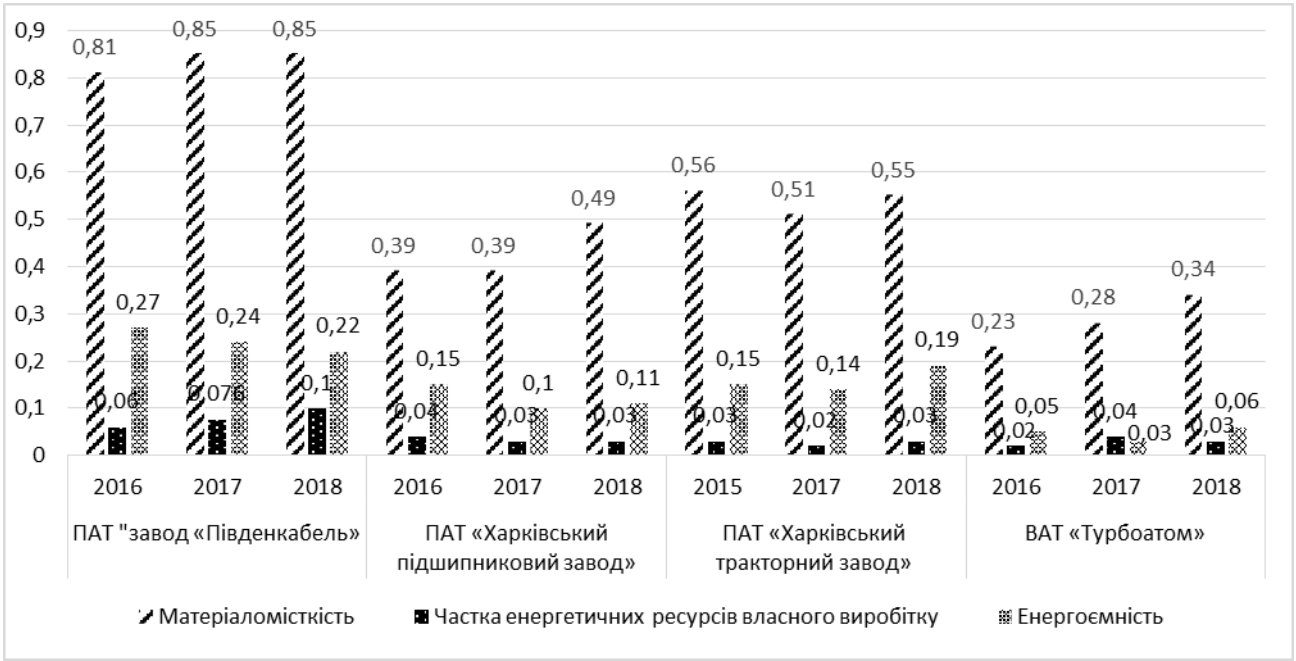


Рисунок 4 – Показники промислових підприємств Харківського регіону, 2016-2018 р.р.

Доведено, що для економії ПЕР важливе значення має модернізація енергообладнання, яка надає значний мультиплікативний та синергетичний ефекти. Проведений аналіз показав, що поліпшення показників технологічного процесу за рахунок його оптимізації засобами автоматизованих електромеханічних систем дає не тільки пряму (за місцем установки), але і опосередковану (непряму), нерідко істотно більшу економію енергетичних ресурсів. Модернізація такого енергообладнання надає зниження споживання обсягів електричної енергії на 20-30%, що в середньому становить 10% від усієї генерованої. Але ці розрахунки не враховують значну економію витратних матеріалів і непряму економію, що забезпечується завдяки мультиплікативному та синергетичному ефектам. Визначено сутність цих ефектів і показано, що економія енергетичних ресурсів на інших підприємствах - попередніх ланках технологічного процесу, може бути багатократно більшою ніж на підприємстві, яке здійснило модернізацію.

Обґрунтовано доцільність врахування мультиплікативного й синергетичного ефектів економії ПЕР стимулюванням пріоритетної модернізації вищевказаного електрообладнання відповідним доповненням в законодавчих та нормативно-правових актах, а також необхідністю доповнення у методиці енергоаудиту, яке б передбачало першочергове виявлення і економіко-технічну оцінку такого обладнання.

У **третьому розділі «Управління енергоефективністю промислового підприємства із застосуванням інтелектуальних методів»** запропоновано та обґрунтовано доцільність використання штучних нейронних мереж (ШНМ) в системі управління енергоефективністю підприємства; встановлено чинники, які найбільш впливають на енергоефективність; розроблено методичний підхід і побудовано економіко-математичну модель визначення показника енергоємності з використанням нейронних мереж та проведено апробацію методики за статистичними даними промислових підприємств; обґрунтовано доцільність введення в структуру управління групи інтелектуального енергоменеджменту, визначені її функції та взаємозв'язки з іншими підрозділами підприємства.

Встановлено, що для підвищення конкретизації та оперативності процесу розробки виробничих планів доцільно здійснювати оцінку та прогнозування обсягу економії коштів від енергозбереження. З цією метою запропоновано методичний підхід (рис. 5) до визначення показника енергоємності промислового підприємства з урахуванням впливових чинників, як вхідних величин нейронної мережі (X_1 - матеріалоємність продукції, X_2 - інвестиції в програми з енергозбереження, X_3 - вироблення енергетичних ресурсів власними джерелами енергії, X_4 - витрати на утримання енергопостачальних мереж підприємства, X_5 - обсяг випуску продукції). Запропонований методичний підхід ґрунтується на використанні методів експертної оцінки, апріорного ранжування та кореляційно-регресійного аналізу (етапи 1-9, рис. 5).

Розглянуто види і структури нейронних мереж і обґрунтовано, що для визначення показника енергоємності доцільно застосувати прямоспрямований багатошаровий персептрон (PERCEPTRON) з сигмоїдальною активаційною

функцією. Перевірка працездатності методичного підходу виконано на ШНМ виду персептрон *NN*: 5-50-1 (рис. 6), тобто такого, що має 5 вхідних чинників, 1 прихований шар із 50 нейронами і одним виходом.

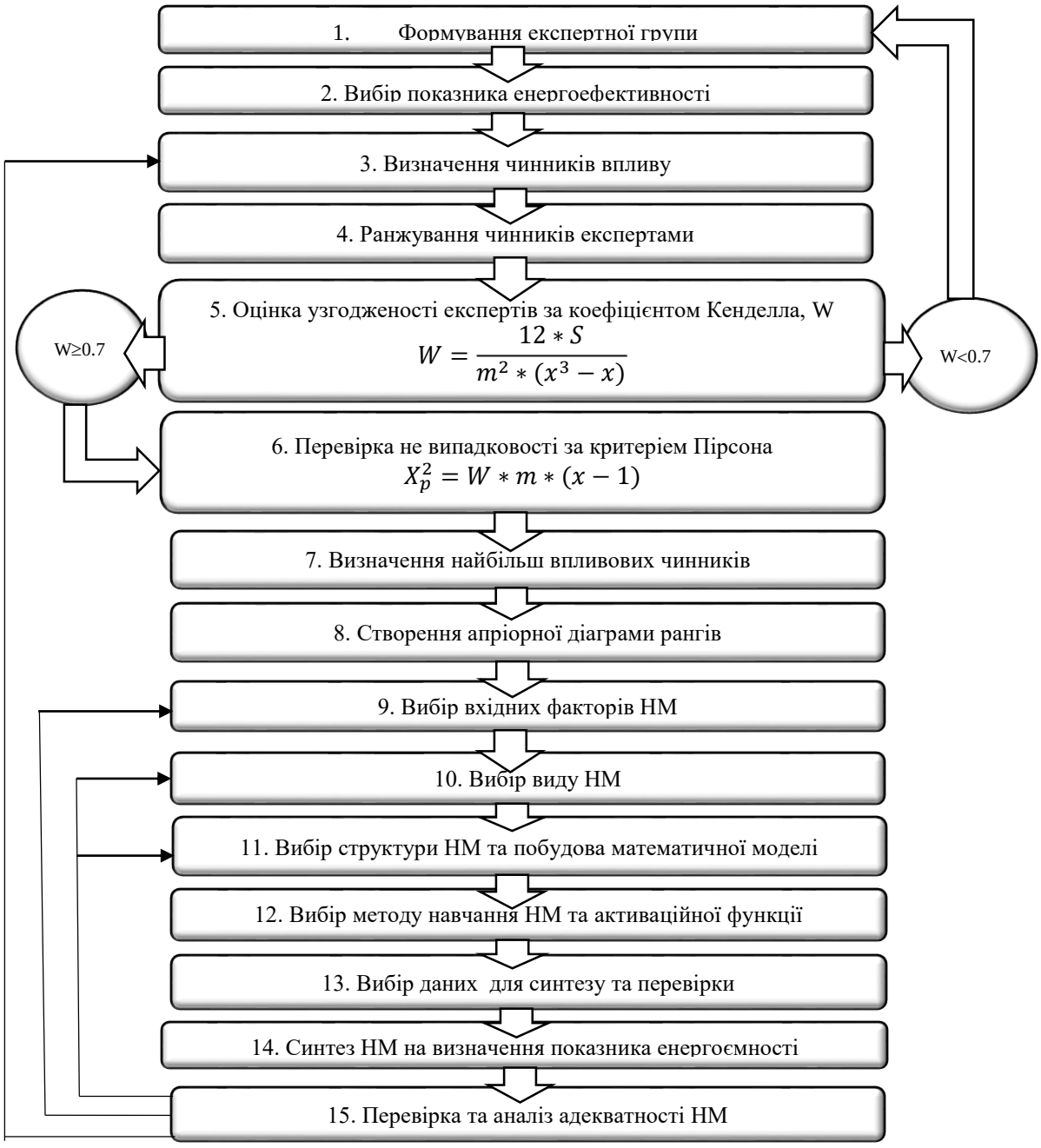
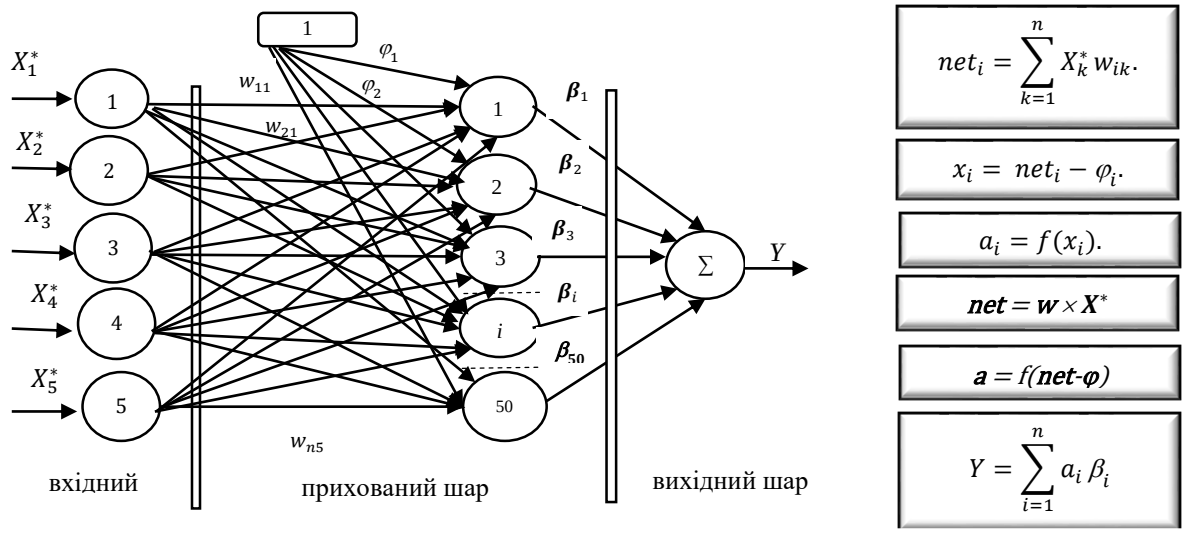


Рисунок 5 – Методичний підхід щодо визначення показника енергоємності з використанням ШНМ

В розділі пояснено функціонування обраної нейронної мережі та надана економіко-математична модель у матричній формі (рис. 6). Розглянуто способи навчання синтезу штучної нейронної мережі, обґрунтовано доцільність використання для цієї цілі методу генетичного алгоритму та описана сутність цього методу, що реалізований у програмі Mendel 4.

Апробація розробленого методичного підходу виконувалася за статистичними даними 4-х Харківських промислових підприємств з

найбільшою інноваційною активністю (табл. 1), яка свідчить про прийнятний збіг статистичних та розрахункових значень. Тобто запропонований підхід може використовуватися підприємствами для прогнозування значення показника енергоємності на основі планових рівней виробничих показників. Це надає можливість розрахунку прогнозної економії коштів від енергозбереження, що являє собою додаткову інформацію для керівництва при прийнятті управлінських рішень.



x_i – вхідний чинник - значення виробничого показника, який вливає на енергоефективність;
i –порядковий номер вхідного чинника;
$к$ – порядковий номер нейрону прихованого шару;
w_{ik} – ваговий коефіцієнт передачі від i-го вхідного чинника, до $к$-го нейрону прихованого шару;
$\boldsymbol{w}$ – матриця вагових коефіцієнтів;
φ – вектор зміщення; **a** - вектор вихідних сигналів нейронів прихованого шару;
β_i - вагові коефіцієнти передачі сигналів від нейронів прихованого шару до виходу НМ – Y значенню показника енергоємності підприємства.

Рисунок 6 – Структура нейронної мережі та математична модель визначення показника енергоємності

Встановлено, що при розрахунках показника енергоємності за допомогою ШНМ при управлінні енергоефективністю промислового підприємства необхідно: систематичне накопичення щорічних статистичних даних, як самого показника, так і чинників, що на нього впливають; аналіз розрахунків і встановлення коректності врахування даних; виявлення типових розбіжностей у трактовці того чи іншого чинника і введення відповідних коригувань; врахування особливостей підприємства; проведення за допомогою ШНМ досліджень з вибору раціональних значень виробничих показників – вхідних величин нейронної мережі, що впливають на показник енергоємності; дослідження щодо підвищення точності і прогнозування за рахунок змін у структурі та виду нейронної мережі.

Для реалізації визначених функцій і обґрунтованої необхідності систематичного їх здійснення запропоновано створення у структурі управління

енергоефективністю підприємства підструктури - групи інтелектуального енергоменеджменту (ІЕМ), з фахівцями відповідного рівня.

Таблиця 1 – Вхідні дані та розрахункові значення показників енергоємності Харківських підприємств за синтезованими нейронними мережами

№	*Вхідний вектор*					Статистичне значення енергоємності Y	НМ синтезована по даних 4-х підприємств		НМ синтезована по даних кожного підприємства	
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5		Вихід НМ	Похибка %	Вихід НМ	Похибка %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ПАТ «Завод «Південкабель»										
1	0,82	1478	0,06	63,223	1052100	0,27	0,221	18,2	0,265	0,17
2	0,846	739,5	0,08	705,3	1286700	0,24	0,24*	0,1	0,246*	2,5
3	0,845	1745	0,09	368,16	1678200	0,22	0,209*	5	0,218*	0,01
ПАТ «Харківський підшипниковий завод»										
4	0,51	26,7	0,03	993,9	207719,1	0,175	0,16	8,7	0,171	2,1
5	0,43	8,7	0,03	1116,3	304308,5	0,125	0,106	14,9	0,136*	8,9
6	0,39	39,4	0,04	1067,6	288473	0,145	0,145*	0,01	0,141*	2,96
7	0,39	82,3	0,03	2222,9	528954,9	0,104	0,101*	2,6	0,105*	0,5
8	0,49	1126	0,03	1200,5	689956,2	0,111	0,106	4,4	0,123	11,06
ПАТ «Харківський тракторний завод»										
9	0,53	0	0,02	23357	518143	0,14	0,146*	4,1	0,138*	1,4
10	0,54	0	0,01	26868	693265	0,12	0,116*	3,3	0,129	7,8
11	0,56	0	0,03	27445	540031	0,15	0,149*	0,6	0,132*	12,3
12	0,51	2800	0,02	33038	811346	0,14	0,131	6,1	0,141	0,55
13	0,55	2200	0,03	25382	587589	0,19	0,185*	2,8	0,18*	5,1
ВАТ «Турбоатом»										
14	0,65	506	0,02	5010	1983846	0,05	0,054	7,1	0,046*	7,2
15	0,3	745	0,05	5472	3091709	0,03	0,026*	12,3	0,031*	3,7
16	0,23	216	0,02	4182	2004498	0,05	0,041	18	0,054	8,6
17	0,34	277	0,04	5432	2511302	0,03	0,031*	4,99	0,029*	1,8
18	0,34	234	0,03	13069	2613455	0,06	0,057	4,2	0,07	17,4

*показані дані, за якими було проведено синтез НМ

У моделі управління це враховано через визначення прямих і зворотних зв’язків групи ІЕМ з підрозділами підприємства (рис. 7).

Особливістю запропонованої структурної схеми є наявність зв’язку групи ІЕМ з вищим керівництвом підприємства, що важливо для оперативного обміну інформацією в процесі планування показників виробництва на наступний період. При цьому, розрахунки групи ІЕМ дають керівництву інформацію щодо прогнозного рівня економії коштів за рахунок енергозбереження, а від керівництва в групу надходять дані, обумовлені зміною задаючих впливів від зовнішньої компоненти управління.

Встановлено, що запропонований методичний підхід визначення показника енергоємності потребує відповідних дій на кожному з етапів

управління енергоефективністю промислового підприємства за циклом PDCA, зміст і послідовність яких наведено на рис. 8.

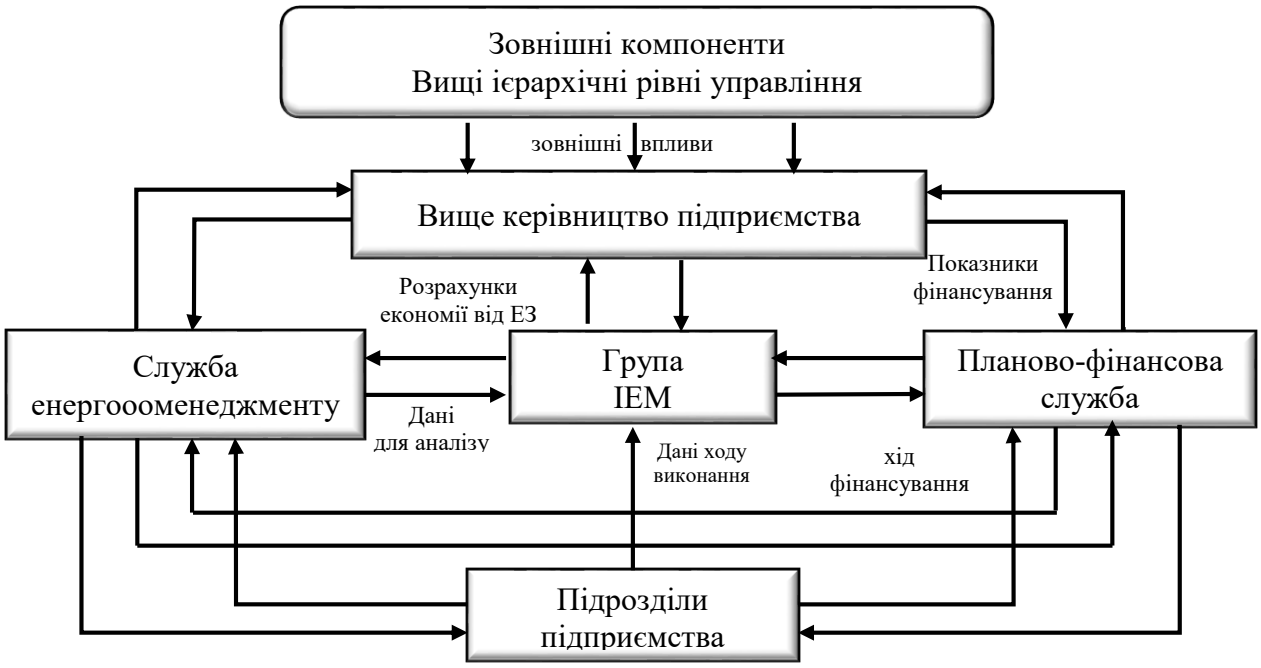


Рисунок 7 – Структурні взаємозв'язки підсистеми управління енергоефективністю підприємства з використанням ШНМ

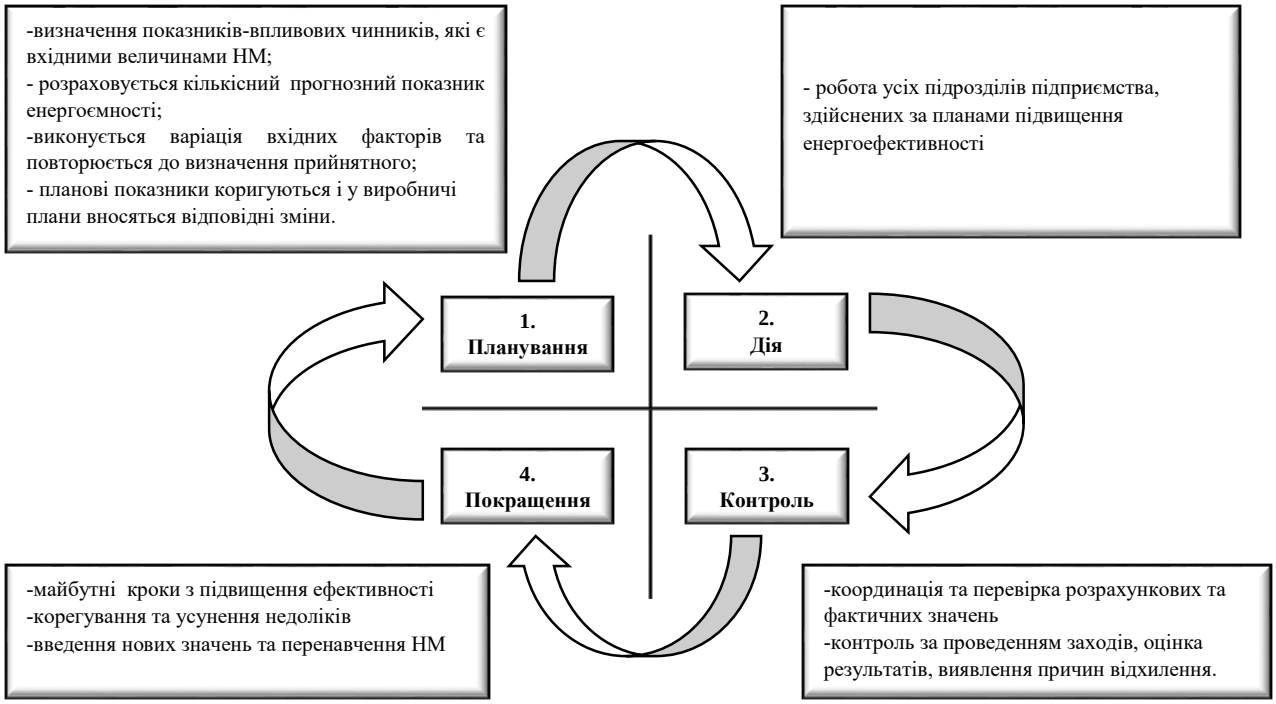


Рисунок 8 – Взаємозв'язок дій, пов'язаних з використанням ШНМ за циклом PDCA

Прогнозування значення показника енергоємності надає можливість за простим співвідношенням визначити економію коштів від енергозбереження за попередній та наступний роки, тобто одержати збільшення економії коштів за рахунок підвищення енергоефективності. Розрахунок за даними ПАТ «Завод

«Південкабель» показав, що зниження рівня показника енергоємності на 0,02 призводить до додаткової економії коштів на енергоресурси в обсязі 33 млн. грн.

Доведено, що прогнозування кількісного показника енергоємності має практичну значущість не лише в управлінні енергоефективністю промислового підприємства, а й в інших видах менеджменту підприємства: фінансового, бюджетного, стратегічного, організаційного, інноваційного, інформаційного, виробничого.

Враховуючи, що управління енергоефективністю промислового підприємства є багатоаспектним процесом і потребує комплексу дій різнопланового характеру на різних ієрархічних рівнях, запропоновані підходи, пов'язані з урахуванням мультиплікативного та синергетичного ефектів, які стимулюють підприємства на пріоритетну модернізацію енергообладнання, як таку, що надає значну економію ПЕР на державному рівні.

Запровадження розроблених теоретико-методичних підходів та обґрунтованих науково-практичних рекомендацій дають змогу підвищити рівень якості прийняття управлінських рішень щодо управління енергетичною ефективністю промислових підприємств.

У **додатках** наведено аналіз законів в галузі енергозбереження і енергоефективності, національні стандарти в області енергоменеджменту. статистичні дані підприємств, блок-схема генетичного алгоритму, довідки впровадження результатів дослідження у діяльність промислових підприємств ВАТ «Турбоатом», ПАТ «Завод «Південкабель», ПАТ «У.П.Е.К», ПАТ "Харківський тракторний завод», АТ «ФЕД» та навчальний процес кафедри міжнародного бізнесу та фінансів Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», список публікацій здобувача за темою дисертації та відомості про апробацію результатів роботи.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішені науково-практичні завдання щодо удосконалення теоретичних та методичних аспектів управління енергетичною ефективністю промислового підприємства. Основні висновки та результати, отримані в процесі дослідження, полягають у такому:

1. Встановлено, що зарубіжними та вітчизняними вченими і фахівцями була приділена значна увага створенню методологічного підґрунтя для дослідження проблеми енергозбереження та енергоефективності. З урахуванням аналізу їх досліджень визначені поняття («енергоефективність», «енергозбереження», «управління енергоефективністю», «енергетичний менеджмент»). Запропоновано оцінювати енергоефективність підприємства за показником енергоємності, який являє собою відношення двох економічних величин: щорічних витрат на енергетичні ресурси до вартості виробленої продукції. Розвинуто теоретичний базис системи управління енергоефективністю промислового підприємства завдяки систематизації основних елементів та надання їх сутності та взаємозв'язків.

2. Визначено, що світовий досвід розвинутих країн з управління енергоефективністю акумульовано у міжнародному стандарті ISO 50001 «Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанови щодо застосовування», в якому реалізовано управління за циклом постійного поліпшення PDCA. Цей стандарт імплементується у нормативно-правові акти при реалізації «Енергетичної стратегії України до 2035 р.». Напрямком роботи визначено розвиток науково-методичних і практичних підходів щодо покращення управління енергоефективністю промислового підприємства в структурних ланках, взаємозв'язках між ними та на окремих етапах управління. Основними важелями покращення енергоефективності провідних країн - інвестиції та поліпшення управління.

3. Встановлено, що енергоефективність економіки України в значній мірі залежить від рівня енергоспоживання промислових підприємств. При цьому на електромеханічні системи підприємств припадає до третини загальної потреби електроенергії. Аналіз законодавчих, нормативно-правових актів та методики енергоаудиту призвів до висновку, що в цих документах не враховуються мультиплікативний та синергетичний ефекти, які виникають при модернізації деяких видів електрообладнання і надають значний ефект економії паливно-енергетичних ресурсів поза межами підприємства, на якому виконана модернізація. Обґрунтовано доцільність введення в ці документи доповнень, які стимулюють пріоритетну модернізацію такого електрообладнання.

4. Обґрунтовано доцільність використання штучних нейронних мереж для розрахунку прогнозного обсягу економії коштів від енергозбереження при плануванні для одержання оперативної науково обґрунтованої економічної інформації в процесі встановлення раціональних виробничих показників підприємства, що впливають на енергоефективність. Економія коштів від енергозбереження надає можливість збільшення інвестування програм, планів та заходів з енергозбереження, тобто покращує управління енергоефективністю промислового підприємства.

5. Розроблено методичний підхід та математичну модель визначення показника енергоємності з використанням штучної нейронної мережі, вхідними величинами якої є показники виробничої діяльності підприємства, які впливають на енергоефективність, а виходом є значення показника енергоємності підприємства. Обґрунтовано доцільність використання структури PERCEPTRON з одним прихованим шаром, що містить 50 нейронів, з сигмоїдальною активаційною функцією і виходом – значенням показника енергоємності. Синтез нейронної мережі здійснено методом генетичного алгоритму. Виконано перевірку методики за статистичними даними ведучих харківських промислових підприємств і встановлена її прийнятність для прогнозування. Отримані теоретичні та практичні результати щодо використання нейронних мереж при розрахунку прогнозного показника енергоємності дозволяють вдосконалити існуючі підходи управління енергоефективністю промислового підприємства.

6. Встановлено доцільність виділення в структурі підприємства «групи інтелектуального енергоменеджменту», визначено її взаємозв'язки з іншими

структурними підрозділами та функції на різних етапах управління енергоефективністю, зокрема: надання оперативної інформації на етапі планування виробничих показників на наступний рік; формування бази даних за щорічними статистичними показниками; визначення коректного врахування вхідних чинників; виконання розрахунків для визначення раціональних виробничих показників підприємства; дослідження з можливості використання інших структур нейронних мереж, які забезпечать підвищення точності прогнозування економії коштів за рахунок енергозбереження і будуть сприяти поліпшенню управління енергоефективністю підприємства.

7. Основні результати дисертаційного дослідження використовується в практичній діяльності промислових підприємств ВАТ «Турбоатом», ПАТ «Завод «Південкабель», ПАТ «Харківський підшипниковий завод», ПАТ "Харківський тракторний завод» та впроваджені в навчальний процес Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут».

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

У наукових фахових виданнях України

1. Клепикова С. В. К использованию метода нейронных сетей для решения экономических задач / С. В. Клепикова, В. Б. Клепиков // Вісник НТУ «ХПІ». Технічний прогрес і ефективність виробництва. – Харків : НТУ «ХПІ», 2005. – № 31. – С. 59 – 66.

Здобувачем досліджено метод штучних нейронних мереж при рішенні економічних завдань.

2. Клепикова С. В. Экономические, энергосберегающие и экологические аспекты энергосбережения в Украине / С. В. Клепикова, В. Б. Клепиков, С. А. Мехович // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – Харків : НТУ «ХПІ», 2010. – № 12. – С. 43 – 47.

Здобувачем проаналізовано економічні аспекти енергозбереження в Україні.

3. Клепікова С. В. Енергоефективність в управлінні підприємством / С. В. Клепікова // Вісник НТУ «ХПІ» (економічні науки). – Харків : НТУ «ХПІ», 2018. – № 19. – С. 27 – 31.

4. Клепікова С. В. Управління енергоефективністю промислового підприємства та інтелектуальні методи управління / С. В. Клепікова, В. А. Міщенко // Вісник НТУ «ХПІ» (економічні науки). – Харків : НТУ «ХПІ», 2019. – № 23 (1348). – С. 131 – 136.

Здобувачем проведено розрахунки показника енергоємності харківських підприємств з використанням ШНМ.

Статті у виданнях України, що включені до наукометричних баз

5. Клепикова С. В. Использование нейронных сетей в управлении енергоэффективности предприятия / С. В. Клепикова // Нейро-нечітки технології моделювання в економіці. – Київ : КНЕУ, 2018. – № 7. – С. 127 – 147.

6. Klepikova S.V. National managment aspects in energy efficiency of electric equipment at the enterprise / S. V. Klepikova, V. A. Mishchenko // Причорноморські економічні студії. – Одеса : ПУ «ПНДІЕІ», 2019. – Вип. 37.

– С. 93 – 99.

Здобувачем вказано існування мультиплікативного та синергетичного ефектів при модернізації електрообладнання, поясненна їх сутність та зроблено висновок про доцільність врахування цих ефектів при вирішенні економічних задач.

У зарубіжному виданні

7. Клепикова С. В. Определение показателя энергоемкости промышленного предприятия с применением нейронных сетей / С. В. Клепикова // Международный рецензируемый и реферируемый научный журнал «Экономика». – Тбилиси : Грузинский технический университет, 2019. – № 5-6. – С. 138 – 154.

Інші публікації

8. Клепікова С. В. Основи управління енергетичною ефективністю в Україні. Управління соціально-економічним розвитком країни, регіону, підприємства в умовах кризи : кол. моногр. / за ред. Л.М. Савчук. – Дніпро : видавець Біла К.О., 2019. – С. 86 – 98.

Здобувачем систематизовано та узагальнено основні підходи до управління енергоефективністю підприємства підприємств і запропоновані ключові напрямки їх застосування у практичній діяльності підприємств.

Публікації за матеріалами конференцій

9. Клепікова С. В. Методика застосування гібридних нейронних мереж для рішень задач управління підприємством / С. В. Клепікова // Тези доповідей XXVI Міжнародної науково – практичної конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я». – Харків : НТУ «ХПІ», 2018. – Ч. IV. – С. 150.

10. Клепикова С. В. Общегосударственные аспекты управления энергоэффективностью электрооборудования предприятия / С. В. Клепікова, В. А. Мищенко // Тези доповідей Міжнародної науково-технічної та навчально-методичної конференції «Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – PEMS'2018 ». – Киев : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – С. 38 – 39.

Здобувачем визначені аспекти управління енергоефективністю енергообладнання підприємства.

11. Клепікова С. В. Відмінності та нововведення в міжнародному стандарті ISO 50001:2018 «Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанови щодо застосування» / С. В. Клепікова // Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Перспективні напрямки розвитку економіки, обліку, управління та права: теорія і практика». – Полтава : ЦФЕНД, 2018. – Ч. 2. – С. 36 – 38.

12. Клепикова С. В. Учет мультипликативного и синергетического эффекта при управлении энергоэффективностью промышленных предприятий / С. В. Клепікова // Тези доповідей V International Scientific Conference «Energy: regional problems and development opportunities». – Кутаісі : ГТУ, 2018. – С. 77 – 81.

13. Клепікова С. В. Нейронні мережі в управлінні енергоефективністю промислового підприємства / С. В. Клепікова // Тези доповідей XXVII

Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, освіта, здоров‘я». – Харків : НТУ «ХПІ», 2019. – Ч. ІІІ – С. 184.

14. Клепікова С. В. Система управління енергоефективністю та її компоненти / С. В. Клепікова // Тези доповідей ІІ Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні тенденції економічного зростання: стратегії, напрями та пріоритети». – Запоріжжя : ГО «СІЕУ», 2019. – С. 81 – 82.

АНОТАЦІЇ

Клепікова С.В. Управління енергоефективністю промислового підприємства. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук за спеціальністю 08.00.04 – економіка та управління підприємствами (за видами економічної діяльності). – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, 2019.

Дисертаційна робота присвячена актуальним проблемам теоретичних, методичних та практичних аспектів управління енергоефективністю промислового підприємства. В дисертації досліджено теоретичне підґрунтя, розглянуто різноманіття формулювань понять «енергоефективність», «енергозбереження», «управління енергоефективністю». Проаналізовані Закони України щодо енергозбереження, міжнародні та національні стандарти, методика енергоаудиту та встановлена доцільність внесення відповідних доповнень з врахування мультиплікативного та синергетичного ефектів економії енергетичних ресурсів при модернізації енергоустаткування.

Запропоновано та обґрунтовано доцільність використання в управлінні енергоефективністю промислового підприємства методу штучних нейронних мереж (ШНМ). Розроблено методичний підхід визначення показника енергоємності підприємства за допомогою ШНМ, із залученням методів експертних оцінок, апріорного ранжування та кореляційно-регресійного аналізу. Створена математична модель на базі багатошарового прямоспрямованого персептрону, синтезованого методом генетичного алгоритму. Виконано перевірка працездатності методичного підходу, а також його апробація за статистичними даними провідних харківських підприємств. Надані рекомендації з використання результатів роботи на різних ієрархічних рівнях управління енергоефективністю та у інших видах менеджменту промислового підприємства.

Ключові слова: енергозбереження, енергоефективність, управління енергоефективністю, промислове підприємство, енергоємність, штучні нейроні мережі.

Klepikova S.V. Management of energy efficiency of industrial enterprises. – Manuscript.

Thesis for granting the Degree of Candidate of Economic Sciences in specialty 08.00.04 – economy and management of the enterprises (by types of economic activity). – National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, 2019.

The thesis is devoted to actual problems of theoretical, methodical and practical aspects of management of energy efficiency of an industrial enterprise. In the dissertation the theoretical basis is investigated, the variety of formulations of the concepts of "energy efficiency", "energy saving", "energy efficiency management" and the use of them in work are considered. The Laws of Ukraine on energy conservation, the international and national standards, the methodology of energy audit are analyzed, and the expediency of introducing the corresponding additions to take into account the multiplicative and synergetic effects of energy resources saving during the modernization of the power equipment is established. It is suggested and justified the feasibility of using artificial neural networks (ANN) in the management of energy efficiency of an industrial enterprise. The method of determination of the energy intensity of an enterprise with the help of ANN is developed, with the involvement of expert estimation methods, a priori ranking and correlation-regression analysis. A mathematical model based on a multilayered straightforward perceptron synthesized by the genetic algorithm method was created.

The efficiency of the methodological approach was checked, as well as its testing according to the statistics of the leading Kharkiv enterprises. In the process of testing and analyzing its results, the conclusions were drawn about the need for: systematic accumulation of annual statistics, both the indicator itself and the factors that influence it; analysis of calculations and establishment of correctness of data accounting; identifying typical differences in the interpretation of a factor and making appropriate adjustments; taking into account the features of the enterprise; carrying out with the help of ANN research on the choice of rational values of production indicators - input values of the neural network that affect the indicator of energy intensity; studies on improving accuracy and forecasting due to changes in the structure and type of neural network, etc. Such a wide range of functions and the need for their systematic implementation led to the conclusion that it is advisable to create in the management structure of an industrial enterprise a structure that would include specialists capable of performing these functions - the Intelligent Energy Management Group (IEM).

The practical result of the dissertation work on taking into account the multiplicative and synergistic effects is: first, the conclusion about the expediency of taking into account these effects when conducting an internal energy audit, for which it is necessary to make appropriate additions to its methodology of its conduct; secondly, the conclusion about the expediency of introducing into the legislative and regulatory acts the amendments that stimulate the enterprises to prioritize the modernization of power equipment with multiplicative and synergistic effect (as such, which provides significant savings of fuel and energy resources at the state level).

Recommendations are given on the use of the results of work at different hierarchical levels of energy efficiency management and in other types of industrial enterprise management.

Key words: energy saving, energy efficiency, energy efficiency management, industrial enterprise, energy intensity, artificial neural networks.

КЛЕПІКОВА СВІТЛАНА ВОЛОДИМИРІВНА

УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЮ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

Спеціальність 08.00.04 – економіка та управління підприємствами
(за видами економічної діяльності)

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата економічних наук

Відповідальний за випуск кандидат екон. наук, доц. Другова О.С.

Підписано до друку 05.11.2019 р.
Формат 60 х 84 1/16. Папір офсетний.
Друк-цифровий. Умовн. друк. арк. 0,9. Тираж 100 прим. Зам. № 19111201

Надруковано у копі-центрі «МОДЕЛІСТ»
(ФО-П Миронов М.В., Свідоцтво ВО4№022953)
м. Харків, вул. Мистецтв, 3 літер Б-1
Тел. 7-170-354
www.modelist.in.ua