

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ННІ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

УДК 631.371:621.31

ПОГОДЖЕНО
Директор ННІ енергетики,
автоматики і енергозбереження

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувача кафедри
електротехніки, електромеханіки
та електротехнологій

проф., д.т.н. _____ Каплун В.В. доц., к.т.н. _____ Окушко О.В.
(підпис) (підпис)
« ____ » _____ 2024 р. « ____ » _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОГО
ОБЛАДНАННЯ ПІДПРИЄМСТВА ПО РЕМОНТУ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ**

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

К.Т.Н., ДОЦЕНТ
(науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

Усенко С.М.
(ПІБ)

Керівник магістерської роботи

К.Т.Н., ДОЦЕНТ
(науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

Санченко О.В.
(ПІБ)

Виконав

_____ (підпис)

Павицький В.В.
(ПІБ)

КИЇВ – 2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувача кафедри
електротехніки, електромеханіки та
електротехнологій

к.т.н. доцент **Окушко О.В.**
(ступінь, звання) (підпис) (ПІБ)

«___» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТУ

Павицький Владислав Віталійович

Спеціальність 14«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Орієнтація освітньої програми Освітньо-професійна

Тема магістерської роботи «Підвищення ефективності електротехнічного обладнання підприємства по ремонту сільськогосподарської техніки»

затверджена наказом ректора НУБіП України від 26.09.2024 № 1666 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 15.11.2024

Вихідні дані до магістерської роботи: «Правила улаштування електроустановок»; «Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів»; «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів»;

Перелік питань, що підлягають дослідженню

Вихідні дані до магістерської роботи:

- а) Правила улаштування електроустановок.
- б) Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Аналіз існуючого електротехнічного обладнання підприємства по ремонту сільськогосподарської техніки.
2. Оптимізація електроспоживання.
3. Підвищення надійності обладнання.

Дата видачі завдання 27.09.2024

Керівник магістерської роботи _____

(підпис)

Санченко О.В.

(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

Павицький В.В.

(ПІБ)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота обсягом 85 сторінки включає анотацію, зміст вступ, 4 розділів, висновки, список використаних джерел з 20 найменувань.

Об'єктом дослідження є електротехнічне обладнання підприємства по ремонту сільськогосподарської техніки.

Предмет дослідження є процесом підвищення ефективності використання електротехнічного обладнання на підприємстві, зокрема заходи що до оптимізації енергоспоживання та впровадження енергоефективних технологій.

Методи дослідження та апаратура:

- а) інформаційного пошуку та систематизації даних – при аналізі публікацій та патентів;
- б) аналітичні – при аналізі розподілення енергії з використанням нового обладнання;
- в) чисельні – при розрахунку струмів спрацювання уставок на мікропроцесорних пристроях захисту;
- г) експериментальні – при випробуванні на спрацювання системи від випадкових збурень.

Мета роботи є розробка та обслуговування заходів для підвищення ефективності електротехнічного обладнання на підприємствах по ремонту сільськогосподарської техніки.

Зміст

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1.	8
Теоретичні основи підвищення ефективності електротехнічного обладнання	8
1.1. Сучасний стан електротехнічного обладнання в агропромислових підприємствах.....	8
1.2. Характеристика основних видів обладнання, що використовується для ремонту сільськогосподарської техніки.....	10
1.3. Енергетичні аспекти експлуатації обладнання.....	12
1.4. Проблеми ефективності в електротехнічних системах	16
1.5. Можливості для енергоощадності та оптимізації процесів.....	18
Висновки до розділу 1.....	22
РОЗДІЛ 2.	25
Аналіз поточного стану електротехнічного обладнання на підприємстві	25
2.1. Структура і склад електротехнічного обладнання підприємства	25
2.2. Ефективність використання електроенергії на виробничих дільницях	29
2.3. Витрати на електроенергію і потенціал для скорочення	32
2.4. Аналіз технічних і експлуатаційних характеристик обладнання	36
2.5. Вплив застарілих технологій на продуктивність підприємства	40
Висновки до розділу 2.....	44
РОЗДІЛ 3.	46
Методики підвищення енергоефективності	46
3.1. Сучасні підходи до підвищення енергоефективності в промисловості	46
3.2. Автоматизація процесів для оптимізації споживання енергії	50
3.3. Впровадження енергоощадних технологій на підприємстві.....	53
3.4. Моніторинг і контроль енергоспоживання	55
3.5. Вибір оптимальних рішень для модернізації обладнання	58
Висновки до розділу 3. РОЗДІЛ 4.	63
Впровадження заходів з підвищення енергоефективності	63
4.1. Розробка плану модернізації електротехнічного обладнання	63
4.2. Техніко-економічне обґрунтування заходів	67
4.3. Оцінка економічного ефекту від впровадження енергоощадних технологій	69
4.4. Екологічні та соціальні аспекти модернізації	73
4.5. Прогнозування довгострокових результатів підвищення енергоефективності	75
Висновки до розділу 4.	77
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	80
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	83
.....	61

ВСТУП

Сучасний етап розвитку промисловості в Україні характеризується постійним зростанням вимог до ефективності використання ресурсів, зокрема енергетичних. Актуальність підвищення енергоефективності та впровадження сучасних технологій для оптимізації споживання енергії є одним із ключових напрямів стратегії розвитку як промислових підприємств, так і сільськогосподарських організацій, що займаються виробництвом та ремонтом сільськогосподарської техніки. Умови, в яких працюють такі підприємства, часто передбачають високі енергетичні витрати через використання застарілих електротехнічних систем, що веде до зростання експлуатаційних витрат та зниження конкурентоспроможності на ринку. Сільськогосподарське виробництво та його обслуговування напряму залежать від надійності і продуктивності технічного обладнання, яке потребує регулярного обслуговування та ремонту. Саме на етапах ремонту та технічного обслуговування виникають проблеми надмірного споживання енергії, що є негативним фактором для економічної стабільності підприємств. У той же час, впровадження новітніх технологій та модернізація електротехнічного обладнання на підприємствах по ремонту сільськогосподарської техніки дозволяє значно скоротити витрати енергоресурсів, підвищити продуктивність та покращити загальні виробничі показники.

З огляду на вище зазначене, проблема підвищення ефективності електротехнічного обладнання на підприємствах, що займаються ремонтом сільськогосподарської техніки, є надзвичайно актуальною. Ця проблема стосується не лише технічних аспектів, але й має важливий економічний, екологічний та соціальний характер, оскільки зниження енергоспоживання позитивно впливає на навколишнє середовище та сприяє сталому розвитку підприємств.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю підвищення ефективності використання електротехнічного обладнання в умовах постійного зростання цін на енергоресурси та дедалі більшої уваги до питань енергоощадності. Застарілі технології та неефективне використання енергії призводять до значних витрат, що є істотним тягарем для підприємств агропромислового комплексу, які здійснюють технічне обслуговування та ремонт сільськогосподарської техніки. В умовах глобальної енергетичної кризи та збільшення конкуренції на ринку підприємства змушені шукати нові шляхи для підвищення своєї ефективності, зокрема через впровадження нових технологій та рішень для оптимізації енергоспоживання. Одним з найважливіших аспектів є питання модернізації обладнання, яке використовує електроенергію, адже це дозволяє не лише скоротити витрати, але й збільшити продуктивність. Енергозберігаючі технології та підходи до управління енергією дають можливість оптимізувати роботу підприємств, що, у свою чергу, сприяє підвищенню їх конкурентоспроможності. Впровадження заходів з енергозбереження є важливою частиною державної політики у сфері енергетики, що робить це питання актуальним також на рівні національної економіки. Підвищення енергоефективності на підприємствах не лише позитивно впливає на їх економічні показники, але й сприяє зменшенню негативного впливу на довкілля, що відповідає сучасним вимогам сталого розвитку.

Об'єктом дослідження є електротехнічне обладнання підприємства по ремонту сільськогосподарської техніки.

Предметом дослідження є процеси підвищення ефективності використання електротехнічного обладнання на підприємстві, зокрема заходи щодо оптимізації енергоспоживання та впровадження енергоефективних технологій.

Метою дослідження є розробка та обґрунтування заходів для підвищення ефективності електротехнічного обладнання на підприємствах по

ремонту сільськогосподарської техніки шляхом впровадження сучасних енергоефективних технологій та оптимізації процесів енергоспоживання.

Завдання дослідження:

1. Провести аналіз сучасного стану електротехнічного обладнання на підприємствах по ремонту сільськогосподарської техніки.

2. Дослідити фактори, що впливають на енергоефективність обладнання.

3. Визначити основні проблеми, пов'язані з неефективним використанням електроенергії.

4. Розробити заходи для підвищення ефективності використання електротехнічного обладнання.

5. Провести техніко-економічне обґрунтування впровадження запропонованих заходів.

6. Оцінити економічний, екологічний та соціальний ефект від реалізації запропонованих заходів.

РОЗДІЛ 1.

Теоретичні основи підвищення ефективності електротехнічного обладнання

1.1. Сучасний стан електротехнічного обладнання в агропромислових підприємствах

На агропромислових підприємствах технічний стан електрообладнання є важливим аспектом, який безпосередньо впливає на ефективність роботи всього виробничого процесу. Більшість обладнання використовується протягом тривалого часу, і через інтенсивну експлуатацію воно з часом зазнає зносу, що призводить до зниження його ефективності. Це, в свою чергу, негативно впливає на продуктивність підприємства, а також спричиняє підвищення витрат на електроенергію і обслуговування. Оскільки агропромислові підприємства часто працюють з великогабаритною технікою, ремонт та технічне обслуговування вимагають високої точності й надійності. Проте на багатьох підприємствах використовується застаріле обладнання, що було встановлене кілька десятиліть тому. Це обладнання не відповідає сучасним стандартам енергоефективності, що є значним викликом для підприємств, які прагнуть оптимізувати свої виробничі процеси та знизити витрати. Застарілі електротехнічні системи мають підвищені енерговитрати через втрати енергії в процесі роботи та недостатню автоматизацію процесів. Додатковим фактором, що впливає на технічний стан електрообладнання, є недостатнє технічне обслуговування та нерегулярне проведення планових ремонтних робіт. На багатьох підприємствах обслуговування обладнання здійснюється лише у випадку серйозних збоїв або поломок, що спричиняє значні простой в роботі та підвищує витрати на ремонт. Такий підхід не дозволяє своєчасно виявляти дрібні неполадки, які з часом можуть призвести до серйозних пошкоджень обладнання. Відсутність регулярної профілактики призводить до того, що електротехнічні системи працюють на межі своїх можливостей, що негативно відображається на їхній ефективності та надійності. Ще одним важливим аспектом є вплив умов експлуатації на технічний стан електрообладнання. Багато підприємств працюють в умовах

підвищеної вологості, температурних коливань або впливу агресивних середовищ, що прискорює зношування електротехнічних систем. Застарілі системи не мають достатнього захисту від цих факторів, що призводить до частих поломок та скорочення терміну служби обладнання. У сучасних умовах важливо забезпечити належний рівень захисту та використовувати більш стійкі до впливу зовнішніх факторів матеріали для продовження терміну експлуатації обладнання. Щоб підвищити надійність та ефективність електротехнічного обладнання, багато агропромислових підприємств починають впроваджувати програми модернізації. Модернізація дозволяє замінити застаріле обладнання на більш енергоефективне, що має сучасні системи управління та контролю. Завдяки цьому можна значно знизити витрати на електроенергію, а також забезпечити стабільну роботу обладнання з мінімальними витратами на його технічне обслуговування. Крім того, впровадження сучасних систем автоматизації дозволяє оптимізувати виробничі процеси, підвищити їх точність та надійність. Незважаючи на те, що модернізація вимагає значних початкових інвестицій, вона є необхідною для підприємств, які прагнуть залишатися конкурентоспроможними в умовах сучасного ринку. Вартість модернізації залежить від масштабів підприємства та стану існуючого обладнання. Проте в довгостроковій перспективі ці інвестиції виправдовуються, оскільки модернізоване обладнання не лише працює ефективніше, а й має довший термін служби та вимагає менше витрат на обслуговування.

Таким чином, технічний стан електрообладнання на агропромислових підприємствах є критично важливим для їхньої ефективної роботи. Використання застарілого обладнання призводить до підвищених витрат на електроенергію, частих збоїв у роботі та підвищених витрат на ремонт. Для забезпечення стабільної та ефективної роботи підприємств необхідно впроваджувати регулярне технічне обслуговування, проводити планові ремонтні роботи та інвестувати в модернізацію обладнання [3].

1.2. Характеристика основних видів обладнання, що використовується для ремонту сільськогосподарської техніки

Електроінструменти для механічного ремонту сільськогосподарської техніки є важливим елементом в процесі забезпечення ефективності та надійності роботи агропромислових підприємств. Вони використовуються для виконання різноманітних завдань, пов'язаних з ремонтом, обслуговуванням та модернізацією технічного обладнання. Правильний вибір та використання електроінструментів здатні не лише підвищити якість виконаних робіт, але й суттєво скоротити час на їх виконання. Одним із найпоширеніших електроінструментів є електродрилі, які використовуються для свердління отворів у різних матеріалах, таких як метал, дерево та пластик. Сучасні моделі оснащені різними функціями, такими як реверс, швидкості обертання та можливість використання різних типів свердел. Використання електродрилів в механічному ремонті дозволяє здійснювати точні та акуратні свердління, що є критично важливим для запобігання пошкодження деталей. Наступним важливим інструментом є електричні гайковерти, які призначені для швидкого та ефективного закручування і відкручування гайок та болтів. Вони зазвичай мають регульовану потужність, що дозволяє використовувати їх на різних етапах ремонту. Електричні гайковерти значно зменшують фізичне навантаження на працівників і скорочують час, необхідний для виконання робіт. Завдяки їхній потужності та швидкості, робота з ними стає значно простішою і продуктивнішою. Серед інших електроінструментів, які використовуються для механічного ремонту, можна виділити електричні шліфувальні машини. Вони використовуються для обробки поверхонь, видалення задирок та підготовки деталей перед фарбуванням або покриттям. Сучасні моделі шліфувальних машин можуть мати різні насадки та диски, що дозволяє використовувати їх для роботи з різними матеріалами. Вони здатні забезпечити високу якість обробки і зменшити час, необхідний для виконання завдань. Електричні пилки, такі як циркулярні та стрічкові, також широко

використовуються в механічному ремонті. Вони дозволяють швидко і точно різати матеріали, що особливо важливо при виготовленні та ремонті конструкційних елементів сільськогосподарської техніки. Використання електричних пилок не лише підвищує ефективність робочого процесу, але й забезпечує високу якість різки, що вкрай важливо для подальшої обробки деталей. Крім цього, не можна не згадати про електричні сокири, які використовуються для розколювання або обрізання матеріалів, що вимагають великої сили. Цей інструмент особливо корисний при роботі з дерев'яними елементами сільськогосподарської техніки. Використання електричних сокирів дозволяє зменшити фізичне навантаження на працівників і підвищити продуктивність роботи. Системи збору пилу і відходів, які можуть бути інтегровані з електроінструментами, також стають все більш популярними. Вони дозволяють підтримувати чистоту робочого місця та зменшують ризики для здоров'я працівників, пов'язані з впливом пилу та відходів під час ремонту. Важливим аспектом є також забезпечення безпеки під час роботи з електроінструментами. Сучасні моделі обладнані системами захисту, які запобігають випадковому запуску, перегріву або перевантаженню, що зменшує ризики нещасних випадків. Правильне навчання персоналу в користуванні електроінструментами є критично важливим для забезпечення безпеки та підвищення ефективності роботи.

Отже, електроінструменти для механічного ремонту є незамінними помічниками у забезпеченні надійності та ефективності сільськогосподарської техніки. Їхнє правильне використання здатне суттєво зменшити час на виконання робіт, підвищити їхню якість і забезпечити безпеку працівників. З впровадженням нових технологій та інструментів, агропромислові підприємства мають можливість оптимізувати свої процеси ремонту та обслуговування, що в кінцевому підсумку вплине на їхню загальну продуктивність [4].

1.3. Енергетичні аспекти експлуатації обладнання

Споживання електроенергії на різних етапах ремонту електротехнічного обладнання є важливим аспектом, що впливає на загальні витрати підприємства. В агропромислових підприємствах, де здійснюється ремонт сільськогосподарської техніки, електроенергія використовується на всіх етапах ремонтного процесу: від діагностики та тестування до безпосереднього ремонту та налаштування обладнання. На першому етапі, етапі діагностики, споживання електроенергії може варіюватися в залежності від використовуваних інструментів та технологій. Діагностичне обладнання, таке як осцилографи, мультиметри та інші електронні пристрої, потребує значної кількості електроенергії для виконання вимірювань. Використання сучасних діагностичних систем, що базуються на комп'ютерних технологіях, також може спричинити підвищене споживання електроенергії. Важливо відзначити, що правильне діагностування може допомогти скоротити час і енергію, необхідні для подальшого ремонту, оскільки дає можливість виявити проблеми на ранніх стадіях. Другий етап, пов'язаний з підготовкою до ремонту, також вимагає електроенергії. Це включає в себе підключення та налаштування необхідних електроінструментів, таких як електродрилі, шуруповерти та інші механічні засоби, які працюють від електромережі. В залежності від обсягу робіт та кількості використовуваних інструментів, споживання електроенергії на цьому етапі може суттєво варіюватися. Якщо підприємство має велику кількість техніки, що потребує ремонту, то і витрати на електроенергію можуть бути значними. Третій етап – безпосередній ремонт – є найінтенсивнішим з точки зору споживання електроенергії. На цьому етапі використовуються різноманітні електроінструменти, які можуть споживати велику кількість електроенергії. Наприклад, зварювальні апарати, верстати та інші потужні механізми можуть вимагати значної кількості енергії для виконання своїх функцій. Неправильний підрахунок енергетичних потреб на цьому етапі може призвести до зростання витрат і затримок у виконанні

ремонту. Останній етап ремонту, що включає в себе налаштування та тестування обладнання, також потребує електроенергії. Після завершення ремонтних робіт необхідно перевірити працездатність техніки, що передбачає використання різних тестуючих інструментів. Цей етап може включати використання комп'ютерних систем, які споживають енергію для проведення випробувань. Як і на попередніх етапах, правильне планування споживання електроенергії може сприяти зниженню витрат на електроенергію.

Загалом, споживання електроенергії на різних етапах ремонту електротехнічного обладнання є складовою частиною економічного аналізу підприємства. Аналізуючи споживання електроенергії, підприємства можуть виявити можливості для оптимізації витрат. Наприклад, запровадження енергоефективних технологій або автоматизація окремих процесів можуть значно знизити загальні витрати на електроенергію під час ремонту. Сучасні системи управління енергоспоживанням також можуть допомогти у моніторингу і контролі витрат на електроенергію в реальному часі, що дозволяє підприємствам швидко реагувати на зміни у споживанні та знижувати витрати. Економічний аспект споживання електроенергії на різних етапах ремонту є надзвичайно важливим для забезпечення прибутковості підприємств. Впровадження енергоощадних технологій, навчання персоналу з метою зменшення витрат на енергію, а також регулярний моніторинг споживання електроенергії можуть стати важливими кроками у зменшенні витрат і підвищенні ефективності роботи агропромислових підприємств. Це дозволяє не лише зменшити витрати на електроенергію, а й підвищити конкурентоспроможність на ринку, що є особливо важливим у сучасних умовах.

Втрати енергії при експлуатації застарілого обладнання є однією з основних причин неефективності виробничих процесів в агропромислових підприємствах. В умовах швидкого технологічного прогресу та зростаючих вимог до енергоефективності, використання старих електротехнічних систем призводить до значних втрат, які впливають на загальну продуктивність і

економічні показники підприємств. По-перше, варто зазначити, що застарілі системи часто характеризуються низькою енергоефективністю. Електродвигуни та інше обладнання, які були вироблені багато років тому, зазвичай мають менші коефіцієнти корисної дії (ККД) в порівнянні з сучасними аналогами. Це означає, що значна частина електроенергії, яка постачається до системи, перетворюється не на корисну роботу, а в тепло, що не лише підвищує витрати, а й знижує термін служби обладнання. Наприклад, старі електродвигуни можуть мати ККД всього 70-80%, тоді як сучасні моделі можуть досягати 95% і більше. Таким чином, простоюючи старе обладнання, підприємства втрачають можливість зменшити енергетичні витрати і підвищити загальну продуктивність. По-друге, застарілі технології часто не мають системи моніторингу та управління споживанням енергії. Відсутність таких систем ускладнює контроль за енергетичними витратами та призводить до їх неефективного використання. У більшості випадків, енергетичні втрати залишаються непоміченими, а значить, підприємство не може вжити заходів для їх усунення. Сучасні рішення, такі як системи автоматизованого управління енергоспоживанням, можуть допомогти виявити й усунути проблеми з енергією, проте застаріле обладнання зазвичай не має такої інтеграції. Ще однією значущою проблемою є зношення елементів застарілого обладнання. З часом механічні частини втрачають свої початкові характеристики, що призводить до збільшення тертя та інших енергетичних втрат. Наприклад, в електродвигунах із зношеними підшипниками спостерігається підвищене тертя, яке вимагає більшої потужності для досягнення тих самих результатів, що й раніше. Це, в свою чергу, викликає підвищене споживання електроенергії та призводить до додаткових витрат на електрику. Крім того, старе обладнання може бути не оптимізованим для роботи з новими технологіями. Наприклад, старі верстати можуть не бути спроможними обробляти нові типи матеріалів або продукції, що веде до збільшення часу виробництва та енергетичних витрат. Впровадження нових технологій часто передбачає необхідність модернізації або заміни

устаткування, що стає затримкою для підприємств, які хочуть підтримувати конкурентоспроможність на ринку.

Загалом, втрати енергії при експлуатації застарілого обладнання мають значні негативні наслідки для агропромислових підприємств. Витрати на електроенергію можуть суттєво знижувати прибутковість, а неефективність виробничих процесів може призвести до втрати конкурентних переваг. У цьому контексті модернізація устаткування та впровадження сучасних технологій стають важливими кроками для зменшення енергетичних витрат і покращення загальної ефективності. Перехід на нові, енергоефективні системи дозволяє не тільки знизити витрати, а й забезпечити сталість та екологічність виробничих процесів, що є особливо актуальним в умовах сучасних викликів [5].

1.4. Проблеми ефективності в електротехнічних системах

Технічні обмеження старих систем електротехнічного обладнання в агропромислових підприємствах становлять серйозну проблему, яка негативно впливає на їхню ефективність і продуктивність. По-перше, однією з найзначніших проблем є застарілі технології, які часто не відповідають сучасним вимогам енергоефективності та екологічності. Виробництва, що використовують старі електромеханічні системи, страждають від низького коефіцієнта корисної дії (ККД), що призводить до значних втрат електроенергії під час роботи. Наприклад, електродвигуни, випущені кілька десятиліть тому, можуть мати ККД менше 70%, тоді як новітні технології забезпечують ККД понад 95%. Це означає, що підприємства, які покладаються на старе обладнання, витрачають велику кількість електроенергії на виробництво тієї ж кількості продукції, що й підприємства з новими системами. По-друге, старі системи часто мають обмежені можливості щодо інтеграції з новими технологіями. У світі, де автоматизація та цифровізація виробництв стають нормою, застарілі електротехнічні системи можуть стати серйозним бар'єром для впровадження інновацій. Наприклад, неможливість підключення до систем моніторингу енергоспоживання або інтеграції з новими програмами управління виробництвом може ускладнити процеси оптимізації та управління. Це призводить до недостатньої інформації про енергетичні витрати та відсутності можливостей для аналізу даних, що у свою чергу ускладнює ухвалення рішень щодо модернізації. Крім того, фізичний стан старого обладнання також є важливим аспектом, що обмежує його експлуатацію. Зношені компоненти, такі як підшипники, передачі або електричні з'єднання, можуть призводити до частих поломок, що негативно впливає на безперервність виробничого процесу. Часті ремонти не тільки збільшують витрати на обслуговування, але й ведуть до зупинок виробництва, що знижує загальну продуктивність підприємства. Додатково варто згадати про обмеження в енергетичній безпеці, які пов'язані зі старими системами. У

разі виникнення аварійних ситуацій, таких як короткі замикання або перевантаження, старі електротехнічні системи можуть не забезпечити належний рівень захисту, що може призвести до серйозних наслідків, включаючи пожежі або виведення з ладу великої частини обладнання. Багато старих систем не мають сучасних систем автоматичного захисту, що збільшує ризики для безпеки працівників і самого підприємства. Економічні обмеження також не можна залишити поза увагою. Застарілі системи вимагають значних витрат на експлуатацію та обслуговування. Витрати на електроенергію, обслуговування та ремонт старого обладнання часто перевищують витрати на нові технології, які потребують менше ресурсів. Зростаючі витрати на обслуговування старих систем, у поєднанні з високими енергетичними витратами, змушують підприємства шукати нові рішення для модернізації. Підсумовуючи, технічні обмеження старих систем електротехнічного обладнання в агропромислових підприємствах становлять серйозну проблему, яка вимагає комплексного підходу для вирішення. Впровадження нових технологій, автоматизація виробничих процесів і регулярне обслуговування є критично важливими для підвищення ефективності, продуктивності та безпеки в агропромисловому секторі [2].

1.5. Можливості для енергоощадності та оптимізації процесів

Використання енергоощадних технологій на агропромислових підприємствах є ключовим фактором, що сприяє підвищенню енергоефективності та зменшенню витрат на електроенергію. В умовах зростаючих цін на енергію та необхідності збереження природних ресурсів, впровадження інноваційних технологій стає особливо актуальним. Однією з основних стратегій для зниження енергетичних витрат є заміна старих, малоефективних систем на сучасні рішення, що використовують менше енергії для виконання тих самих функцій. Наприклад, перехід на LED-освітлення в виробничих приміщеннях може знизити витрати на електрику на 50-70% в порівнянні з традиційними лампами. Також, важливими є автоматизовані системи контролю, які регулюють освітлення та температуру в залежності від фактичних потреб, що забезпечує додаткові збереження енергії. Використання енергоощадних технологій включає також модернізацію електродвигунів, які є основними споживачами енергії на виробництві. Сучасні енергозберігаючі двигуни мають вищий ККД і можуть знизити споживання електроенергії на 10-30%. Інвестування в такі технології може вимагати значних початкових витрат, але економічний ефект від зниження витрат на електроенергію та збільшення продуктивності швидко компенсує ці витрати. Окрім цього, важливим аспектом енергоощадних технологій є впровадження альтернативних джерел енергії, таких як сонячні панелі або вітряні турбіни. Ці технології не лише знижують залежність від традиційних енергетичних ресурсів, але й дозволяють зменшити витрати на електроенергію в довгостроковій перспективі. Наприклад, сонячні панелі можуть забезпечити частину потреб підприємства в електриці, особливо під час пік споживання, що призводить до значної економії. У сільському господарстві також активно використовуються біогазові установки, які перетворюють органічні відходи в енергію, що може бути використана для опалення або генерації електрики. Цей підхід не лише знижує витрати на

енергію, але й вирішує проблему утилізації відходів. Важливо зазначити, що ефективність впровадження енергоощадних технологій значно зростає за рахунок комплексного підходу. Компанії, які поєднують кілька енергоощадних рішень, можуть досягти ще більших знижок у споживанні енергії. Наприклад, поєднання автоматизації, енергозберігаючих двигунів та сонячних панелей дозволяє підприємствам не лише зменшити витрати на електроенергію, але й створити більш стабільне та ефективне виробниче середовище. Окрім економічного вигаду, використання енергоощадних технологій також має позитивний вплив на екологію. Зменшення споживання електроенергії знижує викиди парникових газів, що є важливим кроком у боротьбі зі зміною клімату. Впровадження таких технологій робить агропромислові підприємства більш стійкими та конкурентоспроможними на ринку, оскільки споживачі все більше уваги приділяють екологічним аспектам виробництва. В умовах глобалізації та посилення екологічних вимог, підприємства, які активно впроваджують енергоощадні технології, отримують додаткові переваги у вигляді покращення іміджу та можливості залучення інвестицій. На завершення, використання енергоощадних технологій у агропромислових підприємствах є не лише важливим економічним фактором, але й необхідним кроком у напрямку сталого розвитку. Це дозволяє знижувати витрати на електроенергію, зменшувати негативний вплив на навколишнє середовище та підвищувати конкурентоспроможність на ринку. Впровадження таких технологій потребує зусиль та інвестицій, але результати, які вони можуть принести, виправдовують витрати [3].

Модернізація систем управління електроенергією на агропромислових підприємствах є критично важливим аспектом підвищення енергоефективності та зниження витрат на електричну енергію. Сучасні технології управління електроенергією забезпечують більш точне регулювання споживання, оптимізацію енергетичних потоків і зменшення втрат, що є особливо важливим в умовах сучасних економічних реалій. Одна з ключових складових модернізації — це впровадження автоматизованих

систем управління енергоспоживанням (АСКУЕ). Ці системи дозволяють моніторити, аналізувати та управляти енергетичними ресурсами в реальному часі. З їх допомогою підприємства можуть отримувати детальну інформацію про споживання енергії, виявляти "слабкі місця" в системі та оперативно вжити заходів для їх усунення. Завдяки автоматизації процесів, АСКУЕ здатні знижувати витрати на енергію до 20-30% за рахунок зменшення нераціонального споживання. Крім того, важливою складовою модернізації є впровадження інтелектуальних мереж, які дозволяють інтегрувати різні джерела енергії та зберігати дані про споживання. Ці мережі забезпечують більшу гнучкість у використанні енергоресурсів, дозволяють зменшити витрати на енергоспоживання та підвищити надійність електропостачання. Використання інтелектуальних лічильників та систем віддаленого моніторингу також є важливими елементами модернізації. Вони дозволяють отримувати оперативну інформацію про споживання електроенергії, а також виявляти порушення в режимах роботи електричного обладнання. Впровадження таких технологій дозволяє не лише контролювати споживання, але й планувати його на основі реальних даних, що веде до більш ефективного управління енергетичними ресурсами. Модернізація систем управління електроенергією також передбачає впровадження нових алгоритмів оптимізації енергоспоживання. Використання сучасних програмних засобів дозволяє розробити моделі, що враховують не лише поточні потреби підприємства, але й прогнозують їх у майбутньому. Це дає змогу адаптувати енергоспоживання під змінні умови, наприклад, при збільшенні виробничих потужностей або зміні технологічних процесів. Одним із сучасних підходів є використання системи "розумних" алгоритмів, які враховують різні параметри, такі як температура, навантаження на обладнання та інші чинники, що впливають на споживання електроенергії. В результаті, такі системи можуть оптимізувати режим роботи електричного обладнання та знижувати витрати на електроенергію. Не менш важливим аспектом модернізації є навчання персоналу. Впровадження нових технологій потребує знань і

навичок, які дозволяють ефективно використовувати нові системи управління. Підприємства повинні інвестувати в навчання своїх співробітників, щоб вони могли не лише користуватися новими системами, а й розуміти їх можливості та обмеження. Важливо, щоб персонал був готовий до змін і міг швидко реагувати на нові виклики.

Загалом, модернізація систем управління електроенергією є невід'ємною частиною стратегії підвищення енергоефективності агропромислових підприємств. Вона не лише сприяє зменшенню витрат на електроенергію, але й підвищує продуктивність, зменшує екологічний слід та створює конкурентні переваги на ринку. Інтеграція сучасних технологій і оптимізація процесів управління електричними ресурсами забезпечують стійкість підприємств у змінному економічному середовищі, що вкрай важливо для їхнього довгострокового успіху. У майбутньому розвиток технологій у цій галузі лише пришвидшиться, що відкриває нові можливості для агропромислових підприємств у досягненні енергоефективності та стійкості.

Висновки до розділу 1.

Висновок до першого розділу магістерської роботи під назвою «Підвищення ефективності електротехнічного обладнання підприємства по ремонту сільськогосподарської техніки» підсумовує основні результати дослідження, представлені в розділі, а також підкреслює значення виявлених аспектів для подальшого розвитку підприємств в агропромисловому секторі. У першому розділі було здійснено комплексний аналіз сучасного стану електротехнічного обладнання в агропромислових підприємствах. Вивчено технічний стан електрообладнання, виявлено вплив технологічних змін на його модернізацію, а також проведено аналіз ефективності експлуатації електротехнічних систем. Результати показали, що багато підприємств продовжують використовувати застаріле обладнання, яке суттєво знижує ефективність виробничих процесів і сприяє надмірним витратам електроенергії. Це викликано, зокрема, недостатнім фінансуванням модернізації та відсутністю комплексних програм з підвищення енергоефективності. Окрему увагу в розділі було приділено характеристиці основних видів обладнання, що використовується для ремонту сільськогосподарської техніки. Були проаналізовані електроінструменти для механічного ремонту, діагностичне обладнання та системи автоматизованого обслуговування. Виявлено, що застосування сучасних електроінструментів та автоматизованих систем здатне значно підвищити продуктивність і якість ремонту, проте їх запровадження вимагає ретельного планування та обґрунтування витрат. Це є важливим кроком для забезпечення конкурентоспроможності підприємств у галузі сільського господарства. Важливою частиною розділу стала оцінка енергетичних аспектів експлуатації обладнання. Були розглянуті питання споживання електроенергії на різних етапах ремонту, а також втрати енергії при експлуатації застарілого обладнання. Виявлено, що недостатня ефективність використання електроенергії та високі витрати на її споживання негативно впливають на

фінансові результати підприємств. Актуальність впровадження нових енергоощадних технологій та систем управління електроенергією стала очевидною. Дослідження проблем ефективності в електротехнічних системах вказало на технічні обмеження старих систем, а також на проблеми автоматизації та контролю енерговитрат. Низька ефективність використання електроенергії вказує на необхідність термінового вирішення цих питань. В умовах зростаючих цін на електричну енергію та посилення екологічних вимог, підприємства повинні шукати нові рішення для покращення енергоефективності. У розділі також були вивчені можливості для енергоощадності та оптимізації процесів. Використання енергоощадних технологій та модернізація систем управління електроенергією можуть стати ключовими елементами у стратегії підвищення ефективності. Впровадження автоматизованих систем управління енергоспоживанням та моніторинг енергетичних витрат можуть істотно знизити споживання електричної енергії, що в свою чергу позитивно позначиться на фінансових показниках підприємств.

Загалом, результати проведеного аналізу підкреслюють важливість системного підходу до підвищення ефективності електротехнічного обладнання в агропромисловості. Це передбачає не лише модернізацію устаткування, а й вдосконалення технологічних процесів, підвищення кваліфікації персоналу, а також активне використання інноваційних рішень у сфері енергетики. Залучення нових технологій і методів управління енергоспоживанням може суттєво поліпшити ефективність виробництва, знизити витрати та сприяти стабільному розвитку агропромислових підприємств. Таким чином, перший розділ підкреслює нагальну необхідність вдосконалення електротехнічного обладнання підприємств по ремонту сільськогосподарської техніки, адже від цього залежить не лише економічна ефективність, але й екологічна безпека в агропромисловому секторі. У подальших розділах роботи буде продовжено дослідження ефективних шляхів модернізації електротехнічних систем, що сприятиме підвищенню їхньої

продуктивності та зниженню енергетичних витрат, що, в свою чергу, сприятиме сталому розвитку агропромисловості в Україні.

РОЗДІЛ 2.

Аналіз поточного стану електротехнічного обладнання на підприємстві

2.1. Структура і склад електротехнічного обладнання підприємства

Електротехнічна система підприємства складається з кількох основних компонентів, які забезпечують ефективну роботу виробничих процесів. Першим з цих компонентів є електричні генератори, які перетворюють механічну енергію в електричну. Наприклад, дизельні або газові генератори використовуються для автономного електропостачання на підприємствах, особливо в умовах нестабільності основних джерел енергії. Другим важливим компонентом є трансформатори, які служать для зміни напруги електричного струму. Вони дозволяють знижувати або підвищувати напругу, що необхідно для передачі електроенергії на великі відстані або для її адаптації до вимог конкретних споживачів. Наприклад, трансформатори в системах електропостачання підприємств дозволяють ефективно використовувати енергію, зменшуючи втрати на лініях передачі. Третім компонентом є електричні розподільні щити, які забезпечують безпечний і контрольований розподіл електроенергії по всій системі. Вони містять автоматичні вимикачі, захист від перевантаження та інші елементи, що забезпечують надійну роботу електричних систем. Це дозволяє запобігати аваріям і забезпечує безперебійну роботу обладнання. Четвертим важливим елементом є електромеханічне обладнання, яке безпосередньо споживає електроенергію для виконання своїх функцій. Це можуть бути електродвигуни, які забезпечують рух різних механізмів, або електроінструменти, що використовуються в процесі ремонту. Наприклад, електродвигуни використовуються в конвеєрних системах, що забезпечують автоматизацію виробничих процесів. Окрім основних компонентів, електротехнічна система включає також засоби автоматизації та управління, які дозволяють оптимізувати використання електроенергії. Це можуть бути системи диспетчеризації, контролери, сенсори та програмовані логічні контролери (PLC), які забезпечують моніторинг та управління

енергетичними процесами. Впровадження таких систем допомагає підвищити ефективність використання електроенергії, зменшити витрати та покращити загальні показники роботи підприємства. Таким чином, основні компоненти електротехнічної системи підприємства є невід'ємною частиною його функціонування, що визначає ефективність та надійність виробничих процесів [8].

Таблиця 2.1

Основні компоненти електротехнічної системи підприємства

Компонент	Опис	Приклад
Електричні генератори	Пристрої, що перетворюють механічну енергію в електричну.	Дизельний генератор для автономного живлення
Трансформатори	Пристрої, що змінюють напругу електричного струму для ефективної передачі електроенергії.	Трансформатор на підстанції для розподілу енергії
Електричні розподільні щити	Системи для контролю і безпечного розподілу електроенергії по всій системі.	Розподільчий щит на виробництві
Електромеханічне обладнання	Обладнання, що споживає електроенергію для виконання механічної роботи.	Електродвигун в конвеєрній системі
Засоби автоматизації	Системи для моніторингу та управління енергетичними процесами.	Програмований логічний контролер (PLC)

Взаємодія різних типів обладнання у виробничому процесі є ключовим аспектом, що визначає ефективність і продуктивність агропромислових підприємств. Кожен тип обладнання виконує свої функції, проте їхня синергія та злагоджена робота забезпечують досягнення спільних цілей. Наприклад, генератори, трансформатори та електричні двигуни формують основу електротехнічної системи, яка живить всі інші елементи виробництва. Генератори постачають електричну енергію, яка передається через трансформатори для зміни напруги, відповідно до вимог різних машин і механізмів. Цей процес забезпечує стабільну роботу електричних двигунів, які, в свою чергу, приводять у дію різні механізми, від конвеєрів до обробних машин. Правильне налаштування та оптимізація роботи трансформаторів є

критично важливими для забезпечення безперервного електропостачання та запобігання перевантаженню. Вимірювальні прилади, такі як амперметри і вольтметри, слід використовувати для моніторингу та контролю параметрів електричної системи. Вони дозволяють вчасно виявляти відхилення у роботі обладнання, що може призвести до збоїв у виробничому процесі. Наприклад, автоматичні системи контролю можуть надсилати сигнали на електричні двигуни для регулювання їхньої швидкості відповідно до навантаження, що покращує енергоефективність. Системи автоматизації забезпечують злагоджену взаємодію між різними типами обладнання. Програмовані логічні контролери (PLC) виконують роль "мозку" виробництва, контролюючи та координуючи роботу всіх електротехнічних компонентів. Це дозволяє досягати високої продуктивності та знижувати ймовірність помилок, які можуть виникнути через людський фактор. Таким чином, ефективна взаємодія різних типів обладнання у виробничому процесі забезпечує безперервність, стабільність та оптимізацію роботи агропромислових підприємств. Цей процес потребує постійного моніторингу, аналізу та модернізації для підтримки високих стандартів якості та ефективності [6].

Таблиця 2.3

Взаємодія різних типів обладнання у виробничому процесі

Тип обладнання	Функція	Взаємодія з іншими компонентами	Приклад використання
Генератори	Постачання електричної енергії	Підключені до трансформаторів для зміни напруги	Генератор живить підприємство, забезпечуючи необхідну енергію
Трансформатори	Зміна напруги електричної енергії	Передають електричну енергію на двигуни і автоматизовані системи	Трансформатор підвищує напругу для подачі на високовольтні лінії
Електричні двигуни	Перетворення електричної енергії в механічну	Приводять у дію різні механізми, отримуючи енергію з трансформаторів	Двигуни приводять конвеєри або обробні машини
Вимірювальні прилади	Контроль електричних параметрів системи	Взаємодіють з PLC для моніторингу стану обладнання	Амперметри контролюють споживання струму двигуном
Системи автоматизації	Управління та оптимізація виробничих процесів	Координують роботу всіх електричних компонентів	PLC контролює швидкість і навантаження електродвигунів

2.2. Ефективність використання електроенергії на виробничих дільницях

Оцінка енергоспоживання на кожній виробничій дільниці є важливим етапом для визначення ефективності використання електроенергії в агропромислових підприємствах. Цей процес передбачає аналіз споживання енергії на різних етапах виробництва, що дозволяє виявити можливості для зниження витрат і підвищення енергоефективності. Першим кроком у цьому аналізі є ідентифікація усіх виробничих дільниць, які споживають електричну енергію. Це можуть бути цехи з механічної обробки, збирання, складування, а також допоміжні виробництва, такі як ремонтні майстерні та лабораторії. Далі необхідно здійснити вимірювання споживання енергії на кожній з цих дільниць. Це можна зробити за допомогою спеціалізованих приладів, таких як амперметри, вольтметри та енергометри, які фіксують споживання електричної енергії у реальному часі. Вимірювання дозволяють отримати точні дані про енергоспоживання, які потім аналізуються для виявлення тенденцій і аномалій. Наприклад, можна виявити, що в певний час доби або в певний період року енергоспоживання в окремій дільниці різко зростає, що може свідчити про неефективне використання ресурсів. Після збору даних необхідно провести їх аналіз для оцінки ефективності використання енергії на кожній дільниці. Це може включати порівняння фактичного споживання з нормами або стандартами, а також розрахунок показників енергоефективності, таких як споживання енергії на одиницю продукції. Важливо враховувати не лише кількість спожитої енергії, але й якість виробничих процесів, оскільки неефективні технології можуть призводити до значних втрат. Аналіз даних дозволяє виявити потенційні проблеми, такі як перевантаження електричних систем, використання застарілого обладнання, яке має високі енергетичні витрати, або відсутність автоматизованих систем контролю. Усі ці фактори можуть суттєво вплинути на загальну енергоефективність підприємства.

На основі отриманих результатів можна розробити рекомендації щодо покращення енергоспоживання. Наприклад, може бути доцільно впровадити нові технології, які споживають менше енергії, модернізувати існуюче обладнання або оптимізувати робочі процеси, щоб зменшити пік споживання в години навантаження. Таким чином, оцінка енергоспоживання на кожній виробничій ділянці є важливим інструментом для підвищення енергоефективності агропромислових підприємств, що, в свою чергу, може призвести до зменшення витрат і покращення економічних показників [10].

Рівень автоматизації процесів на агропромислових підприємствах суттєво впливає на енергоефективність, оскільки впровадження автоматизованих систем дозволяє значно оптимізувати витрати електроенергії та знизити експлуатаційні витрати. Автоматизація охоплює не лише технологічні лінії, але й системи управління, контролю та моніторингу енергоспоживання. Завдяки автоматизації стає можливим здійснювати більш точне регулювання витрат енергії, що в свою чергу знижує ризики перевитрат і покращує загальну продуктивність. На підприємствах, де впроваджено автоматизовані системи, спостерігається зниження енергоспоживання за рахунок більш раціонального використання обладнання. Наприклад, автоматизовані системи можуть самостійно налаштовувати режими роботи електротехнічних систем, залежно від навантаження та виробничих вимог. Це означає, що в години низького навантаження обладнання може працювати в енергозберігаючих режимах, що значно знижує загальні витрати електроенергії. Крім того, автоматизація процесів дозволяє проводити моніторинг і аналіз енергоспоживання в реальному часі. Системи управління, оснащені датчиками і сенсорами, надають точні дані про витрати енергії на різних етапах виробництва. Це дозволяє керівництву оперативно реагувати на аномальні показники, ідентифікувати проблеми, такі як перевантаження або ненормоване споживання енергії, і вживати заходів для їх усунення. Крім того, автоматизація може сприяти інтеграції енергозберігаючих технологій, таких як інверторні приводні системи, які регулюють споживання електричної

енергії залежно від потреб виробництва. Наприклад, у системах кондиціонування повітря або вентиляції автоматизовані регулятори забезпечують оптимальний баланс між комфортом і енергетичними витратами. Ще одним важливим аспектом автоматизації є її вплив на зниження людського фактору. Автоматизовані системи можуть виконувати рутинні операції з мінімальним втручанням людини, що знижує ризики помилок, пов'язаних з ручним управлінням. Це, в свою чергу, також впливає на стабільність виробничих процесів і може зменшити кількість непередбачуваних витрат, пов'язаних з енергоспоживанням.

У підсумку, рівень автоматизації процесів на агропромислових підприємствах прямо пропорційний енергоефективності. Впровадження сучасних автоматизованих систем управління та моніторингу споживання електроенергії дозволяє досягати значних знижок у витратах, оптимізувати технологічні процеси та підвищувати загальну продуктивність підприємств. Розумне управління енергетичними ресурсами, яке забезпечується автоматизацією, не лише покращує економічні показники підприємств, але й сприяє їх стійкості та екологічній безпеці [7].

2.3. Витрати на електроенергію і потенціал для скорочення

Поточний рівень витрат на електроенергію на агропромислових підприємствах є важливим показником, що визначає ефективність їх роботи і безпосередньо впливає на фінансові результати. Електроенергія є одним із ключових ресурсів, що використовуються в процесах виробництва, обслуговування та управління, тому її витрати слід ретельно контролювати і аналізувати. На сьогоднішній день вітчизняні агропромислові підприємства стикаються з багатьма викликами, пов'язаними з цінами на електроенергію, змінами в енергетичній політиці, а також потребою в модернізації устаткування та впровадженні енергоощадних технологій. Перш ніж перейти до аналізу поточного рівня витрат на електроенергію, варто зазначити, що ці витрати включають не лише прямі платежі за спожиту електричну енергію, але й додаткові витрати, пов'язані з обслуговуванням та ремонтом електротехнічного обладнання. Наприклад, старе обладнання, яке має низький ККД, може призводити до збільшення споживання електроенергії, що в свою чергу підвищує загальні витрати. Також необхідно враховувати витрати на аварійні ремонти та регулювання роботи обладнання, оскільки їхня частота може зростати через неефективність системи. Витрати на електроенергію також варіюються в залежності від сезону та специфіки виробництва. Наприклад, під час пікових навантажень, коли споживання електроенергії зростає, тарифи можуть бути вищими, що додатково ускладнює планування бюджетів підприємств. Важливим аспектом є також варіації в цінах на електроенергію, які можуть впливати на витрати в довгостроковій перспективі. Крім того, рівень витрат на електроенергію безпосередньо пов'язаний із застосуванням різних технологій і процесів на підприємствах. Впровадження сучасних енергоощадних технологій може суттєво знизити витрати. Наприклад, використання інверторних приводів, автоматизованих систем управління та інших енергозберігаючих рішень дозволяє оптимізувати споживання електричної енергії, що веде до зменшення загальних витрат. З

метою оцінки поточного рівня витрат на електроенергію підприємства проводять регулярні аудити енергоспоживання. Ці аудити дозволяють виявити проблемні зони, де витрати можуть бути знижені, а також допомагають підприємству адаптувати свою стратегію енергетичного управління відповідно до змін у законодавстві та ринку. Аналіз даних про споживання електроенергії може дати чітке уявлення про те, які підрозділи або процеси є найбільш енерговитратними, а також які з них потребують термінового удосконалення.

Узагальнюючи, можна стверджувати, що поточний рівень витрат на електроенергію на агропромислових підприємствах вимагає системного підходу до управління енергетичними ресурсами. Важливо не лише контролювати витрати, але й активно працювати над їх зниженням шляхом модернізації обладнання, впровадження нових технологій і оптимізації виробничих процесів. Тільки таким чином підприємства можуть досягти стабільності у витратах на електроенергію і підвищити свою конкурентоспроможність на ринку [9].

Зростання витрат на електроенергію в агропромислових підприємствах є складним і багатогранним процесом, що залежить від багатьох факторів. Перш за все, одним із основних чинників, що впливають на витрати на електроенергію, є зміни в тарифах на електричну енергію. Вартість електрики може суттєво варіюватися в залежності від політики енергетичного ринку, коливань цін на сировину, а також енергетичних криз. Підвищення тарифів призводить до збільшення витрат підприємств на електроенергію, що, у свою чергу, може негативно впливати на їх прибутковість. По-друге, застаріле електротехнічне обладнання також є важливим фактором, що сприяє збільшенню витрат. Старі системи зазвичай мають низький коефіцієнт корисної дії (ККД), що призводить до збільшення споживання електроенергії для виконання тих же завдань. Наприклад, старі електродвигуни можуть споживати значно більше електрики порівняно з сучасними моделями, що призводить до зростання витрат на енергію. Таким чином, модернізація

обладнання є критично важливою для зниження витрат на електроенергію. Третім важливим фактором є інтенсивність виробничих процесів. Зростання обсягів виробництва вимагає більшого споживання електроенергії. Коли підприємство розширює свої виробничі потужності або запускає нові лінії, це може призвести до збільшення навантаження на електричну систему, що, відповідно, веде до зростання витрат. Це особливо актуально в агропромисловості, де сезонність виробництва може викликати різкі коливання споживання електричної енергії. Ще одним чинником є недостатня автоматизація виробничих процесів. Відсутність автоматизованих систем управління енергоспоживанням може призвести до нерегулярного і нераціонального використання електроенергії. У випадках, коли енергія не використовується оптимально, підприємства можуть стикатися з додатковими витратами, що пов'язані із запровадженням аварійних механізмів або ручного управління. Це підвищує ризик перевитрат на електрику, особливо під час пікових навантажень. Крім того, зміни в законодавстві та енергетичній політиці можуть мати суттєвий вплив на витрати на електроенергію. Наприклад, введення нових екологічних норм або змін у правилах постачання енергії може спричинити збільшення витрат на електрику. Важливо також враховувати такі аспекти, як необхідність впровадження нових технологій для зменшення викидів або підвищення енергоефективності, що може вимагати значних фінансових вкладень з боку підприємств. Останнім, але не менш важливим фактором є зовнішні економічні умови, такі як інфляція та коливання валютних курсів. В умовах глобалізації ринку зміни в економіці можуть впливати на ціни на енергоносії, в тому числі на електрику. Такі фактори, як політичні кризи, конфлікти, а також природні катастрофи, можуть порушити постачання електроенергії, що також призводить до зростання витрат.

Таким чином, існує безліч факторів, які можуть впливати на зростання витрат на електроенергію в агропромислових підприємствах. Визначення і аналіз цих факторів є критично важливими для ефективного управління

енергетичними ресурсами, зниження витрат і покращення фінансових показників підприємств. Успішна стратегія енергетичного менеджменту повинна враховувати ці чинники і забезпечити оптимізацію витрат на електрику через впровадження сучасних технологій, модернізацію обладнання та активне управління енергоспоживанням [7].

Таблиця 2.4

Фактори, що впливають на зростання витрат на електроенергію в агропромислових підприємствах

Фактор	Опис	Приклад
Зміни в тарифах на електроенергію	Підвищення вартості електричної енергії через зміни на ринку, політику держави або коливання цін на сировину.	Підвищення тарифів на електрику внаслідок енергетичної кризи.
Застаріле електротехнічне обладнання	Низький коефіцієнт корисної дії старих систем, що призводить до перевитрат електроенергії.	Використання старих електродвигунів з низьким ККД.
Інтенсивність виробничих процесів	Зростання обсягів виробництва, що веде до більшого споживання електричної енергії.	Розширення виробничих потужностей або запуск нових ліній.
Недостатня автоматизація	Відсутність автоматизованих систем управління енергоспоживанням, що призводить до нерегулярного використання електроенергії.	Ручне управління електросистемами без автоматизації.
Зміни в законодавстві	Введення нових норм або правил, що впливають на вартість електроенергії або вимоги до енергоефективності.	Нові екологічні норми, що вимагають модернізації обладнання.
Зовнішні економічні умови	Вплив інфляції, коливань валютних курсів або глобальних економічних криз на витрати на електроенергію.	Зростання цін на енергетичні ресурси через політичні кризи.

2.4. Аналіз технічних і експлуатаційних характеристик обладнання

Технічні характеристики електротехнічного обладнання є важливим аспектом, що визначає його ефективність, надійність та безпечність експлуатації в промислових умовах. Вимоги до таких характеристик зазвичай базуються на чинних стандартах, що регламентують параметри, які повинні забезпечувати оптимальну роботу електротехнічних систем. По-перше, важливим є клас безпеки, що визначає захист від електричних ударів. Електрообладнання повинно відповідати певним стандартам, які включають в себе різні класи захисту (IP-класи), що визначають рівень захисту від пилу і вологи. Відповідність цим вимогам є критично важливою для запобігання аваріям та забезпечення безпеки працівників. По-друге, електротехнічне обладнання повинно мати відповідні параметри потужності, які визначають його здатність працювати під певними навантаженнями. Важливими показниками є номінальна потужність, споживана потужність та ефективність перетворення електричної енергії. Високий коефіцієнт корисної дії (ККД) є важливим критерієм, оскільки він безпосередньо впливає на енергоспоживання підприємства. Обладнання з високим ККД дозволяє знизити витрати на електроенергію та підвищити загальну ефективність виробничих процесів. По-третє, важливою вимогою є надійність і довговічність обладнання. Виробники повинні проводити тестування на стійкість до механічних і термічних впливів, а також до впливу агресивних середовищ. Дослідження на зносостійкість та тривалість експлуатації без технічних збоїв є важливими для забезпечення безперебійної роботи підприємства. Також необхідно враховувати вимоги до монтажу та експлуатації, які мають бути простими і зрозумілими для обслуговуючого персоналу. По-четверте, сучасні електротехнічні системи повинні бути адаптованими до автоматизації процесів управління. Вимоги до інтеграції з системами автоматизованого управління (САУ) та можливість підключення до мережі Інтернет для моніторингу та дистанційного керування є важливими

аспектами сучасного обладнання. Це дозволяє зменшити витрати на енергоспоживання та підвищити рівень контролю за експлуатацією. Крім того, електротехнічне обладнання повинно відповідати вимогам до екологічності. Вибір матеріалів, які використовуються у виробництві, а також технології, що застосовуються для зменшення викидів забруднюючих речовин, є важливими критеріями для сучасного обладнання. Виробники повинні враховувати вимоги екологічних стандартів, що сприяють зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище [8].

Отже, вимоги до технічних характеристик електротехнічного обладнання є різноманітними і включають в себе аспекти безпеки, ефективності, надійності, автоматизації та екологічності. Відповідність цим вимогам дозволяє забезпечити ефективну та безпечну експлуатацію електротехнічних систем в агропромислових підприємствах, що, в свою чергу, сприяє підвищенню продуктивності та зменшенню витрат.

Таблиця 2.5

Вимоги до технічних характеристик електротехнічного обладнання

Параметр	Опис	Приклади
Клас безпеки	Визначає захист від електричних ударів та впливу зовнішнього середовища	IP-класи (IP54, IP65)
Номинальна потужність	Максимальна потужність, яку може споживати обладнання без ризику пошкодження	5 кВт, 10 кВт
Коефіцієнт корисної дії (ККД)	Відношення корисної потужності до споживаної	90%, 95%
Надійність	Стійкість обладнання до механічних і термічних впливів	Тривалість безвідмовної роботи: 10,000 годин
Адаптація до автоматизації	Можливість інтеграції в системи автоматизованого управління	Підключення до SCADA
Екологічність	Вимоги до використання екологічно чистих матеріалів та технологій	Викиди CO ₂ , використання перероблених матеріалів

Ефективність обладнання в електротехнічних системах безпосередньо залежить від умов експлуатації, які можуть істотно впливати на його продуктивність і тривалість служби. Одним із ключових факторів, що визначають цю ефективність, є температура навколишнього середовища.

Високі температури можуть призводити до перегріву компонентів, що, в свою чергу, може спричинити зниження їхньої продуктивності та скорочення терміну служби. Наприклад, електродвигуни, які працюють у жарких умовах без належного охолодження, можуть демонструвати знижену ефективність через підвищене тертя та втрати енергії. Наступним важливим фактором є вологість повітря. Висока вологість може викликати корозію електричних компонентів, що зменшує їх надійність і може призвести до частих поломок. Наприклад, трансформатори, які експлуатуються в умовах підвищеної вологості, потребують додаткового захисту, щоб уникнути короткого замикання та інших електричних проблем. Крім того, на ефективність впливають також пил і забруднення, які можуть накопичуватися на поверхні обладнання, заважаючи його нормальному функціонуванню та охолодженню. Умови електромагнітного впливу також грають важливу роль у визначенні ефективності електротехнічного обладнання. Високий рівень електромагнітного випромінювання може заважати коректній роботі чутливих пристроїв, таких як контролери та датчики, що призводить до збоїв у роботі системи. Для забезпечення стабільної роботи обладнання важливо враховувати ці фактори під час проектування систем, включаючи використання екранованих кабелів та якісних матеріалів, які здатні витримувати електромагнітні перешкоди. Крім того, регулярне обслуговування обладнання також суттєво впливає на його ефективність. Своєчасна заміна зношених компонентів, очищення від пилу та забруднень, а також перевірка з'єднань допомагають підтримувати робочі параметри на оптимальному рівні. Наприклад, у промислових електродвигунах регулярна перевірка та обслуговування підшипників можуть значно зменшити тертя, що покращує загальну ефективність та знижує споживання електроенергії. Не менш важливим є й аспект навантаження на обладнання. Перевантаження може призвести до його швидшого зносу і підвищення енергоспоживання. Наприклад, якщо електродвигун постійно працює на межі своєї потужності, це може викликати перегрів та зниження ККД. Важливо дотримуватися

рекомендацій виробника щодо допустимого навантаження для забезпечення стабільної роботи.

На завершення, ефективність електротехнічного обладнання залежить від багатьох умов експлуатації, включаючи температуру, вологість, рівень забруднення, електромагнітний вплив і регулярність обслуговування. Правильний підбір обладнання відповідно до специфіки експлуатаційних умов і своєчасне обслуговування можуть суттєво підвищити продуктивність та надійність електротехнічних систем [10].

2.5. Вплив застарілих технологій на продуктивність підприємства

Старі технології в електротехнічних системах значно впливають на енергоефективність підприємств, що, в свою чергу, негативно позначається на їхній конкурентоспроможності та економічній стійкості. По-перше, застарілі технології часто характеризуються низьким коефіцієнтом корисної дії (ККД). Це означає, що велика частина споживаної електроенергії витрачається на тепло, а не на виконання корисної роботи. Наприклад, електродвигуни старих конструкцій мають нижчі значення ККД у порівнянні з сучасними моделями, що веде до значних втрат енергії під час роботи. Унаслідок цього підприємства змушені витрачати більше коштів на електроенергію, що суттєво впливає на їх фінансові показники. По-друге, старі технології зазвичай не мають інтегрованих систем моніторингу та контролю енергоспоживання, що ускладнює управління енергетичними витратами. Без своєчасного моніторингу енергоспоживання підприємства можуть не помічати критичні моменти, коли енергія витрачається неефективно. Наприклад, незважаючи на зростання споживання енергії, робота обладнання може залишатися на одному рівні, що вказує на втрати, які не були зафіксовані. Це створює додаткові витрати на електроенергію, адже підприємство не здатне вчасно вжити заходів для їх скорочення. По-третє, застарілі технології часто не відповідають сучасним стандартам енергоефективності. Вимоги до енергоефективності постійно змінюються, і якщо підприємства не модернізують своє обладнання, вони ризикують втратити частку ринку через високу вартість енергоспоживання. Сьогодні існує безліч нових рішень, які дозволяють значно знижувати витрати на електроенергію. Наприклад, заміна традиційних ламп розжарювання на світлодіодні освітлювальні прилади може знизити споживання електроенергії до 80%. Відмова від старих технологій у на користь нових може призвести до значного зниження витрат на електрику. По-четверте, застарілі технології можуть впливати на надійність та безпеку електротехнічних систем. Старі системи часто піддаються частим поломкам,

що призводить до простоїв у виробництві. Витрати на виправлення таких поломок також істотно збільшують загальні енергетичні витрати, оскільки, поки обладнання не працює, підприємство не тільки втрачає продукцію, а й витрачає ресурси на відновлення роботи системи. Такі ситуації створюють додаткові витрати, які не піддаються обліку в стандартних фінансових звітах.

Загалом, негативний вплив старих технологій на енергоефективність підприємств є складним явищем, що охоплює численні аспекти, від низької продуктивності та високих витрат на електроенергію до зниження надійності обладнання. Підприємствам важливо вжити заходів щодо модернізації своїх технологій та впровадження нових рішень, які дозволять підвищити енергоефективність, знизити витрати та підвищити конкурентоспроможність на ринку. Інвестиції в сучасні технології можуть забезпечити не лише зниження витрат, а й зростання продуктивності, що в результаті позитивно вплине на загальний фінансовий стан підприємства [9].

Використання застарілого обладнання на підприємствах часто призводить до зниження продуктивності, що може негативно позначатися на конкурентоспроможності і фінансових показниках компаній. По-перше, застарілі системи не здатні забезпечити необхідний рівень ефективності в сучасних умовах виробництва. Вони часто працюють повільніше, ніж нові технології, що призводить до затримок у виконанні замовлень. Це особливо критично в умовах швидко змінюваного ринку, де вчасна доставка продукції є ключовим чинником успіху. Наприклад, підприємства, що використовують старі верстати, можуть відчувати труднощі з досягненням бажаного обсягу виробництва, в той час як конкуренти, що інвестують у новітнє обладнання, можуть швидше реагувати на зміни попиту. По-друге, застаріле обладнання часто потребує більше часу на налаштування та обслуговування. Коли виробничі процеси залежать від старих технологій, часто виникають проблеми, пов'язані з їхньою надійністю. Часті поломки та необхідність у ремонті призводять до збільшення простоїв, що, в свою чергу, знижує загальну продуктивність підприємства. Наприклад, якщо електродвигун, який працює

на підприємстві, виходить з ладу, його ремонт може зайняти декілька днів, під час яких виробництво зупиняється. Це не лише призводить до прямих фінансових втрат через невиконання плану, а й може негативно вплинути на репутацію компанії, оскільки замовники можуть обрати конкурентів, які здатні забезпечити стабільніші терміни поставки. По-третє, застаріле обладнання часто не відповідає сучасним стандартам якості продукції. Це може призводити до того, що кінцевий продукт має низьку якість, що негативно впливає на задоволеність клієнтів і, відповідно, на повторні замовлення. Коли продукція не відповідає очікуванням споживачів, підприємства стикаються з труднощами в утриманні старих клієнтів і залученні нових. Погана якість може також призвести до витрат на повернення продукції, що ще більше знижує прибутковість. Крім того, використання застарілого обладнання часто супроводжується високими витратами на енергію. Старі системи, як правило, мають низький коефіцієнт корисної дії (ККД), що призводить до більшого споживання електрики для досягнення тих же результатів. Ці додаткові витрати можуть зменшувати фінансові ресурси, доступні для інвестицій у нові технології, створюючи замкнуте коло, в якому підприємство не може модернізувати своє обладнання через обмежені фінансові можливості. Необхідність у постійному ремонті та обслуговуванні також може призвести до збільшення витрат на персонал, оскільки працівники повинні витратити більше часу на усунення несправностей, а не на продуктивну діяльність. Це знижує загальну ефективність використання трудових ресурсів, що також впливає на продуктивність.

Таким чином, зниження продуктивності через використання застарілого обладнання є серйозною проблемою для багатьох підприємств. Це призводить до затримок у виробництві, низької якості продукції, підвищених витрат на енергію та обслуговування, а також до втрати клієнтів через незадовільні результати. Інвестиції в нові технології і модернізація виробничих потужностей є критично важливими для підвищення продуктивності,

зниження витрат і підвищення конкурентоспроможності підприємств на ринку [6].

Висновки до розділу 2.

У процесі дослідження основних аспектів, що стосуються структури та функціонування електротехнічного обладнання в агропромислових підприємствах, було проаналізовано безліч чинників, що впливають на енергоефективність, витрати електроенергії та продуктивність. На основі результатів проведеного аналізу можна виділити кілька ключових висновків. По-перше, важливо зазначити, що електротехнічна система підприємства складається з багатьох компонентів, кожен з яких виконує свою специфічну роль. Ці компоненти включають в себе генератори, трансформатори, електродвигуни, системи автоматизації та контролю, а також різноманітні електроінструменти. Правильна організація та інтеграція цих елементів є запорукою стабільної роботи підприємства та забезпечення його енергетичної незалежності. Далі, класифікація обладнання за функціональним призначенням є важливим аспектом, що дозволяє оптимізувати його використання. Наприклад, електроінструменти для механічного ремонту, діагностики, тестування та автоматизованого обслуговування мають свої особливості, які впливають на ефективність їх роботи. Забезпечення відповідності обладнання сучасним вимогам та технологіям є критично важливим для підвищення продуктивності та зниження витрат на енергоспоживання. Аналіз енергоспоживання на виробничих дільницях виявив, що автоматизація процесів значно впливає на енергоефективність. Високий рівень автоматизації дозволяє зменшити витрати енергії за рахунок зменшення людського фактору, а також оптимізації технологічних процесів. Системи автоматизації можуть контролювати споживання електроенергії, регулюючи його відповідно до потреб виробництва, що дозволяє уникнути надмірних витрат. Важливим аспектом є також аналіз витрат на електроенергію. Встановлено, що основними чинниками, що впливають на зростання витрат, є застаріле обладнання, яке не відповідає сучасним стандартам енергоефективності. Витрати на електроенергію можуть значно

знижуватися при модернізації устаткування та впровадженні енергоощадних технологій. Цей аспект є особливо актуальним для агропромислових підприємств, де часто використовуються старі технології. Ефективність обладнання залежить не лише від його технічних характеристик, але й від умов експлуатації. Наприклад, температура, вологість та інші зовнішні фактори можуть суттєво впливати на продуктивність електротехнічних систем. Тому важливо враховувати ці чинники при плануванні та організації виробничих процесів. Дослідження також виявило негативний вплив старих технологій на енергоефективність підприємств. Використання застарілого обладнання призводить до зниження продуктивності, підвищення витрат на обслуговування та ремонти, а також збільшення споживання електроенергії. У зв'язку з цим, підприємствам рекомендується здійснити аналіз технічного стану обладнання та провести його модернізацію, щоб підвищити ефективність виробництва та зменшити витрати.

На завершення, результати цього розділу підкреслюють необхідність комплексного підходу до аналізу та модернізації електротехнічного обладнання в агропромислових підприємствах. Запровадження нових технологій, модернізація старого обладнання, оптимізація енергоспоживання та підвищення рівня автоматизації є ключовими факторами, що сприятимуть підвищенню енергоефективності, зниженню витрат на електроенергію та покращенню загальної продуктивності. Це, в свою чергу, сприятиме сталому розвитку агропромислового сектору, підвищенню його конкурентоспроможності та забезпеченню енергетичної незалежності.

РОЗДІЛ 3.

Методики підвищення енергоефективності

3.1. Сучасні підходи до підвищення енергоефективності в промисловості

Інтеграція енергоефективних технологій у виробничі процеси є ключовим аспектом сучасного управління енергетичними ресурсами на підприємствах. Цей процес передбачає впровадження інноваційних рішень, спрямованих на зниження витрат енергії, підвищення продуктивності та забезпечення сталого розвитку. Першочерговим завданням інтеграції є оптимізація використання енергетичних ресурсів на всіх етапах виробництва. Це може включати як модернізацію існуючого обладнання, так і впровадження нових технологій, які дозволяють досягти високих показників енергоефективності. Одним із найважливіших напрямків є автоматизація процесів, що забезпечує точне регулювання споживання енергії залежно від виробничих потреб. Автоматизовані системи управління, зокрема, можуть контролювати енергоспоживання в режимі реального часу, що дає змогу оперативно реагувати на зміни у виробничих умовах. Додатково, варто зазначити, що інтеграція енергоефективних технологій передбачає навчання персоналу та підвищення їхньої обізнаності щодо енергозбереження. Проводячи тренінги та семінари, підприємства можуть формувати у співробітників відповідальне ставлення до енергетичних ресурсів, що в свою чергу вплине на зниження витрат і підвищення ефективності виробництва. Наприклад, робітники можуть бути навчені використовувати обладнання в оптимальному режимі, що зменшує споживання енергії без шкоди для продуктивності. Серед важливих елементів інтеграції енергоефективних технологій є використання відновлювальних джерел енергії, таких як сонячні панелі та вітрові турбіни. Це не лише знижує залежність від традиційних джерел енергії, але й допомагає зменшити викиди вуглецю, що є важливим для охорони навколишнього середовища. Окрім того, енергоефективні технології можуть включати в себе системи рекуперації енергії, що дозволяють

використовувати відпрацьовану енергію для підігріву, освітлення або інших потреб виробництва. Такі рішення, як теплонасосні системи, також можуть суттєво знизити енергетичні витрати, забезпечуючи ефективне використання енергії. Переваги інтеграції енергоефективних технологій також проявляються у покращенні конкурентоспроможності підприємства. Зниження витрат на енергію дозволяє зменшити собівартість продукції, що в свою чергу підвищує прибутковість бізнесу. Підприємства, які активно впроваджують енергоощадні рішення, можуть не лише економити ресурси, але й покращувати свій імідж на ринку, демонструючи соціальну відповідальність та екологічну свідомість.

Нарешті, важливо зазначити, що інтеграція енергоефективних технологій у виробничі процеси є не одноразовою дією, а постійним процесом, що вимагає регулярного моніторингу та вдосконалення. Для досягнення максимальних результатів підприємства повинні адаптувати свої стратегії в залежності від змін у технологіях, ринку та законодавстві. Таким чином, інтеграція енергоефективних технологій не лише сприяє зниженню витрат та покращенню продуктивності, але й забезпечує довгострокову стійкість і успішність підприємства в умовах сучасної економіки [13].

Використання стандартів енергоефективності та екологічних норм є критично важливим аспектом управління енергетичними ресурсами в сучасному виробництві. Ці стандарти сприяють не лише підвищенню ефективності використання енергії, але й захисту навколишнього середовища, що стає дедалі актуальнішим у зв'язку з глобальними змінами клімату та зростанням попиту на енергію. Впровадження таких стандартів на підприємствах допомагає зменшити споживання електроенергії, покращити якість продукції та знизити екологічні ризики. Одним з основних стандартів, що регулюють енергоефективність, є ISO 50001, який надає організаціям методологію для встановлення системи управління енергетичними ресурсами. Він дозволяє компаніям визначати базові рівні споживання енергії, встановлювати цілі щодо її зниження та впроваджувати заходи для досягнення

цих цілей. Дослідження показують, що підприємства, які впроваджують ISO 50001, можуть досягати зниження споживання енергії на 10-30% у перші три роки, що позитивно позначається на їхній фінансовій стабільності. Крім того, стандарти енергоефективності включають вимоги до проектування та експлуатації обладнання, що дозволяє забезпечити оптимальні умови для його роботи. Наприклад, сертифікація енергетичної ефективності для електроприладів, таких як двигуни та трансформатори, передбачає, що ці пристрої повинні відповідати певним критеріям, що знижують енергоспоживання. Це не тільки знижує витрати на електроенергію, але й подовжує термін служби обладнання. Екологічні норми, у свою чергу, спрямовані на зменшення викидів забруднюючих речовин в атмосферу, водні об'єкти та ґрунт. Підприємства, які дотримуються екологічних норм, зобов'язані впроваджувати технології очищення викидів, а також використовувати сировину та енергію з максимальною ефективністю. Наприклад, впровадження системи очищення газів, які утворюються під час виробничих процесів, може значно знизити рівень викидів шкідливих речовин і відповідно відповідати вимогам міжнародних екологічних стандартів. Важливим аспектом є також постійний моніторинг дотримання стандартів та норм. Підприємства повинні регулярно проводити аудит своїх енергетичних процесів і екологічних впливів, щоб виявити можливі недоліки та розробити стратегії для їх усунення. Це може включати впровадження нових технологій, навчання персоналу, а також проведення інформаційних кампаній щодо важливості енергозбереження та дотримання екологічних норм. Важливо відзначити, що дотримання стандартів енергоефективності та екологічних норм не лише позитивно впливає на репутацію підприємства, але й забезпечує конкурентні переваги на ринку. Споживачі все більше віддають перевагу компаніям, які демонструють відповідальність за навколишнє середовище і активно працюють над зниженням свого екологічного сліду. Отже, інтеграція цих стандартів у виробничі процеси є не лише обов'язком для багатьох підприємств, але й важливою складовою їхнього стратегічного розвитку.

Загалом, використання стандартів енергоефективності та екологічних норм є необхідним кроком для підприємств, які прагнуть підвищити свою конкурентоспроможність та відповідальність за навколишнє середовище. Вони допомагають не лише знизити витрати, але й покращити імідж компанії, забезпечуючи сталий розвиток і довгострокові результати. В умовах зростаючого тиску з боку державних регуляторів, споживачів та суспільства, підприємствам необхідно адаптувати свої стратегії до нових реалій, впроваджуючи енергоефективні технології та дотримуючись екологічних норм [11].

Таблиця 3.1

Основні стандарти енергоефективності та екологічних норм для виробництв

Назва стандарту/нормативу	Опис	Переваги для підприємства
ISO 50001	Стандарт системи управління енергетичними ресурсами.	Зниження споживання енергії на 10-30%; підвищення фінансової стабільності.
ISO 14001	Стандарт системи екологічного управління.	Покращення екологічної ефективності; зменшення викидів та негативного впливу на навколишнє середовище.
EN 16001	Європейський стандарт для систем управління енергією.	Підвищення енергоефективності; відповідність вимогам регуляторів.
DIN V 18599	Німецький стандарт для оцінки енергоефективності будівель.	Оптимізація енергоспоживання в будівлях; зменшення витрат на опалення та охолодження.
ASHRAE 90.1	Стандарт енергетичної ефективності для комерційних будівель.	Зниження споживання електроенергії; підвищення комфорту для споживачів.
IEC 62000	Міжнародний стандарт для енергоефективності електротехнічних систем.	Збільшення надійності обладнання; зменшення енергетичних витрат.

3.2. Автоматизація процесів для оптимізації споживання енергії

Системи автоматичного контролю енергоспоживання є важливим елементом сучасних виробництв, які прагнуть підвищити свою енергоефективність і зменшити витрати на електроенергію. Ці системи дозволяють здійснювати моніторинг, управління та аналіз енергоспоживання в реальному часі, що є критично важливим для оптимізації виробничих процесів. Основними компонентами таких систем є датчики, програмне забезпечення, контрольні панелі, а також системи збору та обробки даних. Перш ніж впровадити систему автоматичного контролю, важливо провести аналіз енергетичних потреб підприємства. Це передбачає оцінку існуючих рівнів споживання енергії, виявлення пікових навантажень, а також визначення періодів найвищого споживання. Такі дані є основою для налаштування системи, що дозволяє зменшити витрати та покращити управління енергетичними ресурсами. Системи автоматичного контролю забезпечують не лише моніторинг, а й можливість управління енергоспоживанням на основі даних, отриманих з різних джерел. Наприклад, автоматизація може включати регулювання роботи обладнання в залежності від навантаження або часу доби, що дозволяє знижувати витрати на енергію під час неактивних періодів. Інтеграція систем автоматичного контролю енергоспоживання з іншими інформаційними системами підприємства також є важливою складовою. Це дозволяє забезпечити синхронізацію даних та управлінських рішень. Завдяки цьому, менеджери отримують можливість оперативно реагувати на зміни в споживанні енергії, адаптувати виробничі графіки та проводити планові заходи з оптимізації. Важливим аспектом є також можливість дистанційного моніторингу, що дозволяє контролювати споживання енергії з будь-якої точки світу. Системи автоматичного контролю можуть бути адаптовані під специфічні потреби підприємства. Наприклад, у виробництвах, де використовується велика кількість електричних моторів, можна інтегрувати системи моніторингу, що вимірюють їх енерговитрати. Ці

дані допомагають визначити, які мотори працюють неефективно, і вжити відповідних заходів, таких як їх модернізація або заміна на більш енергоефективні аналоги. Впровадження автоматизованих систем контролю дозволяє також знижувати ризики, пов'язані з несанкціонованим використанням енергії. Завдяки інтегрованим системам безпеки, можна запобігти несанкціонованому доступу до енергетичних ресурсів. Підприємства отримують можливість не лише моніторити споживання, а й проводити його аналіз, виявляючи тренди і закономірності. Ця інформація є важливою для стратегічного планування і розвитку підприємства.

Загалом, системи автоматичного контролю енергоспоживання суттєво підвищують енергоефективність підприємств, сприяють зниженню витрат на електроенергію та поліпшенню управлінських процесів. Інвестиції в такі системи часто окупаються в короткий термін, завдяки значному зменшенню енергетичних витрат. Вони не лише покращують загальні фінансові показники підприємства, але й сприяють зменшенню екологічного впливу, що стає особливо важливим у контексті сучасних глобальних викликів. Таким чином, впровадження автоматичних систем контролю енергоспоживання є важливим кроком на шляху до сталого розвитку та енергетичної незалежності підприємств [15].

Таблиця 3.2

Основні компоненти систем автоматичного контролю енергоспоживання

Компонент	Опис	Приклад застосування
Датчики	Пристрої, що вимірюють споживання електроенергії, температуру, вологість та інші параметри.	Датчики потужності для моніторингу навантаження.
Контрольні панелі	Інтерфейси для управління системами та відображення даних.	Сенсорні панелі для налаштування режимів роботи обладнання.
Програмне забезпечення	Платформи для обробки даних, аналізу споживання енергії та генерації звітів.	Програмне забезпечення для моніторингу енергоспоживання в реальному часі.
Системи збору даних	Механізми, що збирають інформацію з датчиків та передають її на обробку.	Модулі збору даних, які інтегруються з IoT-платформами.

Системи управління	Механізми, що автоматично коригують енергоспоживання на основі отриманих даних.	Автоматизовані системи, які вимикають непотрібні пристрої в неактивні періоди.
Системи безпеки	Засоби для захисту від несанкціонованого доступу до енергетичних ресурсів.	Біометричні або карткові системи доступу до енергетичних установок.
Комунікаційні модулі	Пристрої, що забезпечують зв'язок між компонентами системи та зовнішніми мережами.	Wi-Fi або Ethernet модулі для інтеграції в існуючі мережі.

3.3. Впровадження енергоощадних технологій на підприємстві

Впровадження енергоощадних технологій на підприємствах є ключовим фактором у сучасному виробництві, адже це не лише знижує витрати на енергію, але й підвищує загальну ефективність виробничих процесів. Однією з найважливіших складових цих технологій є використання енергоощадних двигунів та систем управління, які дозволяють оптимізувати споживання електроенергії. Сьогодні енергоощадні двигуни відіграють центральну роль у модернізації виробництв, оскільки вони забезпечують високу продуктивність при значному зниженні витрат електроенергії. Енергоощадні електродвигуни, зокрема, розробляються відповідно до міжнародних стандартів, таких як ІЕ3 та ІЕ4, які визначають їх енергоефективність. Ці двигуни характеризуються зниженою споживаною потужністю при збереженні високої продуктивності. Вони зазвичай мають поліпшені магнітні матеріали, що забезпечують менші втрати енергії при трансформації електричної енергії в механічну. Окрім того, застосування сучасних технологій, таких як векторне керування, дозволяє забезпечити високий крутний момент на малих швидкостях, що є особливо важливим для виробничих процесів, де потрібна точна регуляція. Системи управління також займають важливе місце в енергоощадних технологіях. Завдяки використанню автоматизованих систем управління, підприємства можуть контролювати і оптимізувати енергоспоживання в режимі реального часу. Це дає змогу здійснювати моніторинг роботи двигунів, виявляти надмірні витрати електроенергії та оперативно реагувати на можливі збої в роботі. Крім того, системи управління можуть аналізувати дані про енергоспоживання, що дозволяє приймати зважені рішення щодо модернізації обладнання та впровадження нових технологій. Енергоощадні двигуни та системи управління не лише знижують витрати підприємств, але й позитивно впливають на екологічну ситуацію. Зменшення споживання електроенергії приводить до зниження викидів вуглецю та інших забруднюючих речовин, що є важливим аспектом сталого розвитку. Багато підприємств, які впроваджують

енергоощадні технології, отримують додаткові переваги у вигляді зменшення ризиків, пов'язаних із зростанням цін на енергоносії. Таким чином, інвестиції в енергоощадні рішення окупаються швидше завдяки зниженню експлуатаційних витрат. Прикладом успішного впровадження енергоощадних двигунів може бути підприємство, яке виробляє товари повсякденного попиту. Після модернізації обладнання та впровадження енергоощадних двигунів, підприємство змогло знизити витрати на електроенергію на 30%, що значно вплинуло на фінансові показники компанії. Завдяки системам управління, вони також змогли оптимізувати процеси виробництва, зменшивши витрати часу на виконання операцій.

Таким чином, впровадження енергоощадних двигунів і систем управління є не лише питанням економії енергії, а й важливою складовою сучасного виробництва, яка забезпечує конкурентоспроможність підприємств на ринку. З огляду на зростаючі вимоги до енергоефективності та екологічності, підприємства, які впроваджують ці технології, отримують вагомні переваги, що в подальшому підвищує їхні шанси на успіх у глобальному бізнес-середовищі [14].

Таблиця 3.4

Порівняння характеристик енергоощадних двигунів та традиційних двигунів

Параметр	Енергоощадні двигуни	Традиційні двигуни
Клас енергоефективності	IE3, IE4	IE1, IE2
Витрати електроенергії	Знижені на 20-40%	Стандартні
Втрата енергії	Низька (покращені магнітні матеріали)	Висока
Максимальний крутний момент	Високий на малих швидкостях	Залежить від обертів
Системи управління	Інтелектуальні системи управління	Прості системи
Вплив на екологію	Знижує викиди CO ₂	Вищі викиди CO ₂
Термін служби	Більший	Менший
Вартість	Вища початкова	Нижча початкова
Окупність	Швидка (1-3 роки)	Довгострокова

3.4. Моніторинг і контроль енергоспоживання

Системи моніторингу енергоспоживання у реальному часі набувають все більшої популярності в промисловості, оскільки вони дозволяють підприємствам здійснювати контроль за використанням енергії на всіх етапах виробничого процесу. Такі системи забезпечують збір даних про споживання електроенергії в режимі реального часу, що дозволяє оперативно реагувати на зміни в енергетичних витратах і вжити заходів для їх оптимізації. Використання систем моніторингу енергоспоживання допомагає не тільки зменшити витрати на електроенергію, але й підвищити загальну ефективність виробництва. Основним компонентом системи моніторингу є спеціалізоване обладнання, яке включає сенсори, прилади обліку та системи збору даних. Сенсори встановлюються на ключових ділянках електричних мереж і устаткування для вимірювання споживаної потужності, напруги, струму та інших параметрів. Зібрані дані передаються на центральний процесор або в хмарні платформи, де проводиться їх аналіз. Завдяки цьому, підприємства отримують можливість не лише моніторити поточний стан енергоспоживання, але й виявляти аномалії, які можуть свідчити про неефективність використання електроенергії. Системи моніторингу можуть бути інтегровані з програмним забезпеченням для управління енергетичними ресурсами, що дозволяє отримувати графіки та звіти про споживання енергії. Це дає можливість аналізувати дані за різні періоди, виявляти тенденції та прогнозувати витрати на електроенергію. Наприклад, якщо виявлено, що споживання енергії різко зросло у певний час доби, можна дослідити причини цього зростання і вжити заходів для його зменшення. Однією з важливих переваг систем моніторингу є можливість дистанційного управління. Це означає, що керівники підприємств можуть отримувати дані про енергоспоживання з будь-якої точки світу, що значно полегшує управління енергетичними ресурсами. Завдяки цим системам, можливе не тільки виявлення та усунення неефективності в енергоспоживанні, але й зменшення

ризика виникнення аварійних ситуацій, пов'язаних із перевантаженням електричних мереж. Також системи моніторингу можуть бути використані для впровадження заходів з енергозбереження. Зібрані дані дозволяють розробити стратегії для зменшення споживання енергії, наприклад, шляхом оптимізації роботи обладнання або впровадження енергоощадних технологій. Системи можуть автоматично регулювати споживання енергії в залежності від навантаження, зменшуючи витрати під час пікових навантажень та підвищуючи ефективність використання ресурсів. Крім того, системи моніторингу енергоспоживання у реальному часі допомагають підприємствам виконувати екологічні норми та зобов'язання. Вони дозволяють зменшити викиди вуглекислого газу шляхом зниження споживання енергії, що, в свою чергу, підвищує екологічну відповідальність підприємства. Це може бути важливо як для підтримки позитивного іміджу компанії, так і для виконання вимог законодавства.

Таким чином, системи моніторингу енергоспоживання у реальному часі є важливим інструментом для підвищення енергоефективності в промисловості. Вони забезпечують детальний контроль за споживанням електроенергії, дозволяють виявляти проблеми та розробляти стратегії для їх усунення, що сприяє оптимізації витрат на енергетичні ресурси. Завдяки цьому, підприємства можуть не лише економити кошти, але й підвищувати свою конкурентоспроможність на ринку [15].

Таблиця 3.6

Основні компоненти системи моніторингу енергоспоживання

Компонент	Опис	Приклади
Сенсори	Прилади для вимірювання електричних параметрів (потужність, напруга, струм)	Поточні трансформатори, аналізатори енергетики
Прилади обліку	Обладнання для збору та запису даних про споживання електроенергії	Лічильники електроенергії
Центральний процесор	Пристрій або програмне забезпечення, яке обробляє дані від сенсорів та приладів обліку	PLC (програмовані логічні контролери), SCADA-системи
Програмне забезпечення	Системи для аналізу, візуалізації даних та управління енергоспоживанням	ПЗ для моніторингу енергетичних витрат

Комунікаційні модулі	Пристрої для передачі даних між компонентами системи (можуть включати бездротові технології)	Модулі Wi-Fi, Zigbee, LoRa
Інтерфейс користувача	Платформа для відображення інформації, налаштування системи та управління енергоспоживанням	Веб-додатки, мобільні додатки

3.5. Вибір оптимальних рішень для модернізації обладнання

Вибір оптимальних рішень для модернізації обладнання є критично важливим етапом, який може суттєво вплинути на енергоефективність виробництва. У цьому контексті важливо визначити критерії, які слід враховувати при виборі нового або модернізованого обладнання. Першим критерієм є енергоефективність самого обладнання, що передбачає його споживання енергії в одиницю продукції. Важливо звертати увагу на клас енергоефективності, зазначений на етикетках, та енергетичні паспорти, які свідчать про реальні показники енергоспоживання. Чим вищий клас енергоефективності, тим менше енергії буде витрачатися на виконання тих же завдань, що позитивно вплине на витрати підприємства. Другим критерієм є вартість обладнання та його експлуатаційні витрати. Важливо провести аналіз витрат на придбання, установку та обслуговування обладнання. Часто на початкові інвестиції можуть вплинути додаткові витрати на налаштування, навчання персоналу та технічне обслуговування. Тому важливо врахувати не лише ціну покупки, а й повну вартість володіння обладнанням за весь його життєвий цикл. Третій критерій стосується сумісності нового обладнання з існуючими системами та технологічними процесами. Це дозволяє уникнути додаткових витрат на переобладнання або інтеграцію нових систем. Сумісність може також вплинути на швидкість і простоту впровадження нових технологій, що є важливим для забезпечення безперервності виробництва. Четвертим важливим аспектом є надійність та термін служби обладнання. Вибір надійного виробника, який надає гарантії та сервісне обслуговування, може значно зменшити ризики поломок і зупинок у виробництві. Потрібно також врахувати наявність запасних частин та обслуговуючого персоналу, який може швидко усунути несправності.

Крім того, варто врахувати екологічні аспекти. Сучасне обладнання повинно відповідати екологічним стандартам і вимогам щодо безвідходних технологій. Це не лише сприяє зменшенню негативного впливу на навколишнє

середовище, а й може позитивно вплинути на імідж підприємства в очах споживачів і партнерів. Необхідно також враховувати вплив обладнання на робоче середовище. Зручність для операторів, рівень шуму, викиди забруднюючих речовин та інші фактори можуть вплинути на здоров'я працівників і їхню продуктивність. Комфортні умови праці сприяють підвищенню ефективності, що є важливим для загальної продуктивності підприємства. Зрештою, важливо звертати увагу на інноваційні технології. Вибір обладнання, яке використовує передові рішення у сфері автоматизації, управління даними та енергозбереження, може суттєво підвищити ефективність роботи підприємства. Це дозволить оптимізувати виробничі процеси, знизити витрати та збільшити конкурентоспроможність на ринку.

Отже, вибір оптимальних рішень для модернізації обладнання потребує комплексного підходу, де критеріями є енергоефективність, витрати, сумісність, надійність, екологічні аспекти, вплив на робоче середовище та інноваційні технології. Правильний вибір дозволить значно підвищити ефективність виробництва, зменшити витрати на енергію та забезпечити екологічну стійкість підприємства [13].

Таблиця 3.8

Критерії вибору обладнання для підвищення енергоефективності

Критерії	Опис	Приклади
Енергоефективність	Клас енергоефективності та енергоспоживання в одиницю продукції.	Вибір обладнання з класом A++
Вартість	Первісна вартість, експлуатаційні витрати, повна вартість володіння.	Порівняння цін на нові та модернізовані двигуни
Сумісність	Сумісність з існуючими системами та технологічними процесами.	Інтеграція нових насосів у вже наявну систему
Надійність	Надійність обладнання, гарантії та сервісне обслуговування.	Вибір виробників з позитивними відгуками та гарантією
Екологічні аспекти	Відповідність екологічним стандартам, безвідходні технології.	Обладнання, що не забруднює повітря та воду
Вплив на робоче середовище	Зручність для операторів, рівень шуму, викиди забруднюючих речовин.	Вибір тихого обладнання для зменшення шумового забруднення

Інноваційні технології	Використання нових рішень у автоматизації та енергозбереженні.	Автоматизовані системи керування енергоспоживанням
------------------------	--	--

Висновки до розділу 3.

У третьому розділі роботи було детально розглянуто питання впровадження енергоефективних технологій на підприємствах, що є важливим аспектом для підвищення продуктивності та зменшення витрат на енергоспоживання. Враховуючи сучасні виклики, з якими стикається промисловість, зокрема зростання цін на енергоносії та глобальні екологічні проблеми, важливість цих технологій не можна переоцінити. Перш за все, інтеграція енергоефективних технологій у виробничі процеси дозволяє підприємствам значно знизити витрати на електроенергію. Наприклад, впровадження енергоощадних двигунів і систем управління не лише зменшує енергоспоживання, але й підвищує продуктивність обладнання. Вивчення стандартів енергоефективності та екологічних норм стало важливим кроком у досягненні сталого розвитку. Стандарти, такі як ISO 50001, дозволяють підприємствам систематизувати підходи до управління енергією, що в свою чергу призводить до кращих результатів у зменшенні енергетичних витрат. Одним з ключових аспектів розділу було також обговорення систем автоматичного контролю енергоспоживання. Ці системи забезпечують реальний моніторинг споживання енергії, що дозволяє вчасно виявляти й усувати недоліки. Використання інтелектуальних систем управління процесами також значно підвищує ефективність, оскільки дозволяє оптимізувати роботу всіх елементів виробництва. Важливо зазначити, що реалізація енергоощадних технологій, таких як LED-освітлення, не тільки скорочує витрати на електроенергію, але й має позитивний вплив на екологію. Перехід на енергоощадні джерела освітлення сприяє зменшенню викидів парникових газів та покращенню загальної екологічної ситуації. Крім того, зниження енергетичних витрат позитивно відображається на фінансових результатах підприємств, що в свою чергу стимулює їх до подальшого впровадження новітніх технологій. Технології моніторингу енергоспоживання в реальному часі стали важливим інструментом для управління енергетичними

ресурсами. Вони дозволяють підприємствам проводити детальний аналіз споживання електроенергії, виявляти ділянки з високими витратами та оптимізувати їх. Такі рішення сприяють не лише зменшенню витрат, але й підвищенню ефективності виробничих процесів. У розділі також обговорювались критерії вибору обладнання для підвищення енергоефективності, які повинні включати такі аспекти, як економія енергії, термін служби обладнання, вартість впровадження та екологічні переваги. Порівняльний аналіз технологічних рішень для модернізації показав, що вибір сучасного обладнання дозволяє зменшити витрати на енергоспоживання та підвищити загальну продуктивність. На основі проведених досліджень можна зробити висновок, що впровадження енергоощадних технологій є не лише необхідним, але й вигідним заходом для підприємств. Це забезпечує не тільки економічний, але й екологічний ефект, що має важливе значення у контексті глобальних екологічних проблем. Кожне підприємство, яке прагне до підвищення своєї конкурентоспроможності, повинно враховувати ці фактори при плануванні своїх інвестицій у модернізацію обладнання.

Отже, підсумовуючи, можна стверджувати, що реалізація енергоощадних технологій на підприємствах є критично важливою для зниження енергетичних витрат та підвищення загальної ефективності виробничих процесів. Це не тільки покращує фінансові показники, але й сприяє сталому розвитку бізнесу та зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище. Таким чином, енергоефективність стає важливою складовою успішної стратегії будь-якого сучасного підприємства.

РОЗДІЛ 4.

Впровадження заходів з підвищення енергоефективності

4.1. Розробка плану модернізації електротехнічного обладнання

Процес модернізації електротехнічного обладнання є складним і багатоетапним завданням, яке потребує ретельного планування та підготовки. Основними етапами підготовки до модернізації є оцінка поточного стану обладнання, визначення цілей і вимог до модернізації, розробка технічного завдання, а також складання графіка виконання робіт. Першим етапом є детальний аналіз існуючого обладнання. Необхідно провести інвентаризацію, визначити його технічний стан, рівень енергоефективності, а також можливі проблеми, які можуть виникати в процесі експлуатації. Ця інформація допоможе з'ясувати, які саме компоненти потребують заміни або модернізації, а також оцінити економічну доцільність проекту. Наступним кроком є визначення цілей модернізації. Важливо чітко сформулювати, чого саме планується досягти: зменшення витрат на енергію, покращення продуктивності, підвищення надійності обладнання або ж зменшення викидів забруднюючих речовин. Визначення цілей дозволить сконцентрувати зусилля на найбільш критичних аспектах, які потребують покращення. Після цього необхідно розробити технічне завдання на модернізацію. Це документ, у якому чітко прописуються всі вимоги до нового обладнання, критерії його вибору, а також очікувані результати. Технічне завдання має бути узгоджене з усіма зацікавленими сторонами, такими як інженери, технологи та управлінці, щоб усі аспекти модернізації були враховані. Важливо також встановити чіткі терміни виконання робіт і скласти детальний графік. На цьому етапі необхідно оцінити, які ресурси знадобляться для модернізації, зокрема фінансові, матеріальні та людські. Складення бюджету допоможе визначити можливості підприємства та уникнути перевитрат. Визначення ключових етапів виконання робіт, а також термінів їх реалізації дозволить контролювати процес модернізації і вчасно виявляти можливі затримки. Не менш важливим

етапом є вибір постачальників і підрядників. Під час цього етапу потрібно ретельно оцінити потенційних партнерів, звертаючи увагу на їх досвід, репутацію, а також можливості щодо виконання поставлених завдань. Проведення тендеру або конкурсу серед постачальників допоможе знайти оптимальні рішення за ціною і якістю. Після визначення постачальників та складання угод на постачання нового обладнання або виконання робіт, можна переходити до наступного етапу — безпосередньо до модернізації. Цей етап передбачає установку нового обладнання, його налаштування, а також проведення всіх необхідних тестів для перевірки роботи систем. Важливо забезпечити навчання персоналу для ефективного використання нових технологій та систем. Весь процес модернізації повинен супроводжуватись контролем якості, щоб переконатись у відповідності виконаних робіт до встановлених стандартів і вимог. Завершальним етапом є оцінка ефективності модернізації, яка дозволяє визначити, чи були досягнуті поставлені цілі, а також виявити можливі недоліки та напрямки для подальшого покращення. Такий підхід дозволить не лише підвищити енергоефективність обладнання, але й забезпечить стійкий розвиток підприємства в цілому [17].

Вибір обладнання для модернізації є критично важливим етапом, який визначає успішність усієї програми підвищення енергоефективності на підприємстві. Для цього необхідно проводити комплексний аналіз ефективності існуючого обладнання, оцінюючи його технічні характеристики, енергоспоживання, надійність і продуктивність. Перше, на що слід звернути увагу, це енергетичні витрати обладнання. Сучасні технології дозволяють здійснювати моніторинг споживання енергії в режимі реального часу, що дозволяє виявляти ненормативні витрати і знижувати їх. На основі цих даних можна порівнювати ефективність різних моделей обладнання і визначати, які з них споживають менше енергії при виконанні аналогічних завдань. Наступним важливим аспектом є продуктивність. Необхідно оцінити, наскільки добре старе обладнання виконує свої функції і чи відповідає воно сучасним стандартам продуктивності. Для цього можна проводити

порівняльний аналіз з новими технологіями, які доступні на ринку. Наприклад, якщо старе обладнання обробляє 100 одиниць продукції за годину, а нове — 150 одиниць, це може свідчити про доцільність заміни. Крім енерговитрат і продуктивності, важливо також враховувати надійність обладнання. Слід оцінити, як часто старе обладнання потребує ремонту, і які витрати пов'язані з його обслуговуванням. Часті поломки і висока вартість ремонту можуть свідчити про необхідність модернізації. Для вибору нових моделей обладнання доцільно використовувати критерії енергоефективності, такі як показники енергетичної ефективності, що наводяться в технічних характеристиках. Зазвичай вони включають відношення виходу енергії до спожитої енергії, а також можливість регулювання споживання в залежності від навантаження. Залучення фахівців до вибору нових технологій також є важливим етапом. Інженери і технічні спеціалісти можуть надати цінну інформацію про переваги і недоліки різних варіантів, а також їх сумісність із вже наявними системами на підприємстві. Важливо також враховувати вимоги до обслуговування та наявності запасних частин для нового обладнання. Обладнання, яке має широкий сервісний супровід і доступність запасних частин, може бути вигіднішим у довгостроковій перспективі. Окрім технічних характеристик, важливим аспектом є вартість обладнання. Слід провести аналіз витрат на закупівлю, установку і обслуговування нових систем. Варто також розглянути можливість фінансування модернізації, наприклад, через державні програми підтримки енергоефективності або кредитування. Таким чином, вибір обладнання для модернізації повинен ґрунтуватися на комплексному аналізі ефективності, який включає оцінку енергетичних витрат, продуктивності, надійності, вартості, а також відповідності сучасним технологічним вимогам. Цей підхід дозволить підприємству обрати найоптимальніші рішення, що сприятимуть підвищенню енергоефективності, зменшенню витрат на електроенергію та підвищенню конкурентоспроможності на ринку [16].

Таблиця 4.1

Критерії вибору обладнання для модернізації

Критерій	Опис	Оцінка (1-5)	Коментарі
Енергетична ефективність	Споживання енергії в порівнянні з аналогами		Визначити середнє споживання енергії
Продуктивність	Кількість продукції, що виготовляється за одиницю часу		Порівняти з попередніми моделями
Надійність	Частота поломок та витрати на обслуговування		Аналіз даних про ремонти
Вартість	Загальні витрати на закупівлю, установку і обслуговування		Включає витрати на навчання персоналу
Сервісна підтримка	Доступність запасних частин та сервісу		Оцінка постачальників
Інноваційні технології	Наявність сучасних рішень для підвищення продуктивності		Порівняти з новими тенденціями
Екологічність	Вплив на навколишнє середовище		Відповідність екологічним нормам
Гнучкість	Можливість адаптації до змін у виробничих процесах		Визначити, як легко змінюється обладнання

4.2. Техніко-економічне обґрунтування заходів

Оцінка вартості впровадження енергоощадних технологій є ключовим етапом у процесі модернізації підприємства, адже вона дозволяє визначити фінансові витрати, необхідні для реалізації нових рішень, а також оцінити потенційні вигоди від зменшення енергоспоживання. На початку важливо визначити основні етапи, пов'язані з впровадженням енергоощадних технологій, оскільки це дозволить правильно оцінити витрати на кожному з них. Першим етапом є проведення попереднього аналізу. Це включає в себе оцінку існуючих систем енергоспоживання, виявлення найбільш енергоємних процесів та обладнання, а також ідентифікацію можливих енергоощадних технологій, які можуть бути впроваджені. Витрати на цей етап зазвичай пов'язані з залученням спеціалістів для проведення енергоаудиту, а також з придбанням необхідних інструментів для збору та аналізу даних. Проте ці витрати можна вважати інвестиціями, оскільки отримані результати допоможуть приймати більш обґрунтовані рішення в майбутньому. Другим етапом є безпосереднє впровадження нових технологій. Витрати на цьому етапі можуть включати в себе закупівлю нового обладнання, установку систем автоматичного контролю енергоспоживання, модернізацію існуючих установок, а також навчання персоналу. Ці витрати можуть варіюватися в залежності від типу технологій, які планується впроваджувати, та їхнього масштабу. Наприклад, заміна звичайних ламп на LED-освітлення вимагатиме менших інвестицій, ніж повна модернізація виробничих процесів. Наступний етап — це моніторинг та оцінка ефективності нових технологій. Після впровадження енергоощадних рішень необхідно систематично оцінювати їх ефективність, що включає в себе вимірювання фактичного споживання енергії та порівняння його з прогнозами. Цей етап може вимагати додаткових витрат на закупівлю або оренду обладнання для моніторингу, але водночас він дозволяє отримати цінну інформацію для коригування процесів і подальшої оптимізації енергоспоживання. Крім того, важливо враховувати непрямі

витрати, пов'язані з упровадженням нових технологій. Це можуть бути витрати на збільшення надійності обладнання, зменшення витрат на обслуговування і ремонти, а також економія на витратах на енергоресурси. Визначивши ці витрати, можна перейти до розрахунку потенційної економії енергії, що дозволить зрозуміти, наскільки вигідним є проект. З огляду на специфіку енергетичного ринку, актуально врахувати можливість отримання державних субсидій або грантів на впровадження енергоощадних технологій. Багато країн надають фінансову підтримку для компаній, які прагнуть зменшити своє енергоспоживання та впроваджують екологічні технології. Це може суттєво зменшити фінансовий тягар, пов'язаний із модернізацією [19].

Таким чином, оцінка вартості впровадження енергоощадних технологій є багатограничним процесом, який включає в себе не лише прямі витрати на закупівлю та установку нових систем, але й непрямі витрати та потенційні вигоди. Успішна реалізація цього етапу забезпечить підприємству не лише економію коштів, а й підвищення його конкурентоспроможності на ринку. Тому важливо проводити цю оцінку ретельно, залучаючи кваліфікованих фахівців та застосовуючи сучасні інструменти для збору та аналізу даних.

Таблиця 4.2

Оцінка вартості впровадження енергоощадних технологій

Етап впровадження	Опис	Приклад витрат	Потенційна економія
Попередній аналіз	Оцінка існуючих систем енергоспоживання	Залучення спеціалістів для енергоаудиту	5-10% зменшення енергоспоживання
Впровадження нових технологій	Закупівля та установка нових систем	Закупівля LED-освітлення	30-50% зменшення витрат на освітлення
Моніторинг та оцінка ефективності	Вимірювання фактичного споживання	Обладнання для моніторингу	Зменшення витрат на електроенергію на 15-20%
Непрямі витрати	Витрати на збільшення надійності обладнання	Зниження витрат на обслуговування	10-15% зменшення витрат на обслуговування
Державні субсидії	Фінансова підтримка на впровадження	Гранти та субсидії	Додаткова економія до 30% від витрат

4.3. Оцінка економічного ефекту від впровадження енергоощадних технологій

Впровадження енергоощадних технологій на підприємствах є важливим кроком до підвищення їх економічної ефективності. Одним із найбільш значущих результатів модернізації обладнання є зменшення витрат на електроенергію. Це зменшення не лише покращує фінансові показники підприємства, а й має позитивний вплив на екологію, зменшуючи викиди парникових газів і зберігаючи ресурси. Після модернізації обладнання підприємство може спостерігати значне зниження витрат на електроенергію, яке може досягати 20-40% залежно від обраних технологій і систем управління. Наприклад, впровадження енергоощадних двигунів та систем автоматичного контролю енергоспоживання може суттєво оптимізувати використання електричної енергії, оскільки ці системи забезпечують високу точність в управлінні навантаженням, автоматично регулюючи споживання в залежності від фактичних потреб. Для детальної оцінки зменшення витрат на електроенергію слід враховувати різні фактори, такі як обсяг виробництва, зміни в технологічних процесах, а також вплив нових систем на експлуатаційні витрати. Зокрема, якщо раніше на підприємстві витрачалось 1,000,000 гривень на електроенергію на рік, після впровадження енергоощадних рішень ця сума може зменшитися до 600,000-800,000 гривень на рік, що дозволяє заощадити до 400,000 гривень. Крім того, зменшення витрат на електроенергію також може призвести до скорочення витрат на обслуговування та ремонти обладнання. Багато сучасних технологій мають підвищену надійність і довговічність, що означає, що підприємству не потрібно буде витрачати кошти на часті ремонти чи заміну застарілого обладнання. Таким чином, економічний ефект від зниження витрат на електроенергію доповнюється додатковими заощадженнями на обслуговуванні. Переходячи до практичного застосування, важливо проводити регулярний моніторинг і оцінку результатів впроваджених технологій, щоб вчасно виявляти проблеми та можливості для подальшого

зменшення витрат. Завдяки аналізу даних про споживання електроенергії можна виявити неефективні процеси та приймати рішення щодо їх оптимізації. Використання сучасних систем моніторингу енергоспоживання у реальному часі дозволяє підприємствам бути в курсі змін у споживанні та реагувати на них швидко [17].

Отже, зменшення витрат на електроенергію після модернізації обладнання не лише безпосередньо впливає на фінансові результати підприємства, але й створює сприятливе середовище для впровадження нових технологій та практик. Інвестиції в енергоощадні технології не лише покращують економічні показники, а й підтримують зусилля підприємств щодо сталого розвитку, сприяючи збереженню екологічних ресурсів та зменшенню викидів.

Таблиця 4.4

Зменшення витрат на електроенергію після впровадження енергоощадних технологій

Параметр	Значення до модернізації	Значення після модернізації	Економія (грн)	Відсоток економії (%)
Витрати на електроенергію (грн/рік)	1,000,000	600,000 - 800,000	200,000 - 400,000	20 - 40
Кількість обладнання	100	80		
Середня витрата на обладнання (грн)	10,000	7,500	2,500	25
Обсяг виробництва (одиниць/рік)	50,000	55,000		
Витрати на обслуговування (грн/рік)	100,000	60,000	40,000	40

Впровадження енергоощадних технологій не лише знижує витрати на електроенергію, але також значно підвищує продуктивність підприємства. Перш ніж зануритися у конкретні аспекти, важливо зазначити, що продуктивність може бути розглянута в різних контекстах, включаючи обсяг виробництва, ефективність використання ресурсів, якість продукції та швидкість виконання виробничих процесів. Впровадження нових

енергоощадних технологій, зокрема нових типів обладнання, автоматизованих систем управління та оптимізованих виробничих процесів, безпосередньо впливає на всі ці аспекти. Одна з основних переваг модернізації обладнання полягає в зменшенні енергетичних витрат на одиницю продукції. Наприклад, якщо до модернізації для виробництва одиниці продукції використовувалося 10 кВт/год електроенергії, то після впровадження нових технологій це число може знизитися до 7 кВт/год. Це означає, що підприємство може виробляти більше продукції з меншими витратами на енергію, що безпосередньо підвищує його конкурентоспроможність на ринку. Крім того, сучасні енергоощадні технології часто мають високу швидкість та точність, що сприяє скороченню часу на виробництво та збільшенню обсягу виготовленої продукції. Наприклад, впровадження автоматизованих систем управління дозволяє оптимізувати виробничі процеси, зменшуючи час на налаштування та перерви у роботі обладнання. У результаті підприємство отримує можливість працювати без зупинок, що, в свою чергу, підвищує загальний обсяг продукції. Не менш важливим є той факт, що впровадження енергоощадних технологій може сприяти покращенню якості продукції. Завдяки більш стабільним та контрольованим умовам виробництва, зменшується ймовірність дефектів, а отже, підвищується якість кінцевого продукту. Це може призвести до зростання попиту на продукцію підприємства, адже споживачі завжди віддають перевагу якісним товарам. Ще один аспект, який варто врахувати, – це зменшення витрат на обслуговування устаткування. Нові технології, як правило, менш вимогливі до обслуговування та мають більший строк служби. Це означає, що підприємство не лише зменшує витрати на підтримку обладнання, але також може перенаправити заощаджені кошти на інші важливі бізнес-процеси, такі як дослідження та розвиток.

Таким чином, впровадження енергоощадних технологій є важливим кроком для підвищення продуктивності підприємства. Підвищення ефективності використання енергії, зменшення витрат на виробництво,

покращення якості продукції та зниження витрат на обслуговування – усе це сприяє зростанню конкурентоспроможності підприємства та його довгостроковій стабільності на ринку [19].

4.4. Екологічні та соціальні аспекти модернізації

Модернізація електротехнічного обладнання підприємств має суттєвий вплив на зниження викидів парникових газів, що є важливим аспектом для досягнення глобальних цілей у боротьбі зі змінами клімату. Однією з основних причин викидів парникових газів є споживання викопного пального, що в свою чергу пов'язано з застарілими технологіями, низькою енергоефективністю та нераціональним використанням ресурсів. Модернізація обладнання дозволяє підприємствам перейти на більш екологічні технології, що забезпечує не тільки економічну вигоду, а й позитивний внесок у зменшення викидів. Перш за все, заміна застарілого обладнання на нове, що відповідає сучасним стандартам енергоефективності, веде до значного зниження споживання електроенергії. Нові технології часто передбачають використання альтернативних джерел енергії, таких як сонячні панелі або вітрові установки, які дозволяють скоротити залежність від традиційних викопних палив. Цей перехід не тільки зменшує викиди вуглекислого газу, а й знижує викиди інших небезпечних речовин, які можуть бути результатом спалювання пального. По-друге, модернізація систем управління енергоспоживанням, зокрема впровадження автоматизованих рішень, також може суттєво знизити викиди парникових газів. Системи моніторингу і управління дозволяють підприємствам ефективно контролювати споживання енергії в реальному часі, виявляти неефективності та оптимізувати виробничі процеси. Це сприяє не лише економії ресурсів, а й зменшенню викидів, оскільки зниження енергоспоживання безпосередньо впливає на зменшення викидів вуглекислого газу. Третім аспектом є впровадження енергоощадних технологій у виробничі процеси. Наприклад, використання енергоощадних двигунів і освітлення, які споживають менше енергії, дозволяє значно зменшити обсяги споживання електрики. В результаті, зниження споживання електроенергії прямо пов'язане зі зменшенням викидів парникових газів, оскільки більшість електроенергії

виробляється з використанням викопних палив. Важливо також зазначити, що модернізація електротехнічного обладнання може позитивно вплинути на соціальні аспекти. Поліпшення екологічної ситуації, зменшення забруднення повітря та покращення умов праці на підприємствах створюють більш комфортне середовище для працівників і мешканців навколишніх територій. Це, у свою чергу, може призвести до підвищення соціальної відповідальності підприємств та покращення їх іміджу в очах споживачів і партнерів. Крім того, зниження викидів парникових газів має глобальне значення для боротьби з кліматичними змінами. Екологічні наслідки від змін клімату, такі як підвищення рівня моря, зміна кліматичних умов та зростання частоти екстремальних погодних явищ, можуть мати серйозні наслідки для економік країн та благополуччя людей. Тому, зменшуючи викиди парникових газів, підприємства роблять свій внесок у глобальні зусилля з адаптації до кліматичних змін і пом'якшення їх наслідків.

Отже, модернізація електротехнічного обладнання не лише підвищує енергоефективність і економічну доцільність підприємств, але й суттєво знижує викиди парникових газів. Це позитивно впливає на екологію, соціальні умови праці, а також сприяє загальному покращенню якості життя людей. Важливо, щоб підприємства усвідомлювали свою роль у збереженні навколишнього середовища та вживали заходів для впровадження енергоощадних технологій, які зможуть забезпечити сталий розвиток та підвищення якості життя [16].

4.5. Прогнозування довгострокових результатів підвищення енергоефективності

Підвищення енергоефективності на підприємствах має значний потенціал для зниження витрат на енергоресурси, що, у свою чергу, позитивно вплине на їх фінансову стабільність і конкурентоспроможність. У світлі сучасних викликів, таких як зростання цін на енергоносії та зміна клімату, інвестиції в енергоефективні технології стають дедалі актуальнішими. Прогнозування довгострокових результатів впровадження таких технологій вказує на значні переваги, які можуть отримати підприємства в майбутньому. По-перше, впровадження нових енергоощадних технологій дозволяє знизити споживання електроенергії без втрати продуктивності. Наприклад, застосування енергоощадних двигунів, систем автоматизації та контролю енергоспоживання може зменшити витрати на електрику на 20-50%. Це зменшення витрат, у свою чергу, може привести до суттєвого зростання прибутків підприємства. Завдяки зниженню витрат на енергоресурси підприємства можуть вкласти зекономлені кошти в розвиток, модернізацію та підвищення кваліфікації працівників, що сприятиме їхньому зростанню. По-друге, зниження витрат на енергоресурси дозволяє підприємствам зменшити їхню залежність від коливань цін на енергію, які можуть суттєво варіюватися внаслідок глобальних економічних змін або природних катастроф. Підприємства, які вже впровадили енергоефективні рішення, можуть бути менш вразливими до зовнішніх факторів, що забезпечує їм більшу стабільність на ринку. В довгостроковій перспективі така стабільність може стати ключовою перевагою в умовах жорсткої конкуренції. Також важливим фактором є те, що зменшення витрат на енергоресурси позитивно вплине на екологічний слід підприємств. Зниження споживання енергії веде до зменшення викидів парникових газів та інших забруднювачів, що відповідає світовим трендам до сталого розвитку. Екологічно свідомі підприємства здатні залучати більше інвестицій та покращувати свій імідж серед споживачів, що в

свою чергу може сприяти збільшенню продажів. Додатково, державна політика в багатьох країнах спрямована на підтримку енергоефективності через субсидії, податкові пільги та інші стимули для підприємств. Це означає, що підприємства можуть отримувати фінансову підтримку для впровадження нових технологій, що в подальшому знижує загальні витрати на модернізацію. Згідно з дослідженнями, державні програми підтримки можуть збільшити інвестиції в енергоефективність на 30-50% у середньостроковій перспективі. Не можна забувати і про інноваційний аспект. Впровадження нових технологій вимагає постійного розвитку та навчання. Підприємства, які активно працюють над підвищенням енергоефективності, також розвивають свої інноваційні можливості, що може призвести до створення нових продуктів та послуг. Це, в свою чергу, відкриває нові ринки та можливості для зростання.

Таким чином, довгострокові перспективи зниження витрат на енергоресурси внаслідок підвищення енергоефективності виглядають дуже обнадійливо. Сучасні підприємства мають можливість не лише зменшити свої витрати, а й стати більш конкурентоспроможними на ринку, знижуючи вплив зовнішніх економічних факторів, покращуючи свій екологічний імідж та відкриваючи нові горизонти для інновацій. Впровадження енергоощадних технологій – це не лише вигідне фінансове рішення, а й важливий крок до сталого розвитку і покращення якості життя в суспільстві [17].

Висновки до розділу 4.

Висновки до четвертого розділу підкреслюють значущість впровадження заходів з підвищення енергоефективності, оскільки вони мають не лише економічний, а й соціальний та екологічний вплив на діяльність підприємства. У цьому контексті модернізація електротехнічного обладнання стала ключовим фактором для забезпечення стійкого розвитку підприємства в умовах глобальної конкуренції. По-перше, розробка плану модернізації електротехнічного обладнання виявилася необхідною умовою для системного підходу до покращення енергоефективності. Визначення етапів підготовки до модернізації дозволило чітко структурувати процес, що значно підвищило ймовірність успішної реалізації проекту. Важливою складовою цього етапу стало проведення попереднього аналізу існуючого обладнання та його ефективності, що дозволило виявити слабкі місця та визначити пріоритетні напрямки для модернізації. По-друге, вибір обладнання для модернізації на основі аналізу ефективності допоміг зорієнтуватися на найбільш перспективні технології, здатні забезпечити зниження витрат на енергоресурси. Системний підхід до вибору нових технологій дозволив не лише зменшити споживання енергії, а й забезпечити високу продуктивність, що позитивно вплинуло на загальну економічну ефективність підприємства. Крім того, техніко-економічне обґрунтування заходів модернізації підкреслило важливість оцінки вартості впровадження енергоощадних технологій. Цей етап дозволив з'ясувати, які інвестиції необхідні для модернізації, а також визначити терміни окупності. Розрахунок окупності модернізації обладнання дав змогу не лише проаналізувати ефективність вкладень, а й спланувати подальші кроки розвитку підприємства. Важливим аспектом було також оцінювання економічного ефекту від впровадження енергоощадних технологій. Зменшення витрат на електроенергію після модернізації стало суттєвим фактором для підвищення фінансової стабільності підприємства. Важливо зазначити, що зниження витрат не лише збільшує прибуток, а й дозволяє

підприємству інвестувати в нові проекти, що, в свою чергу, підвищує конкурентоспроможність на ринку. Підвищення продуктивності підприємства, як результат впровадження нових технологій, стало ще одним свідченням позитивних змін. Використання енергоощадних технологій дозволило не лише знизити витрати, а й підвищити обсяги виробництва, що в свою чергу відкрило нові можливості для розширення бізнесу. Це, безумовно, сприяло збільшенню ринкової частки підприємства, що є критично важливим в умовах зростаючої конкуренції. В екологічному контексті модернізація позитивно вплинула на зниження викидів парникових газів, що підкреслює важливість екологічних аспектів у сучасному бізнесі. Поліпшення умов праці через використання нових технологій, зокрема зменшення шуму та покращення освітлення, сприяло підвищенню задоволеності працівників, що також позитивно вплинуло на продуктивність праці. Створення безпечних і комфортних умов для роботи стало не лише соціальною відповідальністю підприємства, а й важливим фактором для утримання кваліфікованих кадрів. Окрему увагу варто приділити прогнозуванню довгострокових результатів підвищення енергоефективності. Перспективи зниження витрат на енергоресурси та їх вплив на конкурентоспроможність підприємства стали основними елементами стратегічного планування. Зменшення витрат на енергоресурси дозволяє не лише забезпечити стабільність підприємства, але й відкриває нові можливості для розвитку. Енергоощадні технології стають невід'ємною частиною стратегії підприємства, оскільки вони сприяють зміцненню його позицій на ринку.

Висновуючи, можна стверджувати, що впровадження заходів з підвищення енергоефективності є стратегічним кроком, який має комплексний вплив на діяльність підприємства. Модернізація електротехнічного обладнання, оцінка вартості та окупності заходів, аналіз економічного ефекту, а також екологічні та соціальні аспекти — все це формує стійкий фундамент для подальшого розвитку підприємства. Сучасні технології не лише забезпечують економічну вигоду, але й сприяють

підвищенню конкурентоспроможності, що є вирішальним фактором у умовах динамічного ринкового середовища. Таким чином, енергоефективність стає ключовим фактором для забезпечення успіху підприємства в майбутньому.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Загальні висновки магістерської роботи підкреслюють значущість теми підвищення енергоефективності в діяльності підприємств, особливо в умовах сучасної економіки, що характеризується високими вимогами до сталого розвитку. У рамках дослідження було виявлено, що енергоефективність є не лише економічною, але й соціальною та екологічною необхідністю, що спонукає підприємства до модернізації та впровадження нових технологій. У процесі виконання дослідження було проаналізовано сучасні підходи до підвищення енергоефективності, що дозволило з'ясувати основні проблеми, з якими стикаються підприємства. Перше, що слід зазначити, – це важливість розробки системи управління енергією, що включає в себе моніторинг енергоспоживання, аналіз даних та вжиття заходів щодо його зниження. Впровадження автоматизованих систем контролю та інтелектуальних рішень стає важливим кроком для оптимізації витрат на енергію. Це, у свою чергу, позитивно впливає на фінансові результати підприємства та підвищує його конкурентоспроможність. Другим важливим аспектом є вибір обладнання для модернізації на основі аналізу ефективності. Проведений аналіз показав, що впровадження енергоощадних технологій дозволяє знизити витрати на електроенергію та підвищити продуктивність. Вибір нових технологій, які відповідають сучасним вимогам екологічної безпеки, сприяє не лише економічним вигодам, а й формуванню позитивного іміджу підприємства серед споживачів та партнерів. Крім того, важливою частиною дослідження стало техніко-економічне обґрунтування заходів модернізації. Оцінка вартості впровадження енергоощадних технологій, а також розрахунок окупності модернізації дозволили виявити рентабельність інвестицій. Це має вирішальне значення для прийняття обґрунтованих управлінських рішень та забезпечення фінансової стабільності підприємства. Дослідження показало, що підприємства, які активно впроваджують нові технології, здатні забезпечити не лише короткострокові, але й довгострокові фінансові вигоди. Екологічні

аспекти модернізації також були предметом уваги в рамках дослідження. Зниження викидів парникових газів і поліпшення умов праці через використання нових технологій демонструють, як модернізація сприяє створенню стійкого бізнес-середовища. В умовах глобальних викликів, пов'язаних зі зміною клімату, підприємства, які займаються енергоефективністю, отримують не лише економічні, а й соціальні вигоди. Поліпшення умов праці та зменшення негативного впливу на довкілля стають важливими факторами для утримання та залучення кваліфікованих кадрів.

Прогнозування довгострокових результатів підвищення енергоефективності є ще одним важливим аспектом, який було розглянуто в роботі. Перспективи зниження витрат на енергоресурси і їх вплив на конкурентоспроможність підприємства демонструють, як стратегії енергоефективності стають невід'ємною частиною бізнес-планування. Енергоощадні технології не лише знижують витрати, але й створюють нові можливості для розвитку, підвищуючи привабливість підприємства для інвесторів. Крім цього, розробка плану модернізації електротехнічного обладнання, включаючи етапи підготовки та вибору обладнання, допомогла структурувати процес та зменшити ризики, пов'язані з впровадженням нових технологій. Чітке планування є важливим аспектом, що дозволяє уникнути неефективних витрат та забезпечити своєчасне виконання всіх заходів. У результаті аналізу було виявлено, що впровадження енергоощадних технологій має значний позитивний вплив на загальну ефективність підприємства. Зменшення витрат на електроенергію, підвищення продуктивності, зниження викидів та поліпшення умов праці сприяють формуванню конкурентоспроможності підприємства. Це підкреслює важливість енергоефективності як стратегічного напрямку розвитку для будь-якого сучасного підприємства. У підсумку, результати дослідження підтверджують, що впровадження заходів з підвищення енергоефективності є ключовим фактором для успішної діяльності підприємства в умовах сучасного ринку. Технологічна модернізація, стратегічний підхід до управління енергією

та екоорієнтованість підприємств є вирішальними умовами для забезпечення їхньої конкурентоспроможності та сталого розвитку.

Таким чином, рекомендації щодо подальшої роботи у цій сфері можуть включати:

1. Регулярне проведення аудитів енергоспоживання – Це дозволить виявити нові можливості для підвищення енергоефективності та зниження витрат.

2. Інвестиції в дослідження і розвиток – нових технологій. Важливо сприяти інноваціям, що можуть забезпечити додаткові переваги для підприємства.

3. Підвищення обізнаності працівників – щодо важливості енергоефективності. Це може включати проведення тренінгів та семінарів, що підвищить залученість персоналу до процесу модернізації.

4. Співпраця з науковими установами – для розробки та впровадження нових технологій, що дозволить отримати доступ до найсучасніших рішень.

5. Залучення зовнішніх консультантів – для оцінки ефективності впроваджених рішень і корекції стратегії енергоефективності на основі отриманих даних.

В цілому, енергоефективність стає важливою складовою стратегічного управління підприємством, що дозволяє не лише знижувати витрати, а й створювати нові можливості для розвитку, підвищуючи конкурентоспроможність у швидко змінному світі. Успішне впровадження енергоощадних технологій не лише забезпечить економічні вигоди, але й сприятиме покращенню соціальних та екологічних умов, що стане основою для сталого розвитку підприємства у майбутньому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Правила користування електричною енергією/ Затв. постановою НКРЕ України № 910 від 17.10.2005 р.; введ. 18.11.2005 р.
2. Правила користування тепловою енергією / Затв. наказом Міненерго України та Держбудом України N 307/262 від 28.10.99 р.; Введ. 30.11.1999 р.
3. Єрмолаєв С.О., Мунтян В.О., Яковлєв В.Ф. Експлуатація енергообладнання та засобів автоматизації в системі АПК. – К.: Мета, 2003. – 543 с.
4. Нугер Б.К. Технічне обслуговування і ремонт сільськогосподарських електроустановок. Довідник. – К.: Урожай, 1991. – 175 с.
5. Савченко П.І., Мірошник О.В., Трунова І.М. та ін.. Концепція підвищення ефективності електропостачання та електроспоживання на основі комплексного обліку електричної енергії // Вісник Приаз. держ. техн. унів. – Маріуполь: ПДТУ, 2005. Вип.15. Ч.2. – С. 105-109.
6. Баранов Л.А., Захаров В.А. Світлотехніка і електротехнологія. Колос. С 2006. 344 с.
7. Синявський О. Ю. , Савченко П. І. , Савченко В. В. , Лавріненко Ю. М. , Козирський В. В. , Хондола Ю. М. , Ільчов І. П. Електропривод. Аграр Медіа Груп 2013. 586 с.
8. Козирський В.В., Каплун В.В., Волошин С.М. Електропостачання агропромислового комплексу. Аграрна освіта. 2011. 448 с
9. Корчемний М. Федоров В. Щербань В. Енергозбереження в агропромисловому комплексі. Тернопіль. 2001. 984 с.
10. ДСТУ ISO 9001:2015 Системи управління якістю. Вимоги [Текст] – Введ. 01.07.16. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 30 с
11. Дзядикевич Ю.В. Енергетичний менеджмент. Підручник / Ю.В. Дзядикевич, Р.Б. Гевко, М.В. Буряк, Р.І. Розум. – Тернопіль: Підручники і посібники. – 2014. – 336 с.

12. Дзядикевич Ю.В. Методи оцінки ефективності інвестицій в енергозбереження / Ю.В. Дзядикевич, Р.І. Розум, М.В. Буряк // Інноваційна економіка. – Тернопіль. – 2011. – №2 [21]. – С. 119 – 122.
13. Дзядикевич Ю.В. Управління процесами ефективного енергозбереження / Ю.В. Дзядикевич, Р.Б. Гевко, Р.І. Розум, М.В. Буряк // Інноваційна економіка. – Тернопіль. – 2010. – № 3. – С. 151 – 154.
14. Дзядикевич Ю.В. Управління енергозабезпеченням шляхом використання вторинних енергоресурсів / Ю.В. Дзядикевич, Р.І. Розум, 98 М.В. Буряк // Інноваційна економіка. – Тернопіль. – 2010. – № 2. – С. 44 – 50.
15. Герасимчук В.Г. Розвиток підприємств: діагностика, стратегія, ефективність. К.: Вища школа, 2005. – 135 с.
16. Житна І.П., Несреба А.М. Економічний аналіз господарської діяльності підприємств. Київ “ Вища школа” 2002.
17. Пиріг Г.І. Екологічний моніторинг як складова безпеки навколишнього середовища / Г.І. Пиріг / Матеріали міжнародної науковопрактичної конференції за участю іноземних студентів. – Тернопіль, 15-17 квітня 2016. – С. 127-128.
18. Лут М. Т. Основи технічної експлуатації енергетичного обладнання АПК/ М. Т. Лут, О. В. Мірошник, І. М. Трунова. - Харків: Факт, 2008. – 438 с. – Бібліогр.: с. 431-437.
19. Єрмолаев С. О. Експлуатація енергообладнання та засобів автоматизації в системі АПК/ Єрмолаев С. О., Мунтян В. О., Яковлев В.Ф. – К.: Мета, 2003.– 543 с.