

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

*Інститут енергозбереження та енергоменеджменту*

*Кафедра електропостачання*

«На правах рукопису»  
УДК 621.31

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ В.А. Попов

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

## Магістерська дисертація

зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»  
спеціалізації Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології

на тему: «Підвищення енергоефективності промислового об'єкта «КП БМП тролейбусного управління» з побудовою системи енергетичного менеджменту»

Виконав: студент VI курсу, групи ОН-з81мп

Шевчук Віталій Вадимович

(прізвище, ім'я по батькові)

(підпис)

Науковий керівник к.т.н., доц. Прокопенко В.В.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Консультант нормоконтроль ас. Прокопенко І.Д.

(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент \_\_\_\_\_

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського»**

Інститут/факультет Інститут енергозбереження та енергоменеджменту

Кафедра електропостачання

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Спеціалізація «Енергетичний менеджмент та енергоефективні технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ В.А. Попов

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_р.

**ЗАВДАННЯ**  
**на магістерську дисертацію студенту**  
**Шевчук Віталію Вадимовичу**

1. Тема дисертації «Підвищення енергоефективності промислового об'єкта «КП БМП тролейбусного управління» з побудовою системи енергетичного менеджменту»

науковий керівник дисертації к.т.н., доц. Прокопенко В.В.

затверджені наказом по університету від «\_\_» листопада 2019 р. №\_\_\_\_\_.

2. Строк подання студентом дисертації 15 грудня 2019 року

3. Об'єкт дослідження процеси перетворення, виробництва, розподілу та споживання енергії промисловим об'єктом

4. Предмет дослідження енергетичні характеристики та показники енергоефективності промислового об'єкта, літературні джерела за темою дисертації

5. Перелік завдань, які потрібно розробити:

– проаналізувати структуру та механізм функціонування систем енергоменеджменту;

– здійснити дослідження стандарту ISO 50001 як основи впровадження системи енергоменеджменту на промисловому об'єкті;

– дослідити енергоефективність визначеного промислового об'єкту;

– запропонувати системи енергоменеджменту на промисловому об'єкті.

6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу презентація - наочні матеріали за результатами дослідження алгоритми розрахунків та таблиці з отриманими результатами.
7. Орієнтовний перелік публікацій тези доповіді
8. Консультанти розділів дисертації

Нормоконтроль

ас. Прокопенко І.Д.

9. Дата видачі завдання 31 травня 2019 року

#### Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів МД	Примітка
1	Аналіз структури та механізму функціонування систем енергоменеджменту	02.09-30.09.19	
2	Дослідження стандарту ISO 50001 як основи впровадження системи енергоменеджменту на промисловому об'єкті	01.10-31.10.19	
3	Аналіз енергоспоживання об'єкту дослідження	01.11-30.11.19	
4	Розробка стартап проекту	01.12-08.12.19	
5	Оформлення дисертації	01.12-09.12.19	
6	Оформлення реферату та презентації, проходження перевірки на плагіат та рецензування	30.10.19-10.12.19	
7	Передзахист МД	10.12.19-15.12.19	
8	Захист дисертації	16.12.19-20.12.19	

Студент

\_\_\_\_\_

(підпис)

В. В. Шевчук

Науковий керівник дисертації

\_\_\_\_\_

(підпис)

В. В. Прокопенко

## РЕФЕРАТ

**Структура і обсяг роботи.** Магістерська дисертація на тему: «Підвищення енергоефективності промислового об'єкта «КП БМП тролейбусного управління» з побудовою системи енергетичного менеджменту» складається із вступу, 4 розділів, висновків, переліку використаних джерел. Загальний обсяг роботи складає 85 сторінок основного тексту, в тому числі 15 рисунків, 31 таблиця, 37 бібліографічних найменувань за переліком посилань.

**Актуальність теми.** Серед актуальних проблем, які стоять перед промисловими підприємствами України, необхідно виокремити забезпечення енергозбереження та енергоефективності виробництва. Техніко-технологічна відсталість, нераціональне енергоспоживання, підприємств і постійне зростання цін на усі види традиційної енергії викликають високу енергомісткість продукції та низьку її конкурентоспроможність на внутрішньому на зовнішньому ринках. Одночасно це негативно впливає на виробничо-господарські та фінансові показники активності підприємств. Зведені проблемні питання та багатоаспектність впливу методів роботи споживання паливноенергетичних ресурсів вітчизняними суб'єктами господарювання, зокрема й широке коло поглинені в їхній діяльності, зумовлюють актуалізацію впровадження на вітчизняних промислових підприємствах системи енергоменеджменту.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Виконані в роботі дослідження відповідають напряму «Енергетика та енергоефективність» Закону України № 2519-VI від 09.09.2010 р. «Про пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки», стратегічним пріоритетним напрямом інноваційної діяльності в Україні на 2003-2013 роки «Новітні ресурсозберігаючі технології» Закону України № 433-IV від 16.01.2003 р. «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні».

**Метою магістерської дисертації** є побудова системи енергоменеджменту з ціллю підвищення енергоефективності промислового об'єкта.

Для досягнення зазначеної мети дослідження були вирішені наступні завдання:

- проведення аналізу системи енергоменеджменту;
- проаналізувати енергоспоживання визначеного об'єкту дослідження;
- побудувати систему енергоменеджменту на підприємстві;
- розробити стартап-проект за результатами дослідження.

**Об'єктом дослідження** є процеси перетворення, виробництва, розподілу та споживання енергії промисловим об'єктом.

**Предметом дослідження** є енергетичні характеристики промислового об'єкта.

**Методи дослідження.** В роботі використовувались теоретичні методи, які полягають в проведенні аналізу тенденції зміни обсягів споживання електроенергії підприємством.

**Наукова новизна одержаних результатів** вдосконалено метод підвищення рівня енергоефективності в системах тролейбусів.

**Апробація результатів роботи.** Результати магістерської дисертації були оприлюднені на II науково-технічній конференції магістрантів ІЕЕ пам'яті професора Василя Миколайовича Винославського (за результатами дисертаційних досліджень магістрантів), 21-22 листопада 2019 року, Інститут енергозбереження та енергоменеджменту, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського».

## ABSTRACT

**Structure and scope of work.** Master's thesis on the topic: "Improving the energy efficiency of the industrial object" KP BMP trolleybus management "with the construction of the energy management system" consists of an introduction, 4 sections, conclusions, a list of sources used. The total volume of the work is 85 pages of the main text, including 15 drawings, 31 tables, 37 bibliographic titles according to the list of references.

**Actuality of theme.** Among the pressing problems facing the industrial enterprises of Ukraine are the provision of energy conservation and energy efficiency of production. Irrational energy consumption, technological backwardness of enterprises, as well as the constant rise in prices for all types of traditional energy cause high energy consumption of products and its low competitiveness both in the domestic and foreign markets. At the same time, this has a negative impact on production and economic and financial performance of enterprises. The above mentioned issues, as well as the multidimensional influence of the processes of consumption of fuel and energy resources by domestic economic entities and a wide range of interested parties in their activity cause the actualization of the implementation of the energy management system at domestic industrial enterprises.

**Relationship with working with scientific programs, plans, topics.** The studies performed correspond to the direction "Energy and energy efficiency" of the Law of Ukraine No. 2519-VI of 09.09.2010 "On priority directions of development of science and technology", strategic priority directions of innovative activity in Ukraine for 2003-2013 "The latest resource-saving technologies" Law of Ukraine No. 433-IV of January 16, 2003 "On Priority Areas of Innovative Activity in Ukraine".

**The aim** of the master's thesis is to build an energy management system to increase the energy efficiency of an industrial site.

To achieve this goal, the following tasks were solved:

- analysis of the energy management system;
- analyze the energy consumption of a particular research object;
- to build an energy management system at the enterprise;
- develop a startup project based on the research findings.

**The object of study** is the processes of conversion, production, distribution and consumption of energy by an industrial entity.

**The subject of the study** is the energy characteristics of the industrial site.

**Research methods.** Theoretical methods, which are to analyze the tendency of changes in electricity consumption by the enterprise, were used in the work.

**The scientific novelty of the obtained results** is an improved method of increasing the level of energy efficiency in trolleybus systems.

**Testing of results of work.** The results of the master's dissertation were published at the II Scientific and Technical Conference of IEE undergraduates in memory of Professor V. Ni. Vinoslavsky (according to the results of the dissertations of the undergraduate students), November 21-22, 2019, Institute of Energy Saving and Energy Engineering , NTUU “KPI named after I. Sikorsky”.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. СТРУКТУРА ТА МЕХАНІЗМ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ .....	11
1.1. Загальні принципи побудови систем енергоменеджменту .....	11
1.2. Стандарт ISO 50001 як основа впровадження системи енергоменеджменту .....	20
1.3. Етапи впровадження ISO 50001 на промисловому об'єкті.....	25
Висновки до розділу 1.....	29
РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРОМИСЛОВОГО ОБ'ЄКТА.....	31
2.1. Наукові підходи до забезпечення енергоефективності промислового об'єкта.....	31
2.2. Впровадження системи енергозбереження на промислових підприємствах .....	35
2.3. Сучасні проблеми підвищення енергоефективності вітчизняних підприємств .....	41
Висновки до розділу 2.....	44
РОЗДІЛ 3. НАПРЯМИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРОМИСЛОВОГО ОБ'ЄКТА З ПОБУДОВОЮ СИСТЕМИ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ .....	46
3.1. Загальна характеристика промислового об'єкта .....	46
3.2. Аналіз енергоспоживання підприємства.....	49
3.3. Пропозиції щодо вдосконалення енергоспоживання промислового об'єкту .....	52
Висновки до розділу 3.....	64
РОЗДІЛ 4. РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ .....	66
4.1 Етапи розроблення стартап-проекту .....	66
4.2 Опис ідеї проекту та визначення загального напрямку використання.....	67
4.3 Аналіз ринкових можливостей реалізації стартап-проекту .....	68
4.4 Розробка стратегії ринкового впровадження проекту.....	74
Висновки до розділу 4.....	76
ВИСНОВКИ .....	77
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	81

## ВСТУП

Регулювання управління енерговикористанням промислових об'єктів базується на особливостях структурної побудови самого апарату, а також на існуючій підпорядкованості його окремих ланок, функціональному розподілі обов'язків між керівниками підрозділів. Введення відповідальності за енерговикористання підприємством входить у рамки посадових обов'язків головного енергетика. В той же час, без тісного зв'язку його діяльності з керування процесами безпосередньо на робочих місцях, відбувається зниження енергоефективності виробництва.

Приєднання до управління енерговикористанням керівників структурних підрозділів підприємства, безпосередніх виконавців технологічних операцій, збільшення їх повноважень та посилення відповідальності у сфері енергозбереження розкриває нові можливості для організації процесу на зовсім інших підходах. Планування обсягів енергоспоживання в структурних підрозділах підприємства, їх зіставлення з фактичним споживанням створює ісі можливості для безупинного контролю показників енергоефективності, їх суттєвого покращення в процесі управління.

Системи енергоменеджменту промислових підприємств, де застосовуються нові принципи управління, відомі в світовій практиці і мають високу ефективність роботи. У роботі викладено основні принципи структурної побудови таких систем, визначено зміст та послідовність взаємодії її окремих складових.

У процесі створення системи енергоменеджменту необхідно приділити увагу її математичному та інформаційному забезпеченню. Функція контролю енергоспоживання потребує високої достовірності зроблених висновків, точності прогнозованих характеристик.

Магістерська дисертація на тему: «Підвищення енергоефективності промислового об'єкта «КП БМП тролейбусного управління» з побудовою

системи енергетичного менеджменту» складається із вступу, 4 розділів, висновків, переліку використаних джерел. Загальний обсяг роботи складає 85 сторінок основного тексту, в тому числі 23 рисунки, 28 таблиць, 48 бібліографічних найменувань за переліком посилань.

**Метою магістерської дисертації** є побудова системи енергоменеджменту з ціллю підвищення енергоефективності промислового об'єкта.

Для досягнення зазначеної мети дослідження були вирішені наступні завдання:

- проведення аналізу системи енергоменеджменту;
- проаналізувати енергоспоживання визначеного об'єкту дослідження;
- побудувати систему енергоменеджменту на підприємстві;
- розробити стартап-проект за результатами дослідження.

**Об'єктом дослідження** є процеси перетворення, виробництва, розподілу та споживання енергії промисловим об'єктом.

**Предметом дослідження** є енергетичні характеристики промислового об'єкта.

**Методи дослідження.** В роботі використовувались теоретичні методи, які полягають в проведенні аналізу тенденції зміни обсягів споживання електроенергії підприємством.

**Наукова новизна одержаних результатів** вдосконалено метод підвищення рівня енергоефективності в системах тролейбусів.

## **РОЗДІЛ 1. СТРУКТУРА ТА МЕХАНІЗМ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ**

### **1.1. Загальні принципи побудови систем енергоменеджменту**

Система енергетичного менеджменту є частиною загальної сфери управління підприємством, головним завданням якої є ефективне використання паливно-енергетичних ресурсів. Система включає в себе ресурси для формування, організаційну структуру та досягнення цілей енергозберігаючої політики підприємства. Впровадження таких систем енергоменеджменту на вітчизняних підприємствах дасть дозвіл підвищити рівень контролю використання енергії та зменшити її витрати у технологічних процесах. [1]

Енергетичний менеджмент доцільно розглядати як сукупність управлінських методів підвищення енергоефективності, на відміну від інженерних, технічних, технологічних та інших. Виділяючи управлінські (організаційні, адміністративні) способи впливу на енергетичну ефективність, слід розуміти певну умовність такого поділу. [2]

Очевидно, що лише сукупність різних заходів - як управлінських, так і наступних за ними технічних, - індивідуально підібрана для кожного конкретного випадку, дасть оптимальний результат. Самі по собі інженерні рішення і технічні інновації також приведуть до більш ефективного використання енергетичних ресурсів на підприємстві, однак, саме їх підпорядкування вибудованої на підприємстві управлінській системі зробить стійким як процес підвищення енергоефективності, так і в цілому функціонування компанії.

У більш традиційному розумінні енергетичний менеджмент передбачає ряд функцій, виконання яких дає об'єктивну інформацію про основні споживачах палива і енергії, енергоефективності різних процесів і окремих видів продукції, резервах зниження енергоспоживання.

Методи управління енерговикористанням підприємств, що нині існують, не є такими ефективними та потребують удосконалення. Головні функції цього управління виконує служба головного енергетика, яка не має розгалуженої і підготовленої структури, яка здатна здійснювати ефективний контроль рівня витрат енергії на стадіях промислового виробництва. [2]

Зокрема, відсутні й технічні засоби, що дозволяли б повністю контролювати виробничі ділянки та оцінювати показники енергоефективності. Важливою особливістю діючої системи управління енерговикористанням є її полягання в покладенні відповідальності за стан справи на одну особу – головного енергетика підприємства, який не має ефективного механізму для виконання цих функцій. В такій ситуації слід створювати нову систему управління, яка побудована на інших принципах та здатна навести порядок у використанні енергії.

В першу чергу, варто обґрунтувати можливий принцип побудови системи енергоменеджменту, визначити існуючий рівень контролю енергії на діючих підприємствах, виокремити недоліки діючого обліку і сформулювати пропозиції щодо його удосконалення. Процес управління складається з таких етапів:

- вимірювання керованих параметрів;
- зіставлення результатів вимірювань із завданням;
- розробка керуючих дій. [2]

Вищезазначена послідовність дій характерна й для систем енергоменеджменту, що створена у системах контролю і нормалізації енергоспоживання популярних світових практик.

Закладений у таких системах спосіб керування є досить ефективним та може бути застосований при управлінні енерговикористанням будь-якого підприємства. Головна ідея загальних принципів побудови цих систем полягає у персональній відповідальності керівників окремих підрозділів підприємства за показники ефективності енергоспоживання у цих підрозділах. Лише враховуючи особливості підприємства, для якого здійснюється така розробка,

можлива конкретна реалізації системи. Наприклад, у Великобританії дана система використовується більше ніж у 25 галузях промисловості та торгівлі. Системи забезпечують стабільну економію енергії (5–15%) на підприємствах різного профілю. [2]

Характерно, що проведення енергетичних аудитів не привело до таких вагомих результатів. Це можна пояснити тим, що ревізія енергоспоживання дає миттєву картину ситуації з енерговикористанням та не гарантує того, що в процесі тривалого впровадження енергозберігаючих заходів їх ефективність залишиться на достатньо високому рівні. Разом з тим, як свідчить практика, лише частина енергозберігаючих заходів, що запропоновані в результаті проведення енергоаудитів, впроваджується. Зазвичай, це ті рішення, які добре відпрацьовані та складають основу бізнесу енергосервісних компаній (ЕСКО). Інші ж з часом втрачають свою актуальність та підлягають забуттю.

Ще однією особливістю систем контролю та нормалізації є безперервність процесу контролю і управління. Такий підхід до управління узагальнив досвід розвинених країн у досягненні максимального ефекту в проведенні політики енергозбереження на підприємствах. Ця можливість відкрилась завдяки чіткій організації структури системи енергоменеджменту, рішенню проблем інформаційного забезпечення та наукового супроводу, визначенню конкретних дій її окремих ланок. [3]

Враховуючи вище викладені переваги системи, варто використати ці позитивні моменти при створенні системи енергоменеджменту промислового підприємства. Механізм дії системи можна побачити на структурній схемі, представлений на рис. 1.1.

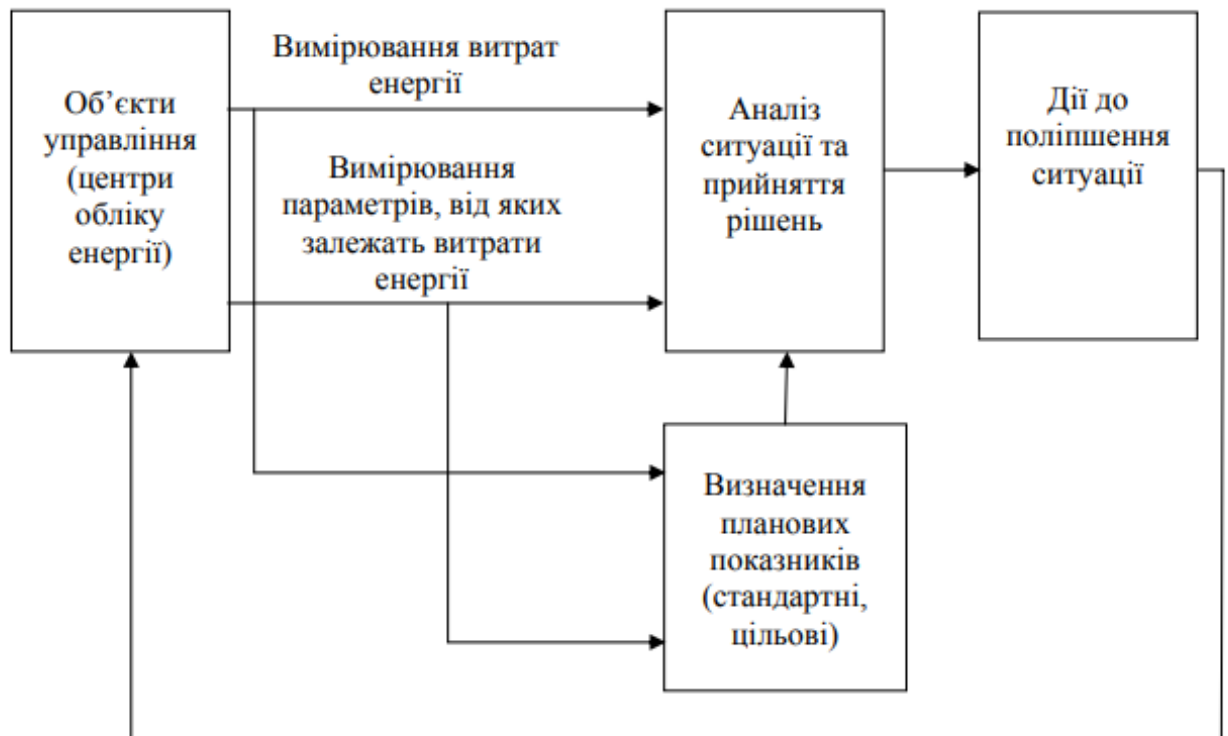


Рис. 1.1. Структура системи енергоменеджменту [1]

Ефективне управління енергоспоживанням підприємства може мати місце тоді, коли мінімізація витрат енергії буде досягнута на робочих місцях, де ця енергія використовується. Задля здійснення такого управління треба забезпечити відповідальність за ефективне енергоспоживання в структурних підрозділах підприємства. Тому, структурні підрозділи підприємства вирішують питання енергозбереження, а їх керівники відповідають за результати цієї діяльності. В системі енергоменеджменту технологічні об'єкти виділених підрозділів являють собою об'єкти управління, де ва зарто забезпечити високу енергоефективність процесів. Зазвичай, на підприємстві виокремлюють декілька об'єктів.

Об'єкт управління може являти собою сукупність однотипного устаткування, технологічну лінію, які мають компактне розташування. [2]

Важливим є те, щоб енергоспоживання цих об'єктів було значним і були можливості для його вимірювання. Разом з тим, мають бути визначені особи з числа персоналу управління, які відповідають за ефективність енергоспоживання на об'єкті. Ці об'єкти, що виділені в структурі

підприємства, отримали назву центрів обліку енергії (ЦОЕ). У ЦОЕ необхідно визначити параметри режиму, від яких залежить енергоспоживання та виділити з їх числа головні (тобто ті параметри, які в більшій мірі впливають на витрати енергії).

Збір інформації про рівень витрат енергії та його параметри здійснюється в реальному часі. Цей час має бути достатнім задля отримання необхідного обсягу статистичної інформації та визначення на її основі стандартних планових показників (регресійної залежності, що побудована за результатами попередніх вимірювань). [5]

За рівнем енергоспоживання в поточний період контроль у ЦОЕ здійснюється на основі поточних вимірювань. Далі вони зіставляються з плановими. На основі цього робиться висновок про стан енергоспоживання на об'єкті. Контролюється показник енергоефективності технологічного процесу, який визначається витратами енергії на досягнення результату цього процесу.

Через це вимірюють параметри, від яких залежить рівень енергоспоживання (наприклад, обсяг виготовленої продукції). Згодом складаються звіти, що підлягають аналізу спеціально створеними для цього структурами (відділами контролю енергоспоживання). Ці відділи спільно з управлінськими структурами підприємства пропонуються рішення, що сприяють поліпшенню ситуації. Відбувається контроль виконання прийнятих для реалізації в ЦОЕ рішень. [6]

Ситуація на об'єкті управління періодично змінюється, що пов'язано з використанням нових технологій, з реалізацією енергозберігаючих заходів, сучасного високопродуктивного устаткування. Такі зміни мають сприяти зменшенню питомих витрат енергії в ЦОЕ. Тому слід змінювати й планові показники, що має відтворюватися у формуванні цільових планових показників, орієнтованих на зміну ситуації у об'єкті управління.

Тому, функціонування системи енергоменеджменту необхідно розглядати як безперервний процес, що здатний враховувати зміни, які відбуваються на об'єкті та конкретні особливості його експлуатації. Через це

йде мова про нормалізацію енергоспоживання як «індикатору, який має здатність враховувати різні обставини використання енергії на об'єкті».

Після закінчення певного проміжку часу, виходячи з конкретних умов роботи об'єкту, система забезпечить мінімальне енергоспоживання. Це є важливою обставиною, адже значення питомих норм енергоспоживання (планові показники) формуються безпосередньо на підприємстві, та які не залишаються постійними, а змінюються залежно від ситуації. Дані норми отримані в реальному часі та використовуються для безперервного аналізу й прийняття рішень. Разом з тим, існує система, яка здатна поліпшити ці показники.

Замкненість системи управління є характерною особливістю розглянутої структури є. Насправді, існує зворотний зв'язок між визначеними діями з покращення ситуації та об'єктом керування. Мають бути розроблені дієві механізми для реалізації тісного зворотного зв'язку. Та його відсутність приведе до непрацездатності системи. Варто враховувати, що мова йде не про систему з чіткою взаємодією персоналу, який задіяний для її роботи, а не автоматизовану систему управління. [2]

В значній мірі успішність впровадження системи енергоменеджменту залежить від ставлення керівництва установи до даного аспекту. Ось проявом уваги та ініціативи залежить, чи буде проведено подальший курс на реформи, або ж все закінчиться оформленням енергетичного паспорта. Але не менш важливу роль відіграє енергоменеджер, співробітник установи, який безпосередньо керує і відповідає за процеси вдосконалення енергетичного господарства.

Енергоменеджер - це працівник, який повністю або за сумісництвом відповідає за енергетичний менеджмент (з обмеженим бюджетом). [6]

Враховуючи вищезазначене, виділимо важливі пункти, що стосуються функціонування системи енергоменеджменту:

- вимірювання в ЦОЕ рівнів споживання різних видів енергії і палива, та параметрів, від яких залежать ці рівні;
- розробка планових показників енергоспоживання та оцінка ефективності використання енергії в окремих ЦОЕ і в межах підприємствазагалом
- надходження інформації про енерговикористання об'єкта в належній для аналізу формі;
- розробка заходів з енергозбереження та створення механізму їх реалізації.

Впровадження систем енергоменеджменту на підприємствах передбачає виконання попередніх дій щодо визначення існуючого на ньому ступеня контролю енерговикористання. Це дозволить порівняти його із світовими стандартами та підвести підсумок відносно необхідності впровадження системи контролю більш високого рівня.

Проаналізуємо деякі характерні особливості, які визначають існуючий рівень та ознаки контролю (табл. 1.1). Характерною ознакою процесу, що відповідає першому рівню контролю, є фіксація щомісячних рахунків на оплату енергії.

Ця форма контролю широко використовується у випадку, коли керівники підприємства не приділяють достатньої кількості уваги процесу енерговикористання. Через це, й прибутки підприємства значно перевищують витрати на одержання енергоносіїв. Високі рівні контролю, які визначені в табл. 1.1, відповідають ситуації, коли має місце необхідність у більш детальному аналізі витрат та зменшенні їх рівня. Особливість такого контролю полягає у зменшенні терміну реєстрації показань лічильників енергії, визначенні показника питомих (на одиницю виробленої продукції) витрат енергії.

Введення в дію моніторингу рівня витрат енергії дозволяє оперативно реагувати на зміну загальної картини в енергопостачанні, а визначення енергоефективності процесу сприяє реальній оцінці результатів, що досягнуті завдяки використанню енергії. Перенесення акценту відповідальності за енергоспоживання безпосередньо на підрозділи підприємства (в ЦОЕ) сприяє поглибленню процесу контролю, розширює його можливості. Забезпечується оперативне виявлення та ліквідація недоліків. Найвищий рівень контролю (п'ятий) досягається при впровадженні енергоменеджменту, що функціонує на принципах системи контролю і нормалізації енергоспоживання. Саме тут і реалізується весь перелік позитивних ознак.

Таблиця 1.1. Рівні та ознаки процесу контролю

<b>Рівень контролю</b>	<b>Ознаки процесу</b>
1	Фіксуються тільки щомісячні рахунки на оплату енергії
2	Щомісячні показання лічильників звіряються з рахунками на оплату
3	Контролюються витрати енергії в окремих структурних підрозділах підприємства
4	Щомісячні показання лічильників зіставляються з випуском продукції підприємством і визначаються питомі витрати енергії (енергоефективність)
5	Здійснюється оперативний контроль показників енергоефективності в ЦОЕ підприємства

Аналіз ситуації з енерговикористання підприємства дозволяє виявити існуючі рівні контролю і визначити заходи, що сприяють їх розширенню і формуванню на цій основі системи, яка відповідає світовому рівню енергоменеджменту. Економне використання енергії можливе за наявності важелів фінансової дії на виконавців технологічних операцій. [6]

Тому важливе значення має відповідь на питання: «Хто платить за енергію, що спожита підприємством?». Існують декілька рівнів, які визначають прогресивність існуючої системи оплати (табл. 1.2). Якщо за спожиту енергію сплачує бухгалтерія підприємства та ніяким чином не враховується внесок окремих підрозділів підприємства в загальну суму боргу,

то зникають підстави для економії енергії на робочих місцях. На матеріальний стан підрозділу не впливає економія енергії. По цій причині більш високі рівні системи оплати передбачають матеріальну відповідальність за нераціональне використання енергії. У разі наявності на підприємстві ЦОЕ така відповідальність покладена на цей підрозділ.

Таблиця 1.2. Рівні системи оплати за спожиту енергію

<b>Рівень</b>	<b>Оплату здійснює</b>
1	Бухгалтерія підприємства
2	Відділ енергопостачання
3	Кожний виробничий відділ підприємства відповідно до встановленого пропорційного розподілу
4	Кожний підрозділ підприємства (ЦОЕ) за спожиту ним енергію

На підприємствах має діяти матеріальне стимулювання виробничих підрозділів за ефективне використання енергії. Це є обов'язковою умовою для успішного функціонування системи енергоменеджменту та відповідає четвертому рівню системи оплати підприємства за спожиту енергію. Введення матеріального стимулювання докорінно змінює ситуацію з енерговикористанням на робочих місцях, сприяє більшій відповідальності виконавця і підвищенню енергоефективності процесів.

Причому, в сучасних умовах діяльності підприємств в області енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності може бути забезпечена й державна підтримка, яка може здійснюватися за такими напрямками:

- 1) сприяння в здійсненні інвестиційної діяльності в області енергозбереження і підвищення енергетичної ефективності;
- 2) сприяння в розробці та використанні об'єктів, технологій, що мають високу енергетичну ефективність;
- 3) підтримка регіональних, муніципальних програм в галузі енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності, які передбачають, зокрема, досягнення найбільш високих цільових показників енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності;

4) реалізація програм стимулювання виробництва і продажу товарів, що мають високу енергетичну ефективність, для забезпечення їх в кількості, що задовольняє попит споживачів, при встановленні заборони або обмеження виробництва і обороту аналогічних за метою використання товарів, результатом використання яких може стати непродуктивний витрата енергетичних ресурсів [8]

## **1.2. Стандарт ISO 50001 як основа впровадження системи енергоменеджменту**

Системи енергоменеджменту впроваджуються на основі стандарту ISO 50001, який встановлює вимоги до системи, на основі яких підприємство, володіючи достовірною інформацією стосовно використання енергетичних ресурсів, може розробити і запровадити енергетичну політику, здійснити постановку завдань та розроблення планів заходів з енергетичного менеджменту з урахуванням законодавчих вимог. [9]

Мета міжнародного стандарту ISO 50001 наразі, полягає в тому, щоб допомогти організаціям встановити системи та процеси для поліпшення рівня енергоефективності, які враховують енергоефективність, характер використання та кількість споживаної енергії. Застосування стандарту дозволить знизити викиди парникових газів, а також енерговитрати за допомогою системного підходу до енергоменеджменту. Стандарт ISO 50001 став новим інструментом в системі енергоменеджменту, який дозволяє одночасно та не безперервно знижувати споживання енергії, отримувати фінансові переваги та скорочувати навантаження на навколишнє середовище.

Стандарт ISO 50001 поширюється на підприємства всіх типів та розмірів, незалежно від їх початкового рівня енергоефективності та видів використовуваної енергії та розташування, включаючи різного розміру промислові підприємства, комерційні організації, інститути і державні установи, які бажають підвищити ефективність використання енергії та

протидіяти зміні клімату. Стандарт лише рекомендує, що необхідно робити в рамках реалізації заходів енергоменеджменту, а не яким чином це робити. [10]

Цей стандарт ґрунтується на методології, відомій як цикл постійного поліпшення «Плануй – Виконуй – Перевірйй – Дій» («Plan – Do – Check – Act» (PDCA)), та запроваджує енергетичний менеджмент у повсякденну практику підприємства. [11]

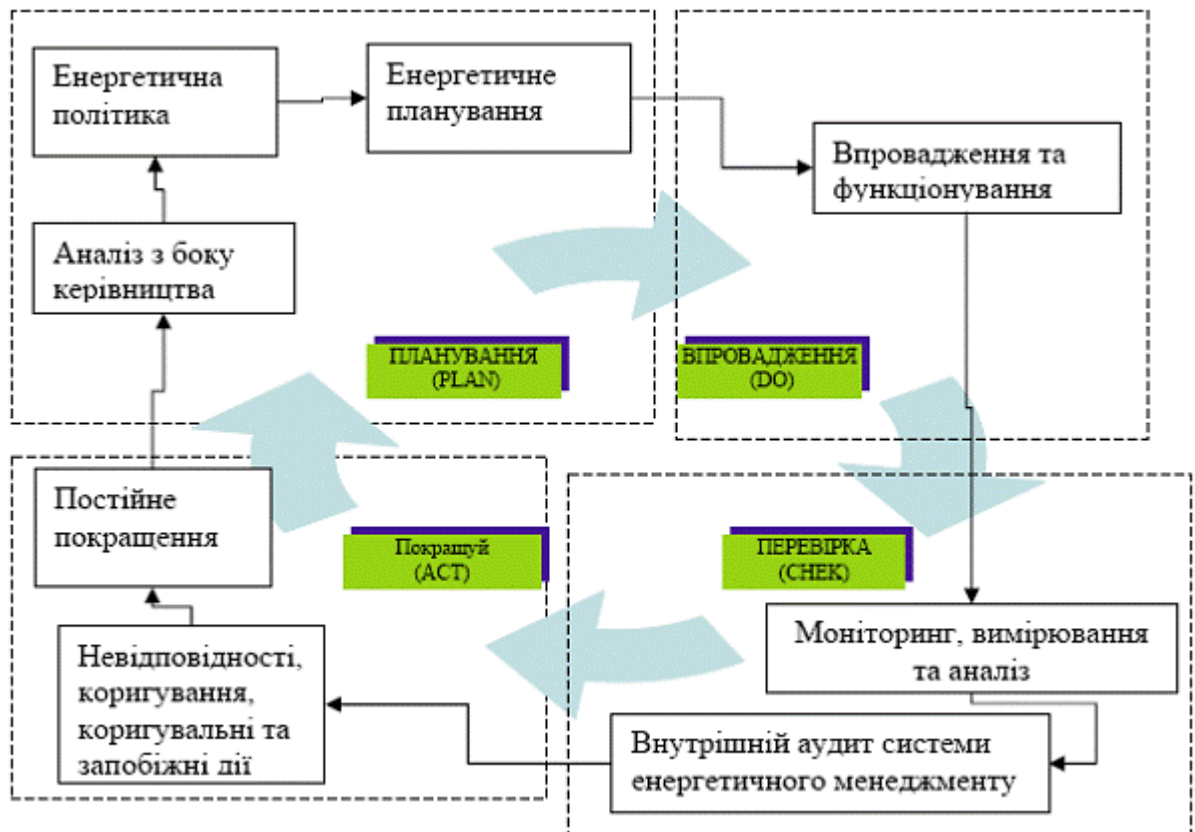


Рис. 1.3. Схема системи енергетичного менеджменту відповідно до ISO 50001

Застосування стандарту ISO 50001 дає дозвіл вирішувати проблеми підвищення енергоефективності на плановій основі, використовуючи весь перелік засобів інтегрованих систем менеджменту. Стандарт доволі легко інтегрується в систему менеджменту якості, що побудована на основі міжнародного стандарту ISO 9001 і майже повністю повторює структуру та зміст вимог ISO 14001 до систем екологічного менеджменту. Зокрема, має схожі вимоги з міжнародним стандартом OHSAS 18001 «Системи менеджменту професійної безпеки і здоров'я - вимоги». [12]

Система енергетичного менеджменту, що діє у відповідності до положень міжнародного стандарту ISO 50001, націлена на інтеграцію проблем забезпечення енергоефективності в загальну концепцію менеджменту організації. Створивши інтегровану систему енергоменеджменту підприємства можемо отримати ряд переваг:

- орієнтація підприємства на загальні цілі діяльності з урахуванням зацікавлених сторін;
- ефективніше використання енергетичних ресурсів;
- взаємозв'язок процесів менеджменту;
- вплив на зменшення емісії парникових газів;
- скорочення можливих протиріч між різними аспектами діяльності організації;
- зниження витрат на розробку, функціонування і сертифікацію системи менеджменту організації;
- створення єдиної системи навчання та підвищення компетентності персоналу, що спрямована на досягнення намічених цілей;
- залучення більшої кількості співробітників до процесу покращення діяльності організації;
- створення єдиної системи управління документацією;
- підвищення іміджу підприємства. [12]

В міжнародному стандарті ISO 50001 ключова роль у реалізації ефективного енергоменеджменту припадає на керівництво підприємства, завдання якого – сформулювати та затвердити енергетичну політику підприємств. Вона має бути сумісною з політикою інших систем менеджменту незалежно від того, розроблена вона як частина загальної політики інтегрованої системи менеджменту чи як самостійний документ. [12]

Політика енергозбереження підприємства має:

- встановлювати вимоги з енергозбереження та енергоефективності;

– виокремлювати головні завдання у сфері енерговикористання та доступні підприємству межі застосування системи енергетичного менеджменту;

– забезпечувати можливість внесення корегувань та перегляду завдань.

[12]

ISO 50001, як й інші стандарти інтегрованої системи менеджменту, передбачає, що підприємству слід мати сформульовані та задокументовані цілі, завдання та плани дій в області енергетичного менеджменту на певні проміжки часу. Ці завдання та цілі мають бути контрольованими та, зазвичай, мати кількісне вимірювання відносно базового періоду. [12]

Відповідно до положень міжнародного стандарту ISO 50001 підприємство має спочатку визначити найбільш енергоємні виробничі підрозділи, установки, технологічні процеси, а вже потім встановити енергетичний базис, що розробляється на рівні всіх енергетичних та виробничих показників базового періоду. [12]

Побудована на основі вимог стандарту, система енергоменеджменту має містити документальне підтвердження процедури розроблення енергетичного базису. Для оцінки енергоефективності та міри досягнення встановлених цілей підприємства варто визначити показники енергетичної ефективності. Вони повинні оновлюватися та постійно порівнюватися з базовим енергоспоживанням.

Відповідно до ISO 50001, в системі енергетичного менеджменту важлива роль відводиться компетентності персоналу, який слід інформувати про відповідність його діяльності енергетичній політиці підприємства, вимогам системи енергоменеджменту. Персонал має знати свої обов'язки, відповідальність та повноваження, які сприяють виконанню вимог системи енергетичного менеджменту. Разом з тим, керівники підприємств повинні доводити до працівників яким чином їх діяльність впливає на ефективне використання енергоресурсів. [12]

Складемо результати впровадження системи енергоменеджменту (прямі та непрямі вигоди). Загальним ефектом є забезпечення стабільної конкурентоспроможності організації на вітчизняних та закордонних ринках, що містить:

*Організаційний ефект*, який полягає:

- у розробці корпоративних документів, які регулюють енергоменеджмент;
- синергетичний ефект від збалансованого розподілу функцій в галузі енергозбереження за підрозділами;
- залучення всіх категорій персоналу через мотивацію та розвиток корпоративної культури до енергозбереження;
- забезпечення підвищення керованості підприємства та управлінської прозорості.

*Фінансовий ефект*, що заключається в:

- покращенні фінансових показників підприємства за рахунок прямої економії всіх видів енергоресурсів;
- скорочення витрат, усунення непродуктивних витрат;
- підвищення фінансової прозорості підприємства;
- гарантії інвестування в енергозберігаючі проекти;
- забезпечення зростання вартості підприємства та інвестиційної привабливості.

*Ефект репутації*, що включає в себе:

- іміджеву привабливість компанії, як реалізує політику енергоефективності виробництва, в очах бізнес-партнерів, населення і органів влади;
- репутація компанії як успішної в підвищенні своєї енергоефективності;
- підтримка репутації підприємства як вигідного та надійного партнера.

### 1.3. Етапи впровадження ISO 50001 на промисловому об'єкті

Впровадження системи енергетичного менеджменту (СЕНМ) інструментами ISO 50001 на промисловому підприємстві має починатися з документального оформлення рішення керівника підприємства про створення СЕНМ на підприємстві. Для цього слід виконати наступні дії:

- видати наказ про створення системи енергоменеджменту на підприємстві з конкретним визначенням її цілей і найближчих завдань;
- призначити керівника служби енергоменеджменту та поставити йому в обов'язок визначення основних процесів управління споживанням енергоресурсів, реалізації поставлених завдань, організації роботи з підтримання в робочому стані системи управління, координацію діяльності служби енергетичного менеджменту.

Послідовність процесу впровадження СЕНМ на промисловому підприємстві – це низка характерних етапів, виконання яких є обов'язковим для ефективного функціонування СЕНМ на підприємстві:

- а) розробка Політики енергозбереження підприємства;
- б) розробка Програми енергозбереження підприємства;
- в) розробка Програми енергетичного менеджменту;
- г) узагальнення функції ЕнМ на підприємстві;
- г) формування служби енергоменеджменту;
- д) запровадження комплексу енергетичного моніторингу;
- е) створення комплексу внутрішніх стандартів підприємства, що регламентують функціонування СЕНМ;
- є) розробка програм мотивації, інформування та навчання персоналу у сфері енергозбереження;
- ж) документування СЕНМ;
- з) проведення аудиту СЕНМ;
- и) проведення сертифікації СЕНМ.

Згідно положень стандарту ДСТУ ISO 50001 необхідно спочатку визначити всі найбільш енергоємні виробничі підрозділи, технологічні процеси, установки і агрегати, а потім встановити енергетичний базис, який розробляється на рівні всіх енергетичних та виробничих показників базового періоду. СЕНМ повинна містити документальне підтвердження процедури розроблення енергетичного базису.

Для оцінки енергоефективності і міри досягнення встановлених цілей підприємства необхідно визначити показники енергетичної ефективності. Показники енергоефективності повинні оновлюватися і постійно порівнюватися з базовим енергоспоживанням.

В якості основи системи енергоменеджменту можна застосувати метод цільового енергетичного моніторингу (ЦЕМ). Метод цільового енергетичного моніторингу був розроблений і широко застосовується на великих промислових підприємствах Західної Європи та США в якості однієї з частин загальної структури управління підприємством. За оцінками Британського агентства з енергоефективності, впровадження ЦЕМ знижує поточні витрати на енергоресурси в грошовому вираженні на 10-20 % без додаткових витрат на модернізацію технологій. Найчастіше впровадження ЦЕМ рекомендується як першочерговий захід в комплексній програмі з підвищення енергоефективності.

Метод ЦЕМ вимагає чіткої організаційної структури, відповідальної за його функціонування. Ядром такої структури виступає служба енергетичного менеджменту, а периферійними ланками – центри енергетичного обліку. Загальні принципи побудови ЦЕМ наступні. Підприємство розбивається на окремі центри енергетичного обліку.

Приклад окремих центрів обліку:

- великі енергоспоживачі (печі, котли, технологічні лінії установки);
- підрозділи підприємства (цехи, відділення, дільниці);
- окремо розташовані будівлі;
- системи (опалення, вентиляції, кондиціонування; освітлення);

- підприємство в цілому.

Розподіл підприємства на окремі ЦЕМ може проводитися різними способами, однак від правильності організації цього етапу залежить загальна ефективність роботи ЦЕМ. Занадто велика кількість центрів енергетичного обліку зробить систему ЦЕМ громіздкою та неоперативною, а надмірне укрупнення центрів енергетичного обліку призведе до великої похибки в оцінці параметрів енергоспоживання. Кожен з виділених є відокремленим споживачем, основною характеристикою якого служить кількість спожитого енергоресурсу даного виду за обліковий період. Ці відомості регулярно збираються з усіх центрів енергетичного обліку в кінці кожного облікового періоду і надходять у службу енергоменеджменту.

Рекомендується застосовувати засоби діагностичного аудиту енергоефективності, які дозволяють впровадити сучасні інформаційні smart технології у СЕМ підприємства та автоматизувати виконання таких складових стандарту ISO 50001, як встановлення енергетичної базової лінії, індикаторів енергоефективності, здійснення моніторингу та необхідних вимірювань для визначення рівня енергоефективності, проведення енергоаналізу, енергопланування та формування технічних звітів тощо. Результати моделювання показують, що застосування діагностичного аудиту енергоефективності електромеханічної системи (основний споживач енергії) як інструменту системи енергоменеджменту дозволить знизити споживання активної енергії на 10 %, реактивної – на 30 %, підвищити в 1,5 рази залишковий ресурс до паспортного його значення, ККД – на 8 %, коефіцієнт потужності – на 9 %, знизити втрати на 33 %.

Надалі необхідно розробити комплекс внутрішніх стандартів підприємства (СТП), що регламентують функціонування СЕМ (рис. 1.4):

- технічний облік енергоресурсів;
- взаємодія служби ЕМ і підприємства;
- моніторинг Програми енергозбереження;

- система енергетичного менеджменту підприємства; - умови вибору енергозберігаючих заходів (ЕЗЗ).

В результаті впровадження СТП досягається:

- а) формалізація стандартних процедур;
- б) вища прозорість процесів реалізації ЕЗЗ;
- в) нормативна база для впровадження системи енергоменеджменту.

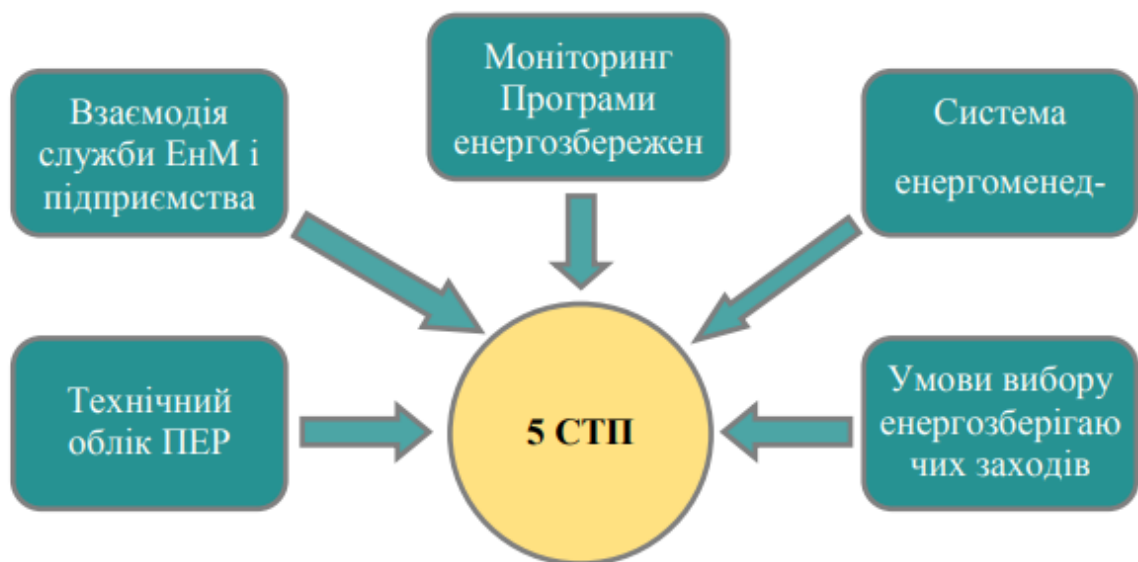


Рис. 1.4. Комплекс внутрішніх стандартів, які регламентують СЕНМ

Впровадження Стандарту підприємства по СЕНМ має включати в себе:

- вибудовування бізнес-процесів управління енергоефективністю відповідно до стандарту і цілей підприємства;
- проведення аналізу нормативних документів підприємства на предмет відповідності вимогам Стандарту і формування рекомендацій щодо внесення змін;
- розробку алгоритму розрахунку енергоспоживання для кожного об'єкта, включеного до реєстру об'єктів енергоспоживання по кожному виду ресурсу;
- розробку програмного забезпечення, методик розрахунку питомих норм;

- проведення аналізу існуючої діяльності служб підприємства в частині планування, нормування та енергозбереження. Оформлення звіту із зазначенням об'єктів і предметів аналізу; використаних критеріїв ефективності діяльності; недоліків і упущень, що знижують ефективність заходів енергозбереження;

- формування бази даних енергоспоживання підприємства і факторів, від яких залежить його рівень;

- формування організаційної структури СЕНМ;

- проведення первинного навчання енергоменеджерів з розробкою перспективного плану їх навчання (терміни, місце навчання, програма);

- організацію моніторингу енергоспоживання і параметрів, що впливають на енергоспоживання (розробляються форми подання інформації, визначаються періодичність). Як в перехідний період, так і після впровадження СЕНМ;

- щоквартальне складання проміжних звітів з розробкою коригувальних заходів, рекомендацій;

- після одного року з моменту впровадження – проведення аудиту впровадженої СЕНМ та підготовка звіту про результати її роботи.

### **Висновки до розділу 1**

Забезпечення та підвищення ефективності виробничої діяльності промислових підприємств досягається не тільки за рахунок впровадження нових енергозберігаючих технологій, а й за рахунок змін у методах і способах управління. Система енергоменеджменту дає змогу оптимізувати витрати на енергетичні ресурси і постійно поліпшувати свою енергоефективність у цілому. Основна ідея вирішення управлінської проблеми підвищення рівня енергоефективності полягає у послідовному застосуванні системного підходу до енергоменеджменту.

Головною метою енергоменеджменту є скорочення витрат підприємства на виробництво продукції за рахунок зниження витрат на

паливно-енергетичні та інші ресурси. Основними функціями енергоменеджменту є планування, організація, кадрове забезпечення, здійснення контролю, тобто енергетичний менеджмент включає функції управління, організації, розподілу обов'язків та відповідальність, процедури і ресурси, у тому числі фінансові, кадрові, матеріальні та ін.

З метою реалізації енергетичної стратегії України щодо скорочення рівня енергоємності вітчизняної економіки необхідно впроваджувати систему управління енергетичними ресурсами, тобто систему енергетичного менеджменту на основі ISO 50001.

Міжнародний стандарт ISO 50001 є фундаментом для побудови ефективного енергетичного менеджменту на підприємстві і призначений надати підприємствам керівництво з метою оптимізації процесу енергоспоживання та системного управління цим процесом.

## РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРОМИСЛОВОГО ОБ'ЄКТА

### 2.1. Наукові підходи до забезпечення енергоефективності промислового об'єкта

Енергоефективність та енергозбереження є ключовими поняттями забезпечення ефективності як підприємств, так і держави загалом. Разом з тим, саме промисловість є першою жертвою нераціонального використання ресурсів, оскільки це негативно позначається на собівартості продукції.

Енергозбереження називають комплексом виробничих, організаційних, правових, економічних, технічних та інших заходів, які спрямовані на раціональне використання та економне витрачання паливно-енергетичних ресурсів. Великою споживання енергії та палива на процеси виготовлення продукції, виконання робіт, надання послуг на базі заданої технологічної систем називають енергоємністю виробництва.

Баланс доходів та витрат – це те, на чому будується ефективність бізнесу. Чим меншими є витрати, тим більш ефективним є бізнес. Відповідно, чим менше енергоємність, тим вище енергоефективність. Врешті решт, енергозбереження в будь-якій сфері зводиться до раціонального використання енергії, зниження непродуктивних витрат.

Основними причинами низької енергетичної ефективності підприємств є:

- вагомий фізичний та моральний знос основних засобів та, як наслідок, висока аварійність обладнання;
- низький рівень регулювання споживання енергоресурсів і контролю;
- високі витрати у виробничих процесах та значна витрата первинних паливно-енергетичних ресурсів;

- недостатня кількість кваліфікованих фахівців у сфері енергетичного менеджменту;
- низький рівень мотивації персоналу до енергозбереження тощо.

Ключовими напрямками споживання енергоресурсів є: безпосередньо забезпечення основних та допоміжних технологічних процесів, освітлення, опалення, вентиляція та кондиціювання повітря, гаряче водопостачання,

Підвищити енергоефективність промислових підприємств можливо завдяки здійсненню цілеспрямованого та постійного управлінського впливу керівництва на процеси споживання й використання енергетичних ресурсів підприємства. В ефективному використанні енергетичних ресурсів приховані значні резерви зниження витрат підприємства, тобто це є найбільш важливим й економічно доцільним. Разом з тим, найменш використовуваним способом підвищення прибутковості підприємства та зменшення впливу його діяльності на довкілля. Це пояснює необхідність управління енергоефективністю підприємства як соціально-економічної системи мікроекономічного рівня.

Збільшення енергоефективності сприяє підвищенню рівня рентабельності, зміцненню фінансового становища підприємства, зростанню його вартості. Перевагою вдосконалення технологічної складової є зниження витрат на енергоносії, покращання якості продукції, а в умовах зростання цін на енергоносії є додатковим способом зниження матеріальних витрат. Крім того, за сучасних умов господарювання енергоефективність є фактором підвищення конкурентоспроможності підприємства, а також створення позитивного іміджу серед споживачів і контрагентів, зокрема на міжнародних ринках. У зв'язку з цим вирішення питання управління енергоефективністю підприємства є актуальним і потребує наукового забезпечення.

Науковий доробок дослідників, які займаються питаннями ефективності енергоспоживання на промислових підприємствах, поєднує теоретико-методичні аспекти оцінки поточного стану енергоефективності підприємств [5], обґрунтування заходів підвищення ефективності

енергоспоживання [13]. Більш детальному опрацюванню підлягають техніко-технологічні та організаційні заходи. Серед них особливу увагу приділено розробленню мотиваційних моделей як провідного важелю підвищення ефективності енергоспоживання, а також розробленню питань нормування енергетичних ресурсів [4; 14]. Проте, віддаючи належне теоретичній та практичній цінності наявних наукових здобутків, існує потреба у вдосконаленні науковометодичного забезпечення управління енергоефективністю промислового підприємства.

Енергетичні ресурси використовуються на виробничі потреби підприємства. Обсяг енерговикористання відрізняється від обсягу енергоспоживання. Величину, на яку різняться їх значення, становлять втрати енергетичних ресурсів у процесі їх використання на всіх стадіях процесу виробництва.

Отже, витратність енерговикористання у вузькому розумінні може визначатися як співвідношення втрат енергетичних ресурсів та обсягів корисно використаних енергетичних ресурсів. За такого підходу до визначення змісту енергоефективності підприємства, з урахуванням сутності енергоспоживання та енерговикористання, важливе місце займає енергозбереження.

Серед двох найбільш поширених підходів до реалізації енергозбереження на практиці виділяють енергозбереження як таке (від англ. energy saving), що спрямоване на безперервне впровадження заходів зі зменшення витрат енергоресурсів без негативного впливу на якість кінцевих результатів діяльності [12], а також енергоощадність (від англ. energy conservation), значення якої полягає у збереженні енергетичних природних ресурсів планети за рахунок зменшення їх споживання, збереження ресурсів у їх первинному стані [16].

Отже, енергоефективність підприємства визначається як властивість функціонування, що характеризує ефективність споживання енергетичних ресурсів. Це якісний показник, що може розраховуватись як співвідношення

результатів діяльності до витрат енергетичних ресурсів під час проходження кожної зі стадій процесу виробництва. Комплексний характер енергоефективності визначає необхідність використання системного підходу до її підвищення на підприємстві. Разом з тим для формування системи управління енергоефективністю підприємства важливо враховувати різницю споживання та використання енергії. Так, енергоспоживання характеризує загальний обсяг придбаних або вироблених підприємством енергетичних ресурсів, що використовуються в господарських процесах. Ефективність споживання енергетичних ресурсів залежить від ефективності їх використання, а також рівня втрат енергетичних ресурсів. Таким чином, сукупність використаних енергетичних ресурсів та енергетичних втрат становить енергетичний потік підприємства. На рис. 2.1 подані складові елементи енергоефективності підприємства у їх взаємозв'язку.

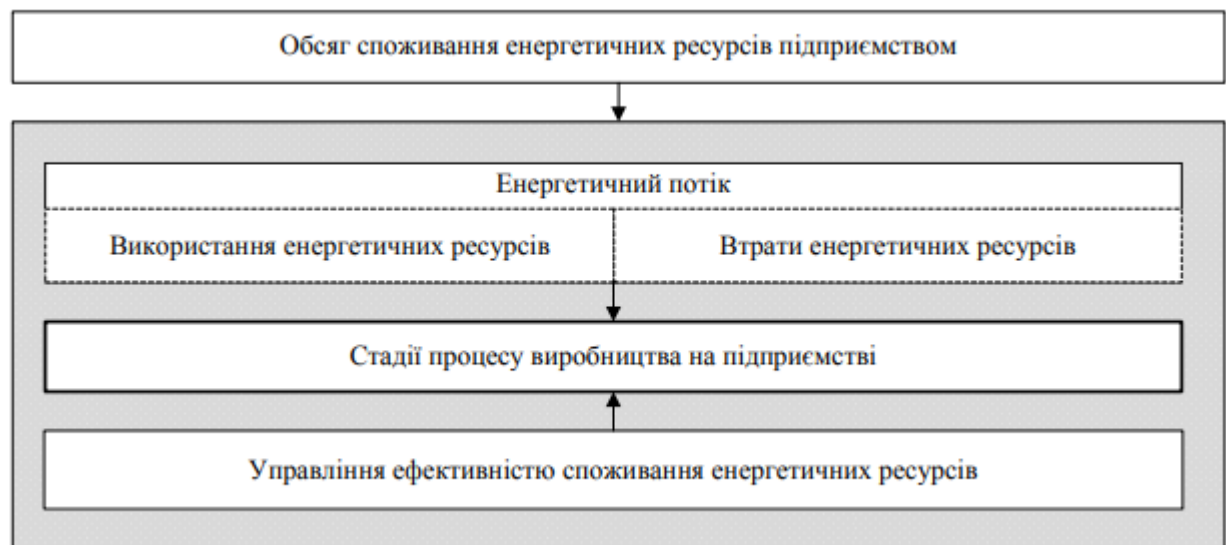


Рисунок 2.1 – Складові елементи системи енергоефективності підприємства

Управління енергоефективністю підприємства передбачає процес цілеспрямованого впливу суб'єкта на об'єкт управління, а також формування зворотних зв'язків. Формування складу системи управління енергоефективністю підприємства має ґрунтуватися на принципах функціональної повноти підсистем або систем нижчого рівня ієрархії, які є її

складовими. Система функцій управління складається з основних функцій, функцій забезпечення та конкретних функцій [9].

Це означає, що управління енергоефективністю підприємства здійснюється за рахунок реалізації суб'єктом управління щодо об'єкта системи функцій, до якої входять основні функції управління, конкретні функції управління та функції забезпечення управління енергоефективністю підприємства.

Основні функції розкривають сутність управління енергоефективністю підприємства. До них відносять планування, організацію, мотивацію, облік, аналіз, контроль та координацію. Конкретні функції розкривають зміст процесу управління, тобто функція управління реалізується стосовно певних (конкретних) об'єктів управління. Функції забезпечення створюють умови для реалізації основних та конкретних функцій, містять засоби для роботи підсистем управління енергоефективністю підприємства [9].

Проведення детального аналізу керованої підсистеми промислового підприємства надає можливість визначити елементи об'єкта управління у системі управління енергоефективністю підприємства.

Основу керованої системи становлять виробничі процеси [11]. Проте достатньою умовою для функціонування керованої системи є не просто наявність виробничих процесів, а сукупність та взаємодія трьох елементів виробництва, таких як цілеспрямована діяльність людини, тобто праця, а також предмети та засоби праці, що організовані в систему, яка здатна створювати необхідні результати.

## **2.2. Впровадження системи енергозбереження на промислових підприємствах**

До основних функцій енергоменеджменту відносять:

– взаємодія з енергоспоживачами підприємства та з енергопостачальними організаціями;

- обробка та надання інформації про енергоспоживання по окремих структурних підрозділах (виробництвам, цехам, ділянкам);
- підготовка пропозицій з енергозбереження;
- запуск енергозберігаючих проектів та управління ними;
- проведення роз'яснювально-виховної роботи з усіма працівниками про важливість і необхідність енергозбереження.

Виділяють основні види енергозберігаючих заходів:

1) організаційні заходи – заходи швидкої віддачі – внутрішній енергоаудит, складання енергетичного паспорта підприємства, розробка заходів енергозбереження та підвищення ефективності технологічних процесів, моніторинг виконання прийнятих заходів стимулювання і мотивація енергозберігаючої поведінки, введення права розпоряджатися коштами від економії енергоресурсів, встановлення правил закупівлі обладнання для енергоефективних технологій. Заходи швидкої віддачі можна розробити і реалізувати в межах року і вони дають суттєвий ефект при незначних витратах;

2) технологічні заходи – базові заходи – є більш радикальними та сприяють швидкому здійсненню економічно ефективних і фінансово привабливих інвестицій. Передбачають введення стандартів енергоефективності в сфері використання виробничих будівель, промислове обладнання, впровадження систем оборотного водопостачання, очищення вікон, фарбування стін приміщень світлою фарбою, використання відпрацьованого тепла холодильників і кондиціонерів для підігріву води, впровадження систем частотного регулювання та інших пристроїв, що забезпечують підвищення ККД електродвигунів в системах вентиляції, на насосних станціях та інших об'єктах зі змінним навантаженням. Але для реалізації енергоефективних проектів може бути потрібна фінансова підтримка з боку банків і лізингових компаній;

3) інвестиційні заходи – високовартісні та високоефективні заходи сприяють усуненню основних причин низької енергоефективності, в більшості

випадків гарантують більш суттєву економію енергоресурсів, але вимагають більш високих початкових витрат. Це перш за все перехід до альтернативних джерел енергопостачання та використання сучасних енергозберігаючих технологій виробництва продукції. Крім того, вели значення для реалізації даної групи заходів мають організаційні зміни на рівні країни та регіону, такі як реформа ціноутворення, вдосконалення ринків електроенергії та газу, перехід на інтегроване планування роботи різних джерел енергопостачання.

Промислові підприємства в процесі модернізації повинні впроваджувати такі типи технологій, які дають значний енергозберігаючий ефект:

- загальні технології для багатьох підприємств, пов'язані з використанням енергії (двигуни зі змінною частотою обертання, теплообмінники, стиснене повітря, освітлення, пар, охолодження, сушка, тощо);

- більш ефективне виробництво енергії, включаючи сучасні котельні, когенерацію (тепло та електрику), а також трігенерація (тепло, холод, електрика);

- заміна старого промислового обладнання на нове, яке споживає значно менше енергії;

- альтернативні джерела енергії.

Режим енергозбереження особливо актуальний для механізмів, які частину часу працюють зі зниженим навантаженням – конвеєри, насоси, вентилятори. Існує чимало пристроїв, які дозволяють домогтися зменшення витрат при роботі електроустаткування, основними з яких є конденсаторні установки і частотно регульовані приводи, які можуть бути впроваджені на більшості промислових підприємств

Впровадження стратегії енергозбереження допомагає підприємству уникнути ризиків і отримати конкурентну перевагу щодо інших компаній, що представляють свою продукцію або послуги на ринку. Дана стратегія повинна стати основою для ефективного управління процесами енергозбереження в

рамках проведення довгострокової енергетичної, економічної та інноваційної політики підприємства.

Німецький дослідник Й. Кальс в своїй роботі [13, с. 182-184] виділяє наступні типові стратегії, які можуть бути застосовані для стратегічного моделювання системи енергозбереження на підприємстві:

– пасивна стратегія – відсутнє систематичне планування, а управління енергозбереженням не розглядається в якості окремого об'єкта впливу. Завдання формування енергетичної політики та застосування міжнародних стандартів енергозбереження не є актуальними для підприємства, а скоріше є допоміжними при пошуку шляхів виживання підприємства в умовах підвищеної конкуренції;

– стратегія максимізації прибутку в короткостроковому періоді – впровадження заходів енергозбереження з відносно невеликим терміном окупності та високою віддачою. Стратегія орієнтується на рішення, які вже показали свою ефективність, є в більшій мірі стандартизованими і перевіреними, а їх впровадження не призводить до додаткових проблем у вигляді додаткового навчання співробітників, підвищення ефективності впровадження нових технологій. Заходи з низькою прибутковістю не розглядаються;

– стратегія максимізації прибутку в довгостроковому періоді передбачає серйозне розуміння ринку цін на енергоносії та розвитку технологій, керівництво бере до уваги енергозберігаючі проекти з великими термінами окупності інвестицій. Відповідні заходи (наприклад, впровадження нових електричних станцій або теплообмінників) можуть мати терміни реалізації у кілька десятиліть;

– стратегія реалізації всіх інвестиційно привабливих заходів вважає метою застосування всієї сукупності можливих заходів у сфері оптимізації енергоспоживання, що мають позитивний економічний ефект як в короткостроковій, так і в довгостроковій перспективі;

– максимальна стратегія припускає, що навіть цілі підприємства можуть зазнавати зміни в інтересах енергозбереження та охорони клімату. Підприємство приєднується як до прикладних досліджень в галузі енергоефективності, які мають великий термін окупності, так і до фундаментальними дослідженнями, наприклад, в галузі альтернативної енергетики.

Вибір тієї або іншої стратегії енергозбереження залежить, перш за все, від цілей підприємства та його потенційних можливостей щодо реалізації стратегії. Крім того, в умовах економічної самостійності підприємств одним з головних критеріїв вибору стратегії впровадження технологій енергозбереження та стимулювання процесів впровадження енергозберігаючих заходів є оцінки їх економічної ефективності.

До основних ефектів від реалізації стратегії енергозбереження промислового підприємства можуть бути віднесені:

– збільшення продуктивності технологічних установок та обладнання в разі впровадження заходів щодо технологічного енергозбереження, зниження енерговитрат на одиницю продукції та поліпшення її якості;

– економія енергії та інших ресурсів, що приводить до зниження матеріальних витрат та собівартості продукції;

– скорочення платежів підприємства за забруднення навколишнього середовища в зв'язку із зменшенням кількості витрачених паливно-енергетичних ресурсів.

Але можуть мати місце і негативні результати:

– зростання загального обсягу основних фондів підприємства;

– зростання матеріальних витрат (незважаючи на економію енергоресурсів);

– зростання експлуатаційних витрат на утримання енергозберігаючого обладнання та установок;

– зростання чисельності обслуговуючого персоналу тощо.

Впровадження стратегії енергозбереження на підприємстві повинно передбачати комплексний підхід до вирішення управлінських завдань і чітку формалізацію кожного з його етапів.

1. Формування комплексу цільових показників, що розраховуються на основі індикаторів (параметрів енергетичного стану підприємства). Цільові показники необхідні для планування та оцінки ефективності процесів енергозбереження підприємства і його структурних елементів (систем енергозабезпечення, підрозділів, будівель тощо). Тому вони відображають плановий і фактичний рівні реалізації стратегічних завдань і підлягають щорічній корекції з урахуванням ряду факторів: фактичного відхилення показників від заданих значень за звітний період; оцінки фактичної ефективності заходів в області енергозбереження; зміни рівня технічного і технологічного розвитку; оцінки економічної ситуації та інші.

2. Планування та виконання точкових і комплексних заходів в області енергозбереження. Механізм реалізації заходів повинен мати чіткий взаємопов'язаний алгоритм дій з яким прогнозованим результатом, відповідати державним та галузевим нормативно-правовим документам, корелювати з раніше прийнятими на підприємстві цільовими програмами та рішеннями. Для кожного заходу повинні бути визначені виконавці, обсяги та джерела фінансування, а також схеми залучення коштів. З урахуванням встановлених стратегією тимчасових обмежень формується план-графік реалізації заходів.

3. Контроль процесів енергозбереження. Стратегія передбачає необхідність впровадження на підприємстві ефективної системи моніторингу, аналізу та прийняття рішень, що забезпечує розподіл зон відповідальності за виконання заходів, а також адаптивне управління процесами енергозбереження з урахуванням можливих ризиків та інших факторів організаційного, технічного, соціального і економічного характеру.

### **2.3. Сучасні проблеми підвищення енергоефективності вітчизняних підприємств**

Відсутність комплексного підходу до управління енергетичними затратами на промислових підприємствах є одним з найважливіших факторів, що істотно стримує підвищення конкурентоспроможності вітчизняних виробників. Саме тому питання створення системи енергетичного менеджменту набувають особливої актуальності і зумовлюють необхідність вирішення цілого ряду методологічних і методичних проблем її побудови.

Низька енергоефективність є одним з визначальних факторів кризових явищ в економіці. Неспроможність вітчизняної продукції конкурувати із зарубіжними товарами пояснюється тим, що в собівартості продукції значну частину складають витрати енергетичних ресурсів. Це є перешкодою на шляху входження до світової системи господарювання української економіки. Зважаючи на можливість вступу України до Євросоюзу, питання енергоефективності та енергозбереження стає особливо актуальним.

Зміна вартості енергоносіїв відбувається надзвичайно швидкими темпами, призводить до підвищення витрат на виготовлення та реалізацію продукції та послуг, загострення конкурентної боротьби між підприємствами, зумовлює виживання сильніших з них. Ними стають ті підприємства та організації, які найефективніше використовують енергоресурси, людські ресурси, застосовують нові інформаційні технології та програмні продукти для ефективнішого використання усіх ресурсів підприємства, недопущення його банкрутства, дбайливого ставлення до довкілля.

Інновації у сфері вирішення проблем енергоефективності є вимогою часу, засобом випередження у конкурентній боротьбі. Побачити сфери неефективного використання енергоресурсів, здійснити об'єктивний облік та аналіз їхнього використання, зменшити недостатність наукових знань та практичних навичок у вирішенні проблем енергоефективності є одними з найосновніших факторів виживання господарюючих суб'єктів.

Ефективний енергоменеджмент необхідно здійснювати у контексті сталого розвитку України. Вимоги сталого розвитку України, співпраця з міжнародними економічними інституціями вимагають вдосконалення системи міжнародного управління довкіллям, яке сьогодні у стадії зародження. Таке управління передбачає ефективний менеджмент при реалізації державної політики енергозбереження (ДПЕ) у контексті сталого розвитку України.

Реалізація ДПЕ передбачає наявність нижчезрозглянутих передумов та вирішення проблем енергозбереження в Україні. Передумовами реалізації ДПЕ є: висока енергоємність продукції, застарілі технології, значні витрати енергоресурсів у житлово-комунальному господарстві; нераціональність використання енергоресурсів; економічна доцільність енергозбереження.

Проблеми енергозбереження, які необхідно вирішити для сталого розвитку України:

- знаходження коштів на здійснення ДПЕ в умовах реструктуризації та приватизації об'єктів і підприємств житлово-комунальної сфери;
- вдосконалення законодавчої бази, створення сприятливішої ситуації для залучення вітчизняних та іноземних інвесторів;
- формування спільної мотивації суб'єктів економіки щодо здійснення ДПЕ;
- активізація ролі банків у реалізації ДПЕ, надання довгострокових кредитів для впровадження енергозберігаючих проектів і технологій;
- розроблення надійних механізмів захисту інтересів інвесторів;
- зміни в державній податковій та фінансово-кредитній політиці при фінансуванні створення, освоєння і використання енергозберігаючих технологій.

Реалізація ДПЕ у контексті сталого розвитку України вимагає ефективного менеджменту:

- вдосконалення законодавчої бази ДПЕ, внесення змін у податкову та фінансово-кредитну політику для стимулювання енергозбереження;

- чітке визначення статусу та конкретизація завдань суб'єктів економіки, які здійснюють практичне енергозбереження (зокрема, енергосервісних компаній);
- застосування Energy Performance Contracting як ефективного фінансового механізму при впровадженні заходів з енергозбереження;
- налагодження об'єктивного поточного обліку та аналізу використання енергії;
- здійснення вискоєфективної стратегії банків з надання довгострокових кредитів під розроблення і впровадження енергозберігаючих технологій;
- звільнення від оподаткування прибутків банків, отриманих від операцій з кредитування енергозберігаючих технологій більш ніж на 3 роки на основі диференціації кредитів за їхнім цільовим призначенням;
- зниження кредитних ризиків (гарантія держави або третьої сторони при наданні кредитів, застосування різних форм державного страхування енергозберігаючих проектів, включення вартості значної частини ринкової вартості заставного майна позичальника в рахунок резерву для відшкодування можливих втрат за наданими кредитами);
- збільшення можливостей резервування кредитних ресурсів підприємницькими структурами при впровадженні ними енергозберігаючих технологій;
- участь банків у розподілі прибутків, отриманих позичальниками при впровадженні енергозберігаючих заходів.

Вирішення проблем енергоефективності на підприємствах України залежить від форми власності та рівня розвитку конкретного підприємства. Перспективи вирішення проблем енергоефективності на підприємствах України полягають в аналізі об'єктивно вимірюваного рівня енергоспоживання за всіма видами енергоресурсів, застосування показника питомої енергоемності продукції як визначального у виборі першочергових об'єктів

для здійснення заходів з енергозбереження, вимірюванні економічного ефекту від впроваджених заходів.

## **Висновки до розділу 2**

Діяльність сучасних промислових підприємств та муніципальних об'єктів тісно пов'язана з вирішенням проблем енергоефективності. Зміни витрат на видобування, транспортування та використання енергетичних ресурсів, зменшення обсягу цих ресурсів та негативного впливу їхнього використання у довкіллі зумовили надзвичайну важливість вирішення проблем енергоефективності.

Прогнозування використання енергетичних ресурсів, ефективна діяльність підприємств у контексті сталого розвитку України згідно з вимогами часу та кон'юнктурою ринків є сьогодні надзвичайно актуальною проблемою. Більше того, сучасною вимогою є постійна інноваційна діяльність у сфері енергоефективності, яка спирається на високу мотивацію та зацікавлення працівників організацій, підприємств та цілих регіонів.

У розвинутих країнах діяльність у сфері енергоефективності є одним із важливих засобів стабільнішого розвитку та раціонального використання бюджету країни, окремих регіонів, ефективної діяльності підприємств та корпорацій на міжнародних і внутрішніх ринках через високу конкурентоспроможність продукції (послуг). Розроблення стратегії та окремих напрямків діяльності у сфері енергоефективності є важливою прерогативою державних органів управління та регіональної політики. Тому в багатьох державах приймаються та успішно виконуються професійно розроблені закони і програми щодо здійснення енергоефективної діяльності, які мають належне науково-технічне та кадрове забезпечення, а також мотивацію задіяних виконавців.

Отже, забезпечення належного рівня конкурентоспроможності вітчизняної продукції (надання послуг), комфортних умов праці та умов надання соціальних послуг населенню вимагає вирішення проблем

енергоефективності у різних напрямках життєдіяльності суспільства. Вказані проблеми неможливо вирішити без здійснення інноваційних процесів у сфері енергоефективності.

В Україні як діяльність у сфері енергозбереження, так і розвиток інноваційної діяльності законодавчо закріплені, але на практиці ці процеси надзвичайно сповільнені, що викликано як об'єктивними, так і суб'єктивними факторами. Тому дослідження сучасних умов здійснення та інноваційної діяльності у сфері енергоефективності є актуальним для подальшого підвищення рівня розвитку і конкурентоспроможності як вітчизняних підприємств, так і муніципальних об'єктів.

## РОЗДІЛ 3. НАПРЯМИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПРОМИСЛОВОГО ОБ'ЄКТА З ПОБУДОВОЮ СИСТЕМИ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ

### 3.1. Загальна характеристика промислового об'єкта

**КП БМР «Тролейбусне управління»** - комунальне підприємство Білоцерківської міської «Тролейбусне управління» засноване на комунальній власності територіальної громади м. Біла Церква і підпорядковане Білоцерківській міській раді, яка є його Засновником. Місцезнаходження Підприємства - індекс 09108, Київська область м. Біла Церква вул. Леваневського, 135-а.

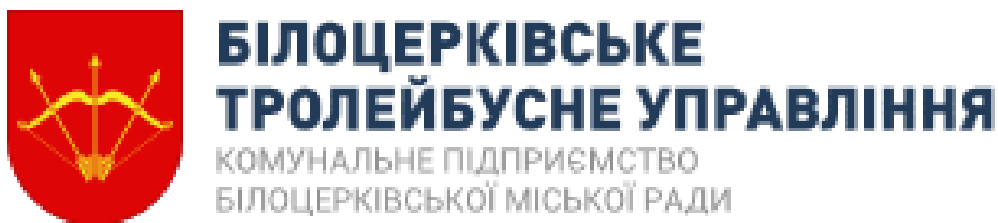


Рисунок 3.1 – Логотип підприємства

Підприємство створене з метою: здійснення ініціативної, систематичної, на власний ризик діяльності по наданню послуг, виконанню робіт та іншої підприємницької діяльності з метою задоволення суспільних потреб і отримання прибутку.

Основними напрямками діяльності підприємства є:

- діяльність регулярного електротранспорту включаючи діяльність фунікулерів та підвісних канатних доріг;
- технічне обслуговування та ремонт автомобілів;
- діяльність нерегулярного пасажирського транспорту;
- функціонування інфраструктури автомобільного та міського транспорту;
- рекламна діяльність.

На сьогодні у місті Біла Церква діє 5 тролейбусних маршрутів загальною протяжністю 41 км. Тролейбусний парк налічує 18 тролейбусів (у робочому стані). Станом на 1 січня 2018 року населення Білої Церкви становило 203 тис. осіб.

Наразі найбільш серйозною проблемою міськелектро транспорту є стан рухомого складу. Переважна більшість тролейбусів застарілих моделей, 67,6% пасажирських тролейбусів відпрацювали нормативний термін експлуатації. Середній вік одного тролейбуса становить 18,7 років. Така ситуація негативно позначається на якості послуг, що надає підприємство. Середній вік пасажирських автобусів - 10 років.

Одним з суттєвих недоліків тролейбусної системи Білої Церкви є великий інтервал руху тролейбусів на маршрутах № 2, 3, 3а, 4, 5, що складає 28—70 хвилин у залежності від маршруту і вказівок диспетчера. З таким інтервалом руху тролейбусів місто потребує встановлення на зупинках похвилинних графіків усіх маршрутів.

Немає прямого сполучення від масиву Піщаний (пропонований маршрут № 6) і густонаселеного 4-го мікрорайону (пропонований маршрут № 7) до площі Перемоги, для жителів мікрорайону Гайок також актуальним залишається відсутність сполучення з рештою міста.

Варто відзначити і той недолік, що, незважаючи на те, що тролейбусна мережа добре охоплює південну і східну частину міста (сполучаючи найбільші спальні райони і заводи), у північній та частково центральній і західних частинах відсутня. Немає ліній вздовж центральних вулиць Ярослава Мудрого, Героїв Небесної Сотні (Гординського), Павличенка, Шевченка, Олеся Гончара, бульв. Михайла Грушевського (1 Травня), де знаходяться такі важливі елементи інфраструктури як головний залізничний вокзал, автостанція, центральний ринок, торгові центри, культурні осередки, 1-ша міська й дитяча лікарні. Питання загострилося особливо у роки незалежності України з огляду на переорієнтування пасажирських потоків до ринків, ТРЦ,

автостанції, головного залізничного вокзалу замість заводів і залізничної станції місцевого сполучення Роток на сході міста.

Проаналізуємо діяльність підприємства у розрізі кількості відремонтованих тролейбусів, кількості перевезених пасажирів та знайдемо залежність між цими показниками та споживанням енергоносіїв підприємства.

Таблиця 3.1 – Аналіз діяльності підприємства за 2018 рік

Показник	2018 рік											Грудень
	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	
Кількість відремонтованих тролейбусів, од	6	7	2	3	1	1	0	0	2	4	3	7
Кількість перевезених пасажирів, тис	155,5	154,7	152,8	153,7	152,4	151,9	149,4	147,2	148,3	149,6	151,3	153,8
Споживання теплової енергії, Гкал	149,89	90,35	88,94	16,33	21,90	12,49	18,54	9,42	43,98	99,84	129,87	147,53
Споживання електричної енергії, кВт*год	76320	79545	65790	67590	75180	80100	90630	84756	105600	100560	104400	102289
Споживання холодної води, м3	13,80	16,10	4,60	6,90	2,30	2,30	0,00	0,00	4,60	9,20	6,90	16,10

Використаємо кореляційний аналіз задля виявлення залежності між показниками. Взагалі, призначення кореляційного аналізу зводиться до виявлення наявності залежності між різними факторами. Тобто, визначається, чи впливає зменшення чи збільшення одного показника на зміну іншого. Якщо залежність встановлена, то визначається коефіцієнт кореляції. На відміну від регресійного аналізу, це єдиний показник, який розраховує даний метод статистичного дослідження. Коефіцієнт кореляції варіюється в діапазоні від +1 до -1. При наявності позитивної кореляції збільшення одного показника сприяє збільшенню другого. При негативній кореляції збільшення одного показника тягне за собою зменшення іншого. Чим більше модуль коефіцієнта кореляції, тим помітніше зміна одного показника відбивається на зміні другого. При коефіцієнті рівному 0 залежність між ними відсутній повністю.

Проаналізувавши залежність між показниками, можна виокремити високий ступінь залежності між кількістю відремонтованих тролейбусів та кількістю перевезених пасажирів (коефіцієнт кореляції складає 0,69), також між кількістю відремонтованих тролейбусів та споживанням теплової енергії (коефіцієнт кореляції складає 0,79). Незначний вплив спостерігається між кількістю відремонтованих тролейбусів та споживанням електричної енергії (коефіцієнт споживання складає 0,23). Тобто, спостерігається тенденція, коли збільшення одного показника сприяє збільшенню другого.

### 3.2. Аналіз енергоспоживання підприємства

Енергоефективність – це ефективне (розсудливе, доцільне) використання енергетичних запасів. Це застосування меншої кількості енергії для підтримання того ж рівня енергетичного забезпечення будівель або технологічних процесів на виробництві. Проаналізуємо енергоспоживання підприємства за 2016-2018 рр. (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Річне споживання теплової енергії підприємства за 2016-2018 рр.

№	Місяць	2016 рік		2017 рік		2018 рік	
		Гкал	грн	Гкал	грн	Гкал	грн
1	Січень	110,85	72855,53	162,37	230071,78	149,89	205813,96
2	Лютий	91,64	60231,55	100,81	142840,28	90,35	124059,59
3	Березень	85,99	56516,51	100,85	142897,37	88,94	122123,51
4	Квітень	26,36	17325,58	6,67	9445,97	16,33	22422,72
5	Травень	14,02	9211,65	18,05	25574,44	21,9	30070,89
6	Червень	6,09	4003,85	9,93	14070,60	12,49	17150,02
7	Липень	8,90	5846,21	14,75	20896,86	18,54	25457,27
8	Серпень	7,47	4910,72	3,66	5179,61	9,42	12934,60
9	Вересень	20,45	13440,56	35,43	50202,89	43,98	60388,94
10	Жовтень	76,60	50342,72	90,89	128790,47	99,84	137090,30
11	Листопад	94,70	62241,67	118,09	167334,50	129,87	178324,50
12	Грудень	107,32	70535,00	138,37	196062,53	147,53	202573,44
<b>Σ</b>	<b>Всього</b>	<b>650,39</b>	<b>427461,55</b>	<b>799,86</b>	<b>1133367,30</b>	<b>829,08</b>	<b>1138409,75</b>

Споживання теплової енергії за місяцями наведено на рис. 3.2.

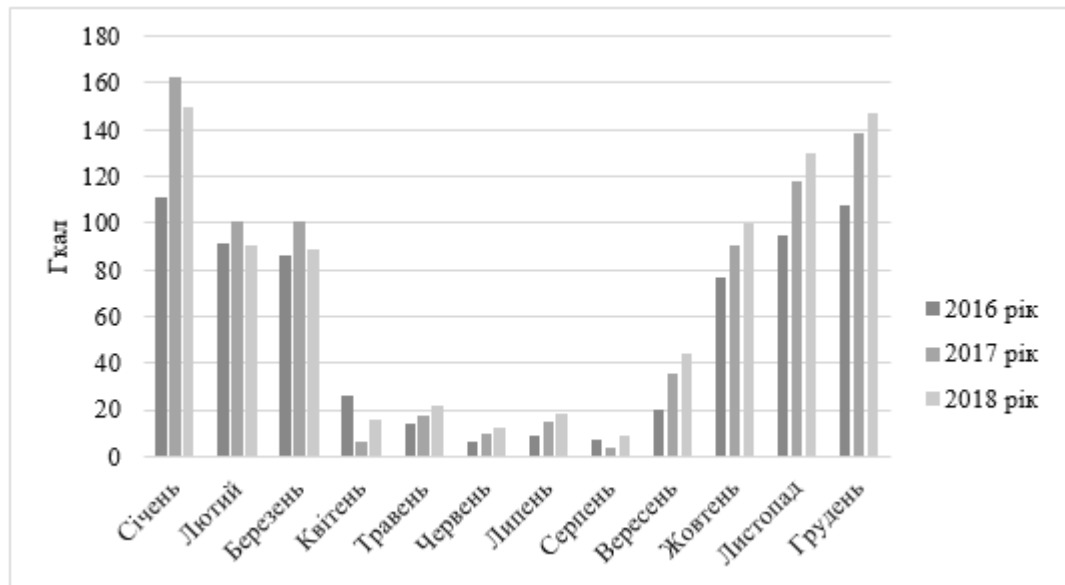


Рисунок 3.2 – Графік споживання теплової енергії в 2016-2018 рр.

З рис. 3.2 бачимо, що найбільше споживання теплової енергії підприємством відбувається під час опалювального сезону, в інший час теплове навантаження зменшується, особливо в літній період.

Таблиця 3.3. – Річне споживання електричної енергії підприємством за 2016-2018 рр.

№	Місяць	2016 рік	2017 рік	2018 рік
		кВт·год		
1	Січень	83040	81336	76320
2	Лютий	68964	80458	79545
3	Березень	69204	80738	65790
4	Квітень	74532	86954	67590
5	Травень	68136	79492	75180
6	Червень	75444	88018	80100
7	Липень	60384	70448	90630
8	Серпень	66360	77420	84756
9	Вересень	66516	77602	105600
10	Жовтень	84768	84768	100560
11	Листопад	90525	83026	104400
12	Грудень	94470	88172	102289
<b>Σ</b>	<b>Всього</b>	<b>915303</b>	<b>991392</b>	<b>1045720</b>

Споживання електричної енергії за місяцями зобразимо на рис. 3.3.

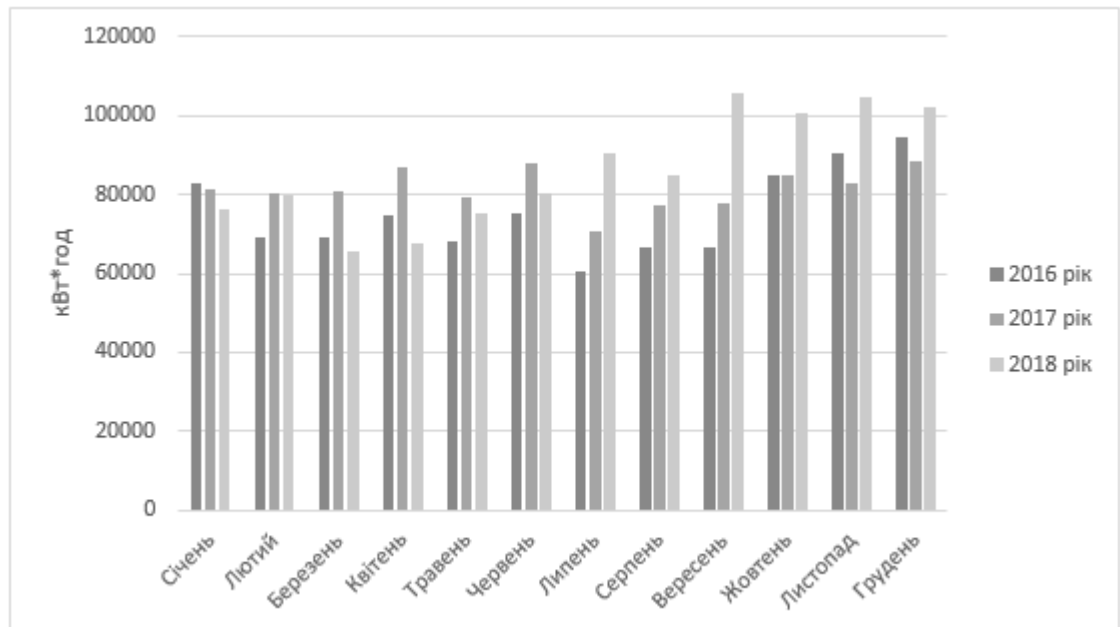


Рисунок 3.3 – Споживання електричної енергії за у 2016-2018 рр., кВт\*год

З рис. 3.3 бачимо, що споживання електричної енергії зростає в основному з вересня кожного року, що пов'язано з більшим використанням освітлення, оскільки день стає коротшим.

Таблиця 3.4. – Річне споживання холодної води підприємством за 2016-2018 рр.

№	Місяць	2016 рік	2017 рік	2018 рік
		м <sup>3</sup>		
1	Січень	1011,81	929,74	846,06
2	Лютий	910,51	845,25	750,24
3	Березень	917,70	864,55	767,56
4	Квітень	912,30	814,20	760,15
5	Травень	898,77	769,49	793,96
6	Червень	869,93	815,00	795,50
7	Липень	901,83	869,86	727,08
8	Серпень	920,58	800,63	870,60
9	Вересень	895,99	823,40	809,97
10	Жовтень	918,99	705,18	756,24
11	Листопад	871,45	718,91	805,05
12	Грудень	959,07	816,50	883,32
Σ	<b>Всього</b>	10989,40	9772,70	9565,70

Споживання холодної води за місяцями зобразимо на рис. 3.4.

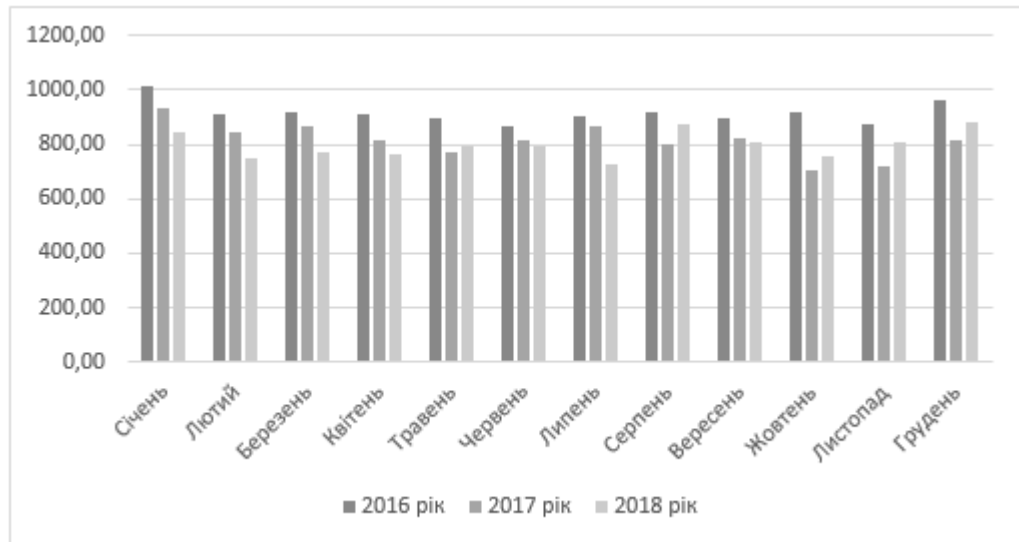


Рисунок 3.4 – Споживання електричної енергії за у 2016-2018 рр.,  
кВт·год

З рис. 3.4 бачимо, що споживання холодної води в загальному за період з 2016 по 2018 р зменшується.

Зокрема, найбільшу статтю витрат підприємства складають витрати електроенергії самими тролейбусами. Слід зазначити, що витрати електроенергії 1 тролейбусом у середньому за рік складають близько 209 тис. кВт·год. Розглянемо споживання електричної енергії 1 тролейбусом підприємства за 2016-2018 рр. Річне середнє значення споживання електроенергії одним тролейбусом підприємства складе близько 3800 тис. кВт·год.

### 3.3. Пропозиції щодо вдосконалення енергоспоживання промислового об'єкту

Міський електричний транспорт є складовою частиною єдиної транспортної системи, яка призначена для перевезення громадян трамваями, тролейбусами, поїздами метрополітену на маршрутах (лініях) відповідно до вимог життєзабезпечення населених пунктів.

Актуальним питанням світової енергетики є зниження електроспоживання всіх електроприймачів. Досить вагомим споживачем

електричної енергії є міський електричний транспорт [1]. Щороку в салони, наприклад, вінницького транспорту загального користування заходить понад 170 млн. пасажирів.

70% з них перевозить пасажирський електротранспорт. Питання, пов'язане зі зниженням енерговитрат шляхом створення високотехнологічних зразків транспортних засобів, є актуальним для міського електричного транспорту в цілому, де енергетична складова в даний час досягає 30-50 % від загальних витрат комунальних підприємств.

*Пропозиція 1 – Ремонт тролейбусів з встановленням електронної системи керування потужністю.* Проект передбачає застосування імпульсного регулювання тягових двигунів на рухомому складі міського електричного транспорту з метою зменшення витрат електроенергії. В останні роки в імпульсних системах регулювання широке застосування знайшли біполярні транзистори з ізолюваним затвором (IGBT).

До переваг систем керування з транзисторами IGBT можна віднести:

- простоту схем керування;
- відсутність додаткових комутаційних кіл;
- належний захист від коротких замикань;
- можливість високої частоти перемикачів при низьких комутаційних втратах.

У теперішній час практично всі нові моделі трамваїв і тролейбусів оснащені імпульсними системами регулювання з транзисторами IGBT.

Таблиця 3.5 – Розрахунок економії електроенергії при заміні реостатно-контакторної системи керування тяговим двигуном на теристорно-імпульсну систему керування

№ з/п	Показник	Одиниця виміру	У середньому на добу	У середньому за рік
1.	Пробіг одного тролейбуса	км	220	80 300
2.	Витрати електроенергії 1 тролейбусом	кВт·год	572	208 780
3.	Фактична економія електроенергії на одному тролейбусі (35% від витрат електроенергії)	кВт·год	200,2	73 073

Економія електроенергії за рахунок заміни реостатно-контакторної системи керування тяговим двигуном на теристорно-імпульсну систему керування складає в межах 30...40 в залежності від режиму роботи.

Для розрахунку вартості застосування імпульсного регулювання тягових двигунів на рухомому складі міського електричного транспорту за приклад бралася система SDMC – 103 вартістю 230280 грн, що виробляється в Республіці Молдова.

Розрахунок загальної вартості переобладнання 1 тролейбуса на теристорно-імпульсну систему керування тяговим двигуном представлена в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Розрахунок загальної вартості переобладнання 1 тролейбуса на теристорно-імпульсну систему керування

№ з/п	Показник	Одиниця виміру	Значення показника
1.	Вартість 1 комплексу системи IGBT керування двигуном тролейбуса	тис. грн	230,28
2.	Вартість 1 статичного перетворювача напруги	тис. грн	20,0
3.	<b>Загальна вартість</b>	<b>тис. грн</b>	<b>250,28</b>

Розрахунок економічного та екологічного ефекту від встановлення лічильників наведено в таблицях 3.7 та 3.8.

Таблиця 3.7 – Розрахунок економічного та екологічного ефекту від заміни системи керування та капітального ремонту тролейбусів

№ з/п	Показник	Значення показника	Розрахунок
1.	Вартість зекономленої електроенергії одним тролейбусом за рік	46 035,99 грн	73 073 кВт·год · 0,6300 грн/кВт·год
2.	Загальна сума інвестицій	1 751 960 грн	7 шт. · 250280 грн
3.	Кількість зекономленої електроенергії від переобладнання 7 тролейбусів	511,51 МВт·год	73,073 МВт · 7 од.
4.	Річна економія в грошовому виразі	322 251,93 грн	511510 · 0,6300
5.	Скорочення викидів CO <sub>2</sub> становить	593,35 т	511,51 · 1,16

*Пропозиція 2 – Встановлення лічильників електроенергії на рухомому складі та стимулювання водіїв до скорочення витрат електроенергії.* Запропоновано та розроблено: Інститут місцевого розвитку Опис. Розрахунок рівня нормативного споживання електроенергії та його стратегічне

прогнозування допомагає виявити неефективні режими роботи та перевитрати електроенергії. Суттєвих результатів можна досягти при встановленні лічильників-реєстраторів електроенергії на рухомому складі та оцінці індивідуальної економії електроенергії кожним водієм (рис. 3.5).



Рисунок 3.5 – Лічильник-реєстратор призначений для обліку витрат електроенергії тяговими електродвигунами

Лічильник-реєстратор призначений для некомерційного обліку витрат електроенергії тяговими електродвигунами тролейбуса (модифікація РЕН500.3 РІВП.453819.003) або трамвая (модифікація РЕН500.3-01 РІВП.453819.003-01) із метою відпрацювання та подальшого застосування водіями найбільш економічних прийомів водіння електротранспорту.

Впровадження енергозберігаючих режимів роботи обладнання дозволяє забезпечити роботу технологічного устаткування в оптимальному режимі та реальну економію енергоресурсів. (Розробка енергозберігаючих режимів потребує розробки технологічних карт руху тролейбусів на маршруті, інструктаж та відпрацювання водіями прийомів водіння).

Витрати електроенергії одним тролейбусом на 1 км пробігу — 2,6 кВт/год. Економія за рахунок обліку споживання електроенергії та стимулювання водіїв до скорочення її споживання становить у межах 10% у залежності від режиму роботи.

Таблиця 3.8 – Розрахунок економії електроенергії при встановленні лічильників

№ з/п	Показник	Одиниця виміру	У середньому на добу	У середньому за рік
1.	Пробіг одного тролейбуса	км	220	730 000
2.	Витрати електроенергії одним тролейбусом	кВт-год	572	208 780
3.	Фактична економія електроенергії на одному тролейбусі (10% від витрат електроенергії)	кВт-год	57,2	20 878

Таблиця 3.9 – Розрахунок економічного та екологічного ефекту від встановлення лічильників

1.	Вартість зекономленої електроенергії одним тролейбусом за рік	31 153,14 грн	20 878 кВт-год · 0,6300 грн/кВт-год
2.	Загальна сума інвестицій	480 000 грн	60 од. · 8000 грн
3.	Кількість зекономленої електроенергії від переобладнання 60 тролейбусів за рік	<b>1252,7 МВт/год</b>	20,878 МВт · 60 од.
4.	Річна економія в грошовому виразі	1 869 188,4 грн	31 153,14 · 60
5.	Скорочення викидів CO <sub>2</sub> становить	<b>1453,132 т</b>	<b>1252,7 · 1,16</b>

**Пропозиція 3 (головна)** – розробка схеми рекуперативного гальмування тролейбуса в системі тягового електропостачання міста, основні рішення якої спрямовані на підвищення ефективності використання енергії електричних гальмувань електротехнічного комплексу «система електропостачання – електротранспорт міста» із врахуванням впливу випадкових факторів.

Автономність рекуперативного гальмування – основа надійної та енергоефективної рекуперації на електрорухомому складі постійного струму.

Рекуперація є однією з найважливіших складових енергозберігаючої технології перевізного процесу на шляхах України, один з потужних джерел скорочення електроспоживання транспорту.

Шляхом використання процесу рекуперативного гальмування (РТ) на електрорухомому складі можливе повернення електроенергії обсягом до 8-10% від енергії, що витрачається на електротягу, а деякі автори збільшують ці відсотки до 10-15%. У той же час в останні 20-25 років обсяг енергії рекуперації не перевищує 2,21% від споживаної. Більш того, цей відсоток

щорічно знижується настільки, що в останні 15 років цей показник в середньому не перевищує 1,71%.

Зазначене вище обумовлено рядом причин, зокрема, тих, що надійність, стабільність та енергоефективних існуючих (надалі - традиційних) режимів РТ багато в чому залежить від системи тягового електропостачання (СТЕ). Ця залежність навіть нормативно зазначається в ухвалі режиму РТ: «Рекуперативне гальмування – це режим електричного гальмування, при якому електрична енергія, що виробляється тяговими електродвигунами, надходить в контактну мережу».

Рекуперативне гальмування широко застосовується на електропоїздах, електровозах, сучасних трамваях та тролейбусах, що дозволяє в умовах міського руху чи частих зупинок заощаджувати значну кількість енергії. На сьогодні, розрізняють такі основні види рекуперативного гальмування, як: електричне, механічне, пневматичне та гідравлічне.

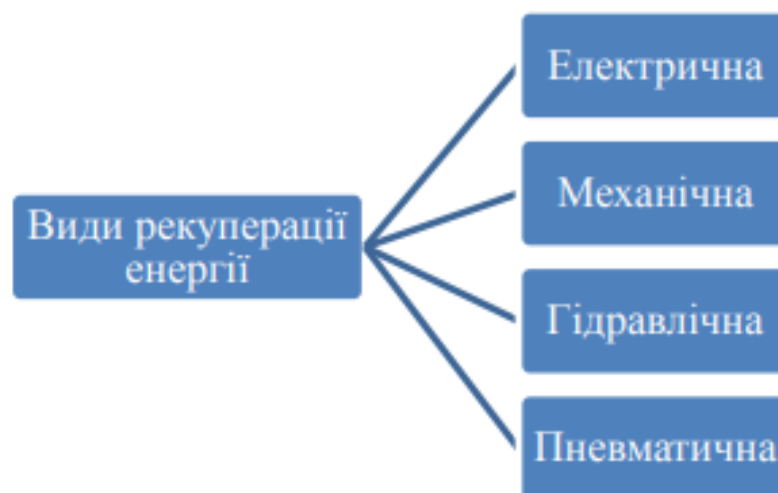


Рисунок 3.6 – Види рекуперативного гальмування

На даний час вироблена електрична енергія у транспорті, під час рекуперативного гальмування, повертається в контактну мережу (на відміну від реостатного гальмування, під час якого вироблена електрична енергія гаситься на гальмівних резисторах, тобто перетворюється в тепло і розсіюється системою охолодження).

Рекуперативне гальмування використовується для пригальмовування в тих випадках, коли транспорт рухається по не значному крутому схилу вниз і застосування пневматичних гальм є недоцільне. Тобто, рекуперативне гальмування використовується для підтримання заданої швидкості під час руху транспорту по спуску. Цей вид гальмування дає можливість значно заощадити електроенергію.

Проте, в Україні досить мала кількість електровозів обладнана системою рекуперативного гальмування. В основному, рекуперативним гальмуванням оснащуються електровози постійного струму, це пояснюється простотою перемикання тягових двигунів в режим генератора. На електровозах змінного струму встановлення даного виду гальмування є проблематичним, оскільки перетворення постійного електричного струму в змінний є досить складним процесом.



Рисунок 3.7 – Використання рекуперації енергії у транспорті

Механічне рекуперативне гальмування реалізується, наприклад, шляхом накопичення кінетичної енергії під час руху транспорту і з подальшим її використанням для початку руху або при подоланні значного супротиву при русі. Такий вид рекуперації є найпростішим і найдешевшим, але потребує застосування габаритних механізмів і тяжких матеріалоемних конструкцій, що загалом і заважає розвитку такого типу рекуперативного гальмування.

Гідравлічне рекуперативне гальмування реалізується шляхом перемикання тягових гідромоторів в режим насосу і з подальшим накопиченням енергії у гідравлічних акумуляторах. Доцільність застосування таких систем є у машинах та механізмах загальною потужністю близько 20 кВт і вище за умови, що така система обладнана, штатно, гідросистемою. В такому випадку додавши декілька елементів і відкоригувавши алгоритм керування машиною можливо підвищити загальний ККД.

Системи рекуперації пневматичної енергії доцільна у застосуванні коли необхідно отримати високу швидкість системи при середніх потужностях машин. Наразі системи пневматичної рекуперації мало поширені навіть у машинах з пневматичним приводом.

Ідея використання НЕ в різних пристроях на системах тролейбусах, в тому числі в системах електротяги, не нова і не заперечується. У публікаціях переважно обговорюється два питання: перше - можливі варіанти розташування НЕ (тобто стаціонарні (на ТП або в тяговій мережі) або бортові (на ЕРС) установки НЕ); другий - необхідний тип НЕ і його масогабаритні і вартісні показники.

Найбільш ґрунтовні дослідження по можливості використання стаціонарних установок НЕ в системі електричної тяги постійного струму і в метрополітені представлені в роботах [6-10]. У цих роботах розглядаються питання застосування установок або індуктивних, або ємнісних, або надпровідних індуктивних накопичувачів в системі тягового електропостачання: на ТП або в середині фідерної зони на посаді секціонування, або на зупиночних пунктах (на станціях).

Більшість дослідників, в тому числі і зарубіжних, вважає, що найбільш доцільними є ємнісні накопичувачі (ЕНЕ). Тому, зокрема, в Японії прийнято рішення зосередити наукові розробки в цьому напрямку. Розробка і впровадження накопичувачів на базі суперконденсаторів (конденсаторів подвійного електричного шару (КДЕС)), що дозволяють акумулювати електроенергію в режимі РТ, здійснюється на ТП р Лозанни, Нью-Йорка,

Лондона і в містах Німеччини. Але режими РТ, що базуються на стаціонарних НЕ, не володіють автономністю, вони, як і традиційне РТ, пов'язані з контактною мережею, по якій йде передача накопичуваної і потім використовуваної електроенергії. Тому такі режими РТ володіють багатьма викладеними вище умовами, обмеженнями і недоліками.

Наявні на сьогодні публікації свідчать про те, що найбільш енергоефективними, а тому і більш перспективними, є бортові (автономні) системи керування, що базуються на КДЕС. Але в даний час такі системи ще тільки в стадії початкової теоретичної розробки.

Отже, проблемою є: мале використання рекупераційної енергії на міському транспорті. Тролейбус може рекуперувати енергію. Але практично вся рекупераційна енергія електрифікованого транспорту «спалюється» на гальмівних резисторах і повторно не використовується.

Вирішенням цієї проблеми є: застосування маховикових накопичувачів, що дозволить ефективно використовувати рекупераційну енергію – режим швидкого збереження енергії з подальшою швидкою віддачею, для застосування на троллейбусах.

Конструкція та принципи роботи НКЕ (накопиченої кінетичної енергії) полягає в тому, що електрична енергія подається на мотор-генератор, що розкручує «високоенергетичний маховик», кожен з яких накопичує 4,1 МДж (1,2 кВт \* год) енергії.



Рисунок 3.8 – Конструкція та принципи роботи НКЕ

Накопичувач енергії комплектується блоком управління. Коли виникає необхідність, мотор-генератор перетворює накопичену кінетичну енергію назад в електричний струм і видає споживачеві.

Таблиця 3.10 – Характеристики накопичувача кінетичної енергії НКЕ-1В

<i>Параметр</i>	<i>Значення</i>
Обороти маховика	4000 об/хв
Тип мотор-генератора	2000 Па
Потужність мотор-генератора	асинхронний
Енергоємність	3-150 кВт
ККД	4 (8) МДж (1,1 кВт*год)
Строк служби	до 97%
Маса маховичного блока	більше 25 років
Висота з мотором	1100 мм
Діаметр	1200 мм



Рисунок 3.9 – Накопичувач кінетичної енергії НКЕ-1В

Наразі рекуперативна енергія гальмування повторно в мережі практично не використовується. Із застосуванням НКЕ вона може повністю спрямовуватися на розгін вагона.

Проаналізуємо характеристики тролейбуса марки ЗиУ-682 (табл. 3.11)

Таблиця 3.11 – Характеристики тролейбуса марки ЗиУ-682

Рід струму та напруга	= 550 (400-720) В
Вихідна напруга	115 кВт
Прискорення	1,3 м/с <sup>2</sup>
Маса 1 вагона	17,985 тонн
Гальмування	1,1 м/с <sup>2</sup>
Система тяги	контакторно-реостатна
Гальмівна система	електро-пневматична

Проведемо розрахунок накопичувачів на одну зупинку. Загальна кількість накопичувачів - 1 НКЕ (з розрахунком на одночасне гальмування 2-х тролейбусів). Накопичена енергія розганяє вагон від 0 км / год до 40-45 км / год.

Отже, вага тролейбусу (1 вагон, тара) складає 10750 кг. Кількість пасажирів (122 люд) – 9760 кг. Загальна маса дорівнює 20150 кг.

$$A_{\text{рух}} = m (v_{\text{н}}^2 - v_{\text{к}}^2) / 2 = 2,3 \text{ МДж},$$

$$A_{\text{сопр.}} = F * l = m g k l = 0,4 \text{ МДж}$$

$$\text{Загальна робота} = 2,7 \text{ МДж}$$

$$\text{де } V_{\text{н}} = 0 \text{ м/с}$$

$$V_{\text{к}} = 15 \text{ м/с}$$

$$l = 500 \text{ м}$$

$$g = 9,8 \text{ м/с}$$

$$k = 0,002$$

Видача запасеної в НКЕ енергії для розгону 1 тролейбуса  $>2,3 \text{ МДж} \approx 0,8 \text{ кВт*год}$ . Загальний обсяг уведеннях електроенергії виданої на розгін тролейбусів на добу:  $280 \text{ кВт} * \text{годин}$

Ціна спожитої електроенергії з розрахунку близько 2 грн. за 1 кВт \* год

становить 560 грн. на добу. Загальна економія в рік з однієї зупинки становить 204 400 грн. (без урахування гальмувань на світлофорах та ін.). Якщо НКЕ встановити на 25 зупинках, то економія за рік складе близько 5 млн. грн. Термін окупності НКЕ ~ 3,5 року. Термін служби НКЕ - 25 років.

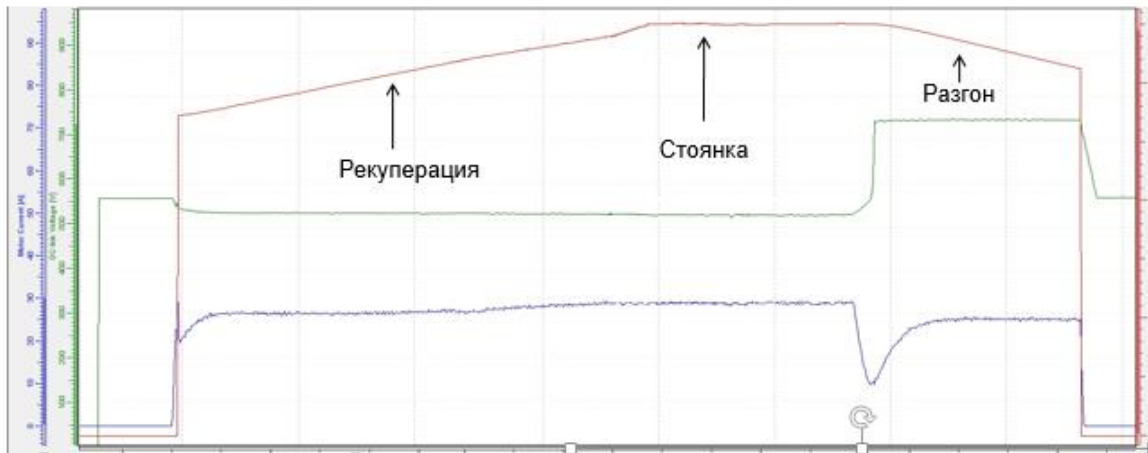


Рисунок 3.10 – Моделювання режиму рекуперації

- █ обороти маховика
- █ струм в моторі
- █ напруга ланки пост. струму

Випробування показали успішну роботу стаціонарного НКЕ в режимі рекуперації енергії рухомого складу. Економія енергії при розгоні одного вагона тролейбуса становить ~ 0,7 кВт \* годин. Річна економія електроенергії на 1 НКЕ складе ~ 102200 кВт \* годин (тільки на одній ділянці з зупинкою, без урахування гальмування на світлофорах).

Попередній розрахунок показує окупність НКЕ протягом 4 років (тільки по зупинкам, без урахування світлофорів). Для виконання проекту може бути реалізований енергосервісний контракт.

Застосування стаціонарних маховиків накопичувачів дозволить забезпечити:

- істотну економію споживання енергії, що витрачається на розгін тролейбуса за рахунок рекуперації;
- істотне зниження бюджетних витрат на утримання підприємства міського транспорту;

- плавніше, без ривків, рух вагонів при розгоні і гальмуванні;
- стабілізацію напруги в контактній мережі;
- збільшення ресурсу обладнання тягових підстанцій;
- зниження витрат на модернізацію діючих і будівництво нових підстанцій;
- створення нових робочих місць;
- зниження теплового навантаження на навколишнє середовище.

### **Висновки до розділу 3**

КП БМР «Тролейбусне управління» - комунальне підприємство Білоцерківської міської «Тролейбусне управління» засноване на комунальній власності територіальної громади м. Біла Церква і підпорядковане Білоцерківській міській раді, яка є його Засновником. Місцезнаходження Підприємства - індекс 09108, Київська область м. Біла Церква вул. Леваневського, 135-а. Підприємство створене з метою: здійснення ініціативної, систематичної, на власний ризик діяльності по наданню послуг, виконанню робіт та іншої підприємницької діяльності з метою задоволення суспільних потреб і отримання прибутку.

Найбільшу статтю витрат підприємства складають витрати електроенергії самими троллейбусами. Слід зазначити, що витрати електроенергії 1 троллейбусом у середньому за рік складають близько 209 тис. кВт·год. Розглянемо споживання електричної енергії 1 троллейбусом підприємства за 2016-2018 рр. Річне середнє значення споживання електроенергії одним троллейбусом підприємства складе близько 3800 тис. кВт·год.

Було запропоновано:

1. Ремонт троллейбусів з встановленням електронної системи керування потужністю.
2. Встановлення лічильників електроенергії на рухомому складі та стимулювання водіїв до скорочення витрат електроенергії.

3. Основна пропозиція – розробка схеми рекуперативного гальмування тролейбуса в системі тягового електропостачання міста, основні рішення якої спрямовані на підвищення ефективності використання енергії електричних гальмувань електротехнічного комплексу «система електропостачання – електротранспорт міста» із врахуванням впливу випадкових факторів.

Оскільки проблемою є: мале використання рекупераційної енергії на міському транспорті. Тролейбус може рекуперувати енергію. Але практично вся рекупераційна енергія електрифікованого транспорту «спалюється» на гальмівних резисторах і повторно не використовується.

Вирішенням цієї проблеми є: застосування маховикових накопичувачів, що дозволить ефективно використовувати рекупераційну енергію – режим швидкого збереження енергії з подальшою швидкою віддачею, для застосування на тролейбусах.

## РОЗДІЛ 4. РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ

### 4.1 Етапи розроблення стартап-проекту

Стартап (start-up - стартувати, запускати) - загальне поняття, що об'єднує організації та проекти на початковій стадії розвитку. Чіткого часового проміжку, протягом якого фірму можна назвати стартапом, немає. Рамки варіюються від кількох тижнів до кількох місяців.

Стартап-проект розробляється протягом чотирьох етапів. Етапи розроблення стартап-проекту наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Етапи розроблення стартап-проекту

<p><i>Маркетинговий аналіз стартап-проекту</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• опис ідеї проекту та визначення загальних напрямів використання потенційного товару чи послуги;</li> <li>• аналіз ринкових можливості щодо реалізації;</li> <li>• розробка стратегії ринкового впровадження потенційного товару в межах проекту на базі аналізу ринкового середовища.</li> </ul>
<p><i>Організація стартап-проекту</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• складання календарного плану та графіку реалізації стартап-проекту;</li> <li>• розрахунок потреби в основних засобах та нематеріальних активах;</li> <li>• формулювання потреби у матеріальних ресурсах та персоналі на основі визначення планового обсягу виробництва потенційного товару;</li> <li>• розрахунок загальних початкових витрат на запуск проекту та планових загальногосподарських витрат, що необхідні для реалізації проекту.</li> </ul>
<p><i>Фінансово-економічний аналіз та оцінка ризиків проекту</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• визначення обсягу інвестиційних витрат;</li> <li>• розрахунок основних фінансово-економічних показників проекту та визначення показників інвестиційної привабливості проекту;</li> <li>• визначення рівня ризикованості проекту, визначення основних ризиків проекту та шляхів їх запобігання.</li> </ul>
<p><i>Заходи з комерціалізації проекту</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• визначення цільової групи інвесторів та опису їх ділових інтересів;</li> <li>• складання інвестиційної пропозиції (оферти): стислої характеристики проекту для попереднього ознайомлення інвестора із проектом;</li> <li>• планування заходів з просування оферти: визначення комунікаційних каналів та площадок, планування системи заходів з просування в межах обраних каналів;</li> <li>• планування ресурсів для реалізації заходів з просування оферти.</li> </ul>

## 4.2 Опис ідеї проекту та визначення загального напрямку використання

Ідея проекту полягає у застосуванні маховикових накопичувачів, що дозволить ефективно використовувати рекупераційну енергію – режим швидкого збереження енергії з подальшою швидкою віддачею, для застосування на тролейбусах.

Опис ідеї стартап-проекту наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Опис ідеї стартап-проекту

Опис ідеї	Напрямки застосування	Вимоги до користувача
Застосування маховикових накопичувачів, що дозволить ефективно використовувати рекупераційну енергію	Використання рекупераційної енергії – режиму швидкого збереження енергії з подальшою швидкою віддачею, для застосування на тролейбусах.	- Надання доступу до об'єкту; - Можливість проведення огляду транспорту

Аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї в порівнянні з пропозиціями конкурентів.

Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту наведено в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 - Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№ п/п	Техніко-економічні характеристики ідеї	(потенційні) товари / концепції конкурентів			W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
		Мій проект	Конкурент 1	Конкурент 2			
1	Комплексність	1	2	3	3	2	1
2	Оперативність	1	2	3	2	3	1
3	Сучасність	1	2	3		2, 3	1
4	Безпека та надійність	1	2	3		1, 2, 3	
5	Вартість	1	2	3		1, 3	2
6	Оптимізація витрат, знижки	1	2	3		1, 2, 3	

Визначений перелік слабких, сильних та нейтральних характеристик та властивостей ідеї потенційного товару є підґрунтям для формування його конкурентоспроможності.

Визначення технологічної здійсненності ідеї проекту представлено в таблиці 4.4

Таблиця 4.4 - Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Аналіз доцільності використання маховикових накопичувачів, що дозволить ефективно використовувати рекупераційну енергію	Виконання оцінки факторів, що впливають на використання рекупераційної енергії Аналіз отриманих результатів	наявна	доступна
2	Розробка рекомендацій щодо типу накопичувів	Проведення теоретичних досліджень.	наявна	доступна
3	Розробка проектної документації	Надання замовнику робочої документації	наявна	доступна

Отже, технічна реалізація проекту можлива. Всі технології є наявними та доступними. Існує необхідність в людських ресурсах, тобто наймайних працівниках, які б виконували поставлені задачі.

### 4.3 Аналіз ринкових можливостей реалізації стартап-проекту

Визначення ринкових можливостей, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкових загроз, які можуть перешкодити реалізації проекту, дозволяє спланувати напрями розвитку проекту із урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проектів, що створюють конкуренти (таблиця 4.5).

Таблиця 4.5 - Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	25
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	580 тис грн
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Відсутність достатньої законодавчої бази
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	ДСТУ ISO 50001; ДСТУ ISO 50002; ДСТУ ISO 50004;
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	30 %

Визначення групи потенційних клієнтів, їх характеристики, та орієнтовний перелік вимог до послуги наведено в таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 - Характеристика потенційних клієнтів

Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до послуги
аналізу доцільності використання маховикових накопичувачів, розробка проектної документації	Транспортні підприємства	залежить від фінансових можливостей клієнта	вимоги клієнтів формуються індивідуально у технічному завданні

В таблицях 4.7, 4.8 представлено аналіз ринкового середовища.

Таблиця 4.7 - Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	недосягнення спрогнозованих результатів	наявність похибки	проведення додаткових розрахунків;
2	конкуренція	наявність компаній-замінників	реклама; впровадження системи лояльності
3	попит	спроможність клієна самостійно здійснювати аналіз системи	реклама

Таблиця 4.8 - Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	новизна	застосування нових, більш точних методів оцінки якості, доцільності використання маховикових накопичувачів	витрати на вдосконалення технічного забезпечення
2	комплексність	комплексний підхід до аналізу енергоефективності	вдосконалення складової
3	вдосконалення моделей	застосування нових методів підвищення рівня енергоефективності будівлі	підвищення конкурентоспроможності

Ступеневий аналіз конкуренції на ринку виконано в таблиці 4.9.

Таблиця 4.9 - Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

№ п/п	Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1	тип конкуренції: - чиста	Велика кількість підприємств даного профілю	Надання більш якісних послуг; залучення висококваліфікованих спеціалістів

Продовження таблиці 4.9			
2	рівень конкурентної боротьби: - локальний	Діяльність компанії спрямована на місцевого споживача, конкурувати за кордоном не рентабельно	Конкуренція в галузі впливає на попит. Можливими діями компанії є підтвердження якості наданих послуг, застосування програми лояльності, реклама
3	Галузева ознака: - включає всі галузі та приватний сектор	Компанія надає послуги для підприємств всіх галузей та для приватних осіб.	Вихід компанії на новий рівень. Розширення напрямків застосування методів в інших галузях
4	Конкуренція за видами послуг: - консультативна; - продуктова.	Надання консультації підприємств з питань системи вентиляції.	Підвищення кваліфікації персоналу. Вдосконалення та впровадження нового технічного забезпечення.
5	За характером конкурентних переваг - нецінова	Послуга не має фіксованої ціни. Розрахунок вартості залежить від типу заявлених робіт та складності виконання.	На ціну впливає безліч факторів.
6	За інтенсивністю - не марочна	На деяких підприємствах вже працюють певні системи аналізу та контролю. Також наявна конкуренція на ринку.	Жорстка конкуренція

Детальний аналіз умов конкуренції в галузі виконано за моделлю М. Портера та представлено в таблиці 4.10.

Таблиця 4.10 - Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Клієнти	Товари-замінники
Висновки:	Інші компанії, які надають послуги з аудиту споживання електроенергії	Вихід на ринок нових конкурентів.	Впровадження на підприємстві систем і оперативного контролю	Розробка та застосування вдосконаленого програмного забезпечення

На основі аналізу конкуренції, наведеного в таблиці 4.10, а також із урахуванням характеристик ідеї проекту (табл. 4.3), вимог споживачів до товару (табл. 4.6) та факторів маркетингового середовища (табл. 4.7 - 4.8) визначається та обґрунтовується перелік факторів конкурентоспроможності (табл. 4.11).

Таблиця 4.11 - Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Новизна	Комплексний підхід до аналізу системи рекуперації енергії, а також надання рекомендацій щодо заходів підвищення рівня енергоефективності системи загалом.
2	Якість	Методи, які застосовуються при виконанні аналізу є досить точними.
3	Термін виконання робіт	Досить швидке виконання аналізу.

За визначеними факторами конкурентоспроможності (табл. 4.11) проведено аналіз сильних та слабких сторін стартап-проекту (табл. 4.12).

Таблиця 4.12 - Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін з компанією-конкурентом

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг послуг у порівнянні з іншою компанією-конкурентом						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Новизна	8						V	
2	Точність та якість	8							V
3	Термін виконання робіт	11					V		
4	Ціна	10				V			
5	Інформаційне забезпечення	12							V

Фінальним етапом ринкового аналізу можливостей впровадження проекту є складання SWOT-аналізу (матриці аналізу сильних (Strength) та слабких (Weak) сторін, загроз (Troubles) та можливостей (Opportunities) (табл. 4.13) на основі виділених ринкових загроз та можливостей, та сильних і слабких сторін (табл. 4.12).

Перелік ринкових загроз та ринкових можливостей складено на основі аналізу факторів загроз та факторів можливостей всього маркетингового середовища. Існують різні ринкові загрози та можливості, які є наслідками (прогнозованими результатами) впливу факторів, і, на відміну від них, ще не є реалізованими на ринку та мають певну ймовірність здійснення.

Таблиця 4.13 - SWOT - аналіз стартап-проекту

Сильні сторони	Слабкі сторони
<ul style="list-style-type: none"> <li>- новизна;</li> <li>- точність результатів аналізу;</li> <li>- контроль якості;</li> <li>- швидкість виконання заявлених робіт;</li> <li>- інформаційне забезпечення;</li> <li>- кваліфікація розробників моделей.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- складність використання технічного забезпечення;</li> <li>- невелика команда розробників моделей.</li> </ul>
Можливості	Загрози
<ul style="list-style-type: none"> <li>- підвищення точності;</li> <li>- вдосконалення моделей;</li> <li>- лояльність цін;</li> <li>- застосування нових методів.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- наявність похибки;</li> <li>- конкуренція;</li> <li>- законодавчі обмеження;</li> <li>- патенти на продукти;</li> <li>- відсутність попиту.</li> </ul>

На основі SWOT-аналізу розробляються альтернативи ринкової поведінки (перелік заходів) для виведення стартап-проекту на ринок та орієнтовний оптимальний час їх ринкової реалізації з огляду на потенційні проекти конкурентів, що можуть бути виведені на ринок (табл. 4.14).

Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту представлено в таблиці 4.14.

Таблиця 4.14 - Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№ п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1	Спільна робота з іншими підприємствами	Середня	1 рік

#### 4.4 Розробка стратегії ринкового впровадження проекту

Перш за все розроблення ринкової стратегії є визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів (табл. 4.15).

Таблиця 4.15 - Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти послуги	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Промислові підприємства	Висока	Високий	Висока	Середня
2	Інші підприємства	Висока	Середній	Середня	Помірна
3	Адміністративні будівлі	Висока	Високий	Висока	Висока
Обрано: промислові підприємства					

За результатами аналізу потенційних груп споживачів (сегментів) обрано цільову групу, для якої пропонується надання послуг. Для роботи в обраному сегменті ринку сформовано базову стратегію розвитку (табл. 4.16).

Таблиця 4.16 - Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
1	Стратегія спеціалізації	Концентрація на потребах одного цільового сегменту	Точність, якість, комплексність, оперативність надання послуги. Сучасне програмне забезпечення. Висококваліфікований персонал.	Концентрований маркетинг

Наступним кроком є вибір стратегії конкурентної поведінки (табл. 4.17).

Таблиця 4.17 - Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики послуги конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки*
1	Ні	Компанія здійснюватиме пошук нових споживачів та створюватиме конкуренцію на ринку	Так. Здійснення оцінки та контролю споживання електроенергії.	Якість послуг, висока точність результатів.

На основі вимог споживачів з обраних сегментів до стартап-компанії та до продукту (табл. 4.6), а також в залежності від обраної базової стратегії розвитку (табл. 4.16) та стратегії конкурентної поведінки (табл. 4.17) розроблено стратегію позиціонування (табл. 4.18).

Таблиця 4.18 - Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до послуги цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформулювати комплексну позицію власного проекту
1	Досягнення очікуваного результату	Покращення та реклама	Новизна, унікальність, комплексність.	Інтелектуальний; ефективний; результативний.

#### Висновки до розділу 4

Виконано маркетинговий аналіз стартап-проекту. Визначено загальний напрямок використання запропонованої послуги. Виконано аналіз ринкових можливостей щодо реалізації проекту. Розроблено стратегії ринкового впровадження.

## ВИСНОВКИ

Забезпечення та підвищення ефективності виробничої діяльності промислових підприємств досягається не тільки за рахунок впровадження нових енергозберігаючих технологій, а й за рахунок змін у методах і способах управління. Система енергоменеджменту дає змогу оптимізувати витрати на енергетичні ресурси і постійно поліпшувати свою енергоефективність у цілому. Основна ідея вирішення управлінської проблеми підвищення рівня енергоефективності полягає у послідовному застосуванні системного підходу до енергоменеджменту.

Головною метою енергоменеджменту є скорочення витрат підприємства на виробництво продукції за рахунок зниження витрат на паливно-енергетичні та інші ресурси. Основними функціями енергоменеджменту є планування, організація, кадрове забезпечення, здійснення контролю, тобто енергетичний менеджмент включає функції управління, організації, розподілу обов'язків та відповідальність, процедури і ресурси, у тому числі фінансові, кадрові, матеріальні та ін.

З метою реалізації енергетичної стратегії України щодо скорочення рівня енергоємності вітчизняної економіки необхідно впроваджувати систему управління енергетичними ресурсами, тобто систему енергетичного менеджменту на основі ISO 50001.

Міжнародний стандарт ISO 50001 є фундаментом для побудови ефективного енергетичного менеджменту на підприємстві і призначений надати підприємствам керівництво з метою оптимізації процесу енергоспоживання та системного управління цим процесом.

Діяльність сучасних промислових підприємств та муніципальних об'єктів тісно пов'язана з вирішенням проблем енергоефективності. Зміни витрат на видобування, транспортування та використання енергетичних ресурсів, зменшення обсягу цих ресурсів та негативного впливу їхнього використання у довкіллі зумовили надзвичайну важливість вирішення проблем енергоефективності. Прогнозування використання енергетичних

ресурсів, ефективна діяльність підприємств у контексті сталого розвитку України згідно з вимогами часу та кон'юнктурою ринків є сьогодні надзвичайно актуальною проблемою. Більше того, сучасною вимогою є постійна інноваційна діяльність у сфері енергоефективності, яка спирається на високу мотивацію та зацікавлення працівників організацій, підприємств та цілих регіонів.

У розвинутих країнах діяльність у сфері енергоефективності є одним із важливих засобів стабільнішого розвитку та раціонального використання бюджету країни, окремих регіонів, ефективної діяльності підприємств та корпорацій на міжнародних і внутрішніх ринках через високу конкурентоспроможність продукції (послуг). Розроблення стратегії та окремих напрямків діяльності у сфері енергоефективності є важливою прерогативою державних органів управління та регіональної політики. Тому в багатьох державах приймаються та успішно виконуються професійно розроблені закони і програми щодо здійснення енергоефективної діяльності, які мають належне науково-технічне та кадрове забезпечення, а також мотивацію задіяних виконавців.

Отже, забезпечення належного рівня конкурентоспроможності вітчизняної продукції (надання послуг), комфортних умов праці та умов надання соціальних послуг населенню вимагає вирішення проблем енергоефективності у різних напрямках життєдіяльності суспільства. Вказані проблеми неможливо вирішити без здійснення інноваційних процесів у сфері енергоефективності. В Україні як діяльність у сфері енергозбереження, так і розвиток інноваційної діяльності законодавчо закріплені, але на практиці ці процеси надзвичайно сповільнені, що викликано як об'єктивними, так і суб'єктивними факторами. Тому дослідження сучасних умов здійснення та інноваційної діяльності у сфері енергоефективності є актуальним для подальшого підвищення рівня розвитку і конкурентоспроможності як вітчизняних підприємств, так і муніципальних об'єктів.

КП БМР «Тролейбусне управління» - комунальне підприємство Білоцерківської міської «Тролейбусне управління» засноване на комунальній власності територіальної громади м. Біла Церква і підпорядковане Білоцерківській міській раді, яка є його Засновником. Місцезнаходження Підприємства - індекс 09108, Київська область м. Біла Церква вул. Леваневського, 135-а. Підприємство створене з метою: здійснення ініціативної, систематичної, на власний ризик діяльності по наданню послуг, виконанню робіт та іншої підприємницької діяльності з метою задоволення суспільних потреб і отримання прибутку.

Найбільшу статтю витрат підприємства складають витрати електроенергії самими тролейбусами. Слід зазначити, що витрати електроенергії 1 тролейбусом у середньому за рік складають близько 209 тис. кВт·год. Розглянемо споживання електричної енергії 1 тролейбусом підприємства за 2016-2018 рр. Річне середнє значення споживання електроенергії одним тролейбусом підприємства складе близько 3800 тис. кВт·год.

Було запропоновано:

4. Ремонт тролейбусів з встановленням електронної системи керування потужністю.

5. Встановлення лічильників електроенергії на рухомому складі та стимулювання водіїв до скорочення витрат електроенергії.

6. Основна пропозиція – розробка схеми рекуперативного гальмування тролейбуса в системі тягового електропостачання міста, основні рішення якої спрямовані на підвищення ефективності використання енергії електричних гальмувань електротехнічного комплексу «система електропостачання – електротранспорт міста» із врахуванням впливу випадкових факторів.

Оскільки проблемою є: мале використання рекупераційної енергії на міському транспорті. Тролейбус може рекуперувати енергію. Але практично

вся рекупераційна енергія електрифікованого транспорту «спалюється» на гальмівних резисторах і повторно не використовується.

Вирішенням цієї проблеми є: застосування маховикових накопичувачів, що дозволить ефективно використовувати рекупераційну енергію – режим швидкого збереження енергії з подальшою швидкою віддачею, для застосування на тролейбусах.

Виконано маркетинговий аналіз стартап-проекту. Визначено загальний напрямок використання запропонованої послуги. Виконано аналіз ринкових можливостей щодо реалізації проекту. Розроблено стратегії ринкового впровадження.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Системи енергетичного менеджменту [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.reee.org.ua/energy-efficiency/systemy-enerhetychnoho-menedzhmentu/>
2. Праховник, А.В. Контроль і нормалізація енергоспоживання [Текст] / А.В. Праховник, Г.Р. Трапп // Управління енерговикористанням: зб. доп. – К.: Изд-во Альянс за збереження енергії, 2001. – С. 387 – 397.
3. Сергєєв М.Н. Методологічні аспекти енергозбереження і підвищення енергетичної ефективності промислових підприємств: [монографія] / М.Н. Сергєєв. – Іжевськ: вид-во «Удмуртський університет», 2013. – 116 с.
4. Денисюк С.П. Теоретичні основи побудови систем енергетичного менеджменту в Україні / С.П. Денисюк, О.В. Бориченко // Енергетика. – 2015. – № 1. – С. 7–17. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/eete\\_2015\\_1\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/eete_2015_1_3).
5. Проект «Енергетичної Стратегії України на період до 2035 року» – К., 2014. – 41 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://www.niss.gov.ua/public/File/2014\\_nauk\\_an\\_rozrobku/Energy%20Strategy%202035.pdf](http://www.niss.gov.ua/public/File/2014_nauk_an_rozrobku/Energy%20Strategy%202035.pdf).
6. Основи енергоменеджменту на підприємстві [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ukrefs.com.ua/page,2,113352-Osnovy-energomenedzhmenta-na-predpriyatii.html>
7. ДСТУ 4472:2005 «Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Загальні вимоги».
8. Використання енергоменеджменту як стратегічний напрямок сталого розвитку організації. Якимчук І. М., Демочані О. Е
9. Осадчий О.О. Практика впровадження сучасних стандартів енергоменеджменту та підготовка до застосування ISO 50001 / А.А. Осадчий // Сертифікація. – 2012. – № 1. – С. 12–16.

10. Іншеков Є.М. Методологія ISO щодо розробки та розвитку стандартів з енергетичного менеджменту (серія стандартів ISO 50000) / Є.М. Іншеков, Д.Ю. Жуков // Енергетика. – 2014. – № 2. – С. 117–126.
11. Енергетичний менеджмент - ключ до успіху [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://blog.liga.net/user/icherkashyn/article/29820>
12. Бориченко, О. В. Інтегровані системи енергоменеджменту – інструмент підвищення енергоефективності у виробничо-господарській сфері / О. В. Бориченко, А. Ю. Таран // Енергетика: економіка, технології, екологія : науковий журнал. – 2014. – № 1(35). – С. 35–39. – Бібліогр.: 6 назв.
13. Енергоменеджмент на Україні: початок нового шляху // Електрик: міжнародний електротехнічний журнал. – 2012. – № 1/2. – С. 36–38.
14. Логутова Т.Г. Деякі аспекти розвитку та становлення енергетичного менеджменту в Україні / Т.Г. Логутова, О.В. Полторацька // Вісник Приазовського державного технічного університету. Серія: Економічні науки. – 2011. – Вип. 21. – С. 15–22. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/VPDTU\\_ek\\_2011\\_21\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/VPDTU_ek_2011_21_5).
15. Копитко М.І. Особливості організації процесу енергоменеджменту на промислових підприємствах з позиції стабілізації рівня економічної безпеки / М.І. Копитко // Управління проектами, системний аналіз і логістика. Технічна серія. – 2012. – Вип. 10. – С. 512–516
16. Запухляк І.Б. Оцінка ефективності функціонування механізму енергозбереження підприємства / І.Б. Запухляк // Теоретичні та прикладні питання економіки. – 2011. – Вип. 25. – С. 179–184.
17. Маляренко В.А. Енергетика довкілля енергозбереження / В.А. Маляренко, Л.В. Лисак. – Харків: Рубікон, 2004. – С. 312-313.
18. Тюріна Н.М. Енергетичний менеджмент: теоретичні та практичні аспекти / Н.М. Тюріна, Є.О. Шелест // Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. – 2009. – № 2, т. 2. – С. 32–37.
19. Пархоменко Н. В. Управленческие аспекты повышения энергетической эффективности функционирования предприятий

промисленості / Н. В. Пархоменко, О. А. Полозова // Вестник ГГТУ имени П.О. Сухого. – 2015. – №2. – С. 117-124.

20. Джеджула В.В. Енергозбереження промислових підприємств: методологія формування, механізм управління : [монографія] / В.В. Джеджула. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 346 с. 4. Нижник В.М. Ефективне ресурсо-та енергозбереження

21. Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей «Розроблення стартар-проекту»/ Київ, НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»

22. Типове положення про запровадження енергетичного менеджменту в навчальних закладах та установах Міністерства освіти і науки України. – К.: НТУУ «КПІ» ІЕЕ, 2009 – 14 с.

23. ISO 50001:2011. Energy management systems–Requirements with guidance for use. – CEN/CENELEC. – European Committee for Standardization. – 2011. – 22p.

24. Щербак, Я. В. Аналіз застосування рекуперативного гальмування на залізницях України / Я. В. Щербак, В. П. Нерубацький // Залізничний транспорт України. – 2011. - №2. – С. 30-34.

25. Енергетична стратегія України на період до 2030 року. Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 15 березня 2006 р. №145-р. [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://search.ligazakon.ua/1\\_doc2.nsf/link/FIN38530.html](http://search.ligazakon.ua/1_doc2.nsf/link/FIN38530.html)

26. Лашко, А. Д. Енергозбереження на залізничному транспорті України / А. Д. Лашко, М. І. Сергієнко // Залізничний транспорт України. – 2011. – №4.– С. 7-11.

27. Фукс, Н. Л. Оптимизация приема энергии рекуперации / Н. Л. Фукс // Железнодорожный транспорт. – 1983. – №3. – С. 40-42.

28. Шевлюгин, М. В. Ресурсо- и энергосберегающие технологии на железнодорожном транспорте и метрополитенах, реализуемые с

использованием накопителей энергии : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : / Шевлюгин Максим Валерьевич ; Московский государственный университет путей сообщения. – М., 2009. – 49 с.

29. Бродский, Ю. А. Стационарная система аккумулирования энергии рекуперации электроподвижного состава метрополитена на базе емкостных накопителей энергии / Ю. А. Бродский, А. И. Подаруев, В. Н. Пупынин, М. В. Шевлюгин // Электротехника. – 2008. – №7. – С. 38-41.

30. Черемисин, В. Т. Выбор мест установки накопителей электроэнергии на полигоне постоянного тока по критерию энергоэффективности / В. Т. Черемисин, М. М. Никифоров, В. Л. Невезак // Наука и транспорт. Модернизация железнодорожного транспорта. – 2013. – №2(6). – С. 48-52.

31. Moninger, F. Инерционные накопители энергии в системах тягового электроснабжения / F. Moninger // Железные дороги мира. – 2000. – №12. – С. 41-43.

32. Negishi, H. Аккумулирование энергии на железных дорогах // H. Negishi // Железные дороги мира. – 2003. – №6. – С. 55-59.

33. Rufer, A. Power-Electronic Interface for a Supercapacitor-Based energy- Storage Substation in DC-Transportation Networks , EPE 2003 : European Conference on Power Electronics and Applications, 2-4 September, Toulouse, France.

34. Сергієнко, М. І. Оцінка ефективності застосування накопичувачів електроенергії в енергетичній установці дизель-поїзда ДЕЛ-02 / М. І. Сергієнко, М. В. Панасенко, В. І. Пелепейченко, Д. О. Гордієнко // Залізничний транспорт України. – 2011. – №4. – С. 29-35.

35. Рябцев, Г. Г. Расчет конденсаторных накопителей энергии для вагонов метрополитена / Г. Г. Рябцев, И. А. Ермаков, Н. А. Рубичев // Электротехника. – 2011. – №8. С. 15-19.

36. Kostin, Mykolay Statistics and Probability Analysis of Voltage on the Pantograph of DC Locomotive in the Recuperation Mode / Mykolay Kostin,

Anatoliy Nikitenko // PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY. – 2013. – №2a. – P. 273-275.

37. Нікітенко А. В. Кореляційно-дисперсійний метод визначення складових повної потужності в пристроях електричної тяги / А. В. Нікітенко, М. О. Костін // Наука та прогрес транспорту. Вісник ДНУЗТ. – Д.: Видавництво ДНУЗТ, 2013. - №2(44). – С. 64-75.