

---

**Вінницький національний технічний університет**  
**Факультет електроенергетики та електромеханіки**  
**Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та**  
**енергетичного менеджменту**

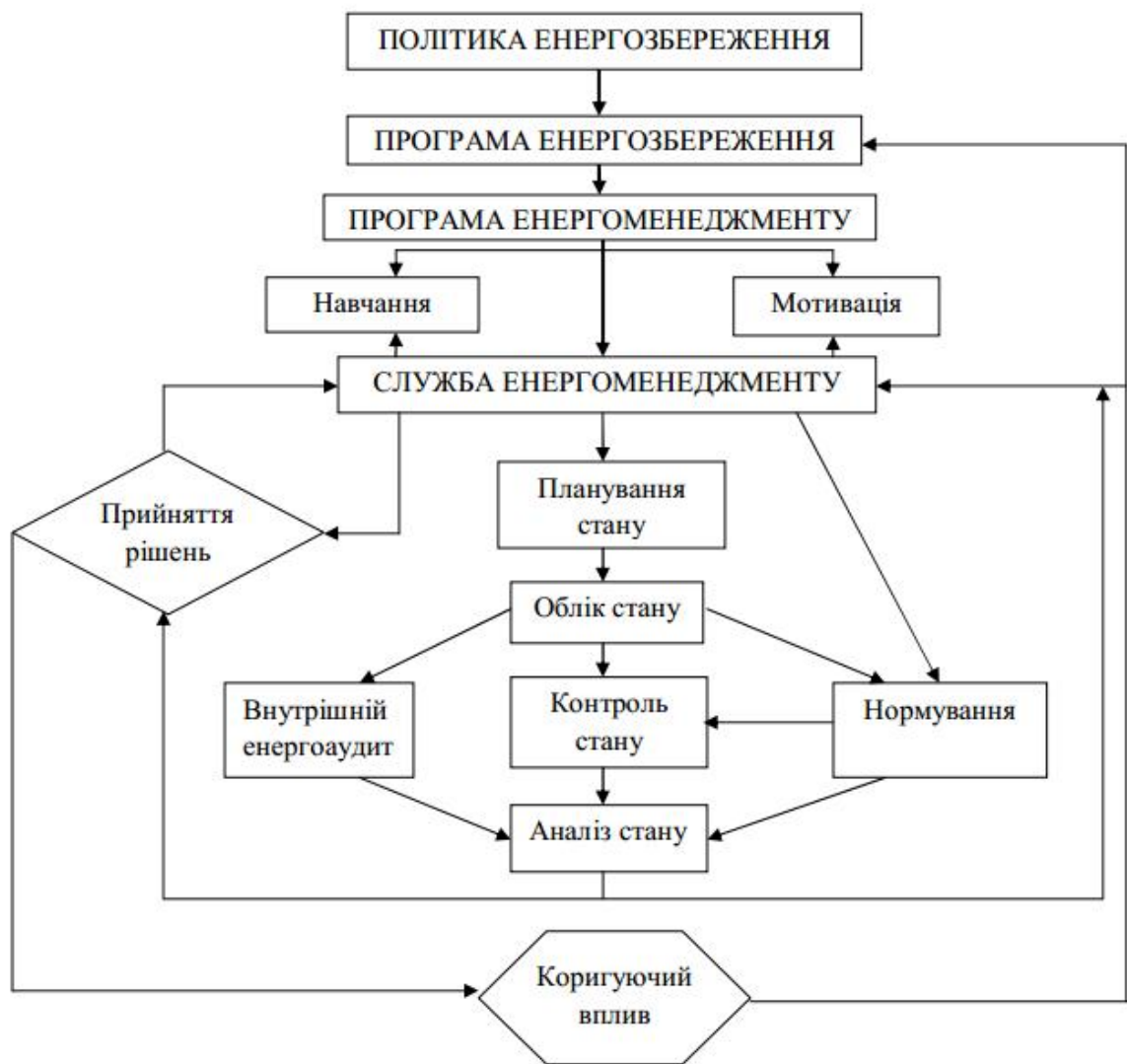
**Підвищення енергоефективності**  
**промислового підприємства за рахунок**  
**впровадження системи енергетичного**  
**менеджменту**

Магістерська кваліфікаційна робота

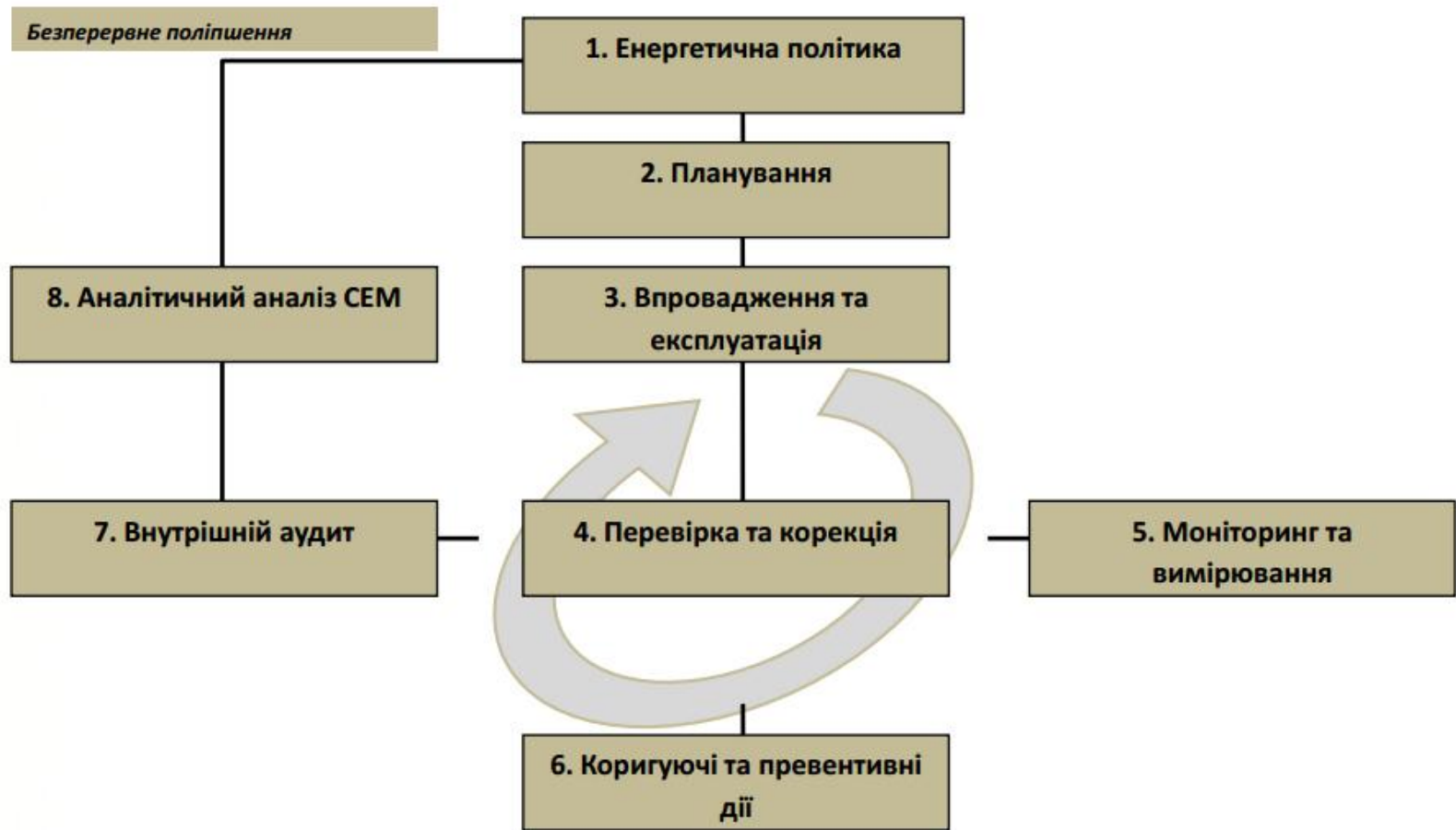
Виконала: студентка 2 курсу, групи ЕМм –14 спеціальності  
8.05070108 – Енергетичний менеджмент Дворецька І.В.

## ВСТУП

- **Актуальність.** На сьогоднішній день, питання енергозбереження та раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів є одним із найпоширеніших. Саме тому актуальною є задача оптимізації споживання енергетичних ресурсів та підвищення енергоефективності промислового підприємства. Вирішенням цієї задачі є впровадження на підприємстві системи енергетичного менеджменту (СЕМ). Це система управління споживанням енергоносіїв, що заснована на проведенні регулярних вимірів та перевірок, що забезпечує споживання лише необхідної кількості енергії. Впровадження енергетичного менеджменту дає змогу отримати детальну картину споживання ресурсів, дати оцінку проектів економії енергії, що плануються до впровадження, а також оптимізувати систему управління та обміну інформацією в енергетиці підприємства.
- **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**
- Робота виконувалась згідно з науковими розробками кафедри електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту ВНТУ.
- **Мета і завдання дослідження.** Метою роботи є підвищення енергоефективності промислового підприємства за рахунок впровадження системи енергетичного менеджменту.
- Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі задачі:
  - дослідити основні характеристики сфери енергозбереження та ефективності використання енергії;
  - розглянути загальні відомості про підприємство;
  - дати рекомендації по створенню системи енергетичного менеджменту та енергозбереженню на промисловому підприємстві;
    - розробити заходи з енергозбереження в системі освітлення;
    - провести енергоаудит теплової частини;
    - визначити економічний ефект від впровадження системи енергетичного менеджменту;
    - запропонувати заходи з охорони праці та захисту в надзвичайних ситуаціях.
- **Об'єктом дослідження** є процеси діяльності підприємства пов'язані з споживанням енергоресурсів.
- **Предметом дослідження** є методи планування, обліку, контролю та аналізу енергоспоживання виробничих систем.
- **Методи дослідження.** У процесі дослідження застосовувалися: теорія чисел та чисельних методів, метод системного аналізу, методи експертних оцінок. Виконана робота базується на теоретичних основах електротехніки, теорії електричних систем, теорії електропостачання, методах та теорії прийняття рішень.
- **Наукова новизна одержаних результатів.**
  - 1. Подальшого розвитку отримав метод оптимізації споживання енергетичних ресурсів і підвищення енергоефективності промислового підприємства за рахунок впровадження системи енергетичного менеджменту.
  - 2. Встановлено загальні принципи побудови системи енергетичного менеджменту та сформована сукупність факторів, які є основними при формуванні ефективної політики енергозбереження на промисловому підприємстві.
  - 3. Дістала подальшого розвитку концепція енергетичного менеджменту як одного з інструментів регулювання процесу енергозбереження, в рамках якої сформовано теоретичні і методичні основи для впровадження даної економічної категорії в практику для додаткового стимулювання раціонального використання енергоресурсів та енергозаощадження.
- **Практичне значення одержаних результатів** полягає в тому, що здійснення запропонованих у роботі заходів дозволить:
  - підвищити енергоефективність промислового підприємства;
  - забезпечити постійне зниження витрат на енергетичні ресурси;
  - знизити енергоємність продукції;
  - удосконалити систему управління та обміну інформацією;
  - покращити процес прийняття рішень в питаннях контролю енергоспоживання.



**Модель системи енергоменеджменту на підприємстві**



**Структурна схема системи енергетичного менеджменту**

# Програма впровадження системи енергоменеджменту

№	Найменування робіт
1.	Рішення керівництва про впровадження СЕМ
2.	Призначення відповідальних осіб на самому підприємстві
3.	Укладення договору з компанією, яка впроваджує СЕМ
4.	Аудит підприємства(виявлення і аналіз основних енергоаспектів)
5.	Збір та надання даних (енергетичних показників)
6.	Встановлення енергетичних цілей і енергетичних завдань
7.	Планування бюджету на роботи по впровадженню СЕМ
8.	Планування процедури впровадження СЕМ
9.	Погодження бюджету та вартості робіт
10.	Впровадження нових енергозберігаючих технологій та енергоефективного обладнання
11.	Оптимізація процесів виробництва, пов'язаних зі споживанням енергії
12.	Аналіз енергопоказників після впровадження енергозберігаючих технологій та обладнання
13.	Навчання співробітників (теоретичне і практичне)
14.	Планування дій у надзвичайних ситуаціях (перебої в енергопостачаннях або інші НС, без перерви в інших операціях)
15.	Оформлення документа «Енергетична політика»
16.	Оформлення схеми організаційної структури компанії
17.	Розробка документованих процедур СЕМ
18.	Перевірка документів, внесення виправлень
19.	Аудит системи енергоменеджменту
20.	Підготовка документів до сертифікації
21.	Подача документів у сертифікаційний орган
22.	Експертиза документації сертифікаційним органом. Сертифікаційний орган надсилає протокол, який містить невідповідності між СЕМ та вимогами ISO.
23.	Усунення невідповідностей згідно з протоколом, подача звіту в сертифікаційний орган.
24.	Сертифікація, оформлення сертифіката.
25.	Видача сертифіката про те, що на підприємстві успішно впроваджена система енергетичного менеджменту відповідно до стандарту ДСТУ і ISO

## Типові енергозберігаючі заходи

№	Найменування заходу	Межі річної економії, %
<b>Системи електропостачання</b>		
1	Підтримання номінальних рівнів напруги в мережах	1-2 % на 1 % підвищення напруги вище $U_{ном}$
2	Зменшення числа особистих побутових приладів (кип'ятильники, кавоварки, електрочайники )	5-20 %
3	Збільшення коефіцієнтів завантаження електроприймачів з електродвигунами і трансформаторних підстанцій та обмеження їх холостого ходу	10-50 % від споживаної електроприймачами електроенергії
4	Оснащення систем електропостачання системами моніторингу споживання електроенергії	10-20%
<b>Системи освітлення</b>		
1	Скорочення сфери застосування ламп розжарювання і заміна їх люмінесцентними	До 55% від споживаної ними електроенергії
2	Застосування малогабаритних криптонових ламп замість звичайних люмінесцентних	До 8% від споживаної ними електроенергії
3	Заміна люмінесцентних ламп старої модифікації на нові: 18 Вт замість 20. 38 Вт замість 40. 58 Вт замість 65.	До 5% від споживаної ними електроенергії
4	Забарвлення приміщень в більш світлі тони	5-10 %
5	Заміна електромагнітних пускорегулювальних пристроїв люмінесцентних ламп на електронні	11 % від споживаної ними електроенергії

# SWOT – матриця

Сильні сторони	Слабкі сторони
<p>Зниження витрат на енергетичні ресурси; Підвищення енергоефективності та енергетичної результативності; Підвищення кваліфікації персоналу; Підвищення ефективності експлуатації обладнання; Удосконалення системи управління; Зниження та управлінням ризиком аварійних і надзвичайних ситуацій; Поліпшення зв'язків і системи обміну інформацією всередині колективу.</p>	<p>Необхідність отримання кредиту в банку або пошуку інвесторів у разі відсутності власних коштів на впровадження системи енергетичного менеджменту; Витрати на впровадження СЕМ; Витрати на закупівлю нового обладнання; Витрати на впровадження нових технологій; Витрати на навчання персоналу; Простій обладнання і процесів під час впровадження нових технологій.</p>
Можливості	Загрози
<p>Відповідність міжнародному стандарту; Розширення підприємства за рахунок зекономлених ресурсів; Впровадження інновацій; Зменшення впливу на навколишнє середовище та зменшення екологічних платежів; Поліпшення репутації підприємства; Збільшення конкурентоспроможності підприємства; Розширення зв'язків у галузі енергоменеджменту поза підприємства; Сумісність з іншими стандартами системи менеджменту (впровадження інтегрованих систем).</p>	<p>Економічні чинники (коливання цін на ринку, зміна попиту/пропозиції на продукцію, конкуренція); Фінансові ризики (підвищення ставки дисконтування, інфляція); Політичні фактори (зміни політичної обстановки); Правові фактори (зміни в законодавстві та стандартах); Технологічні та науково-технічні фактори (зміни в технологіях); Екологічні фактори (можливі підвищення кількості викидів в атмосферу, стічних вод і відходів).</p>

# Розроблення заходів з енергозбереження в системі освітлення

Характеристика ламп

Тип ламп	Електрична потужність, Вт	Світловий потік, лм	Термін експлуатації, год	Вартість, грн.
Лампа розжарювання	75	930	1000	10
Світлодіодна	8	600	25000	90

$$T_{\text{нові}} = 25000 \text{ год}, \quad T_{\text{ст}} = 1000 - 500 = 500 \text{ (год)}.$$

Витрати на систему освітлення з лампами розжарювання:

$$B_{\text{розж}} = \left( \text{Окр} \cdot \left\{ \frac{25000 - 500}{1000} \right\} \cdot 10 + 75 \cdot 10^{-3} \cdot 25000 \cdot 1,65 \right) \cdot 20 = 66875 \text{ (грн.)}.$$

З світлодіодними лампами:

$$B_{\text{сд}} = \left( \frac{25000}{25000} \cdot 90 + 8 \cdot 10^{-3} \cdot 25000 \cdot 1,65 \right) \cdot 20 = 8400 \text{ (грн.)}.$$

Розрахунковий період визначення витрат в системі освітлення:

$$T_{\text{роз}} = \frac{25000}{1848} = 13,5 \text{ (року)}.$$

Економія коштів внаслідок заміни в системі освітлення ламп розжарювання на світлодіодні:

$$E_p = \frac{66875 - 8400}{13,5} = 4322,5 \text{ (грн.)}.$$

Простий термін окупності модернізованої системи освітлення

$$T = \frac{K_{\text{ст}} \cdot n}{E_p} = \frac{90 \cdot 20}{4322,5} = 0,4 \text{ (року)}.$$



# Енергоаудит теплової частини

Економічні показники варіантів систем теплоенергопостачання підприємства

Модернізація	Збільшення експлуатаційних затрат при впровадженні модернізацій відносно початкового стану теплової схеми млн. грн	Економія при впровадженні модернізацій млн. грн/рік	Капіталовкладення, млн. грн	Термін окупності, Років
Вугільна котельня	15,29	21,96	4,8	0,4
Парова турбіна	9,61	14,89	20,4	1,78
Всього	24,9	36,85	25,2	1,78

Економічні показники варіантів систем теплоенергопостачання

підприємства



№	Показник	Розмірність	Існуючий варіант	Модернізований варіант(вугільна котельня з паровою турбіною)
1	Затрати на газ	млн.грн/рік	39,94	-
2	Затрати на вугілля	млн.грн/рік	-	13,18
3	Затрати на електроенергію	млн.грн/рік	1,4	-
4	Капітальні затрати	млн.грн/рік		25,2
5	Термін окупності	років		1,78



## ВИСНОВКИ

Аналіз діяльності підприємства показав необхідність пошуку та реалізації ефективних заходів з енергозбереження у зв'язку з виявленими втратами енергії на різних етапах виробничо-господарської діяльності. Були ідентифіковані значущі енергетичні аспекти. На підставі аспектів були розроблені технічні та управлінські заходи щодо підвищення енергоефективності. Складено програму впровадження системи енергетичного менеджменту, розроблено енергетичну політику підприємства. Здійснення запропонованих у роботі заходів дозволить забезпечити постійне зниження витрат на енергетичні ресурси, знизити енергоємність продукції, удосконалити систему управління та обміну інформацією, покращити процес прийняття рішень в питаннях контролю енергоспоживання.

Була запропонована модернізація системи освітлення шляхом заміни ламп розжарювання на світлодіодні лампи при якій річна економія коштів дорівнює близько 4,5 тис. грн., а термін окупності капіталовкладень не перевищує 0,5 року.

Розроблено заходи з перетворення котельні на газовому паливі в когенераційну установку, що працює на вугіллі. Розраховано експлуатаційні витрати, які становлять 15,29 млн.грн., розраховано економію коштів, яка складає 21,96 млн.грн/рік. Капіталовкладення даної модернізації становлять 25,2 млн. грн. Проведені розрахунки на викиди шкідливих речовин від спалювання вугілля, тому дана модернізація є екологічно чистою і доцільною у використанні. Термін окупності даної модернізації становить 1,78 роки.

Проведено техніко-економічні розрахунки ефективності впровадження системи енергетичного менеджменту на підприємстві. За всіма показниками проект визнається економічно доцільним і таким, що рекомендується до впровадження.

Представлено технічні рішення по безпечній експлуатації об'єкта, з гігієни праці і виробничої санітарії. Виконані дослідження безпеки роботи системи енергозбереження промислового підприємства в умовах дії загрозливих чинників НС.