

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ОНИЩЕНКА ЯРОСЛАВА ДМИТРОВИЧА

УДК 621.311


ДИСЕРТАЦІЯ

**ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ ХАРЧОВОЇ
ПРОМИСЛОВОСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗАСОБІВ БЕНЧМАРКІНГУ**

Спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Галузь знань 14 – Електрична інженерія

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використаних ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

 Онищенко Я.Д.

Науковий керівник: Замулко Анатолій Ігорович, кандидат технічних наук,
доцент



АНОТАЦІЯ

Онищенко Я.Д. Підвищення енергоефективності підприємств харчової промисловості з використанням засобів бенчмаркінгу. - Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» - Національний університет харчових технологій та науки України, Київ 2023.

У вступі представлено, обґрунтування теми дисертації, встановлені наукові цілі, завдання, об'єкти дослідження, тематика та методи, визначається наукова новизна і практична цінність наукової роботи, отримані результати, наводяться дані про схвалення та публікацію, описується індивідуальний внесок одержувач.

Дисертаційна робота присвячена, розробці методів спрямованих на вирішення актуальної проблеми, підвищення рівня енергоефективності виробничих об'єктів, які спеціалізуються на виготовленні продуктів харчування та напоїв. Шляхом розробки методів та засобів, спрямованих на виявлення найбільш ефективної роботи виробничого об'єкта, з подальшим його детальним аналізом та порівнянням, з метою виявлення та запровадження найбільш ефективних практик на аналогічних підприємствах.

Проведено детальний аналіз харчової промисловості України в цілому, за результатами якого, було сформовано перелік з семи підгалузей. В процесі роботи було виділено індивідуальні особливості енергоспоживання (розподілу електричної енергії) кожної підгалузі з наведених і загальні моменти, що дозволило перенести отримані результати для однієї галузі на інші підгалузі харчової промисловості.

Управління процесом, забезпечення підприємства енергетичними ресурсами залежить, від особливостей виробничого процесу, тобто впливу виробничих факторів на склад і технологію виробництва, виробничого циклу, специфіки не завершеного виробництва, а також складу і стану виробничих запасів.

Най поширенішим, масовим виробництвом у харчовій промисловості є хлібопечення. Замість випікання хліба та булочок у домашніх умовах, домінує промислове випікання. Це призвело до швидкого зростання та диверсифікації хлібопекарського виробництва. Існує широкий спектр хлібопекарень, від великих хлібозаводів, у містах і районних центрах, до невеликих пекарень і міні-пекарень в інших населених пунктах. Цей факт дає можливість вважати хлібопекарську галузь, однією з провідних галузей з досить енергоємними виробничими процесами, які потребують оптимізації.

У дослідженні був розроблений та обґрунтований комплексний підхід до послідовного оцінювання системи енергетичного менеджменту підприємств та алгоритм його реалізації з використанням критеріїв статистичної керованості.

Розглянута можливість створення профілю підгалузі харчової промисловості за допомогою засобів бенчмаркінгу, який включатиме в себе основні доступні характеристики показників роботи підприємства.

За результатами роботи, запропоновано процедуру комплексного оцінювання рівня енергоефективності об'єктів харчової промисловості на прикладі хлібопекарських виробничих об'єктів, яка базується на концепції бенчмаркінгу та передбачає визначення кількості та якості рівня енергоефективності об'єктів харчової промисловості. У даній роботі представлені розробки, які лягли в основу удосконалення нормативно-правової бази для планування вдосконалень у системі виробництва харчових продуктів, а також наведені розрахунки для визначення потенціалу практичного застосування розробленої моделі та засобів реалізації управління ефективністю виробничої системи в українській харчовій промисловості.

Ключові слова: Енергоефективність, паливно-енергетичні ресурси, споживання електричної та теплової енергії; технологічний процес, бенчмаркінг, виробничий процес, харчова промисловість, метод групового урахування, еталон енергоефективності, рангування, підвищення енергоефективності, енергетичний менеджмент, мережі електропостачання,

оптимізація виробничих процесів, технологічне устаткування та апарати, математичне моделювання.

Статті у періодичних виданнях інших держав

1. Онищенко Я.Д., Замулко А.І. Використання техноценологічного підходу для формування ієрархії заходів енергетичної ефективності на підприємствах харчової промисловості України. *Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences, IX(33), Issue: 262, 2021 Dec. 26.*

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2021-262IX33>

Статті у наукових фахових виданнях України

1. Онищенко Я.Д.; Замулко А.І. Аналіз тенденцій споживання енергетичних ресурсів харчовою промисловістю України. *Наукові праці Національний університет харчових технологій; 2019; 25(4): 102.*

https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/30241/1/Том_25_%e2%84%964.pdf

2. Онищенко Я.Д.; Замулко А.І. Системний підхід в енергетичному менеджменті як аналітичний засіб для оцінювання енергоємних процесів на підприємствах харчової промисловості України. *Наукові праці Національний університет харчових технологій; 2020;. 26(2): 131*

https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/31129/3/Том_%2026_%232.pdf

3. Онищенко Я.Д.; Замулко А.І. Рейтингове оцінювання в задачах управління розвитком ефективного енерговикористання на підприємствах харчової промисловості (на прикладі хлібопекарських підприємств). *Наукові праці Національний університет харчових технологій; 2022; 28(3): 88*

<https://drive.google.com/file/d/1ksKVf03mBPE7a0bt0xAfpvPBAT9JAwmF/view>

Тези доповідей у матеріалах конференцій

1. Онищенко Я.Д.; Замулко А.І. Використання бенчмаркінгу як інструменту для проведення аналізу ефективності використання енергетичних ресурсів. 84 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів

«Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті». Київ: НУХТ; 2018; 251.

2. Онищенко Я.Д.; Замулко А.І. Ситуаційний аналіз в задачах підвищення енергоефективності підприємств харчової промисловості України. VI Міжнародної науково-технічної Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами» Київ: НУХТ; 2019; 156.

3. Онищенко Я.Д.; Замулко А.І. Формування системи показників діяльності підприємств харчової промисловості України для оцінки ефективності роботи їх енергетичного обладнання. 86 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті». Київ: НУХТ; 2020: 346.

ABSTRACT

Y.D. Onishchenko Increasing the energy efficiency of food industry enterprises using benchmarking tools. - Qualifying scientific work on manuscript rights.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in specialty 141 "Electroenergetics, electrical engineering and electromechanics" - National University of Food Technologies of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv 2023.

The introduction substantiates the relevance of the dissertation topic, formulates the goal, scientific task, object, subject and research methods, defines the scientific novelty and practical value of the obtained results, provides data on approval and publications, outlines the personal contribution of the recipient.

The dissertation is devoted to the development of methods aimed at solving the urgent problem of increasing the level of energy efficiency of production facilities that specialize in the manufacture of food and beverages. By developing methods and tools aimed at identifying the most effective operation of a production facility followed by its detailed analysis and comparison, with the aim of identifying and introducing the most effective practices at similar enterprises.

A detailed analysis of the food industry of Ukraine as a whole was conducted, based on the results of which a list of seven sub-sectors was formed. In the process of work, the individual features of energy consumption (distribution of electrical energy) of each sub-sector from the above and general points were highlighted, which made it possible to transfer the results obtained for one sector to other sub-sectors of the food industry.

Management of the process of providing the enterprise with energy resources depends on the peculiarities of the production process, that is, the influence of production factors on the composition and technology of production, the production cycle, the specifics of work in progress, as well as the composition and state of production stocks.

The most common mass production in the food industry is bread baking. Instead of baking bread and buns at home, industrial baking dominates. This led to rapid growth and diversification of the bakery industry. There is a wide range of bakeries, from large bakeries in cities and regional centers to small bakeries and mini-bakeries in other settlements. This fact gives recognition to the bakery industry as one of the leading industries with rather energy-intensive production processes that require optimization.

In the study, a complex approach to the consistent evaluation of the energy management system of enterprises and an algorithm for its implementation using statistical controllability criteria were developed and substantiated.

The possibility of creating a profile of the sub-sector of the food industry using benchmarking tools, which will include the main available characteristics of the company's performance indicators, is considered.

Based on the results of the work, a procedure for comprehensive assessment of the energy efficiency level of food industry facilities based on the example of bakery production facilities is proposed, which is based on the concept of benchmarking and involves determining the quantity and quality of the energy efficiency level of food industry facilities. This work presents the developments that formed the basis of the improvement of the regulatory framework for planning improvements in the food

production system, as well as the calculations for determining the potential of practical application of the developed model and means of implementing the management of the efficiency of the production system in the Ukrainian food industry.

Keywords: energy efficiency, fuel and energy resources, consumption of electrical and thermal energy; technological process, benchmarking, production process, food industry, group accounting method, energy efficiency benchmark, ranking, energy efficiency improvement, energy management, power supply networks, optimization of production processes, technological equipment and devices, mathematical modeling..

Articles in periodicals of other countries

1. Onishchenko Y.D., Zamulko A.I. The use of a technocenological approach to form a hierarchy of energy efficiency measures at Ukrainian food industry enterprises. Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences, IX(33), Issue: 262, 2021 Dec. 26.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2021-262IX33>

Articles in scientific and professional publications of Ukraine

1. Y.D. Onishchenko; Zamulko A.I. Analysis of trends in the consumption of energy resources by the food industry of Ukraine. Scientific works of the National University of Food Technologies; 2019; 25(4): 102.

https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/30241/1/Tom_25_%e2%84%964.pdf

2. Y.D. Onishchenko; Zamulko A.I. A systematic approach in energy management as an analytical tool for evaluating energy-intensive processes at Ukrainian food industry enterprises. Scientific works of the National University of Food Technologies; 2020; 26(2): 131

https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/31129/3/Tom_%2026_%232.pdf

3. Y.D. Onishchenko; Zamulko A.I. Rating evaluation in the tasks of managing the development of efficient energy use at food industry enterprises (on the example

of bakery enterprises). Scientific works of the National University of Food Technologies; 2022; 28(3): 88.

https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/31129/3/Tom_%2026_%232.pdf

Abstracts of reports in conference materials

1. Y.D. Onishchenko; Zamulko A.I. The use of benchmarking as a tool for analyzing the efficiency of the use of energy resources. 84th International scientific conference of young scientists, graduate students and students "Scientific achievements of youth - solving the problems of human nutrition in the 21st century". Kyiv: NUHT, 2018; 251.

2. Y.D. Onishchenko; Zamulko A.I. Situational analysis in the tasks of increasing energy efficiency of food industry enterprises of Ukraine. VI International scientific and technical Internet conference "Modern methods, information, software and technical support of management systems of organizational, technical and technological complexes" Kyiv: NUHT; 2019;156.

3. Y.D. Onishchenko; Zamulko A.I. Formation of a system of performance indicators of food industry enterprises of Ukraine to assess the efficiency of their energy equipment. 86 of the International scientific conference of young scientists, graduate students and students "Scientific achievements of youth - solving the problems of human nutrition in the 21st century". Kyiv: NUHT; 2020; 346.

Зміст

АНОТАЦІЯ	1
Вступ	12
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ	17
1.1 Загальна характеристика та особливості підгалузей харчової промисловості України.....	17
1.2 Аналіз структури енергоспоживання виробництв харчової промисловості у розрізі основних її секторів.....	23
1.2.1 Сектор виробництва напоїв.....	23
1.2.2 Сектор м'ясо переробки	25
1.2.3 Молочний сектор	28
1.2.4 Плодовоконсервний сектор	29
1.2.5 Сектор тваринництва	31
1.2.6 Хлібопекарський сектор	32
1.2.7 Цукровий сектор	34
1.3 Управління енергоспоживанням підприємств харчової промисловості шляхом реалізації можливостей енергозбереження та енергоменеджменту...	35
1.4 Шляхи підвищення енергоефективності підприємств харчової промисловості	39
1.4.1 Огляд концептуальних підходів.....	39
1.4.2 Використання енергозберігаючих технологій в країнах ЄС	40
Висновки до розділу	42
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ	44
2.1 Методи порівняльного аналізу енергоефективності підприємств харчової промисловості	44
2.2 Модель оцінювання результатів діяльності підприємств харчової промисловості	46

2.3	Групова оцінка ефективності підприємств харчової промисловості	48
2.4	Формування набору індикаторів для ефективності функціонування підприємств харчової промисловості	51
	Висновки до розділу	59

РОЗДІЛ 3 МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ПОШУКУ ШЛЯХІВ

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

60

3.1	Системний підхід до управління енергоспоживанням та оцінювання енергоефективності на підприємствах харчової промисловості	60
3.2	Використання стратифікованого підходу для вирішення проблем енергоефективності та концепція пірамідального підходу	61
3.3	Особливості застосування бенчмаркінгу для оцінки енергоефективності підприємств харчової промисловості	65
3.4	Інструментарій оцінювання рівня енергоефективності виробничих об'єктів харчової промисловості на основі бенчмаркінгу	70
3.4.1	Постановка математичної задачі бенчмаркінгу енергоефективності	70
3.4.2	Основи використання рейтингової оцінки для багатовимірного аналізу енергоефективності виробничого об'єкту та огляд інструментів рейтингування	73
3.4.3	Техноценологічний підхід як основа для рангового аналізу.....	78
3.4.4	Основні моделі методу Data Envelopment Analysis аналізу.....	81
3.4.5	Доцільність використання підходу DEA у вирішенні задач рейтингування	86
3.5	Встановлення завдань щодо підвищення енергоефективності.	88
3.5.1	Встановлення завдань щодо пошуку управлінських рішень спрямованих підвищення показників енергоефективності	92
3.5.2	Вибір оптимальних управлінських рішень спрямованих на зменшення споживання ПЕР	95
3.5.3	Вплив зміни асортименту продукції на енергетичні витрати	97
	Висновки до розділу	100

РОЗДІЛ 4 ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ПІДПРИЄМСТВ ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗАСОБІВ БЕНЧМАРКІНГУ	102
4.1 Загальний огляд виробничих об'єктів та їх особливостей функціонування.....	102
4.2 Статистичний аналіз облікових даних та контролю енергоспоживання підприємства хлібопекарського господарства	105
4.3 Системи моніторингу на виробничих об'єктах.....	111
4.4 Встановлення критичних нормативних показників виконання технологічних процесів	113
4.5 Методологія встановлення оптимальних нормативних показників виконання технологічних процесів.....	127
4.6 Практичні рекомендації щодо оцінювання енергозбереження на підприємстві харчової промисловості.	130
Висновки до розділу	133
ВИСНОВКИ.....	135
Список використаної літератури.....	137
Додаток А	149
Додаток Б.....	150
Додаток В.....	151
Додаток Г	152
Додаток Д.....	153
Додаток Е.....	163
Додаток Є.....	165
Додаток Ж	166

Вступ

Актуальність теми. Актуальною вимогою сьогодення є ефективне та раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР), для успішної роботи української промисловості. Вартість паливно-енергетичних ресурсів постійно і стрімко зростає. Тому необхідно зменшити використання паливно-енергетичних ресурсів та знайти шляхи їх раціонального та ефективного споживання.

Наразі значну частку собівартості кінцевого продукту, 20-30% становить вартість паливно-енергетичних ресурсів, використаних для виробництва одиниці продукції.

Харчова промисловість на разі характеризується неможливістю проведення єдиної політики шляхом нормування енергетичних витрат в розрізі терміну використання енергетичних ресурсів на виробничих об'єктах харчової промисловості через відсутність уніфікованих технічних рішень для усіх виробничих об'єктів у зв'язку з різним станом енергоємного обладнання. Тому існує потреба у створенні нових підходів до аналізу стану енерговикористання та виявлення об'єктів, які мають високу енергоємність вихідного продукту, на фоні аналогічних об'єктів харчової промисловості. В Україні, і досі не закріплені на законодавчому рівні стандарти енергоефективності для підприємств харчової промисловості, впроваджені стимули та штрафи, що спрямовані на симулювання переходу до енергоощадних технологій, виявляються неефективними, відсутній чіткий опис ролі держави, енергетиків та кінцевих споживачів в питання підвищення енергоефективності виробництва. В більшості країн виробничі компанії забезпечені певними методами: технічними та організаційними, які вмщують певний перелік методів, схем та програм, що забезпечують можливість контролю за показниками енергоспоживання на всіх етапах виробництва.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Виконані у роботі дослідження відповідають напряму «Енергетика та енергоефективність» Закону України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» № 2519-

VI від 09.09.2010 р. (у редакції від 16.01.2016 р.), Виконане відповідно до досліджуваного напрямку роботи кафедри електропостачання і енергоменеджменту, Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С.Гулого «Керування електропостачанням та електроспоживанням промислових підприємств».

Мета дослідження. Метою роботи є виявлення потенціалу підвищення рівня енергоефективності підприємств харчової промисловості, як підсистеми кінцевого енергоспоживання, на основі комплексного моніторингу енергоефективності складних систем, шляхом використання механізмів бенчмаркінгу енергоефективності, планування і контролю електроспоживання.

Перелік поставлених задач, які були вирішені для реалізації мети:

1. Провести аналіз сучасного стану енергоефективності підприємств харчової промисловості, новітніх напрямків та засобів ефективного управління енергоспоживанням та підвищення енергоефективності, ступеня вирішення задач, пов'язаних з їх виконанням.

2. Запропонувати комплексний метод моніторингу ефективного електроспоживання, як складової енергоменеджменту, що забезпечував би визначення тенденцій енергоспоживання, виявлення причин та шляхів покращення рівня енергоефективності виробництва продуктів харчування (на прикладі хлібопекарських підприємств)

3. Розробити механізм бенчмаркінгу енергоефективності, який би забезпечував оцінку рівня енергоефективності підприємств харчової промисловості, визначення завдань для підвищення енергоефективності та шляхів їх реалізації.

4. Запропонувати механізм моніторингу коливань процесу виробництва продукції харчової промисловості, зумовлених впливом зміни асортименту, сезонних, кліматичних і соціальних чинників.

5. Запропонувати ідею інтеграції результатів процесу комплексного моніторингу енергоефективності в інформаційну систему енергоменеджменту

підприємства та створення інформаційного простору для комплексного моніторингу енергоефективності підприємств харчової промисловості.

Об'єкт дослідження: показники ефективності споживання енергетичних ресурсів підприємствами харчової промисловості.

Предмет дослідження: способи та методи аналізу, планування, оцінки та контролю енергоефективності підприємств харчової промисловості, визначення тенденцій енергоспоживання, завдань і резервів з метою підвищення високого рівня енергоефективності.

Методи дослідження. Методологічною основою для дослідження є сукупність загальнонаукових та спеціально-наукових методів, серед яких: аналіз та узагальнення відомих наукових результатів за темою дисертації, методи експертного оцінювання, багатofакторний бальний аналіз, статистичний аналіз, статистичне керування процесом.

Наукова новизна отриманих результатів:

1. Удосконалено метод оцінювання енергоефективності результатів діяльності підприємств харчової промисловості (на прикладі хлібопекарських підприємств) для забезпечення функціонування системи контролю енергоспоживання, який полягає у визначенні порівняльних оцінок ключових характеристик енергоефективності для кожного підприємства і дає змогу приймати управлінські рішення щодо підвищення рівня енергоефективності.

2. Вперше з використанням засад бенчмаркінгу розроблено математичну модель оцінювання ефективності (якості) системи контролю за енерговикористанням підприємств харчової промисловості, яка забезпечує формалізацію процедури оцінювання і прозорість прийняття управлінських рішень щодо підвищення ефективності енерговикористання на підприємстві.

3. Науково обґрунтовано систему показників та критеріїв оцінювання ефективності використання енергетичних ресурсів підприємств харчової промисловості (на прикладі хлібопекарських підприємств) у розрізі ключових характеристик: об'ємів відпуску вихідної продукції, витрат основних видів

енергоресурсів, енергоемності валового внутрішнього продукту, типу та кількості встановлених приладів обліку споживання енергоресурсів, яка, на відміну від існуючих, дозволяє оцінити ефективність функціонування системи контролю за енерговикористанням на підприємстві.

4. Отримали подальший розвиток методичні засади інформаційно-аналітичного забезпечення розвитку систем контролю за енерговикористанням на підприємствах харчової промисловості (на прикладі хлібопекарських підприємств) шляхом використання принципів бенчмаркінгу, що дозволить проводити оцінку ефективності впровадження новітніх технологій і обладнання на підприємстві за критерієм енергоефективності.

Особистий внесок здобувача. Постановка завдань досліджень, розробка підходів до її вирішення та обговорення одержаних результатів здійснювались спільно з науковим керівником. Робота написана автором самостійно. Внесок здобувача у праці, опубліковані в співавторстві, наведено у списку опублікованих робіт за темою.

Апробація дисертаційних матеріалів.

Основні результати дисертації доповідалися та обговорювалися на міжнародних конференціях, серед них:

84 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» (Київ 2018 р.); VI Міжнародної науково-технічної Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами» (Київ 2019); 86 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» (Київ 2020).

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 6 наукових праць, у тому числі: 3 – у наукових фахових виданнях України, які входять до

міжнародних науково метричних баз, 1 – у закордонному науковому виданні , 3 – тези доповідей в збірниках наукових конференцій.

Структура роботи. Дисертація складається зі вступу, 4 розділів, висновків, додатків та списку використаних джерел. Загальний обсяг дисертації становить 166 сторінок, у тому числі 135 сторінок основного змісту, 55 рисунків, 20 таблиць, список використаних джерелі та з 8 додатків.

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

1.1 Загальна характеристика та особливості підгалузей харчової промисловості України.

Харчова промисловість складається, приблизно 40 підгалузей, що виробляють продукти харчування. За обсягом виробництва на неї припадає 20% від загального обсягу промислового виробництва.

Харчова промисловість має тісні зв'язки з сільським господарством. Україна займає значну частину на міжнародному ринку продуктів харчування, експортуючи сільськогосподарську продукцію. У більшості випадків підприємства переробляють продукти сільського господарства. До основних галузей, які використовуються в якості сировини, продукти сільського господарства України є цукрові, олійні, плодоовочеві та борошномельні підприємства. Сировиною тваринного походження є м'ясо-молочні продукти.

На українських підприємствах харчового комплексу використовують понад 1.3 млн. одиниць енергоємного обладнання, та майже 700 000 електричних та механічних інструментів. Більше третьої частини обладнання за своїм технічним станом не відповідають жодним стандартам та нормам. Ступінь зносу, діючої частини виробничого обладнання, перевищує позначку в 50%, а коефіцієнт модернізації, за останній період часу, має невтішний показник, та ще й по стіно зменшується. Харчова промисловість використовує 2.7 тис. парових котлів, майже 3 000 подаючи насосів, 277 турбогенераторів. Половина котлів та генераторів перевищили термін експлуатації в декілька разів. Враховуючи всі ці проблеми, вартість капітальних ремонтів та оновлення основних виробничих потужностей постійно зростає [90].

Серед напрямків, які вважаються пріоритетними, спрямованих на підвищення ефективності роботи харчової промисловості виділяють:

- реконструкція виробничо-технологічної бази харчової промисловості шляхом реконструкції діючих підприємств та технологічного

переоснащення/заміни фізично застарілого обладнання/нового будівництва. Основна увага приділяється впровадженню ресурсо- та енергозберігаючих технологій і обладнання;

- забезпечити розширене виробництво готових до вживання продуктів, напівфабрикатів, кулінарних виробів та продукції з нових видів сировини;

- збільшення виробництва продуктів харчування, особливо в галузях зі значним експортним потенціалом, таких як цукор, жири, олія та спирт.

У роботі [8] описано сучасний стан та особливості функціонування харчової промисловості України. Виконано детальний аналіз показників економічної та енергетичної діяльності. Проведено аналіз основних показників, які характеризують галузь, оцінено споживчі рівні енергоспоживання, та виділено їх неоднорідність.

Виконаний аналіз показав, що наявні відмінності, у способах використання енергетичних ресурсів у різних підгалузях. Фундаментальною проблемою є аналіз енергоспоживання в підгалузях і в харчовій промисловості в цілому, та розробка концепції впровадження заходів з енергозбереження. Для розробки переліку пріоритетних продуктів харчування було використано системний метод та методологію економіко-статистичного та економіко-математичного аналізу для дослідження тенденцій та харчової промисловості України.

Починаючи з 2012 року, харчова промисловість посідає перше місце за обсягами промислового обороту серед усіх галузей на державному рівні, і її частка демонструє позитивну динаміку: у 2012 році продуктів харчування було реалізовано на 254,5 млрд. грн., що становило 18,2% від загального обсягу; у 2013 році, харчова промисловість, мала обсяги реалізації на 261,8 млрд. грн., що становило 19,3% від загального обсягу; у 2014 році галузь реалізувала 254,5 млрд. грн. або 21,5% від загального обсягу; у 2016 році частка харчової промисловості в загальному обсязі реалізації промислової продукції, включно з напоями та тютюновими виробами, становила 24,4% [67].

У 2011-2016 роках стійке падіння виробничої активності спостерігалось у молочній, лікєро-горілочаній, борошномельно-круп'яній, овочево-консервній та пивоварній галузях. Швидкі темпи спаду, спостерігалися у виробництві соусів та інгредієнтів для соусів, приправ та спецій, спредів та змішаних жирів, коньяку, бренді, горілки, лікерів, виноградного вина та газованих напоїв [53].

На основі роботи з статистичними даними, (додаток А) за 2015-2019 роки варто підсумувати, що доходи від реалізації харчових продуктів в Україні має впевнену тенденцію до зниження, із щорічними темпами падіння 13,46%. Лише у 2019 році доходи галузі дещо зменшилися, на 12%. Структура продажів за окремими товарними групами, за 2015-2019 роки представлена наступною картиною(Таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 – Статистика темпів реалізації по окремих групах товарів харчової промисловості за 2015-2019 роки [53].

Групи товарів	2015	2016	2017	2018	2019
М'ясо та субпродукти,млн.грн	502,9	597,1	1127,2	2205,4	1790,7
Консерви фруктів та овочів, млн.грн	2438,7	2885,3	3668,7	3910,7	4191,9
Масла, жири та олія млн..грн	41622,6	59441,8	79628,6	88918,4	93133,7
Молочна продукція,млн.грн	1985	2413,7	4253,9	4285,6	3841
Хліб, борошно, крупи,млн.грн	1518,5	2615	3080,5	4019,9	4207,4
Цукор, млн.грн	100	1141,5	2082,5	1691	896,6
Газовані напої, млн.грн	2848,5	2428,8	3184,7	3519,9	283,6
Σ млн.грн	51016,2	71523,2	97026,1	108550,9	108344,9
%, порівняно до минулого року		140,197	135,656822	111,878	99,81023

Підприємства харчової промисловості є важливими складовими агропромислового комплексу України, що поєднує виробництво і промислову переробку сировини рослинного походження, реалізацію готової продукції та основні обслуговуючі ланки підприємницько-організаційного комплексу. Сільськогосподарські ресурс рослинного походження можна розділити на дві групи. До першої групи належать виробництва, які вирощують продукти для харчової промисловості, до другої - для легкої промисловості.

Якщо розподілити виробництва за критерієм отримання кінцевого продукту, то отримаємо наступний результат, рисунок 1.1.

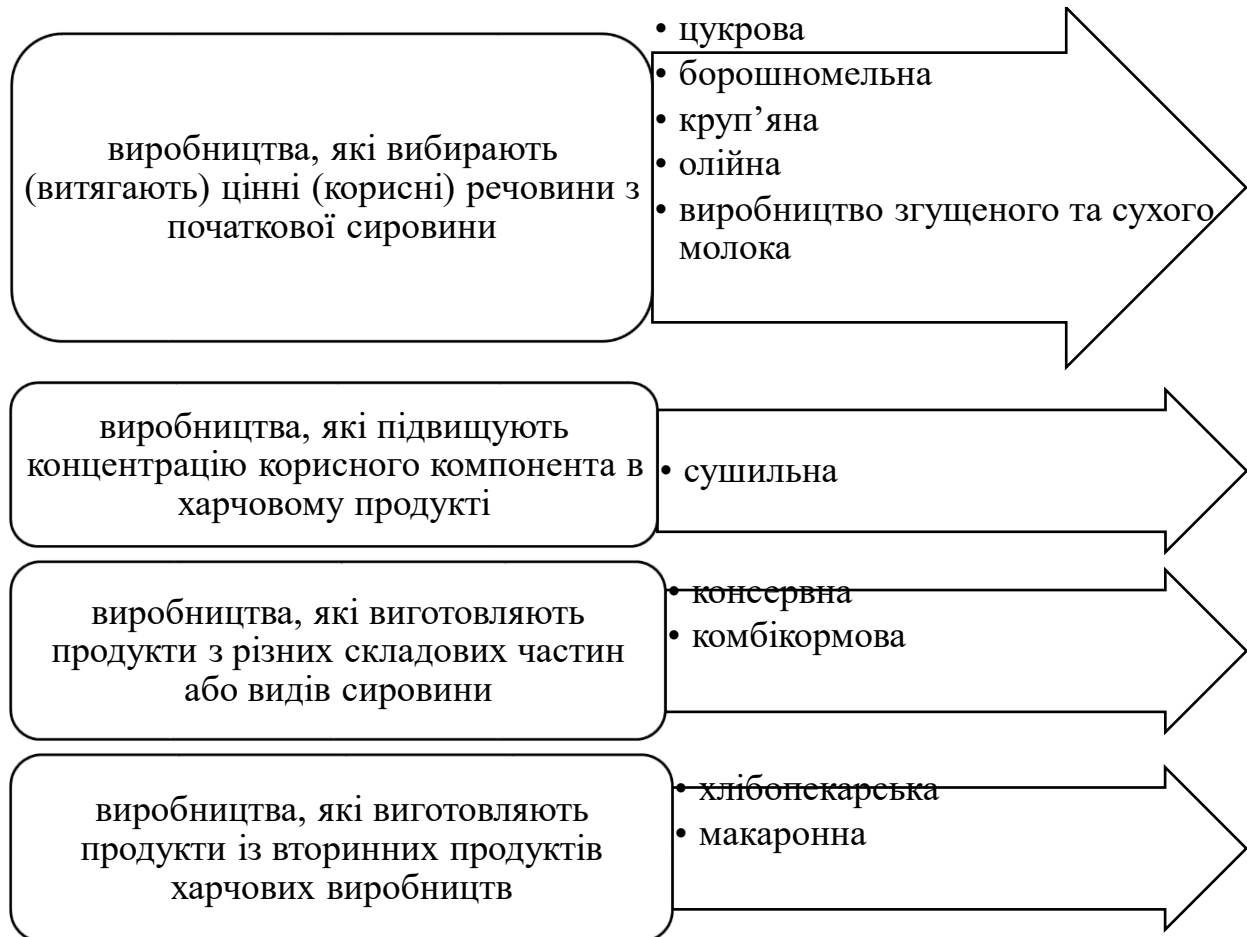


Рисунок 1.1 Розподіл виробництв за способом отримання кінцевого продукту.

Класифікацію харчових виробництв можна навести за різноманітними ознаками: кількістю складових сировини, часткою її використання.

Однак даний перелік є досить загальним та складним для формування, у зв'язку з великою різноманітністю вихідного асортименту, прийнято рішення виконати поділ за наступним критерієм – видом сировини, яка переробляється, в структурі АПК виділяють 7 секторів рисунок 1.2.

Технологічні лінії підприємств харчової промисловості можна поділити на групи, які представлено у вигляді структурної схеми з урахуванням всіх особливостей кожної групи (рисунок 1.3). Поділ кожної групи дає можливість представити узагальнене уявлення про структури виробничих ліній [108].

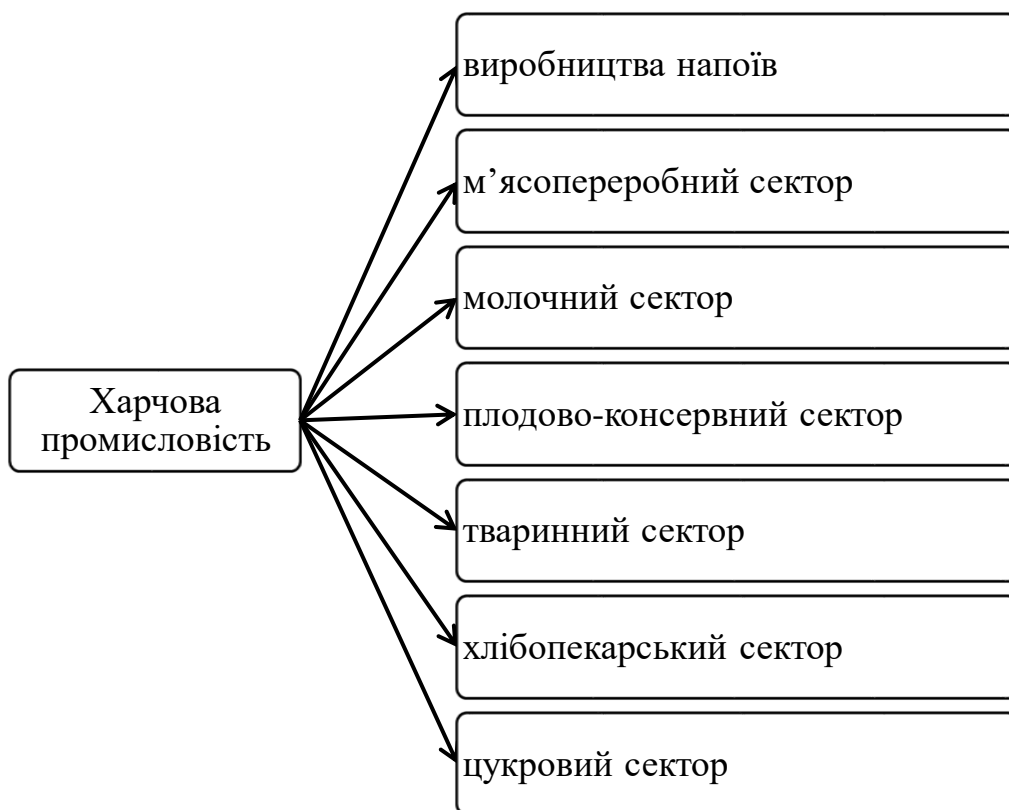


Рисунок 1.2. Розподіл підгалузей харчової промисловості за сировиною.



Рисунок 1.3. Структурна схема технологічних операцій на прикладі хлібопекарського підприємства.

На етапі підготовки, сировину миють, очищують, ріжуть, подрібнюють і сортують. В основному процесі сировина проходить всі необхідні перетворення

для отримання кінцевого продукту, а в завершальному процесі продукту надається товарний вигляд.

Перша група – це галузі, які переробляють багатокomпонентні суміші сировини для отримання продуктів. Деякі з компонентів суміші повністю входять до складу кінцевого продукту (хлібобулочні, кондитерські вироби). Структура таких ліній характеризується певною групою сусідніх потоків, на стадії підготовки, які потім об'єднуються в один потік, на основній стадії. Сусідні потоки, на основному етапі, використовуються лише для збільшення виробничої потужності лінії або для виробництва інших сортів чи видів продукції.

До другої групи, належать виробництва, де технологічна лінія характеризується безперервними технологічними операціями і де продукція не відрізняється за складом від сировини (консервування овочевої та плодовоовочевої продукції шляхом сушіння, заморожування та пастеризації).

Паралельні потоки, як і в попередньому випадку, використовуються для збільшення виробничих потужностей і виробництва інших видів продукції.

До третьої групи належать виробництва, де з вихідної сировини (цукру, крохмалю, борошна, тощо) одним або кількома способами (екстракція, фільтрація, сортування) виділяють кінцевий продукт (екстракція, сепарація). Технологічна лінія таких виробництв складається з певної кількості необхідних зворотних потоків продуктів і технологічних агентів, причому технічні операції виконуються послідовно. Структура кінцевої стадії виробництва ускладнюється при великій різноманітності продуктів і відходів.

Що ж стосується матеріально темної бази, то вона цілком та повністю не відповідає сучасним стандартам, описується застарілим станом технологічного обладнання. Це негативно впливає на економічні показники. Так, рівень зносу виробничого обладнання у галузі досяг 48%, а темпи оновлення основних фондів значно поступаються необхідним. Коефіцієнт оновлення основних фондів становить менше 56% на рік. Рівень механізації праці ручної праці більший 50-60%. Продуктивність праці в цій галузі в два - три рази нижча, ніж

на аналогічних підприємствах зарубіжних країн збільш розвиненою економікою [67].

Для побудови потужної матеріально-технічної бази необхідно активно формувати та накопичувати інвестиційний потенціал, перетворити амортизацію на найважливіший ресурс оновлення та впроваджувати сучасні технології.

Сьогодні, най важливішим завданням для керівник галузі є покращення матеріального стану. Визначальним фактором платоспроможності є стан оборотного капіталу, який розпорошується через збільшення дебіторської заборгованості. Тому ефективно вкладання коштів є пріоритетним напрямком фінансової роботи керівників. Цього можна досягти шляхом стабілізації виробництва. Якщо обсяги виробництва знижуються, ефективність використання оборотного капіталу неминуче погіршується. Це пов'язано з тим, що кількість сировини, матеріалів, інших ресурсів та палива зменшується швидше, ніж обсяги виробництва.

1.2 Аналіз структури енергоспоживання виробництв харчової промисловості у розрізі основних її секторів.

1.2.1 Сектор виробництва напоїв

Підприємства, які займаються виробництвом безалкогольних напоїв, мають таку структуру: цех з переробки та наповнення поліетилену, відділення з приготування та змішування сиропу, відділ переплавки цукру, відділ обробки мінеральної води, очищення води, склади для сировини та інших матеріалів, склади готової продукції, котельні об'єкт, компресор повітря та холодильні агрегати, побутові приміщення та ін.

Електропостачання забезпечується енергосистемою через станції трансформації 35 (10) /0,4 кВт. Рівень розвитку бухгалтерського обліку електроенергії відрізняється в залежності від підприємства, починаючи від простої наявності приладів комерційного обліку споживання електроенергії, а також наявності сучасних високотехнологічних підприємств, при яких майже у всіх одиницях, що споживають електроенергію, є інструментальний облік. До основного енергоємного обладнання відносять:

- компресори та холодильні агрегати;
- припливно-витяжні установки, кондиціонери;
- установки для підготовки, стерилізації та упаковки виробів;
- вантажні ліфти;
- насосні електродвигуни;
- ремонтне та експлуатаційне обладнання (зварювальні машини, токарно-свердлильні верстати, електроінструмент);
- обладнання котельні (вентиляційні отвори, димососи, насоси);
- освітлення виробничих приміщень та територій;
- лабораторне обладнання;
- комп'ютерне обладнання.

Сукупна структура балансу електроенергії наведена в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2. Орієнтовний баланс електроенергії підприємства.

№	Елементи балансу	Частка пропозиції, %
1	Постачання (загальна кількість споживаної електроенергії):	100
2	в тому числі:	
3	технологічні потреби	60
4	виробництво стисненого повітря	28
5	вентиляція виробничих приміщень	4
6	виробництво та транспортування	3
7	зовнішнє та внутрішнє освітлення виробничих приміщень	2
8	Інші споживачі	3

Баланс споживання ПЕР

Структурна схема розподілу складових ПЕР показана на рисунку 1.4

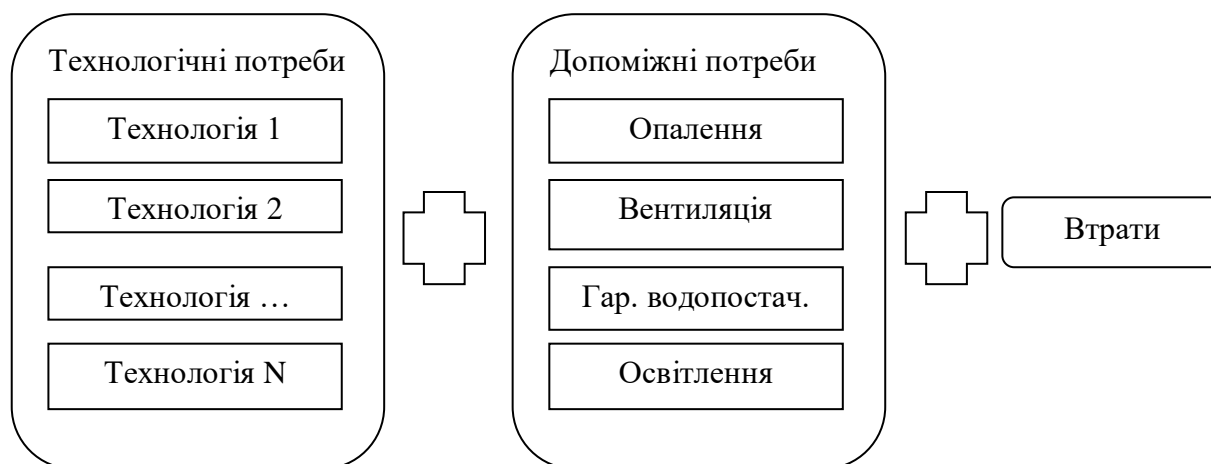


Рисунок 1.4. Структурна схема визначення витрат ПЕР

Типова конфігурація споживання теплової та електричної енергії представлено на рисунку 1.5



Рисунку 1.5. Типовий склад витрат теплової та електричної енергії

1.2.2 Сектор м'ясо переробки

У більшості випадків, підприємства галузі забезпечуються електроенергією 6-10 кВ від міської розподільчої мережі, повітряними або кабельними лініями. Безпосереднє постачання електроенергії, споживачам підприємств, здійснюється від локальних підстанцій або комплектних підстанцій. Більшість підприємств галузі належать до 2-ї категорії, за

надійністю електропостачання. Виняток становлять об'єкти, які мають в своєму користування аміачні системи та живляться класом напруги 35-110 кВ, які мають електропостачання першої категорії та не велику частку аварійної броні. Облік споживання електроенергії ведеться або на високовольтному вводі розподільчого щита підприємства, або на виході 0,4 кВ кожного трансформатора. У деяких випадках, компанія може встановлювати технічні лічильники. Резервне живлення забезпечується електростанцією з потужністю, еквівалентною рівню аварійної броні, і запасами палива, здатними працювати протягом 16-48 годин.

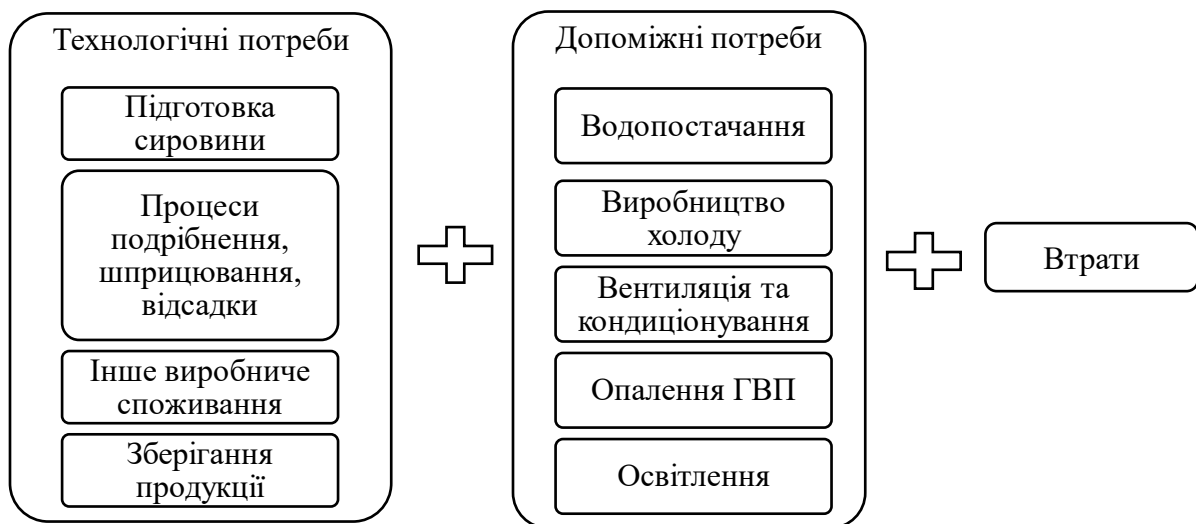


Рисунок 1.6. Блок-схема для визначення складових споживання електроенергії енергії

Основним обладнанням, що споживає електроенергію, є електродвигуни, конвеєри, насоси та мішалки в технологічному обладнанні, системи припливно-втяжної вентиляції, кондиціонери та компресори для стисненого повітря, ремонтне, обслуговуюче та транспортне обладнання, оснащення котельні (вентилятори, насоси та димососи), а також освітлення виробничого обладнання та територій. На великих підприємствах, на джерела охолодження припадає найбільша частка споживання електроенергії. Вона досягає 40% щорічно. Блок-схема для визначення складових споживання електроенергії наведена на рисунку 1.6.

Типова конфігурація споживання теплової та електричної енергії охоплює рисунок 1.7

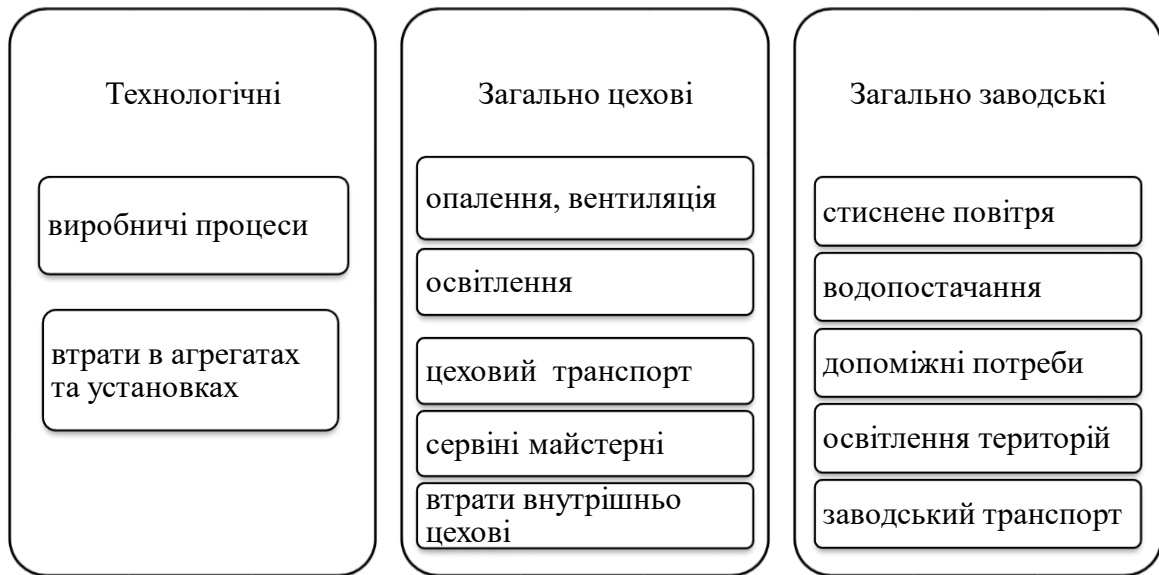


Рисунок 1.7. Типовий склад витрат теплової та електричної енергії

Укрупнено структура електричного балансу м'ясопереробного підприємства наведена в таблиці 1.2.

Таблиця 1.3. Орієнтовна конфігурація споживання електричної енергії м'ясопереробного підприємства.

№ п/п	Складові балансу	Відсоток від надходження, %
1	Всього електроенергії	100
2	Технологічні операції:	42,56
3	Використано на допоміжні операції:	52,94
	З врахуванням:	
	- забезпечення водою та каналізацією	0,33
	- холодильні машини	41,78
	- компресорні установки	1,18
	- системи кондиціонування	5,58
	- освітлення приміщень	2,45
	- вуличне освітлення	0,62
	- допоміжні витрати	1,00
4	Втрати в системі електропостачання	4,5

1.2.3 Молочний сектор

У більшості випадків, підприємства галузі, забезпечуються електроенергією 10 кВ від міської розподільчої мережі по вітряними та/бо кабельними лініями. Електроенергія постачається безпосередньо споживачам підприємства від локальних підстанцій, або комплектних підстанцій. Зазвичай використовуються масляні трансформатори зі встановленою трансформаторною потужністю 2x1000 кВА. Зазвичай підприємства належать до другої категорії, за надійністю електропостачання. Облік споживання електроенергії ведеться або на вході 10 кВ розподільчого пристрою підприємства, або на виході 0,4 кВ кожного трансформатора. Іноді на промислових підприємствах встановлюється технічний облік.

До енергоємного відносяться: пастеризаційні установки, припливні і витяжні установки, кондиціонери.

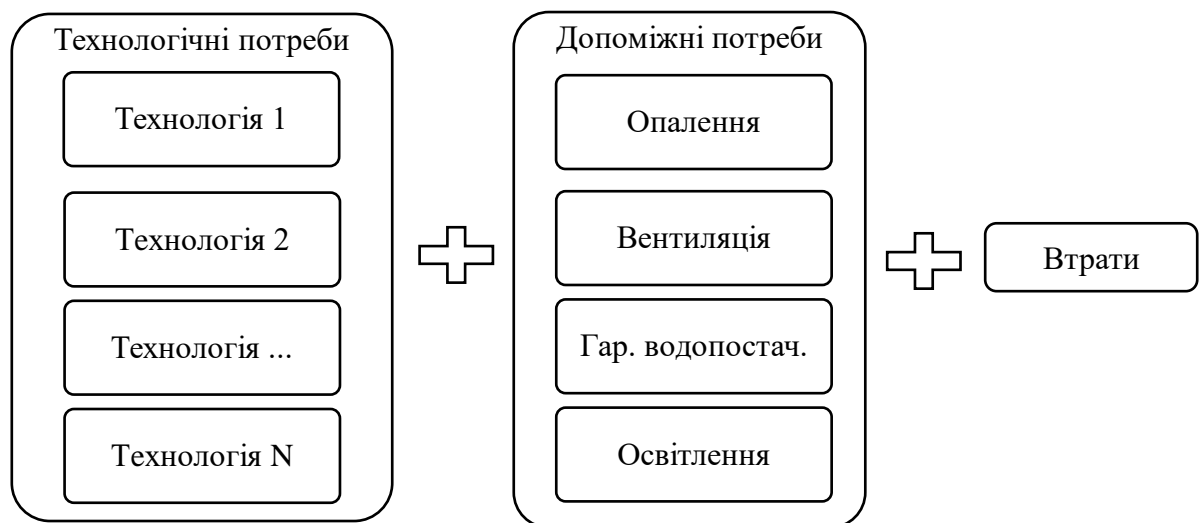


Рисунок 1.8. Структурна схема визначення витрат ПЕР

Укрупнено структура електричного балансу молочного підприємства наведена в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 . Орієнтовний електричний баланс молочного підприємства

№ п/п	складові балансу	Відсоток від надходження, %
1	2	3
1	Надходження (всього спожито електроенергії):	100,00
2	Для технологічних процесів - всього:	58,50
3	Для допоміжних процесів - всього:	41,50
4	у тому числі:	
5	- водопостачання	1,00
6	- виробництво стиснутого повітря	4,00
7	- виробництво холоду	22,00
8	- виробництво та транспортування тепла	2,50
9	- вентиляція та кондиціювання	9,50
10	- внутрішнє освітлення	0,50
11	- зовнішнє освітлення	0,50
12	- втрати в лініях та трансформаторах	1,00
13	- інші споживачі	0,50

1.2.4 Плодовоконсервний сектор

У більшості випадків, підприємства галузі, забезпечуються електроенергією 10 кВ від міської розподільчої мережі повітряними або кабельними лініями. Електроенергія постачається безпосередньо споживачам підприємства від локальних підстанцій або комплектних підстанцій. Трансформатори, як правило, масляні. Зазвичай, підприємства відносяться до другої категорії, з точки зору надійності електропостачання. Споживання електроенергії вимірюється на вході 10 кВ розподільчого щита підприємства або на виході 0,4 кВ кожного трансформатора. У деяких випадках, на промислових підприємствах встановлюється технічний облік.

До основного енергоємного обладнання відносяться: преси, швидко морозильні апарати, холодильні установки, лінії виробництва тари, установки припливної і витяжної вентиляції, електродвигуни насосних станцій та мішалок, ремонтно-обслуговуєче обладнання, освітлення, компресори.

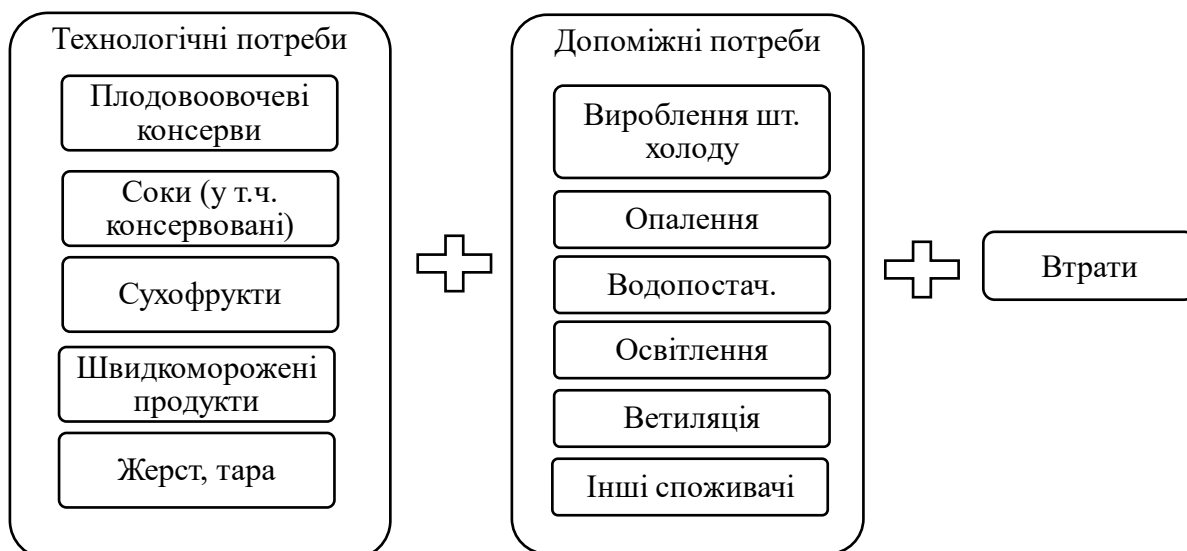


Рисунок 1.9. Структурна схема визначення витрат електричної енергії

У зв'язку з великою різноманітністю консервних заводів, які змінюються протягом виробничого сезону, в наступній таблиці наведено структуру та баланси електроенергії (Таблиця 1.5) консервних заводів, що працюють протягом опалювального сезону.

Таблиця 1.5 Орієнтовний електричний баланс консервного заводу

№ п/п	Складові балансу	Відсоток від надходження, %
1	2	3
1	Всього електроенергії	100,00
2	Технологічні операції:	23,8
3	Використано на допоміжні операції:	71,2
	З врахуванням:	
	- забезпечення водою	0,4
	- виробництво штучного холоду	17,0
	- компресорні системи	32,0
	- каналізація	0,2
	- допоміжні потреби	6,1
	- кліматичне забезпечення	2,0
	- освітлення приміщень	2,3
	- вуличне освітлення	1,2
	- тощо	10,0
4	Втрати в системі електропостачання	5,0

1.2.5 Сектор тваринництва

У більшості випадків підприємства галузі забезпечуються електроенергією 10 кВ від регіональної розподільчої мережі повітряними або кабельними лініями. Безпосереднє постачання електроенергії споживачам підприємств здійснюється від одно- або дво- трансформаторної підстанції, або комплектної підстанції на території підприємства. Встановлена потужність трансформаторів зазвичай становить 100-1000кВА. Підприємства належать до другої категорії, за надійністю електропостачання.

Таблиця 1.6 . Орієнтовна конфігурація споживання електричної енергії (на прикладі птахофабрики)

№ п/п	Складові балансу	відсоток від надходження, %
1	2	3
1	Надходження (всього спожито електроенергії):	100
2	Для технологічних процесів - всього:	36,00
3	у тому числі:	
4	- виробництво яйця	20,00
5	- забій птиці	1,50
6	- вирощування молодняку	14,00
7	- виготовлення яєчного порошку	0,50
8	Для допоміжних процесів - всього:	64,00
9	у тому числі:	
10	- водопостачання	2,00
11	- виробництво холоду	1,00
12	виробництво та транспортування тепла модульною котельнею	0,20
13	виробництво та транспортування тепла котельнею	1,70
14	- виробництво тепла теплогенераторами	0,50
15	- виробництво тепла електрокотлом	3,00
16	вентиляція та кондиціонування виробничих приміщень	24,00
17	- внутрішнє освітлення виробничих приміщень	17,00
18	- зовнішнє освітлення	0,30
19	- втрати в лініях та трансформаторах	4,50
20	- інші споживачі	9,80

Споживання електроенергії вимірюється або на вході 10 кВ розподільчого пристрою підприємства, або на виході 0,4 кВ кожного трансформатора. У деяких випадках, на промислових підприємствах встановлюються технічні засоби вимірювання.

До основного енергоємного обладнання відносяться: електроприводи для технологічного обладнання, систем вентиляції, насосів водо забезпечення та пожежогасіння, гноєвидалення та ін.; персональні ЕОМ; світильники внутрішнього та зовнішнього освітлення; сушарки зерна; електрокотли;

- Укрупнено структура електричного балансу наведена в таблиці 1.6.

1.2.6 Хлібопекарський сектор

У більшості випадків, підприємства галузі, забезпечуються електроенергією 6-10 кВ від міської розподільчої мережі, повітряними або кабельними лініями електропередач. Безпосереднє постачання електроенергії ,споживачам підприємств, здійснюється від локальних підстанцій або комплектних підстанцій. Більшість підприємств галузі, належать до другої категорії, з точки зору надійності електропостачання. Виняток становлять великі підприємства, які живляться від мереж 35-110 кВ, відносяться до першої категорії електропостачання та невелику частку аварійної броні. Облік споживання електроенергії ведеться або на високовольтному ввіді розподільчого пристрою підприємства, або на виході 0,4 кВ кожного трансформатора. У деяких випадках, на промислових підприємствах, також встановлюються технічні засоби обліку. Резервне живлення, забезпечується електростанцією з потужністю, еквівалентною рівню аварійної броні, і запасом палива, здатною працювати протягом 16-48 годин.

До основного енергоємного обладнання відносяться: електроприводи технічного обладнання, транспортерів, насосних станцій та мішалок, установки припливної і витяжної вентиляції, компресорів кондиціонування та стисненого повітря, вакууму, обладнання для ремонту, обслуговування і транспортування, обладнання котельні (вентилятори, насоси, димососи), освітлення виробничих приміщень і території.

Структурна схема визначення складових витрат електричної енергії наведена на рисунку 1.10

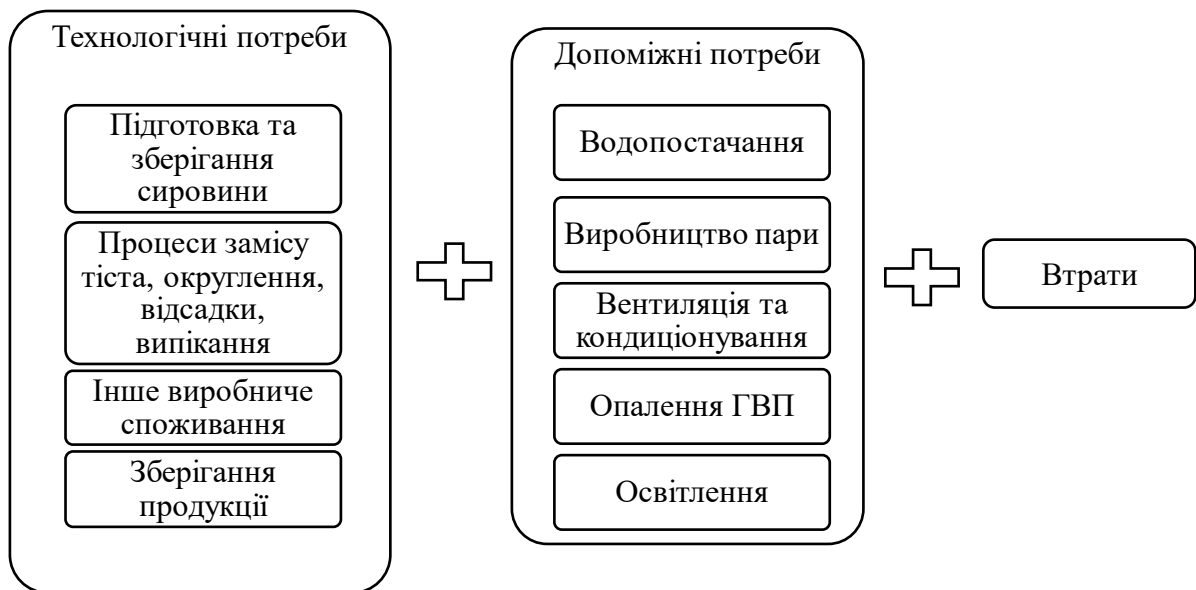


Рисунок 1.10. Структурна схема визначення витрат електричної енергії

Укрупнено структура електричного балансу хлібопекарського підприємства наведена в таблиці 1.7.

Таблиця 1.7. Орієнтовна конфігурація споживання електричної енергії хлібопекарського підприємства

№ п/п	Складові балансу	Відсоток від надходження, %
1	Всього електроенергії	100
2	Технологічні операції:	58
3	Використано на допоміжні операції:	38
	З врахуванням:	
	- забезпечення водою	1,5
	- виробництво штучного холоду	7,8
	- компресорні системи	3,5
	- системи вакууму	1,2
	- кліматичне забезпечення	15,0
	- освітлення приміщень	5,5
	- вуличне освітлення	2,5
	- тощо	1
4	Втрати в системі електропостачання	4

1.2.7 Цукровий сектор

Підчас виробничого сезону, група отримує електроенергію від турбогенераторів власних ТЕЦ потужністю 3-9 МВт, а в міжсезоння - з місцевої електромережі, через повітряні або кабельні лінії електропередач, напругою 10 кВ. У разі нестачі електроенергії, виробленої протягом виробничого сезону, група купує електроенергію з місцевої електромережі. Електроенергія постачається безпосередньо споживачам підприємства від локальних підстанцій та комплектних підстанцій. Облік споживання електроенергії здійснюється, або на вході 10 кВ розподільчого пристрою підприємства, або на виході 0,4 кВ кожного трансформатора. У деяких випадках, на промислових підприємствах, встановлюється технічний облік.

Структурна схема визначення складових витрат електричної енергії наведена на рисунку 1.11.

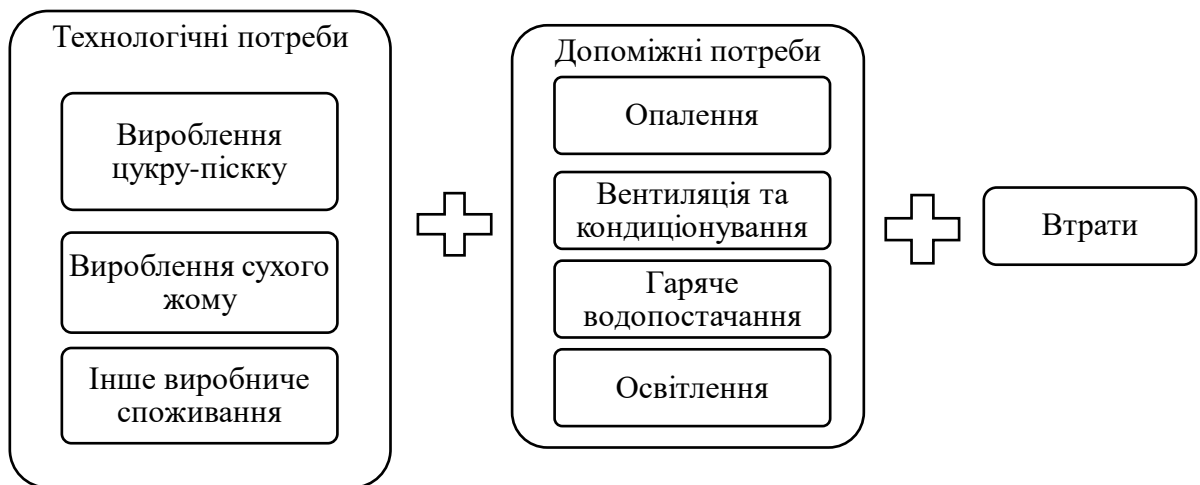


Рисунок 1.11. Структурна схема визначення витрат електричної енергії
Укрупнено структура електричного балансу наведена в таблиці 1.8 .

Таблиця 1.8. Орієнтовна конфігурація споживання електричної енергії цукрозаводу

№ п/п	Складові балансу	Відсоток від надходження, %
1	2	3
1	Виробництво ЕЕ власними ТЕЦ:	100,0
2	Власні потреби ТЕЦ	8,0
3	Відпуск додатковим споживачам	1,0
4	На технологічні операції:	56,5
	у т.ч.	
	- на випарювання цукру	55,5
	- на вироблення сухого жому	1,0
5	Додаткові виробничі витрати	32,0
6	Кліматичне забезпечення	1,5
7	Втрати в електропостачанні	1,00

1.3 Управління енергоспоживанням підприємств харчової промисловості шляхом реалізації можливостей енергозбереження та енергоменеджменту

Сучасна спрямованість на запровадження систем енергетичного менеджменту, провокує створення та подальшого вдосконалення науково методичної бази, яка б дозволила вирішити низку завдань по контролю, обліку, аналізу енергоефективного споживання[17].

Уособленням наукових досягнень, в сфері енергетичного менеджменту, є запровадження в дію міжнародного стандарту ISO 50001 [17,58] який містить в собі загальні поняття та принципи системи енергетичного менеджменту, та введена в дію, низка державних стандартів, які мають спільно направлений характер з міжнародними стандартами ISO 50000 [58, 60-62].

З точки зору енергетичного аналізу, міжнародний стандарт ISO 50001 вимагає від підприємства:

а) проведення аналізу показників споживання та використання енергетичних ресурсів, взявши за основу наступні дані:

1) розділити види енергії, що використовується ;

2) провести оцінку об'ємів використаних енергетичних ресурсів за певний проміжок часу;

б) ґрунтуючись на виявленні області зі вагомим значення енергоспоживання;

в) для кожної зони використання енергії:

1) встановити (визначити) значні змінні;

2) встановити (визначити) діючий показник енергетичних витрат;

г) з'ясувати варіанти для покращення енергетичних характеристик та встановити їхню пріоритетність.

Підсумки електричних аналізів повинні оновлюватися на регулярній основі, а не лише тоді, коли відбувається значні зміни в складових елементах енергоємного обладнання.

Організація повинна встановити (визначити) показники, що вимірюються енергетичних характеристик, які:

а) підходять для вимірювання та моніторингу її енергетичних характеристик;

б) дозволяють організації демонструвати покращення енергетичних показників.

Метод встановлення та актуалізації вимірюваних показників енергетичних характеристик, повинен бути розроблений, застосовуватися та підтримуватися в актуальному стані, як документована інформація. В тих випадках, коли організація отримує інформацію про змінні, які мають значний вплив на енергетичні характеристики, організація повинна розглянути таку інформацію для встановлення відповідних вимірюваних показників енергетичних характеристик.

Значення вимірюваних показників, енергетичних характеристик, мають аналізуватися та (у тому вигляді, як це підходить) зіставлятися з базовими значеннями енергетичних показників. Організація повинна фіксувати та зберігати документовану інформацію про значення вимірюваних енергетичних

показників, тим самим, створюючи систему енергетичного менеджменту підприємства.

Система енергетичного менеджменту (СЕНМ), на підприємстві харчової промисловості - це комплекс організаційно-технічних засобів, програмного та методичного забезпечення, що дозволяє управляти виробничими процесами таким чином, щоб для виробництва певного продукту, або послуги, витрачався лише мінімально необхідний обсяг паливно-енергетичних ресурсів [55].

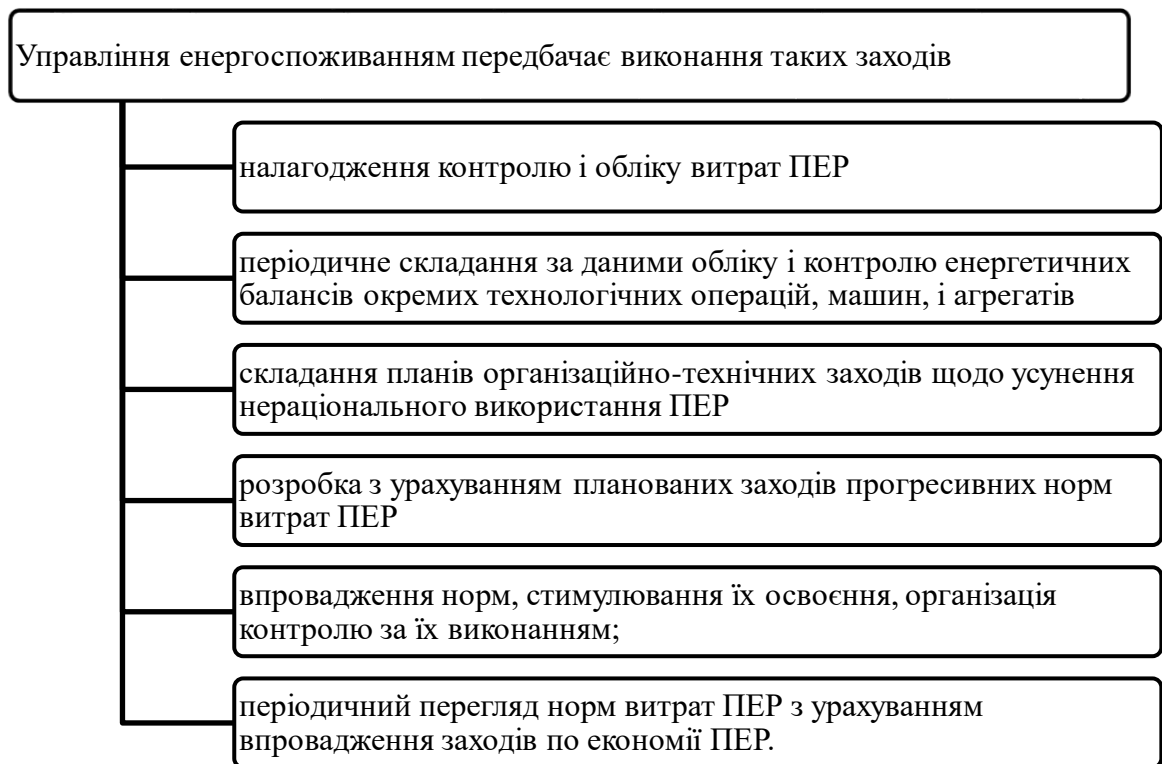


Рисунок 1.12. Перелік заходів передбачених для виконання енергоменеджером.

Для контролю ефективності використання енергоресурсів, компанії створюють службу енергоменеджменту на чолі з енергоменеджером. Його роль полягає в управлінні роботою служби та забезпеченні досягнення запланованого ефекту з енергозбереження, рисунок 1.15. Енергоменеджеру підпорядковуються менеджери в кожному секторі енергозбереження, до обов'язків, яких входить управління та побудова планів енергоспоживання за видами, забезпечення циклу енергоменеджменту, в секторі енергозбереження,

заходи у сфері виробництва, розподілу та використання різних видів енергії розробка та впровадження.

В цілому перераховані етапи створюють систему управління енергоспоживанням підприємства харчової промисловості (рисунок 1.13)

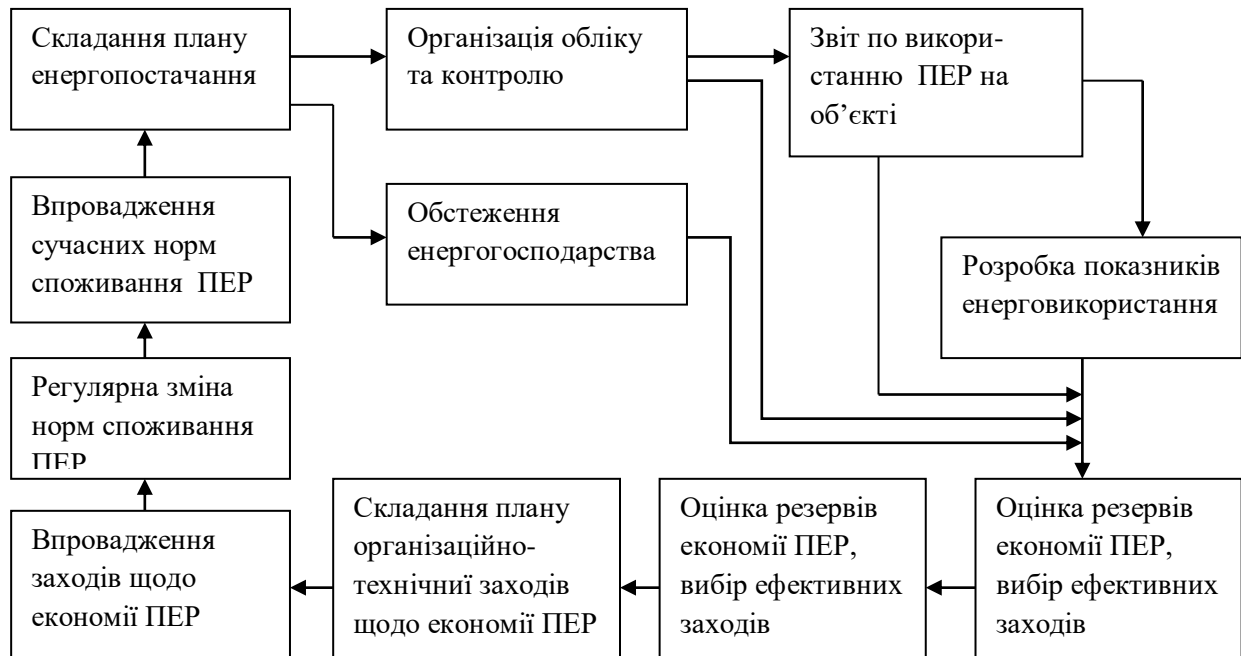


Рисунок 1.13. Комплексна організація енергозберігаючих заходів на підприємствах [92].

Модель енергоменеджменту базується на припущенні, що енергетичними ресурсами потрібно управляти так само, як і іншими ресурсами, що використовуються у виробництві. Це пов'язано з тим, що в кінцевому підсумку, ефективність енергоменеджменту визначає прибуток компанії, якість продукції та екологічні міркування. Все це, в кінцевому підсумку, впливає на здатність компанії вижити в жорсткому конкурентному середовищі.

Незважаючи на те, що інтегрований енергетичний менеджмент розвивається в Україні вже давно, він не набув широкого застосування в харчовій промисловості нашої країни. Причиною цього є відсутність мотивації у працівників на всіх рівнях управління, для покращення показників споживання енергетичних ресурсів. Іншим важливим фактором є відсутність комплексних методик впровадження інтегрованого управління на підприємствах.

1.4 Шляхи підвищення енергоефективності підприємств харчової промисловості

1.4.1 Огляд концептуальних підходів

Розглянемо ряд робіт, вчених з інших країн світу, які працювали над питаннями пов'язаними з енергозбереженням на підприємствах харчової та переробної промисловості.

У роботі [20] досліджуються різні можливості енергоефективності на підприємствах харчовій промисловості. Спочатку робота містить короткий огляд різних харчових виробництв та пов'язаного з ними споживання енергії. Потім обговорюються різні варіанти енергоефективності в тепловій та електричній галузях. За основу, взято виділення найбільш енергоємних процесів, ділянок, які входять до складу підприємства харчової промисловості, та подальша оптимізація енерговитрат на цих об'єктах. Недоліком даної роботи є орієнтація дослідження на значення споживаних потужностей, а не на технологічні процеси. Вибраний об'єкт, може не піддаватись оптимізації.

У роботі [23] розглянуті можливі шляхи раціоналізації споживання енергії, шляхом запровадження методів забезпечення та зменшення споживання електричної енергії, для уникнення глобальних змін в системі енергопостачання підприємства. За основу був використаний метод енергетичного аудиту обладнання підприємства, недоліком даного методу є необхідність розробки індивідуального підходу до кожного досліджуваного об'єкта, що потребує великої кількості часу та людських ресурсів, хоч і є досить ефективним.

У роботі [18] розглянути два методи для аналізу енергоспоживання на підприємстві із виробництва комбінованих кормів, в основі яких лежить детальний, фіксований у часі перелік показників енергоспоживання кожного з вузлів технологічного процесу виробництва, моніторинг їх технічного стану, та відповідно при фіксації погіршення показників, оперативно розробляються та запроваджуються індивідуальні заходи, для кожного вузла окремо. Такий метод дозволяє здійснювати ефективний контроль над рівнем енергоємності процесу,

однак не дозволяє зменшити показники енергоемності вихідного продукту нижче заданих норм.

У роботі [19] виконаний аналіз підприємств харчової промисловості різних країн європейського союзу, у результаті чого, було виділено основні системи, або процеси, які зустрічаються у переважній більшості підприємств переробної промисловості, також було розраховано потенціал енергозбереження, для кожного виділеного процесу, який складає від 15% до 25%, однак, слід враховувати, що в кожній країні, в якій проводилися дослідження, існують певні технологічні, технічні особливості, характерні тільки для даного регіону. Дана робота, відображає наявність потенціалу енергозбереження на підприємствах харчової промисловості, та необхідність розробки індивідуальних методів виділення енергоемних процесів з потенціалом енергозбереження.

Також, серед вітчизняних вчених, які працювали над питанням енергоефективності, енергетичного менеджменту, організаційно-економічного механізму енергозбереження слід виділити, таких як: В. В. Бевз [35], Л. О. Денисенко [50], В. В. Джеджула [54], І. Я. Іпполітова [68], І. Д. Михайленко [81.], Т.В. Сердюк [98]. Враховуючи вагому кількість наукових праць, присвячених підвищенню рівня енергоефективності підприємств в цілому, існують питання, які потребують додаткового вивчення, в частині впровадження енергоефективних технологій та методів по їх виявленню, серед підприємств харчової промисловості, з урахуванням особливостей їх роботи.

1.4.2 Використання енергозберігаючих технологій в країнах ЄС

Сьогодні, позитивний досвід інших країн, у сфері енергоефективності, знаходить своє відображення у світовому рейтингу та показнику ВВП. Все більше країн приєднуються до технологій інтелектуальних енергосистем. Розумні енергетичні системи, формуються в рамках концепції розумних технологій для забезпечення ефективних моделей енергозбереження.

У промисловому виробництві, продуктів харчування, використовується велика кількість енергії. Енергія становить 20-30% собівартості продукції, а на

деяких підприємствах сягає 50%. Енергоемність ВВП України в 3-5 разів вища, ніж у розвинених західних країнах. Це означає, що продукція, вироблена в Україні, коштує значно дорожче, ніж аналогічні моделі, виготовлені за її межами. За інформацією Держкомітету з енергетики, наприкінці 1990-х років Україна відставала, не лише від провідних країн світу, але й від найближчого сусіда - Польщі. Таблиця 1.9 показує рівень відставання у сфері енергоефективності виробництва.

Таблиця 1.9. Енергоемність ВВП на 1 особу.

Регіон, країна	Енергоемність ВВП (кг наф.екв./дол. США)	ВВП на 1 жителя, тис. дол. США
Світовий показник	0,31	-
ЄС	0,27	-
Японія	0,20	29,96
Франція	0,24	27,74
Німеччина	0,25	26,18
США	0,34	31,75
Польща	0,47	4,10
Російська Федерація	0,90	1,94
Україна	0,98	0,83

Причини такої катастрофічної ситуації з енергоефективністю лежать, як у минулому, такі в сьогоденні. У минулому, споживання енергії в українській економіці, Радянського Союзу, було на 25% вищим, ніж у середньому по СРСР; після енергетичної кризи 1970-х років, провідні країни світу, поставили собі за мету, підвищити енергоефективність. У той же час, зниження енергоемності у відсотках до ВВП склало 46% у США, 35% в Японії та 32% в ЄС. СРСР у цей період ще більше відставав: радянська економіка знизила свою енергоемність лише на 16%.

Звіт про міжнародну систему показників енергоефективності за 2016 рік, підготовлений Радою з енергоефективної економіки США, визначає країни, які заощаджують най більше електроенергії [4]. Так, за даними джерел Clean Technica, у звіті розглядалися моделі енергозбереження та продуктивність 23

країн, які найбільше споживають електроенергію (75% від загального світового споживання).

Слід зазначити, що уряди підтримують політику, спрямовану на заохочення інвестицій в енергоефективність, економію коштів свого населення, мінімізування залежності від імпорту електричних ресурсів та зменшення викидів у навколишнє середовище. У той же час, енергоефективність недостатньо реалізована у світі, не зважаючи на її численні переваги та потенціал.

Висновки до розділу

1. Проведено аналіз харчової промисловості України, за результатами якого було виявлено, що харчова промисловість України відноситься до важливого виробничого сектору. При детальному аналізі було виділено сім основних підгалузей харчової промисловості, а також виконана побудова енергетичних балансів для кожної з підгалузей. За результатами аналізу яких, було розподілено споживання ПЕР на три основні категорії: витрати на виробничі процеси, витрати на допоміжні процеси та втрати.

2. Харчова промисловість України знаходиться на низькому рівні енергоефективності виробництва, про що свідчить проведений аналіз присвячений можливостям економії паливно-енергетичних ресурсів, оскільки виробничі процеси, мають значну енергоємність у порівнянні з іншими схожими Європейськими країнами. Однак, позитивна динаміка спостерігається, це виражається у проведенні енергетичний аудитів та впровадженні низки енергозберігаючих заходів, суттєвих змін не приносить, у зв'язку з її фрагментарним та несистемним характером.

3. Доведено, що основною причиною високих показників споживання ПЕР є: морально та технічно застаріле обладнання, втрати теплової енергії пов'язані з поганим станом ізоляції, відсутність або некоректна робота загальних систем автоматизації, відсутність матеріально технічної бази. За таких умов, використання на пряму, зарубіжного досвіду є не ефективним, тому існує потреба пошуку найкращих практик серед тих, які успішно

функціонують в межах України, щоб виділити в них успішні заходи спрямовані на зниження рівня енергоемності виробництва, та адаптація їх для інших підприємств харчової промисловості України.

4. На сьогоднішній створена та успішно функціонує нормативно-правова база присвячена енергоефективності. Міжнародні стандарти ISO 50000 були з успіхом інтегровані в українську енергетичну політику. Стандарт ISO 50001 встановлює вимоги, які стосуються енергетичного менеджменту на підприємствах харчової промисловості. Однак відразу перейти та застосувати на пряму норми, передбачені даною нормативно-правовою базою, у сучасних умовах, досить складно, оскільки існує велика кількість зовнішніх факторів, що впливають на функціонування виробничих об'єктів. Саме тому, виникає потреба формування методичних засад на базі бенчмаркінгу.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

2.1 Методи порівняльного аналізу енергоефективності підприємств харчової промисловості

Як і в управлінні в цілому, одним з ключових елементів керування є оцінка результатів цього керування. Найважливішою частиною оцінки результатів керування є оцінка ступеня ефективності, тобто того, чи досягло управління поставлених цілей. Основною метою енергоменеджменту підприємств в Україні наразі вважається енергоефективне споживання.

Перше завдання, полягає в формуванні розуміння, що вкладено в поняття енергоефективного споживання. Ефективне використання енергоресурсів означає економічно доцільне використання ресурсів для вироблення продукції з урахуванням поточного стану обладнання, технології, доступних матеріалів та методів.

Крім того, під показниками ефективності використання ПЕР розуміють:

- абсолютні, питомі або відносні величини споживання, або втрат енергоресурсів, у будь-якому цільовому продукті, або технічному процесі;
- кількісна характеристика експлуатаційних характеристик виробничого об'єкту, що відображає його технічну досконалість і визначає досконалість конструкції, якість виготовлення, рівень споживання ПЕР, а також основні принципи стандартизації енергозбереження.;

Однак, можна погодитись зі загальною термінологією та визначеннями, деякими технологія, які вже використовуються на практиці, То в цілому концепція передбачена нормами (гостами) та стандартами, не може в достатній мірі, оцінити ефективність використання ПЕР, оскільки має велику кількість недоліків. Бажання врахувати якомога більшу кількість факторів, через неможливість реалізації, створює проблеми з використанням загального алгоритму отримання достовірних результатів ступня енергоемності технології

виробництва, яка формує ієрархію витрат [66,93,99,101,109]. Відповідно до цього алгоритму варто враховувати :

- безпосередні витрати на виробництво з групуванням за їх типом;
- додаткові витрати, з урахуванням супутніх виробництв;
- відсоток витрат в загальнозаводських, витрат ТЕС;
- витрати на ремонт та обслуговування обладнання та його амортизацію;
- витрати енергії для переміщення матеріалів та складових необхідних для виготовлення продукції;
- витрат на екологію.

По-перше, перелік груп обладнання є неповним, і кожна компанія матиме свій власний перелік. По-друге, оскільки немає відповідних систем обліку, кожний показник не ідентифікований, як ціль, або як система вимірювання. Як наслідок, немає інструментів (датчиків, індикаторів) для порівняння результатів, що робить розрахунки суб'єктивними та неперевіреними.

Навіть, якщо отримані показники енергоефективності ПЕР, необхідно відповісти на питання «хто використовує електроенергію більш ефективно» . До прикладу, виробничий об'єкт, який використовує 6 кВт·год на одиницю продукції проти 38,2 кВт·год [66] (десятикратна різниця). Відповідь здається очевидною. Однак, коли це розглядається з точки зору ефективності підприємства в загальному, а отже, системи енергоспоживання, як складової загальної системи, відповідь, стає менш очевидною. Загальні показники ефективності підприємства, такі як, наприклад, рентабельність, є менш важливими 48,6% та 46,1% відповідно [66], не зважаючи на значну різницю в енергоємності продукції, що випускається.

Тому, використання загально прийнятих оціночних показників ступеня використання енергоресурсів, які складаються з питомих витрат, енергоємності виробництва та ін., є недостатнім для розробки та впровадження ефективних заходів управління. До того ж, оцінка ефективності функціонування систем енергозабезпечення виробництва, з використанням зазначених показників «вирізняється» від загальної оцінки показників ефективності роботи

виробництва в цілому, або його складових. Це передбачає ряд мінусів, для того оцінювання, систем енергоспоживання виробництва використовуючи зазначені показники.

Не дивлячись, що над цим питанням працювала велика кількість науковців, до цього часу не розлюблений системний підхід, який міг би врахувати ступінь ієрархії складної виробничої системи (СВС), забезпечував адекватну оцінку енергоефективності об'єктів харчової промисловості України, на кожному ієрархічному рівнів. Взявши за основу суть методів рейтингування та прикладів, які були використані на практиці [45,46], було виконано аналіз широко застосованих методів, які спрямовані на вирішення певних завдань в залежності від типу і мети бенчмаркінгового дослідження.

2.2 Модель оцінювання результатів діяльності підприємств харчової промисловості

Прості технологічні процеси. Для спрощення, в процесі виробництва, як супутній продукт, енергія не виробляється. Виробництво спеціалізується на використанні одного ресурсу для вироблення одного продукту. Для вироблення використовують: паливо, електричну енергію та пару.

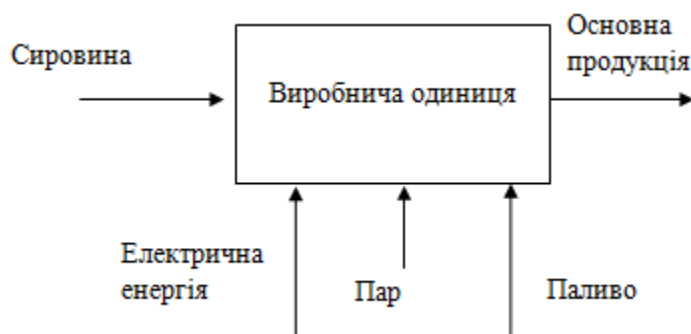


Рисунок 2.1. Витрати енергії у разі простого технологічного процесу

$$W = \frac{E_{s,in} + E_{e,in} + E_{f,in}}{P} \quad (2.1)$$

де W – ефективність використання енергії; $E_{s,in}$ – парова енергія, яка використовується для приготування продукції P ; $E_{e,in}$ – електроенергія, P ; $E_{f,in}$ енергія палива.

Використання такого різноманіття енергетичних потоків в рівнянні, необхідно звести до однієї розмірності. З використанням ККД характерним кожному типу потоку.

Складні виробничі процеси. Мають складніше відображення, коли енергія постачається з зовні, а паливо регенерується в середині установки. Цей приклад ілюструє принципи, які з відповідними уточненнями можуть бути застосовані до багатьох підприємств.

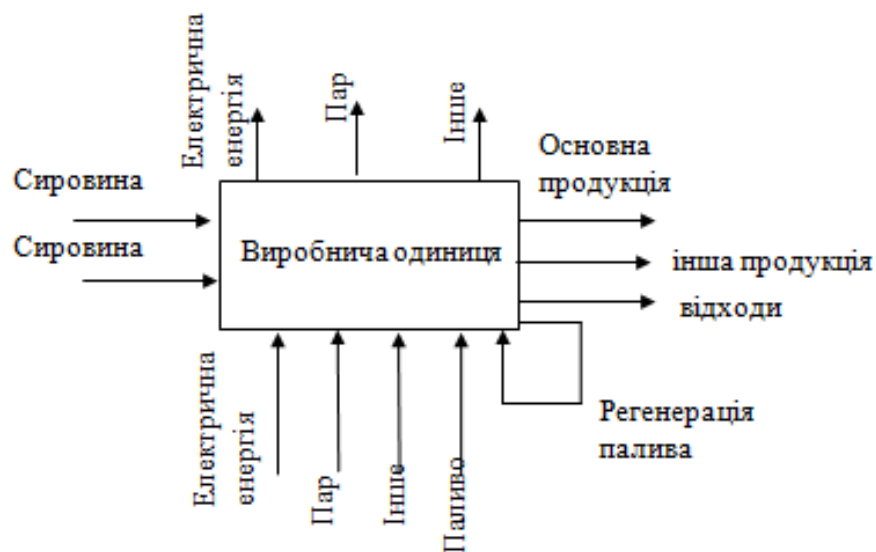


Рисунок 2.2. Витрати енергії у разі складного технологічного процесу

$$W = \frac{E_{s,in} + E_{e,in} + (E_{f,in} + E_{f,rec}) + E_{o,in} - (E_{s,out} + E_{e,out} + E_{f,out})}{P_1 + P_2} \quad (2.2)$$

Потоки від F_1 до F_n представляють різні потоки сировини, яка використовується для виробництва P_1 , та додаткової продукції. Потоки додаткових продуктів діляться на дві групи: матеріал який використовують повторно (P_1), різні додаткові продукти (P_2).

Енергетичні потоки, складаються з різноманітних видів енергій, які використовуються в установці чи поза нею.

Енергетичні потоки представлені: E_s – пар або вода; E_e – електроенергія; E_f – паливо; E_o – допоміжні ресурси.

2.3 Групова оцінка ефективності підприємств харчової промисловості

В поняття, групового оцінювання енергоефективної роботи СВС, розуміють методи, які базуються на порівнянні показників роботи справжніх об'єктів харчової промисловості, які реалізуються

Під груповим оцінюванням ефективності функціонування виробничої системи будемо розуміти методи, засновані на порівнянні результатів роботи реальних об'єктів харчової промисловості, які реалізовані методами рейтингової оцінки, ключових характеристик. Математичну задачу рейтингового оцінювання можна представити у вигляді:

Вибірка об'єктів дослідження $U_i, i = \overline{1, m}$, описана за допомогою критерію $K_k, k = \overline{1, n}$, які в поєднанні створюють зведену таблицю X показників a_{ik} :

$$X = \|a_{ik}\| \quad (2.3)$$

де $i = \overline{1, m}$, – номери об'єктів дослідження; $k = \overline{1, n}$, – номери критеріїв дослідження K_i ; a_{ik} – показник k -го значення для кожного i -го об'єкта дослідження. Присвоєння рейтингової оцінки полягає у агрегуванні показників a_{ik} для кожного об'єкта оцінювання і формуванні одномірної матриці Y рейтингів RE_i :

$$Y = \|RE_i\| \quad (2.4)$$

Тож, рейтингом називають, комплексну оцінку стану досліджуваного об'єкту, яка дозволяє побачити належність його до якогось класу чи критерію. Чайковський А.А. підкреслює, універсальність рейтингового оцінювання. Це пов'язано з тим, що рейтингове оцінювання, визначається розробкою інтегрального показника, який може врахувати кількісні та якісні особливості об'єкта дослідження. А також, має можливості корекції та динаміки [32].

З урахуванням вище зазначених припущень, модель оцінки ефективності діяльності підприємств харчової промисловості, на рівні торгової марки, має наступний схематичний вигляд (рисунок 2.3).

Варто відмітити, на різних рівнях виробничих об'єктів, можливо використання подібної моделі, це пов'язано з подібністю систем та їх складом – які також являються енергетичними об'єктами зі своїми характеристиками.

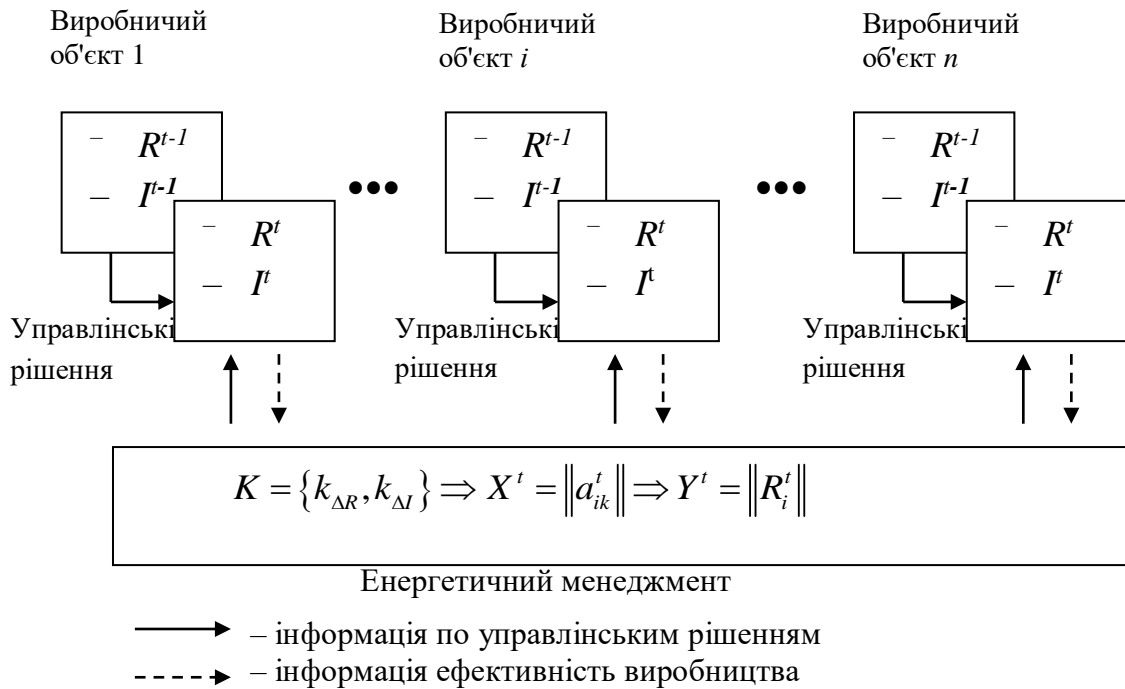


Рисунок 2.3. Модель оцінювання енергоефективності роботи об'єктів харчової промисловості за видом економічної діяльності (де R – обсяг випущеної продукції, I – обсяг спожитої енергії).

З метою встановлення цільових значень $\{R^*, I^*\}$ можна використати:

Перший - метод колективної оцінки (або рейтингу), що базується на порівнянні показників діяльності аналогічних об'єктів переробної промисловості. Порівняння показників роботи аналогічних об'єктів переробної промисловості;

Другий – метод формування індивідуальних узагальнених показників ефективності, який передбачає розробку стандартів або моделей «ідеальних» підприємств. Обидва ці методи, вимагають детально дослідження, результати якого обговорюються нижче.

Основним математичним апаратом, для групового оцінювання, використано рейтинговий аналіз. Метод рейтингування не є абсолютним доказом енергоефективності. Його спрямованість на мінімізацію негативних

наслідків пов'язаних з енергоспоживання та детальний аналіз ступеня впливу критеріїв на рівень енергоефективності. Рейтинг оцінює рівень енергоефективності енергетичних установок підприємств харчової промисловості та слугує індикатором для управління діяльністю. При цьому, необхідно структурувати підхід для її пошуку та впровадження.

Не дивлячись на велику кількість робіт, присвячених питанню рейтингового оцінювання, системних підходів, що використовують ієрархічну природу задачі оцінки рівня енергоефективності підприємств харчової промисловості України, та їх установок і забезпечує врахування ієрархічності даної системи, досі не розроблено. З урахуванням особливостей використання методів рейтингової оцінки, було проведено порівняння характеристик широко використовуваних методів (таблиця 2.1), з боку необхідності вирішення переліку завдань, в залежності від виду бенчмаркінгу, обраного об'єкту дослідження.

Кількісні методи оцінки, можуть бути використані для розміщення об'єктів по рівнях енергоефективності, визначення «найкращих» і «найгірших» об'єктів [45, 47], та виявлення розривів між еталонами та об'єктами, але аналіз причин відмінностей в енергоефективності та методів покращення цих рівнів є складним завданням. Аналіз причин, різниці в рівнях енергоефективності та шляхів їх підвищення досить складні. На основі побудованих ступенів рейтингової шкали, складових критеріїв, об'єкт дослідження відноситься до одного з класів, впорядкованих за рівнем енергоефективності кожного критерію. Це не тільки дає оцінку рівнів енергоефективності, але й допомагає визначити шляхи вдосконалення технічних процесів[45, 47].

Таблиця 2.1 – Особливості засобів оцінки рейтингу

Метод Характеристика	Байє- сівський	Борда	Кондерса	Компенда	DEA	Таксоно- мічний
Кількісна оцінка	♦	✓	✓	✓	✓	✓
Якісна оцінка	✓	♦	♦	♦	♦	♦
Виявлення еталону	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Робота без еталону	×	×	×	×	×	×
Середній еталон	✓	×	×	×	♦	×
Кращий еталон	♦	✓	✓	✓	✓	♦
Ідеальний еталон	×	×	×	×	✓	×
Внутрішній бенчмаркінг	×	♦	♦	♦	♦	✓
Зовнішній бенчмаркінг	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Експрес-оцінка	×	×	×	×	×	×
Позиціонування об'єктів	♦	✓	✓	✓	♦	✓
Типологізація за рівнем Енергоефективності	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Велика кількість досліджуваних об'єктів	✓	×	×	×	✓	×
Визначення причин низької енергоефективності	×	×	×	×	×	×

Примітка: «✓» - так; «♦» - можливо; «×» - ні

2.4 Формування набору індикаторів для ефективності функціонування підприємств харчової промисловості

Основним фактором посилення зацікавленості підприємств в енергоефективному виробництві продуктів є економічна складова, однак в сучасному часі активно прогресує ще одна складова це – науково-технічний

прогрес. У зв'язку з цим, слід наголосити на тому, що зміни в тенденціях енергоспоживання, з все більш широким використанням енергоощадних технологій. Слід відзначити, що методика розрахунку показників для аналізу заходів, щодо запровадження енергоощадних технологій на підприємствах харчової промисловості, є, в цілому, слабо пропрацьовано. Зауважу, що в реальних умовах, можна виділити значну кількість різноманітних критеріїв, використання яких відрізняється в кожному окремому випадку.

У світлі концептуальних засад запровадження енергоефективності доцільно звертати увагу не лише на конкретні показники, але й системні ефекти, що супроводжують таку діяльність. В теперішніх умовах ведення господарської діяльності, швидкі зміни оточуючого середовища та зростання впливу зовнішніх чинників, зокрема, макrorівня, на рівень енергетичної безпеки підприємств, потребують створення та функціонально якісних систем енергетичного менеджменту. У вирішенні цього завдання науковці підкреслюють важливу роль, яку має відіграти практичне вирішення низки проблем, пов'язаних з організацією, методологією та впровадженням сучасних методів для оцінювання якості проведення енергетичного менеджменту на підприємстві [52].

Енергоємність економіки (споживання всіх енергетичних носіїв або кінцевої продукції відносно ВВП) часто використовується, як показник енергоефективності; сам ВВП розраховується за штучно створеним паритетом купівельної спроможності, і тому, не є повністю виправданим показником кінцевих результатів. Не можна сказати, що він повністю виправданий: ВВП враховує вартість доданої виробленої продукції і нічого не говорить про соціальні ефекти економічної діяльності чи вплив енергетичних факторів. Тому необхідно знайти інші показники для характеристики результатів [70].

Одне з міжнародних агентств, що займаються енергетичними питаннями, внесло пропозицію відображати показники енергоефективності у вигляді піраміди. Від самого енергоємного до самого економічного [91]. На рисунку 2.4 наведений перелік показників для кожного сектору та під сектору.

Показник, який знаходиться на вершині піраміди характеризується відношенням енергоспоживання до ВВП. Для дослідження двох основних факторів енергоспоживання варто використовувати показники, які мають відношення до ВВП.



Рисунок 2.4. Представлення енергетичних показників в пірамідальному вигляді міжнародного енергетичного агентства (International Energy Agency) (IEA) (де W – кінцеве енергоспоживання)

На другій сходинці розмістився показник, який дає можливість визначити енергоемність кожного основного сектору, який виражається у відношенні енергоспоживання на одиницю продукту для кожного сектору.

На нижньому ряді піраміди розмістились секторні складові, різновиди кінцевого споживання для кожного сектору, які поетапно відкривають інформацію.

Узагальнені значення показників, надають укрупнене значення про фактори впливу на показники енергоспоживання в групі. Проте, існує потреба в детальнішій інформації для відокремлення основних впливових факторів та дослідженню впливу на них.

Відповідно до наказу національного агентства України з питань забезпечення енергоефективного використання палива (НАЕР) № 35 від 13.03.08 «Про запровадження системи показників ефективного використання

паливно-енергетичних ресурсів» запропоновано поділити показники ефективного використання енергії розділити на основні та допоміжні.

До основних відносять:

- Енергоємність ВВП (кг у.п./грн);
- Питомі енергетичні витрати на одиниці об'єму виробленої продукції за КВЕД;
- Витрати ПЕР та води за КВЕД.

До допоміжних відносяться:

- загальне значення обсягів спожитих ПЕР в Україні в кг у.п;
- об'єми використання енергетичних ресурсів за КВЕД;
- об'єми основної продукції, у діючих одиницях за КВЕД;
- об'єми основної продукції ;
- енерговитрати ВВП за видами палива;
- енергоємність ВДВ за КВЕД по регіонах;
- об'єми, яким вдалось зекономити шляхом впровадження енергозберігаючих заходів;
- об'єми використаних матеріальних витрат спрямованих на впровадження енергоефективних заходів;
- ступінь забезпечення приладами обліку споживання палива та води.

Проте, дані показники, втрачають свою актуальність при покиданні регіонального рівня, а засоби зеленої енергетики встановлюються на будь-яких рівнях, тому було внесено пропозицію, щоб використовувати перелік показників енергетичної ефективності за допомогою якого розраховувались допоміжні та основні.

В Україні діє національний стандарт, який встановлює номенклатуру основних показників енергетичної ефективності обладнання, технологічних процесів, продукції та послуг. Перелік показників, наведених у цьому стандарті, включає більше сорока факторів. (Додаток Е)

Однак, питання вибору критеріїв оцінювання є неєдиним, необхідно, також, враховувати ступінь їх значущості та можливість їх отримання в

реальних умовах підприємства. Обсяг і межі системи енергоменеджменту включають сферу діяльності, в якій організація керує досягнутим рівнем енергетичної ефективності. Для вимірювання досягнутого рівня енергоефективності необхідно, визначити допустимі межі для вимірювання кожного показника енергоефективності. Вони називаються межами енергоефективності та можуть збігатися. Відтак з врахуванням межі бенчмаркінгу та можливістю отримання даних, був зформований новий список показників, які слід враховувати при проведенні дослідження (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2. Ієрархічна доцільність використання показників.

Параметр	Межі бенчмаркінгу		
	Виробничий процес	Підприємство	галузь
Енергоємність ВВП	○	✓	✓
Питомі енергетичні витрати на одиниці об'єму виробленої продукції за КВЕД;	✓	○	✗
Витрати ПЕР та води за КВЕД	○	✓	○
загальне значення обсягів спожитих ПЕР в Україні в кг у.п	✓	✓	○
об'єми використання енергетичних ресурсів за КВЕД	○	✓	✓
об'єми основної продукції	✓	✓	○
енерговитрати ВВП за видами палива	✗	✓	✓
енергоємність ВДВ	✗	○	✓
об'єми яким вдалось зекономити, шляхом впровадження енергозберігаючих заходів	○	○	○
матеріальних витрат	✓	✓	✓
ступінь забезпечення приладами обліку	✓	✗	✗

Примітка: «✓» - рекомендовано; «○» - доцільно; «✗» - не доцільно

Оскільки для формування знаменника при розрахункові питомих витрат, в більшості випадків, використовуються об'єми випущеної продукції. В деяких, складних випадках, у зв'язку з різномірністю вихідних продуктів може виникнути проблема у первинному аналізі показників вихідної продукції. В таких випадках, виконується перехід до вартісного показника: оціночна собівартість продукту. Таких випадках питомі витрати приймають розмірність кВт·год/грн·од.т.п. (одиницю товарної продукції).

Отримана та оброблена інформація також може бути використана, як сигнали управління для різних систем керування, в тому числі систем активного управління споживачами. Прийняття керуючих рішень, на рівні систем управління, вимагає аналізу низки енергоефективних показників. Важливі показники енергоефективності необхідно враховувати для того, щоб сприяти вдосконаленню процесів управління на підприємствах. Оптимізація інформаційних потоків, необхідна для з'ясування показників енергоефективності, дасть можливість ефективно оптимізувати систему управління.

Враховуючи сучасні тенденції та зацікавленість у впровадженні енергоефективних заходів, діючими підприємствами харчової промисловості. Будь-які заходи спрямовані на підвищення рівня енергоефективності починаються з аналізу, або за відсутності створення системи моніторингу на підприємстві. Враховуючи сучасні тенденції та зацікавленість у впровадженні енергоефективних заходів, діючими підприємствами харчової промисловості. Створення системи моніторингу, яка б відповідала мінімальним вимогам стандарту ISO50001 є першочерговим завданням на шляху до енергоефективності.

Підприємства харчової промисловості України, в переважній більшості випадків, характеризуються, як основний показником енергоефективності – енергоємність виробництва. Це відношення фактичних значень використаних енергетичних ресурсів до об'ємів виробленої продукції у визнаних розмірностях.

$$W = \frac{\sum_i E}{P} \quad (2.4)$$

Де E – спожита енергія, P – загальна кількість виробленої продукції

Розрахунок цього показника, на жаль недостатній для достовірної оцінки енергоефективності інфраструктури підприємства. У частині енергоощадних технологій, має індивідуальні особливості. Варто звернути свою увагу на одну з таких особливостей. Розглядаючи роботу енергетичного обладнання, як

фізичного об'єкту, в часовому проміжку, то вдасться провести границю ефективного споживання енергетичних ресурсів, залежно від етапу існування такого об'єкту (рисунок 2.5)

Якщо дохід підприємства з часом, зазвичай, збільшується, то енергоємність може зростати, при відсутності будь-яких збільшень фізичних показників енергоефективності. Тому варто мінімізувати застосування цих показників при аналізі роботи енергоємної установки.

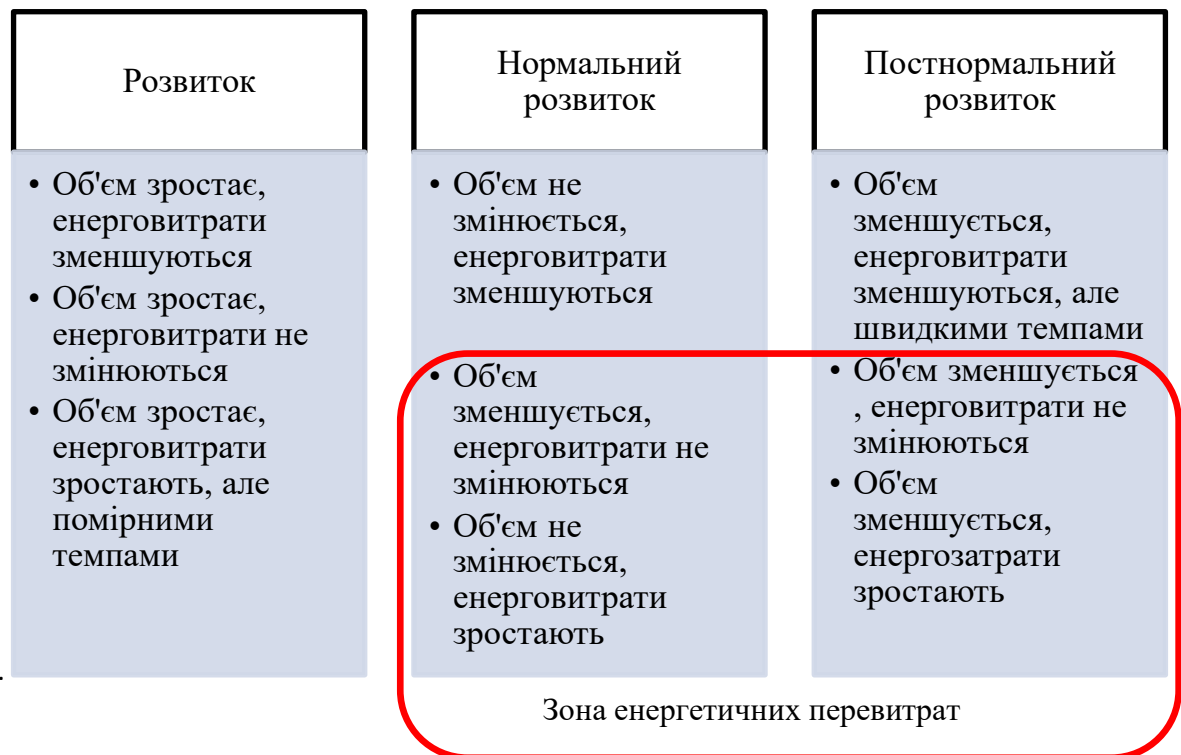


Рисунок 2.5. Дія межі енергоефективності виробничого об'єкту на її показники з урахуванням етапів життя компанії.

Що стосується нижнього рівня, виробничої лінії, який складається з переліку виробничих операцій [75]. Він має нову, системну якість, якої не має жодна з його складових. Системна якість полягає в тому, що комплекс машин або обладнання працює набагато ефективніше, ніж робота знарядь праці, не об'єднаних в лінію. У лінії ефективність технічного перетворення досягається в результаті виконання окремих завдань з високим ступенем досконалості, що призводить до не відомої раніше стабільності виробництва [75].

Для визначення факторів якості роботи енергоменеджменту можна використовувати наступну методологія.

Кожна i - а якість j - й системи, $i = \overline{1, n}$, $i = \overline{1, m}$ описано з використанням деякої вхідної змінної y_i^j , яка характеризує одну з властивостей системи.

Показник y_i^j описує ступінь якості або персональне значення якості.

Значення y_i^j може набувати будь-яке значення в межах $\langle y_i^{don} \rangle$.

Загальним значенням якості j - й виробничої системи на виробничому об'єкті стане вектор $Y^j = \langle y_1^j, y_2^j, \dots, y_n^j \rangle$, складові якого, формують перелік показників його властивостей.

Персональні значення показників набувають різної розмірності. Тож при визначенні y^j варто використовувати нормовані показники.

Показники нормування розраховується за допомогою:

$$y_i^j = \frac{y_i}{y_i^0}, \quad (2.5)$$

де y_i^j – величина нормування

Існує декілька підходів пов'язані з вибором нормованої величини:

– y_i^0 = формується оператором

– $y_i^0 = \max y_i^j$

– $y_i^0 = \max y_i^j - \min y_i^j$

Необхідні показники, якості системи, задаються правилами, за якими повинні виконуватися показники суттєвих характеристик, а системна оцінка якості, перевіряє їх виконання.

Критерії якості – це значення суттєвих властивостей систем та правил його оцінки.

Припустимо, що $Y^* = \langle y_1^*, y_2^*, \dots, y_n^* \rangle$ – представлений вектор для найкращої системи.

Тоді область адекватності якісного показника визначається:

$$\delta \subseteq |Y^{don} / Y^*| / |Y^*|, \quad (2.6)$$

де δ – радіус зони адекватності.

Головною метою, залишається зниження енергоспоживання самого обладнання в технологічному процесі. Споживання електроенергії може збільшитися через використання додаткового електричного обладнання.

Щоб досягти енергозбереження потрібно впроваджувати автоматизовані системи розрахунку та управління енергоспоживанням. Тоді, можна буде, ідентифікувати технічні процеси і саме технічне обладнання на основі даних, отриманих аналітичними методами, і приймати керуючі рішення, які приведуть до їх ефективного функціонування. Це дає можливість успішно використати системний енергетичний менеджмент для прийняття ефективних управлінських рішень.

Висновки до розділу

1. За результатами опрацювання методик порівняльного аналізу, ефективності харчової промисловості, доведено, що методи порівняльного аналізу, які використовують, у своїй основі, існуючі критерії оцінки ефективності використання енергоресурсів, недостатньо в сучасних умовах для прийняття якісних управлінських рішень.

2. Співставний аналіз історичних даних, отриманих з літературних джерел, за даними натурних експериментів та проведених розрахунків, показує, що в умовах становлення ринкових відносин, харчова промисловість України, потребує більш дієвих заходів, спрямованих на зниження енергоємності виробничих процесів, надання практичних рекомендацій та методів пошуку та оцінки енергозберігаючих заходів.

3. Запропоновано, використання достовірної математичної моделі оцінки енергоефективності роботи виробничого об'єкта з урахування циклічності та оцінки результатів впровадження тих чи інших управлінських рішень, спрямованих на зниження енергоємності виробничих процесів.

4. Запропоновано перелік критеріїв оцінки ефективності роботи з урахування рівня проведення дослідження. Основні критерії увійшли до удосконаленої моделі оцінки енергоефективної роботи виробничого об'єкта.

РОЗДІЛ 3 МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ПОШУКУ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

3.1 Системний підхід до управління енергоспоживанням та оцінювання енергоефективності на підприємствах харчової промисловості

У роботі [87] досліджено сучасні функції вищевказаних технологічних процесів. Рекомендована сумісність використання системного аналізу та енергоменеджменту, як аналітичних інструментів для систематизації ідентифікації суб'єктів, залучених до прийняття управлінських рішень, які покращать показники. Проведено аналіз, робочих характеристик технологічних процесів і загального обладнання, що використовується в харчовій промисловості України.

За результатами аналізу виявилось, що організаціям необхідно сформулювати та задокументувати цілі, завдання, та обов'язково мати план необхідних управлінських рішень на певний проміжок часу. Підприємство повинно контролювати поставлені цілі та завдання, і мати кількісні показники, що відображають базовий період. Підчас визначення завдань та показників для енергетичного менеджменту, обов'язково необхідно враховувати особливості функціонування виробничого об'єкту. Використання методів узагальнення існуючих практик, дозволить виділити ряд відмінностей між звичним керуванням енерговикористанням та енергоменеджментом, що дозволяють визначити новизну, особливості функціонування та переваги останнього.

Таблиця 3.1. Відмінності загально прийнятого керування енерговикористанням та енергоменеджментом [51]

Загально прийняте керування енерговикористанням	Енергоменеджмент
Діяльність обумовлена законодавчими вимогами, (державним енергетичним контролем)	Активна і добровільна діяльність визначається рішенням керівництва компанії, в більшості випадків є додатком до вимог законодавства.
Підприємствам бракує чітко визначених, взаємозалежних і задокументованих політик, цілей і завдань енергозбереження. Насправді немає жодних цілей, пов'язаних із процесом постійного вдосконалення.	Енергетичний менеджмент базується на чітко сформульованих, взаємозалежних і задокументованих політиках, цілях і завданнях.
Переваги зовнішніх стандартів енергоспоживання.	Переваги внутрішніх стандартів енергоспоживання, визначених компанією.
Планування енергозбереження для окремих підрозділів, як правило, не є економічно ефективним для компаній.	Безпосередньо менеджмент пов'язаний з можливістю отримання важливих прямих і переважно не прямих економічних вигод (наприклад, при інвестуванні у виробництво).
Її здійснюють переважно відповідальні фахівці. Керівництво та персонал, як правило, не беруть активної участі в реалізації проекту, лише в межах своїх посадових обов'язків та інструкцій.	Важливі ключові результати можуть бути досягнуті лише за умови активної та свідомої участі всього керівництва та працівників компанії.
Здійснюється строго в рамках посадових обов'язків та інструкцій.	Значною мірою це залежить від ініціативи та особистої зацікавленості персоналу та енергоменеджера в результатах діяльності.
Діяльність організації практично не змінюється і не вдосконалюється в часі.	Систематично діяльність координується, вдосконалюється та доповнюється та що року.
Пріоритетність конкретних високовартісних заходів та дій.	Пріоритетність низки безкоштовних та недорогих дій та заходів.
Більшість зовнішніх стейкхолдерів та зацікавлених сторін мають реальний доступ до планів та результатів діяльності.	Постійно та про активно демонструвати плани та результати всім стейкхолдерам та зацікавленим сторонам.
Ігнорування негативних результатів діяльності. Страх негативних результатів і замовчування.	Значення негативних результатів, теж цінні. Негативні результати відкрито демонструються поряд з позитивними.
Відсутня зовнішня незалежна оцінка (енергоаудит) досягнутих результатів та організації діяльності.	Енергетичний аудит - це досягнутий результат незалежної оцінки діяльності організації, який є невід'ємною частиною будь-якої цілісної системи енергоменеджменту.
Відносна легкість, з якою можна імітувати або фальсифікувати ефективну офіційну діяльність з управління енергетикою.	Фальсифікації ефективних заходів з енергоменеджменту та практичної недоцільності імітації.

3.2 Використання стратифікованого підходу для вирішення проблем енергоефективності та концепція пірамідального підходу

Стратифікація — це розташування об'єктів і груп згори вниз, горизонтальними пластами (стратами) за ступенем енергоефективності об'єкта.

В процесі впровадження ефективного керування споживання паливно-енергетичними ресурсами та покращення рівня енергоефективності харчової промисловості, важко побудувати ієрархічну залежність подібну «ієрархічному дереву», яка поєднує задачі моніторингу та бенчмаркінгу енергоефективності галузі в цілому, виробничих об'єктів та їх допоміжних елементів, з урахуванням усесторонніх проблем. Тож, варто застосовувати методику структурного аналізу [25].

Вирішення проблеми ефективного використання енергії з метою стабілізації роботи та вдосконалення системи з ієрархічною структурою, визначає ієрархію самої проблеми. Кожна проблема, являє собою набір підпроблем, які в той же час можна вважати частиною більш складної проблеми. Проблему енергоефективності, харчової промисловості, необхідно розглядати, як підпроблеми різних рівнів [13]: щодо енергоефективності підприємств і заводів, а також окремих підприємств; ефективне використання енергії у виробництві, технологічних процесах, елементах конструкцій; ефективно управляти та організовувати технологічні процеси на виробництві в цілому та в кожному окремому підрозділі.

Структурування цілей вимагає вирішення низки завдань, які стосуються визначення:

- Об'єднання сукупності під цілей та множини критеріїв, які визначають показники енергоефективності предмету дослідження в основну мету Z , а саме:

а) З'ясування множини завдань $Z = \{z_1, z_2, \dots, z_k\}$ для досягнення енергоефективності як основного завдання групування її елементів;

б) встановлення набору критеріїв $K = \{k_1, k_2, \dots, k_j\}$ для сукупності об'єктів з вибірки $Z = \{z_1, z_2, \dots, z_k\}$;

- взаємозв'язок між набором елементів і підсистем харчової промисловості та набором завдань, які необхідно вирішити для досягнення глобальних цілей та їх підцілей:

а) виділення переліку елементів та складових системи харчової промисловості $S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$ і переліку завдань $F = \{f_1, f_2, \dots, f_r\}$, які необхідно вирішити для того, щоб досягнути мету на переліку вихідних продуктів $G = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$;

б) визначення для кожного виробничого об'єкту з сукупності елементів і підсистем харчової промисловості $S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$, сукупність характеристик та параметрів $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, які формалізують опис стану та умов функціонування об'єкта з метою вирішення задач. $F = \{f_1, f_2, \dots, f_r\}$, на сукупності $Z = \{z_1, z_2, \dots, z_n\}$. Крім того, для кожного значення x_i варто задати перелік допустимих значень $\{x_i^{don}\}$.

Рішення задач, пов'язаних з проблемами енергоефективності досліджуваного об'єкта, в частині його станів, пов'язане з вибором сукупності критеріїв оцінювання стану об'єкта керування та ефективності роботи $K = \{k_1, k_2, \dots, k_j\}$, та сукупності характеристик та параметрів $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, щоб відобразити перелік задач $F = \{f_1, f_2, \dots, f_r\}$, в переліку характеристик $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ та критеріїв $K = \{k_1, k_2, \dots, k_j\}$. Ця задача, потребує використання інтуїції та досвіду спеціалістів, тобто, експертів.

Головною проблемою при представленні складної виробничої системи є знаходження компромісів між ступенем простоти пошуку, який дозволить сформулювати цілісне представлення про об'єкт, та деталізацією опису, що дозволить відобразити характеристики об'єкта. Одним із способів рішення цієї проблеми є визначення системи з пов'язаними характеристиками, що характеризують її, в частині, відповідного рівня абстрагування. Кожен рівень характеризується своїми особливостями та законами, на основі яких виконується опис системи. Таке представлення є стратифікованим, рівні абстрагування - стратами [80], які відокремлюють за принципами використання різних «шкал» відображення задач. Стратифікований підхід, може сформулювати взаємодію між структурними задачами на різних рівнях. До плюсів використання стратифікованого підходу відносять те, що систему можна вивчати з довільної страти [80]. Кожна страта може використовувати свій опис,

свою модель, система залишається не змінною до тих пір, доки не відбудуться зміни у верхній страті [80]. Завданням старти є характеристика рівня абстрагування (опису) особливостей досліджуваного об'єкта. Стратифіковане представлення, слугує для поетапного заглиблення представлення про систему та її деталізації [80]: чим нижчий ієрархічний рівень, тим детальніший опис системи. Отже, кожен рівень проблеми енергоефективності має власні завдання та цілі, власну структуру складових проблем, а відтак, і специфічний набір показників енергоефективності, які забезпечують достатній рівень деталізації [13].

Як ідея, стратифікований підхід, відповідає концепції МЕА, щодо аналізу енергоефективності – від агрегованого до деагрегованого рівня [91]. Узагальнені показники верхніх рівнів дозволяють отримати загальне представлення причин зміни тенденцій використання ПЕР в галузі. Початковий рівень – це частини остаточного споживання, які поетапно відкривають детальну інформацію, яка відображає складові споживання ПЕР [52].

Тож, для оцінювання показників енергоефективності харчової промисловості, як складної виробничої системи, варто використати систему показників, яка складається з багатьох рівнів, яка б могла аналізувати енергоефективність на різних рівнях ієрархії, кількісно оцінювати параметри стану функціонування та початкових умов, з'ясувати закономірності енергоспоживання, контролювати енергоспоживання та дотримуватись оптимальних параметри технологічних процесів. Слід використовувати систему яка характеризує показники енергоефективності, відобразатиме [16] стан та ефективність роботи технологічного обладнання на об'єкті. Система критеріїв енергоефективності повинна відповідати наступним вимогам [95, 96]: відображення основних характеристик, режимів енергоспоживання об'єкта; зміна деякого показника роботи, при не змінності інших, повинна призводити до підвищення показників рівня енергоефективності, чутливості, порівнянність результатів (результати інтегральної оцінки не повинні залежати від вибору нормованих показників), які не повинні залежати від вибору індикатора),

формування на основі висхідного підходу, за рівнями ієрархії харчової промисловості, а також забезпечувати відсутність «подвійного врахування» індикаторів. Варто відмітити, що значення показників енергоефективності повинні бути доступними та бути актуальними.

3.3 Особливості застосування бенчмаркінгу для оцінки енергоефективності підприємств харчової промисловості

стратегічний бенчмаркінг	<ul style="list-style-type: none"> процес забезпечення відповідності стратегії підприємств ключовим факторам успіху на ринку на основі вивчення успішних стратегій зовнішніх підприємств-партнерів
внутрішній бенчмаркінг	<ul style="list-style-type: none"> здійснюється усередині організації шляхом зіставлення характеристики окремих виробничих одиниць за певні періоди часу;
зовнішній бенчмаркінг	<ul style="list-style-type: none"> включає пошук еталонів за межами підприємства на основі вивчення тих підприємств, які мають основні переваги в галузі;
конкурентний бенчмаркінг	<ul style="list-style-type: none"> дослідження специфічних продуктів, можливостей процесу або адміністративних методів підприємств-конкурентів
функціональний бенчмаркінг	<ul style="list-style-type: none"> порівняння підприємств різних галузей і видів діяльності, щоб знайти способи для поліпшення аналогічних функцій або процесів роботи
процесний бенчмаркінг	<ul style="list-style-type: none"> приведення визначених показників, характеристик та функціональності процесів до ідеальних в аналогічних процесах підприємств- конкурентів
загальний бенчмаркінг	<ul style="list-style-type: none"> процес, що порівнює визначену функцію двох або більше організацій незалежно від підприємницької діяльності

Рисунок 3.3. Основні види бенчмаркінгу.

Бенчмаркінг – це процес який полягає в оцінці результатів діяльності компаній та галузей, виявленні та вивченні особливостей функціонування галузі, та впровадження найкращих галузевих практик у діяльність компанії. Іншими словами бенчмаркінг – це один із методів стратегічного планування,

який формує завдання не від досягнутого, а на висновках про роботу конкурентів. Бенчмаркінг, як технологія об'єднує в єдину систему формування стратегій, галузевий аналіз і аналіз конкурентів [56].

Як основу, бенчмаркінг використовує ідею аналізу показників роботи не тільки конкурентів, але й провідних компаній. Порівнянний аналіз конкурентів проводиться по різним показникам, різних рівнів. Таким чином багатокomпонентний характер роботи також є основою для виділення класів бенчмаркінгу рисунок 3.3.



Рисунок 3.4. Класифікація видів бенчмаркінгу [57]

Рациональне використання енергії, залишаються одним з пріоритетних напрямів розвитку України в сучасних умовах. Вирішення задачі, присвяченої питанням енергозбереження та покращення рівня енергоефективності

підприємств харчової промисловості України, потребує керування процесами споживання ПЕР на різних рівнях управління: на рівні галузі, підприємства, виробничого процесу, окремих виробничих установок та агрегатів, ступінь результативності якого залежить від використаних енергоефективних заходів.

Покращення рівня ефективного енергоспоживання, виробничих об'єктів та систем, за допомогою використання новітніх засад, що дають можливість врахування передового досвіду у цій сфері, є одним з актуальних завдань.

Енергоефективність - в своїй основі, несе вміння економічно, доцільно, раціонально використовувати ПЕР, за умов сучасного розвитку технологічних та технічних заходів та виконанні засад збереження довкілля. Методологія бенчмаркінгу дозволяє здійснити аналіз енергоефективності виробництва продукту на підприємстві без строгої прив'язки до узагальнених показників використання енергії, а лише використовуючи виявлені еталонні значення. Це дозволяє зробити концепція бенчмаркінгу, яка вже довгий час використовується закордонними підприємствами та набула там широкого поширення. Основною метою бенчмаркінгу є виявити потребу в змінах за отриманими даними порівняльних досліджень, та можливі шляхи досягнення ефективності впровадження змін. Основним принципом порівняння є виявлення кращого серед найкращих, та на підставі виявленого «найкращого» вдосконалювати показники інших та наближати їх значення до «еталону».

Вибір «еталону» можна розшифрувати, як аналіз та порівняння енерговитрат групи об'єктів, та відокремлення від них одного з найменшими показниками витрати електричної енергії, в одних і тих технологічних процесах, побудова рейтингу об'єктів однієї технологічної групи відносно найкращого об'єкта. Останнього в реальному житті може не існувати, але він може бути уособленням ідеальних технологічних рішень та впроваджень до яких треба максимально наблизитись.

Порівняння енергозалежних об'єктів може відбуватися, як з іншими енергозалежними об'єктами розташованими на території одного підприємства, так і з подібними об'єктами розташованими на інших підприємствах даної

галузі. Це, відповідно, використання внутрішнього за зовнішнього бенчмаркінгу. Порівняння даних об'єктів, та виведення їхнього рейтингу, дає можливість наочно побачити те обладнання, яке потребує негайного застосування заходів з енергозбереження, а яке працює з максимальною енергоефективністю.

Визначення причин утворення проміжку між ідеалом енергоефективності та об'єктом, визначивши величини цього проміжку, дозволить встановити рівні ефективного використання ПЕР, та ступінь відставання досліджуваного об'єкта, та дасть відповідь на питання, що зумовило виникнення цього інтервалу, та усунути його.

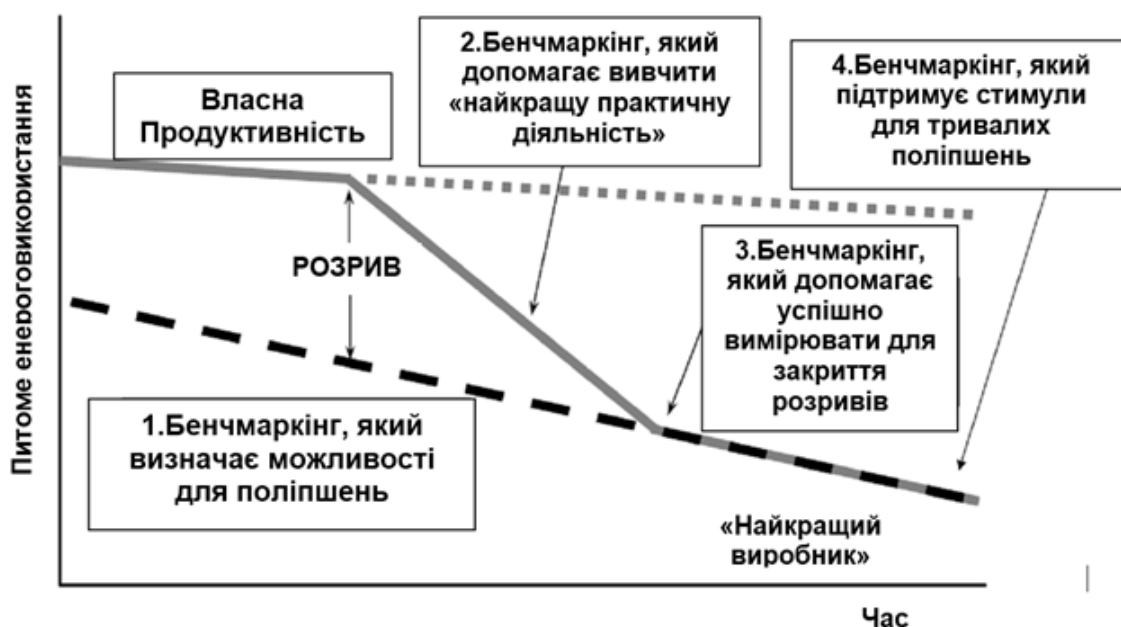


Рисунок 3.5. Профіль бенчмаркінгу [54]

Бенчмаркінг енергоефективності, представляє собою накопичення, аналіз та об'єктивну оцінку інформації про споживання енергії підприємствами, методами управління процесами, які використовуються на найкращих підприємствах харчової провистості. Головною метою, таких порівнянь, є забезпечення найефективнішого енерговикористання підприємствами, на основі використання порівняльних досліджень об'єктів галузі та пошуку менш енерговитратних технологічних процесів та їх поширенню. Методологічна

модель бенчмаркінгу енергоефективності стандарту EN 16231 приведена на рисунку 3.6



Рисунок 3.6. Послідовність механізмів бенчмаркінгу енергоефективності [57]

Для кожного з наведених етапів побудови механізму оцінення енергоефективності об'єктів характерні свої особливості, розглянемо деякі з них:

I. На першому рівні формується основна мета та відбувається планування дій.

Для реалізації проекту бенчмаркінгу необхідно, сформувати робочу групу яка складатиметься з експертів. Першочерговим завданням якої буде, вибір та опис, збір результатів критичних процесів (з'ясування критичних показників та процесів, стратегій, які будуть порівнюватися з «базовим» підприємством.

Основними факторами, що впливають на енергоощадне споживання енергетичних ресурсів є: освіченість персоналу та його зацікавленість в доцільному використанні ПЕР, робота електричного приводу в номінальних параметрах навантаження, своєчасне технічне обслуговування та обстеження обладнання, уникнення роботи обладнання в цілях, які не передбачені технологією виробництва продукту, оптимізація процесів виробництва та мінімізація втрат на технологічному обладнанні будь-якої потужності.

Зазначені фактори, покращення енергоефективності роботи, були взяті в основу формування переліку критичних процесів управління, процесів, які в першу чергу потребують змін.

II. Другим етапом відбувається збір критичних даних та їх подальша перевірка.

Перед робочою групою ставляться наступні задачі:

- вибрати основну систему показників;

- визначення схожих компаній, як можна додати до досліджуваної групи;
- збір ключових даних.

Перш ніж, виконувати збір інформації про підприємства харчової промисловості, робоча група виконує детальне дослідження особливостей роботи внутрішніх процесів на об'єкті. Ця робота полегшує процес виконання дослідження, дозволяє сформувавши скінченний перелік критеріїв, необхідних для проведення порівняння.

Визначені на минулому етапі енергоощадні фактори, слугують основою, щоб формувати цілі, які підприємство повинно досягнути відповідно до обраної стратегії. Цілі – це основа для формування критеріїв, за якими виконується аналіз.

III. Третім етапом виконується аналіз та формування результату.

Поточний етап формує вимоги до креативності та аналітичних навичок учасників команди бенчмаркінгу. Аналіз означає, не лише розпізнавання подібностей і відмінностей, а також розуміння існуючих взаємозв'язків. Додатково варто відокремити фактори, які можуть затягнути процес порівняння або навіть призвести до фальсифікування результатів.

Тож, бенчмаркінг має значний потенціал розвитку для підвищення продуктивності та зниження витрат виробничого об'єкту, але процес вимагає максимального концентрування уваги та наукового підходу. Головною перевагою для підприємства є можливість циклічного удосконалення, що дає можливість залишатись конкурентним підприємством [56].

3.4 Інструментарій оцінювання рівня енергоефективності виробничих об'єктів харчової промисловості на основі бенчмаркінгу

3.4.1 Постановка математичної задачі бенчмаркінгу енергоефективності

Припустимо, що система включає в собі скінченну множину O_0 об'єктів O_i , $O_0 = \{O_i | i = \overline{1, N}\}$, де N – їх кількість. Кожен об'єкт $O_i \in O_0$ характеризується

скінченною множиною властивостей $\Phi_0 = \{\Phi_j | j = \overline{1, k}\}$, де k – кількість властивостей, які показують ефективність споживання ПЕР [41]. Кожен об'єкт описується кінцевим набором показників енергоефективності, оскільки процес обстеження здійснюється за їх виконанням, а не за набором об'єктів та властивостей. $X_0 = \{X_j | j = \overline{1, M}\}$, де M – кількість критеріїв енергоефективності, які характеризують властивість Φ_0 . Кожний критерій $X_j \in X_0$ аналізується у порівнянні з іншими об'єктами. Перелік показників енергоефективності, за різними критеріями, утворюють вектор значень початкових характеристик $x^{(o)} = (x_1^{(o)}, \dots, x_m^{(o)})$ об'єкту O . Об'єкти O_i формують точки або вектори $O_i = [X_j^i]$, які перебувають в k -мірному просторі об'єктів, де кожен параметр, що характеризує об'єкт O_i , продемонстрований, як вісь координат k -мірного простору об'єктів. Для рейтингування початкових характеристик об'єктів необхідно::

- розробити показники енергоефективності відповідно до завдань бенчмаркінгу;
- визначити за допомогою математичних перетворень числового підсумку оцінювання енергоефективності $K^{(o)}$ об'єкт;
- з'ясувати порядкові номери об'єктів $O_i \in O_0$ в групі $O_0 = \{O_i | i = \overline{1, N}\}$ об'єктів бенчмаркінгу;
- створити відповідну кількість кластерів, що дозволить розподілити серед них об'єкти бенчмаркінгу;
- оцінити рівень енергоефективності i -го об'єкту.

Варто зазначити, оцінювання може відбуватися з урахуванням значущості окремих показників і має кілька видів. Основний недолік, який характерний багатокритеріальному оцінюванню та впорядкуванню об'єктів певної вибіркової множини, характеризуються за допомогою трьох факторів [40]: $\{g, v, K\}$, де g – апарат нормалізації (використовується для можливості використання порівняльних шкал значень критеріїв енергоефективності та виконання

рейтингування об'єктів); v – пріоритетність вагових векторів (v_1, \dots, v_m) на складові передбачених показників, (визначення вагових коефіцієнтів $(v_i, i = 1, \dots, m)$ критеріїв енергоефективності); K - критерій згортання (інтегрований (створений) показник, відповідно до якого задається рейтинг). Щоб побудувати зведену, багатокритеріальну оцінку енергоефективності складного виробничого об'єкта варто, визначити наступні математичні змінні [106]:

1) функції $f_i = \psi(x_i), i = 1, \dots, m$, які формують розмірність шкали, для вимірювання початкових характеристик;

2) нормування $z_i = z_i(f_i) \in [0;1], i = 1, \dots, m$, яка трансформує початкові характеристик у окремі критерії ефективності функціонування досліджуваної системи;

3) функцію m змінних $K = K(z) \in [0;1]$, яка задає вихідні параметри ефективності функціонування досліджуваної системи;

4) m - розмірний вектор вагових коефіцієнтів $v = (v_1, \dots, v_m)$, які є критеріями функції $K = K(z;v)$.

5) Зведену оцінку у вигляді конкретного числа $K^{(o)} = K(z^{(o)};v) = K(z(f(x^{(o)}));) = K(z(f(x_1^{(o)})), \dots, z(f(x_m^{(o)}));v) \quad (3.1)$

об'єкта, який описаний векторними значеннями вихідних особливостей $x^{(o)} = (x_1^{(o)}, \dots, x_m^{(o)})$.

В процесі виконання оцінки енергоефективності СВС, виконуючи кожен етап створення, наявна невизначеність, це пов'язано з недостатньою кількістю вхідних даних, відсутністю інформації про вагові коефіцієнти окремих критеріїв. Присутність невизначеності при задані зведених показників призводить до того, що об'єкту p співставляється не одна зведена оцінка (4), а ціла вибірка $K_i^{(0)} = \{K_i^{(o)}, o \in O\}$. Тож, оцінка i -го об'єкту виходить випадковою величиною $K^{(j)}$, а співставлення j -го та q -го об'єкту, які описані векторами вихідних характеристик $x^{(j)} = (x_1^{(j)}, \dots, x_m^{(j)})$ і $x^{(q)} = (x_1^{(q)}, \dots, x_m^{(q)})$ отже, весь наліз зводиться до співставлення випадкових значень $K^{(j)}$ та $K^{(q)}$ [106].

3.4.2 Основи використання рейтингової оцінки для багатовимірного аналізу енергоефективності виробничого об'єкту та огляд інструментів рейтингування

Для виконання кількісного оцінювання енергоефективності, вагоме значення мають підходи та методики, які засновуються на багатofакторному аналізі показників ефективного енергоспоживання. При цьому, мають застосовуватися механізми, які дозволяють аналізувати різні параметричні показники, які по різному впливають на показники ефективного енергоспоживання. Через ускладнення, під час, одночасного контролю моніторингу значної кількості критеріїв, масового використання набули процедури, що передбачають розрахунок рейтингів об'єктів. Загалом, рейтинг – це метод порівняльної оцінки певної кількості об'єктів, на основі узагальненої характеристики об'єкта за певним критерієм, який дозволяє розміщувати об'єкти в певному порядку за ступенем погіршення чи покращення даного критерію. Як результат, ранги характеризують порядкове положення досліджуваного об'єкту в групі. Присвоєння рангу відбувається процедурою впорядкування об'єктів за допомогою порядкової шкали, яка розміщує об'єкти за принципом «більше - менше», не уточнюючи значення різниці [40].

Іншими словами, рейтинг об'єкту – це порівняльна оцінка переваги об'єкту в енергоефективності, які визначаються на основі певних критеріїв, які задають ефективність енергоспоживання об'єкта. Як результат рейтингування є віднесення об'єкта до певної групи або класу [40].

Таким чином, рейтинги є персональною оцінкою рівня ефективності використання ПЕР складних виробничих систем, при формування яких необхідно використовувати такі терміни, як комплексність та порівнянність. Водночас, комплексна оцінка рівня енергоефективності виробничої системи – це характеристика сформована в результаті одночасного дослідження переліку критеріїв, які відображають більшість аспектів енергоефективності та містять узагальнені висновки про результати діяльності складних виробничих систем у сфері енергоефективності.

Серед рейтингових методів (рисунок.3.7) особливе місце займає метод класифікації об'єктів за рівнем їх енергоефективності. Аналізуючи літературу, присвячену вирішенню проблеми класифікації об'єктів [33,81,111], можна виділити [78]:

– Метод, передбачає використання математичного апарату розпізнавання образів, також включає: розпізнавання без попереднього навчання (класифікація об'єктів або виконання кластерного аналізу – дає можливість об'єднувати об'єкти в групи, без додаткових даних по ним) проте, такий метод можливий тільки з залучення експертів;

– Використання нейронних мереж – дає можливість розпізнати сховані структури та закономірності використовуючи навчені нейронні мережі, її побудова виконується з використанням початкових даних, однак, важливою умовою під час навчання є те, що данні мають відповідати мірі репрезентативності;

- метод розпізнавання з попереднім навчанням (дискримінантний) – дає можливість розподілити об'єкти на групи, проте є необхідність створення за допомогою експертів даних для навчання;

– метод, заснований на засадах нечітких багатовимірних класифікацій з навчанням – дає можливість групувати об'єкти використовуючи показники функцій відповідності;

Характерною особливістю, яка притаманна всім методам вказаних вище, є групування досліджуваних об'єктів, використовуючи умову подібності останніх, крім того, з'являється необхідність створення набору корисних незалежних змінних класифікацій, які змінюються відповідно до обраного підходу.

Підходи кількісної оцінки рейтингу ґрунтуються на різних методах: розрахунок віддаленості від найкращої практики, підсумкових балів, попарні порівняння, імовірнісні методи, параметричні та непараметричні, стохастичні та детерміновані граничні підходи (рисунок 3.7). Результатами такого кількісного оцінювання рівнів енергоефективного споживання ПЕР, є чітка

позиція досліджуваного об'єкту, відносно подібних йому. Класифікація продемонстрована на рисунку 3.7 не претендує на те, що вона охоплює всі підходи та методи оцінки, а показує тільки популярні.

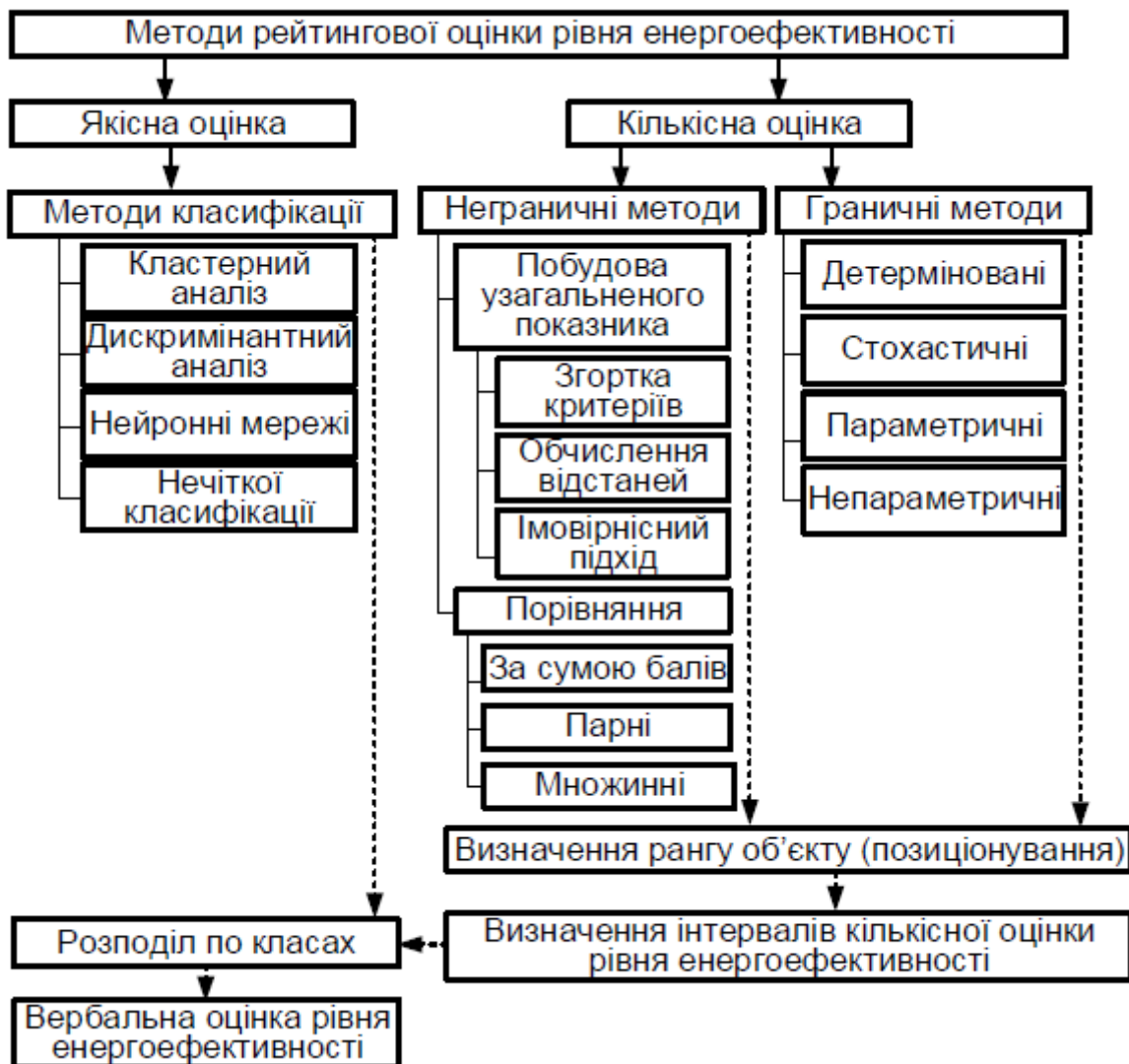


Рисунок 3.7. Розподіл за класами підходів рейтингового оцінювання показників енергоефективності та основи їх застосування [47]

Багато методів багатокритеріальної оцінки енергоспоживання засновуються на створенні комплексного значення показників енергоефективності [42,72,79,97]. Індикаторний підхід є простим у використанні та дає можливість, отримати для кожного об'єкту, індивідуальну інтегральну оцінку, хоча і потребує залучення експертів для присвоєння ступенів впливу, для кожного критерію [33, 41].

Існує низка підходів для створення узагальнених, агрегованих показників ступеня енергоспоживання. Основними відмінностями таких методів є способи редукції критеріїв – показників [41,42,72,79]: відокремлення основних критеріїв, групи критеріїв, вираховування відстаней. Мінусом такого підходу є те, що виконати порівняння можливо лише за одним показником, інші дані не використовуються.

Використання одного, чи другого типу згортання з'ясовується ступенем зв'язку складових її показників, крім того існує спеціальне обмеження для області вибірки даних, яке виходить з особливостей поставленої задачі.

Використання імовірнісного підходу, як методики оцінки рівня енергоефективності, засновано на теоремі Байєса [24, 106], яка базується на обчисленні ймовірності того, що гіпотеза є істинною в умовах, що відома тільки не велика кількість інформації про об'єкт. Термін «ефективності складної виробничої системи» тотожний поняттю «вірогідності ефективної роботи складної виробничої системи». Ідея такого методу оцінювання рівня енергоефективності лежить в тому, щоб представити інформацію, яка стосується показників енергоспоживання виробничого об'єкту, у інтерпретації бінарного показника, який слугує основою, для оцінити перевищення енергоспоживання. Використання Байєсового підходу, для аналізу потоків інформації дає можливість, використовуючи поточні данні та зібрану інформацію, отримати інформативну оцінку показників, енергоефективності [72].

При виборі будь якого з підходів рейтингування, оцінювання енергоефективності, складається з наступних проблем: формування критеріїв оцінки, потреба у визначенні вірогідних показників входу та виходу, потреба у визначенні ступенів впливу критеріїв. Значне ускладнення процесу – це визначення пріоритетності даних, з урахуванням їх розмірності. Застосування підходів регресійного та факторного аналізу, для рішення такого завдання з неоднозначними результатами. Застосування вагових коефіцієнтів для значення енергоефективності теж не дає змоги розв'язати проблему [43].

Методом спрямованим на оцінку енергоефективності, без значних недоліків, є граничний підхід [45-56]. На основі даного методу аналізу показників енергоспоживання, їх характеризують в схожості з межею енергоефективності, яка задається найкращими показниками в сукупності. Граничний підхід, беручи за основу відображення об'єкта, як системи з множиною входів та виходів, що збільшує ступінь об'єктивності дослідження [43]. Розраховується, що наявний максимум результатів, який можна досягнути, що визначає ефективність використання ПЕР об'єктом в діючих умовах, що описаний межами енергоефективності. Система може вважатися енергоефективною, якщо досягнутий максимально можливий рівень вихідного показника, або неможливістю подальшого зменшення значень вхідного показника. Системи які характеризуються поняттям енергоефективності за Парето-Купмансу, знаходяться на «межі енергоефективності» [10, 12]. Віддаленість від такої межі виражається у кількісних формах та пов'язано з низькою ефективністю роботи через вплив різних факторів. Граничний аналіз ґрунтується на різних підходах, з конкретними способами наближення до границь енергоефективності [43]: параметричний та непараметричний. Для параметричного підходу передбачають побудови моделей виробничих систем використовуючи данні вибірок та вектору параметрів. Для з'ясування оцінок енергоефективності необхідно специфікувати та ідентифікувати виробничу систему [43], що показує трансформацію входів x в виходи y при впливі зовнішніх факторів, тобто з додаванням відхилення u , пов'язане з низькою ефективністю виконання задач ($u \geq 0$), та відхилення ε від границі ефективності, зумовленого чинниками, які не враховувались: $y = F(x, \varepsilon, u)$. Припущення, що беруть участь у дослідженні, для побудови виробничої системи, поділяються на стохастичні та детерміновані. Проте, необхідність створення виробничої системи пов'язано з певним переліком недоліків у застосуванні параметричного підходу, до формування оцінки ступеня ефективності складної виробничої системи. Використання непараметричного методу, базується на створенні меж

ефективності енерговикористання, використовуючи апроксимацію за діючими параметрами входу та виходу ряду виробничих систем.

Варто зауважити що, оскільки енергоменеджеру важливо розуміти результати рейтингування, на завершальному етапі оцінки рівня енергоефективності ми переходимо до пояснення цього рейтингу вербальною характеристикою.

3.4.3 Техноценологічний підхід як основа для рангового аналізу

Взагалі під ранговим розподілом розуміється розподіл Ціпфа в ранговій диференціальній формі, що є результатом апроксимації отриманої в процедурі впорядкування видів техноценозу. Як параметр, може розглядатися чисельність, якою представлені види в техноценозі (потужність популяції). І тут розподіл називається ранговим видовим.

Поняття техноценоз розшифровується, як сукупність всіх об'єктів, що включають всі популяції; обмежені в просторово і часовими інтервалами; характеризуються слабкими зв'язками та слабкими взаємодіями об'єктів, які створюють систему не природного походження, яку можна охарактеризувати несправністю періоду життя техноценозу і індивідуума, відсутністю можливості приведення всіх показників до однієї системи. Непохитність системи, технічно, зумовлена впливом енергетичних та інформаційних законів вибору за тотожністю з існуючими системами, які підпорядковуються законам природного відбору [37,39,63].

Специфіка техноценозу полягає у методологічних підставах його дослідження. Техноценози не можуть бути описані методами традиційної Гаусової системи, яка керує твердженнями середнього арифметичного та дисперсії, як інформативними ваговими масивами статистичних даних. Для конкретного опису техноценозу, варто постійно взаємодіяти з вибіркою, не зважаючи на її розміри, що зумовлює побудову розподілів за видом та рангом, які теоретично, засновані на не Гаусовій математичній системі.

Виконуючи оптимізацію системи, порівнюють ідеальну та реальну криві, досліджують кореляцію між ними і роблять висновки про те, що потрібно

внести відповідні зміни в техноценоз, щоб об'єкти реальної кривої лежали в межах ідеальної кривої. Для цього визначаються шляхи та засоби, механізми покращення техноценозу спрямовані на усунення нестандартних відхилень. Чим ближче експериментальна крива розподілу до ідеально, тим стійкішою буде система. Якщо є відхилення, необхідно виконати додаткову роботу над моделлю, наприклад, оптимізація номенклатури, усунення нестандартних відхилень, оптимізація параметрів або покращення значень нестандартних особин [1,70].

Оптимальне управління енергозбереженням системного рівня здійснюється за допомогою методики, що реалізує оптимальне управління енергоспоживанням виробничих об'єктів хлібокомбінату (рисунок 3.8) [38, 100].

Виконуючи аналіз енергоспоживання підприємствам харчової промисловості по спеціально розробленим формам запитів виконується облік даних всіх споживачів ПЕР. Після чого буде отримана детальна картина енергоспоживання, з виявленими об'єктами, які споживають ПЕР з відхиленнями від заданих умов, проінспектувати дані розміщені в електронній базі для подальшого багатофакторного аналізу. Рекомендується дані представляти у вигляді інформаційно-аналітичного комплексу [38,100]. Інформаційно-аналітичний комплекс «Енергопостачання об'єктів хлібокомбінату» представляє собою вагому базу з даними по енергоспоживання об'єктів харчової комплексу, що передбачає наявність банку та системи керування даними, крім того, модулі для розрахунку та графіки. Комплекс може бути успішно використаний для планування та прогнозування, а також для оперативного відстеження інформації про споживачів енергоресурсів та оновлення вихідних даних для аналізу режимі, близькому до реального часу. За запитом база даних може надавати інформацію про споживачів харчової промисловості з необхідним рівнем деталізації та узагальнення.

Статистичний аналіз та побудова емпіричних моделей процесу енергоспоживання, передбачає детальну обробку даних про енергоспоживання, яка включає інтервальну оцінку, ранговий аналіз та кластерний аналіз. Використання рангового аналізу дає можливість систематизувати інформацію та прогнозувати енергоспоживання окремих закладів та харчової промисловості в цілому, а інтервальна оцінка, виявляє динаміку та наочно демонструє об'єкти з нетиповим енергоспоживанням. Використання кластерного аналізу дає можливість розділити заклади на групи, стандартизувати енергоспоживання закладів у кожній групі та надати детальний статистичний опис стандартів.

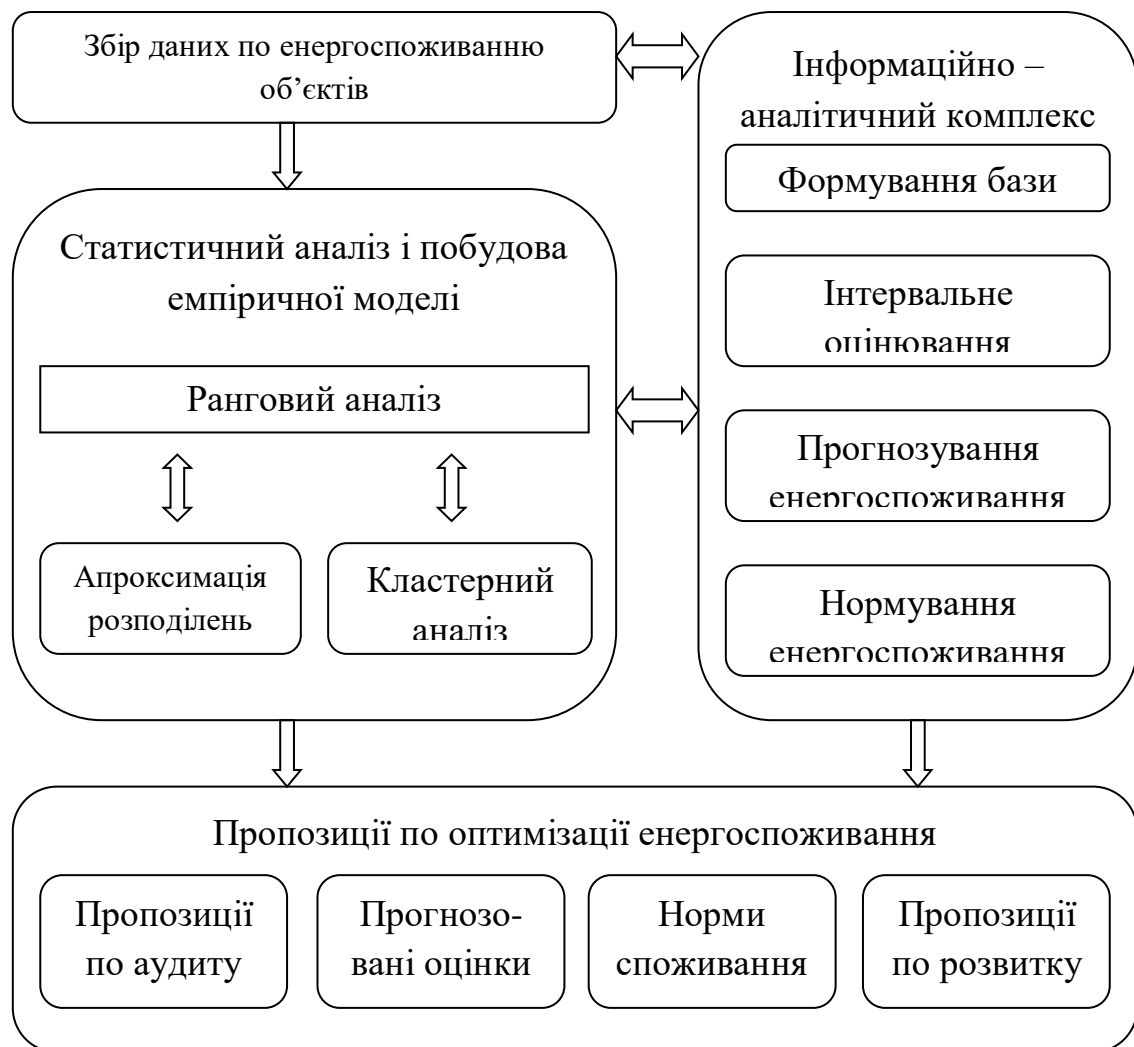


Рисунок 3.8. Методика оптимального керування енерговитратами підприємствами хлібокомбінату.

Наступним етапом в дослідженні є ранговий аналіз в основі якого використаний техноценологічний підхід та теорія подільності рангового розподілу [100,103]. Ранговий розподіл отримано на основі апроксимації ранжованих експериментальних даних про енергоспоживання підприємств харчової промисловості. Ранжування об'єктів відбувається в напрямку зменшення енергоспоживання.

При цьому перший ранг присвоюється об'єкту з найбільшим енергоспоживанням, другий - об'єкту з найбільшим енергоспоживанням крім першого і т.д.

3.4.4 Основні моделі методу Data Envelopment Analysis аналізу

Розглядаючи методику DEA припустимо. Наявна певна вибірка даних для K параметрів на вході та M параметрів виходу для кожного об'єкту N харчової промисловості, що досліджується. Дані про i -тий об'єкт відображені стовпцями x_i і y_i . Тож набір векторів формує матрицю X розмірності $K \times N$ представляє матрицю вхідних параметрів для всіх N об'єктів, матриця $Y - M \times N$ - формує матрицю векторів параметрів всіх N об'єктів. Можна прийти до задачі математичного програмування і, використовуючи теорію подвійності, сформулювати її в наступному вигляді:

$$\begin{cases} \min_{\theta, \lambda} (\theta), \\ -y_i + Y\lambda \geq 0, \\ \theta x_i - X\lambda \geq 0, \\ \lambda \geq 0, \end{cases} \quad (3.2)$$

де: θ - скаляр, а λ - є вектором сталих розміром $N \times 1$. Значення θ , отримане при вирішенні задачі, і буде ступенем ефективності i -го об'єкта.

При цьому, показник ефективності повинен бути на більше одиниці. Слід пам'ятати, що задача такого типу, розраховується N разів. Досліджувані об'єкти, які в процесі розрахунку отримують показник ефективності рівний 1, розташовуються на границі ефективності. Як результат, отримуємо можливість побудувати часткову лінію - границю продуктивності. Для інших об'єктів, які

мають значення менші одиниці, точки можна відобразити на границі ефективності, так щоб кожна точка дорівнювала лінеаризованій комбінації $(X\lambda, Y\lambda)$. Певна кількість елементів вектору λ мають значення відмінні від нуля. Дана кількість елементів є найкращими для досліджуваного об'єкту. Лінійний набір найкращих об'єктів створює теоретичний об'єкт, який розташований на границі ефективності. Теоретичний об'єкт, мав би високі показники ефективності, якби був реальним. Але, якщо він теоретичний то значення його показників виступають ціллю для справжніх – неефективних об'єктів. Як результат для об'єктів, які мають показник ефективності менший за одиницю, можна встановити цілі, мета яких скоротити вхідні фактори на значення θ , за умови збереження рівня вихідних показників. Чим менша відстань до точки, яка описує об'єкт, до границі ефективності, тим кращий показник ефективності [5].

Наведена модель, називається моделлю, орієнтованою на вхід і приймаючої наявність постійного ефекту масштабу. Для врахування можливості непостійного ефекту масштабу, необхідно до даної моделі застосувати ліміт на сумарне значення вагових коефіцієнтів [48]:

$$\sum \lambda_i = 1 \quad (3.3)$$

Наслідком введення цього обмеження є формування опуклою лінійної комбінації еталонних об'єктів.

Підхід DEA має наступні переваги, а саме:

- для кожного об'єкта можна розрахувати один показник, з точки зору застосування факторів на вході (незалежних змінних) для отримання бажаного вихідного продукту (залежної змінної)

- багато входів і багато виходів параметрів можуть оброблятися одночасно.

- дозволяє враховувати зовнішні по відношенню до даної системи змінні - фактори навколишнього середовища;

- не потребує задавання апріорних параметрів ступенів впливу для параметрів, що змінюються, відповідним входам та виходам при рішенні оптимізаційної задачі;

- відсутність будь яких обмежень пов'язаних з функціонуванням форми залежності входів та виходів.

- там, де це доречно, можуть бути враховані уподобання менеджерів, що до важливості певних вхідних або вихідних змінних;

- Конкретна оцінка змін вхідних/вихідних ресурсів, необхідних для доведення неефективних потужностей до межі ефективності.

- створюють перелік парето-оптимальних точок відповідних ефективних об'єктів;

- зосереджується на відокремленні прикладів кращих, а не середніх тенденцій, як у регресійному аналізі [2].

При використанні зібраних даних статистики за достатній період часу, можна відстежити рух меж енергоефективності в часі. За напрямком руху можна зробити висновок, чи досліджувана галузь досягла прогресу або регресу. Використання цього підходу дасть можливість визначити, причини покращення: змін управління, оптимізація розміру підприємства або технологічні зміни. Також, є можливість розрахувати витрати на ресурси при відомій їх вартості [7,9].

Щоб проілюструвати концепцію ефективності DEA підходу, приведемо виробничий процес, який містить два вхідних параметра x_1 та x_2 , та один вихідний параметр y . У цьому випадку робиться важливе припущення, що існує певна сталість масштабу виробництва. Це припущення, дозволяє представити технологію виготовлення у вигляді двомірного графіка. На осях якого відкладено питому вартість вхідних ресурсів, тобто витрати на продукцію. Таким чином, ми отримуємо одиничну ізокванту [9], представлену на рисунку 3.9.

Якщо деяка фірма використовує вхідні фактори у кількостях, представлених точкою P на рисунку 3.9, то в цьому випадку її технічна неефективність буде виражатися довжиною відрізка QP (де точка Q є проекцією точки P на границю ефективності). Ця довжина є величиною, на яку можуть бути пропорційно скорочені величини входів без зменшення величини

продукції, що випускається (випуску). Технічна ефективність фірми P, TE, буде дорівнювати відношенню довжин відрізків OQ і OP:

$$TE = \frac{OQ}{OP} \quad (3.4)$$

На рисунку 3.9 точки A, B, C і D є ефективними (вони і формують кордон ефективності), а точка P - неефективний (вона не лежить на межі цієї границі).

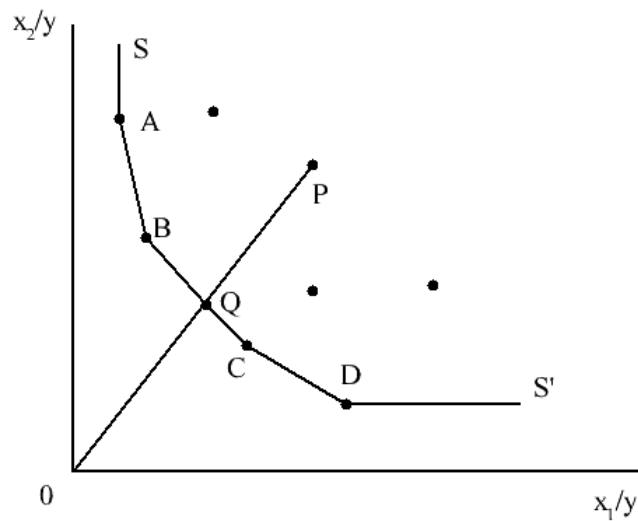


Рисунок 3.9. Візуальне відображення сенсу методу DEA аналізу, модель орієнтована на вхід.

Ясно, що значення технічної ефективності не може перевищувати одиниці. Важливо зауважити, що проектування неефективної точки на кордоні ефективності допустимо на підставі одного з базових положень методу DEA. Суть цього положення в тому, що, якщо одне підприємство може використовувати вхідні фактори таким чином, що випускає з них деяку кількість випуску, то й інше підприємство, неефективне, також повинне бути в змозі випускати таку ж кількість продукції з такою самою кількістю вхідних факторів виробництва. При проектуванні на границю для кожного неефективного об'єкта формується еталонний гіпотетичний об'єкт, який є ефективним і служить метою для неефективного об'єкта, в сенсі досягнення

Паретоефективності (Парето-оптимальності). Еталонний об'єкт, як правило, є комбінацією двох або більше реальних об'єктів, які є ефективними. Значення показників, цього найкращого об'єкту, використовується для гіршого, як потенціал енергоефективності.

Аналогічно минулому рисунку 3.9 можна зробити ще один варіант, за якого є лише один вхідний параметр X та декілька вихідних Y_1, Y_2 (рисунку 3.10).

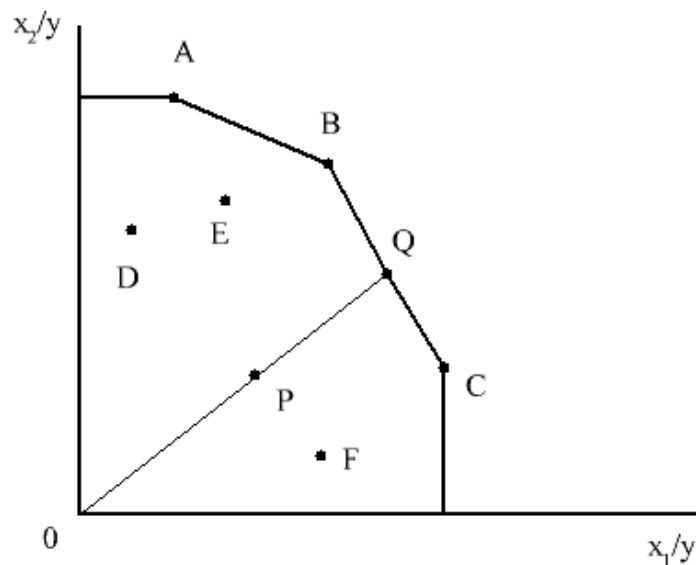


Рисунок 3.10. Візуальне відображення сенсу методу DEA аналізу, модель орієнтована на вихід

На цьому малюнку точки A, B і C - ефективні Точки D, E, F і P – неефективні. Якщо точку P спроектувати на границь ефективності (Отримаємо точку Q), то показник ефективності точки P можна визначити так:

$$TE = \frac{OP}{OQ} \quad (3.5)$$

Вище були розглянуті моделі, орієнтовані на вхід. Одна з них була побудована з урахуванням постійного ефекту масштабу, а інша - з урахуванням змінного ефекту масштабу. Аналогічні моделі можуть бути побудовані і з орієнтацією на вихід. У цьому випадку головною метою моделей буде збільшення випуску продукції без збільшення витрат вхідних ресурсів. В

результаті розрахунків за цими моделями будуть отримані не тільки значення показника ефективності для кожного з об'єктів, але також вказані рекомендовані значення вихідних змінних, при досягненні, яких неефективні об'єкти можуть бути виведені на кордон ефективності. Ось ці моделі [7]:

$$\begin{aligned} & \max_{\phi, \lambda} (\phi), \\ & -\phi y_i + Y \lambda \geq 0, \\ & x_i - X \lambda \geq 0, \\ & \lambda \geq 0, \end{aligned} \quad (3.6)$$

$$\begin{aligned} & \max_{\phi, \lambda} (\phi), \\ & -\phi y_i + Y \lambda \geq 0, \\ & x_i - X \lambda \geq 0, \\ & \sum \lambda_i = 1, \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned} \quad (3.7)$$

Модель (3.6) приймає наявність постійного ефекту масштабу, а модель (3.7) - змінного ефекту масштабу. Слід звернути увагу, що в даному випадку значення змінної ϕ , розраховане за цими моделями, буде більше або дорівнювати одиниці. Це пояснюється тим, що метою моделей є пропорційне збільшення значень вихідних змінних. Для отримання традиційного значення показника ефективності, що лежить в межах від нуля до одиниці, слід просто використовувати величину, обернену до ϕ , що зазвичай і роблять [7].

3.4.5 Доцільність використання підходу DEA у вирішенні задач рейтингування

Використання непараметричного підходу, в більшості випадків, порівнюють з підходом оболонки даних DEA [3,6,10,12] і конструюванням межі енергоефективності, шляхом вирішення завдань математичного програмування за набором спостережень. DEA - це методологія, базується на засадах лінійного програмування, вона призначена для розрахунку відносних показників енерговикористання ряду об'єктів, враховуючи набір входів та

виходів одночасного і дозволяючи вимірювання енерговикористання (Decision Making Unit – DMU), як фіксовану суму вхідних параметрів відносно вхідних [3,6,10,12]. Обмеження полягає в тому, що значення ефективності використання енергії не повинно бути більше ніж 1. Метод базується на алгоритмі, який знаходить значення загального стандарту енергоефективності об'єкта, методом згортання часткових деяких показників енергоефективності. DEA- це метод, який дає можливість нівелювати суб'єктивний зміст критеріїв. Індивідуальні вхідні та вихідні показники, отримані за допомогою DEA вагові коефіцієнти є індивідуальними для всіх об'єктів і приймають значення, за яких відносний показник енергоефективності набуває максимального значення.

Підхід DEA заснований на створенні непараметричної границі над DMU за таких умов, щоб досліджувані точки знаходились під або на граничній кривій енергоефективності [3,6,10,12]. Енергоефективність переліку об'єктів оцінюється відносно цієї границі. За таких умов максимальне значення енергоефективності являє собою не абстрактне ідеальне значення чи середнє значення групи, а найкраще значення, яке може бути досягнуте в цій групі. Межі енергоефективності «оточують» всі неефективні DMU. Найкраща практика, зазвичай, є комбінацією декількох енергоефективних об'єктів, що визначають значення для менш енергоефективних об'єктів, з точки зору досягнення ефективності. Значення отриманих коефіцієнтів дозволяють зрозуміти причини недостатньої енергоефективності та напрямок розвитку досліджуваного об'єкта.

Аналізуючи основи методу DEA та досвід його застосування, свідчить про низку привабливих характеристик [11,26,64]: простота використання, що дає можливість виконувати аналіз енергоефективності тоді, коли описати взаємозв'язки між складовими, які впливають на енергоефективність об'єкта, досить складно, його реалізація вимагає лише наявності вихідних даних, можливість розрахунку одного агрегованого показника, по об'єкту з урахуванням використання вхідних та вихідних параметрів, без необхідності використання апріорних. Маючи статистичні дані за кілька років, можна

відстежити рух межі енергоефективності в часі. За напрямком руху можна визначити, чиє прогрес (регрес)у групі цільових об'єктів.

Однак метод DEA має декілька особливостей. Він може виконати оцінювання лише відносної енергоефективності об'єкту, тобто порівнюючи об'єкти між собою. Для невеликої кількості об'єктів DEA є недоцільним. Це пов'язано з тим, що від деяких суттєвих критеріїв доводиться відмовлятися, інакше всі об'єкти будуть сприйматися як оптимальні.

3.5 Встановлення завдань щодо підвищення енергоефективності.

Енергозбереження є специфічним напрямом суб'єктів та об'єктів господарювання, однією з характеристик яких є інтенсивне розширене відтворення. Якщо звернути увагу на перший закон термодинаміки, то енергія повинна зберігати здатність виконувати роботу, яка є критерієм енергоефективності. Процес зниження енергоємності немає кінця, оскільки мінімальне споживання ПЕР, необхідне для виробництва товарів і послуг, є недосяжним.

Чинники, які здійснюють вплив на значення споживання енергоресурсів продемонстровані на рисунку 3.11.

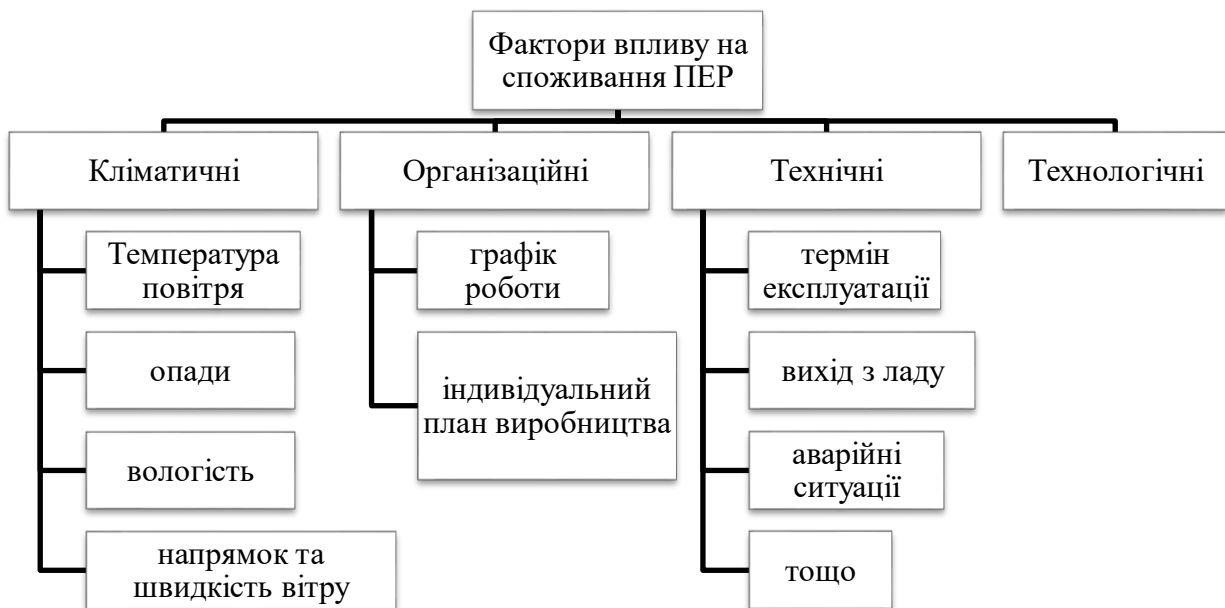


Рисунок 3.11. Групування факторів, які впливають на показники енергоємності на об'єкті.

Один з них - зменшення споживання палива на одиницю продукції, що є енергозберігаючим заходом. Інший - підвищити споживчу цінність, шляхом вдосконалення продукції, що випускається, і заміна виходу, на більш технологічну досконалу наукомістку продукції.

У рамках реалізації процесу енергозбереження, однією з ключових проблем на підприємствах є розвиток механізмів по виявленню, підбору, розробленню, обґрунтуванню, та впровадженню енергозберігаючих заходів або управлінських рішень, спрямованих на ефективне використання ПЕР виробничими об'єктами харчової промисловості.

Повертаючись до аналізу структури споживання паливно-енергетичних ресурсів на підприємствах харчової промисловості, представлену в розділі 1.2 даної роботи, виділено три основні зони розподілу ПЕР на виробничих об'єктах рисунок 3.12.

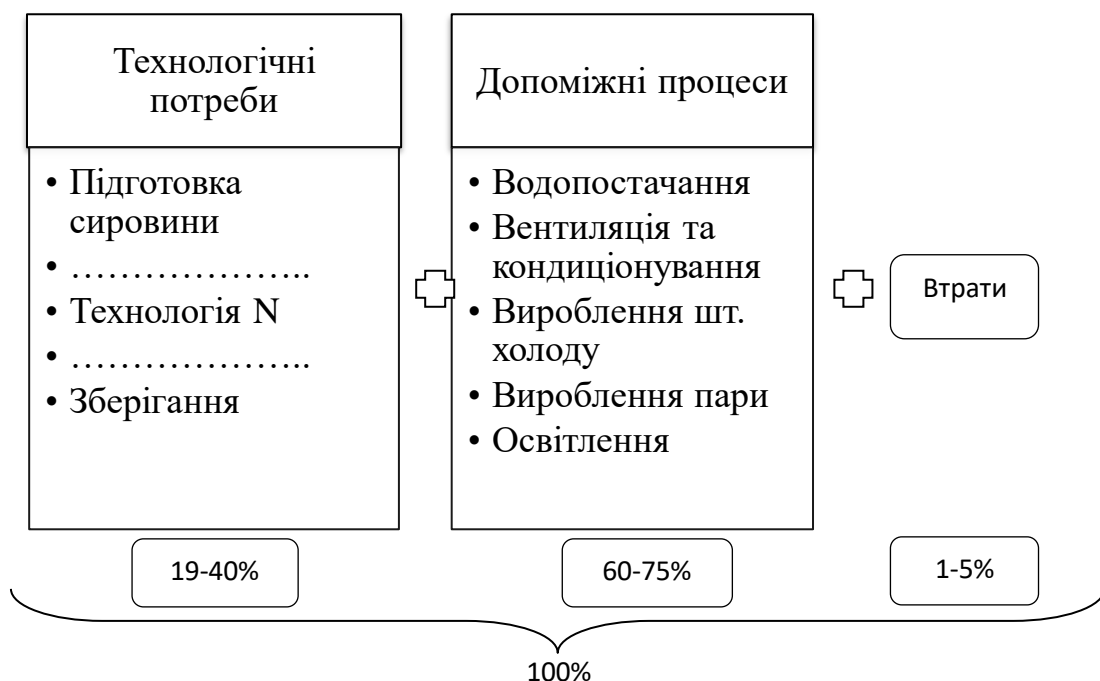


Рисунок 3.12. Структура споживання паливно-енергетичних ресурсів на підприємствах харчової промисловості

Відповідно до даного розподілу виконано поділ основних (типових) напрямків енергозбереження на підприємстві:

- **Технологічні процеси:**
 - Використання якісної первинної сировини;

- Зберігання первинної сировини з використанням механізованих складів;
- Вибір відповідних геометричних розмірів оснащення для транспортування;
- Використання регуляторів потоку – пульсуючих шиберів;
- Використання бункерів-накопичувачів;
- Забезпечення належного відцентрування машин обробки первинної сировини;
- Раціональний вибір ріжучих та машин для змішування;
- Регулювання питомого навантаження робочого об'єму апарата частотою;
- Використовувати обладнання, яке регулює температуру підігріву первинної сировини;
- Забезпечення підтримання необхідного температурного режиму обробки (пресування) і оптимальне заповнення обладнання (преса) для нормальної (паспортного режиму) його роботи;
- Забезпечення автоматизація процесів;
- Використання справного, сучасного, енергоефективного обладнання;
- Забезпечення відведення залишкового тиску з зони фільтрування;
- Організація покриття теплоізоляційним шаром зовнішню поверхню випарних апаратів;
- Використання гострої пари на вироблення електричної енергії у турбогенераторі;
- Використання гарячої відпрацьованої пари на технологічні потреби;
- Використовувати теплоту грючої пари на підігрів корпусів випарної установки;
- Регулювання відкриття вентилів;
- **Допоміжні процеси:**
 - **Вироблення пари**

- Використання вторинної пари на технологічні потреби;
- Використання пари з високим тиском;
- Використання гострої пари на вироблення електричної енергії у турбогенераторі, за наявності;
- **Для Компресорних установок та систем з стисненим повітрям**
 - Встановлення електроприводів з ступеневим регулюванням швидкості;
 - Використання високоефективних електродвигунів з частотним регулюванням;
 - Оптимальний вибір типу компресорів (без надмірної потужності);
 - Застосування багатоступінчастих компресорів;
 - Регулярні перевірки параметрів тиску;
 - Регулярна очистка повітряних фільтрів;
 - Технічне обслуговування трубопроводів;
 - Використання централізованої системи керування стисненим повітрям;
 - Утилізація теплоти з компресорної установки;
 - Мінімізація витоків в компресорних системах ;
 - Оптимізація тиску системи;
- **Для систем кондиціонування, вентиляції та опалення**
 - Використання високоефективних електродвигунів з частотним регулюванням;
 - Вдосконалення систем забезпечення та їх складових;
 - Використання шиберів для регулювання;
 - Заміна звичайних витяжних систем на рекупераційні;
 - Використання багатошвидкісних електродвигунів;
 - Встановлення частотного регулювання на приводи вентиляторів та циркуляційних двигунів;
 - Перехід на автоматичне управління вентиляційними установками;

- Впровадження графіків роботи вентиляційних систем;
- Усунення дефектів вентсистем;
- Впровадження високо економічних, радіальних вентиляторів;
- Теплоізоляція будівель.
- **Освітлення**
 - Використання систем автоматизації, які базуються на ступені заповнення простору або концентрації сонячного освітлення;
 - Встановлення датчиків;
 - Встановлення світлодіодних джерел освітлення;
 - Встановлення для вуличного освітлення світильників з резервним живлення від сонячних панелей.
- **Втрати**
 - Виріб раціональних значень потенціалу мереж живлення;
 - Використання оптимального січення струмоведучих мереж;
 - Збільшення $\cos\phi$;
 - Мінімізування відстаней між ТП та споживачем;
 - Оптимізація добових графік;
 - Використання індивідуальних конденсаторних установок на електроприводах;

3.5.1 Встановлення завдань щодо пошуку управлінських рішень спрямованих підвищення показників енергоефективності

Перелік виробничих процесів, для кожної підгалузі харчової промисловості, різний, то для отримання переліку необхідних енергозберігаючих заходів, для конкретної підгалузі слід звернутися до компетентних експертів.

Використання методів експертної оцінки дає можливість враховувати поточні значення параметрів, використовуючи пряму взаємодію з робочим персоналом.

У цьому типі оцінювання варто визначити список спеціалістів, тобто експертну групу.

З огляду на ситуацію, яка склалася у світі, варто підкреслити переваги методу експертного оцінювання, який дозволяє використовувати телекомунікації. Експерти можуть брати участь в опитуваннях збудь-якого місця, використовуючи технічні засоби, без необхідності особистої зустрічі, що дозволяє отримати більший зворотній зв'язок.

Підсумки використання такого аналізу можуть бути представлені у різних варіантах. Наприклад, кожному показникові, використаному в аналізі, можна створити окрему аналітичну таблицю (табл.3.2), яка показує позицію (рейтинг) заходів енергозбереження досліджувані групі.

Таблиця 3.2. Бенчмаркінг за індикатором «Використання енергоощадних технологій»

№	Назва підприємства	Оцінка поточна	Оцінка прогнозована
1	Підприємство 1	10	8
2	Підприємство 2	5	9
3	Підприємство що досліджується	4	7
..
N	Підприємство N	6	6

Показники оціночних значень можуть бути вказані відсотками, балами або іншими кількісними ознаками. Відтак в таблиці 3.2 «Використання енергоощадних технологій» для досліджуваного переліку підприємств, оцінка виражена в балах від 1 до 10-ти. Найкращий показник має підприємство 1, в той же час досліджуване підприємство посіло третє місце. Проте розрахункова оцінки вийшла значно більшою від фактичної, що вказує на потенціал впровадження енергозберігаючих заходів.

Часто, якщо розглядають певну кількість індикаторі для покращення певних процесів, до прикладу, підприємства яке досліджується, варто виконати аналіз профілю, та порівняти його з еталонною практикою. (рисунок 3.13).

В цьому випадку виконання оцінки виконується за іншою схемою. Якщо оцінка проводиться за 12 бальною шкалою, а еталонна практика для кожного

критерію має значення 12, а досліджуване підприємство заробляє оцінку, яка розраховується як відношення відповідного показника до еталона. До прикладу, якщо рівень енергоефективності досліджуваної компанії, відносно еталонної практики, становлять 40%, то компанія яка досліджується отримає 4 бали.

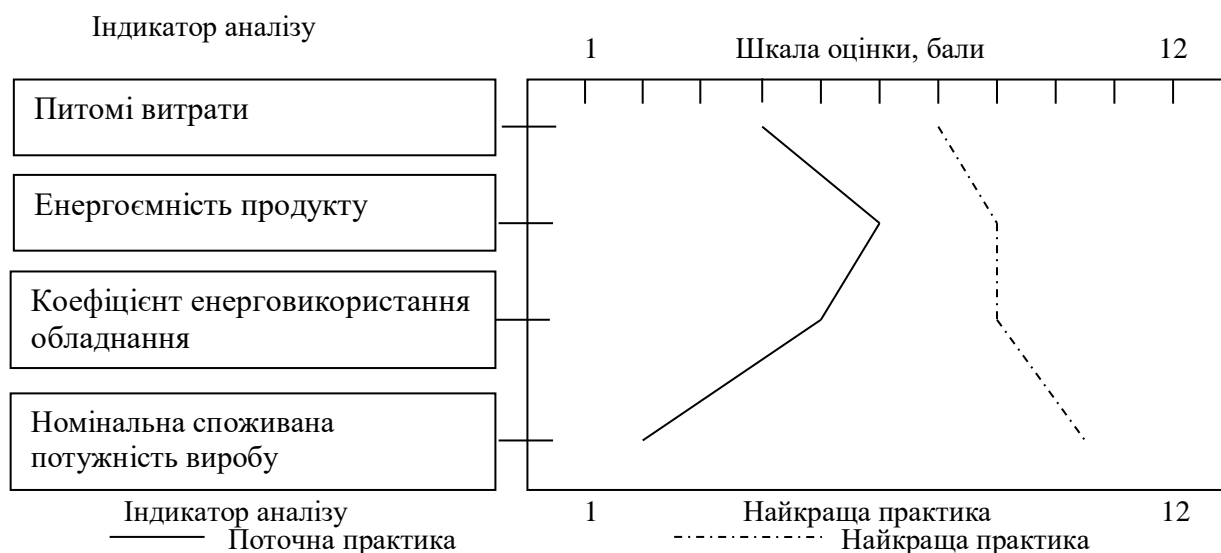


Рисунок 3.13. Графічне відображення методу експертної оцінки

Також існує багато інших практик, які слугують для аналізу та оцінки результативності бенчмаркінгу, які можна по-різному комбінувати, залежно від підходу команди бенчмаркінгу та поточних умов.

Першочергове завдання для бенчмаркінгової групи стосується вибору необхідних процесів, які дозволять втілити в життя ідею постійного вдосконалення.

Наступне завдання полягає у залученні всіх співробітників виробничого об'єкту, до удосконалення.

На рисунку 3.14 показано стислий процес підбору управлінських рішень спрямованих на ефективне споживання ПЕР.

Впровадження систем затвердження проектів, на рівнях виробничого об'єкту, базується на розумінні методології чи процесу з урахуванням їх постійних змін. Найкраща практика сьогодні, може стати завтра найгіршою або нормою. Щоб це не стало сюрпризом для об'єкту, варто циклічно виконувати дослідження. Після впровадження одних заходів треба починати знову.



Рисунку 3.14. Процес підбору управлінських рішень спрямованих на ефективне споживання ПЕР

3.5.2 Вибір оптимальних управлінських рішень спрямованих на зменшення споживання ПЕР

За допомогою цього етапу виконуємо перевірку обраного переліку управлінських рішень з урахуванням вартості впровадження та потенціал економії ПЕР, отриманого після проходження минулих етапів, з використанням експертної оцінки. Аналіз результатів дозволить визначити оптимальний перелік заходів, які дадуть максимальну продуктивність при заданому бюджеті.

Іншими словами, третій етап – це кількісна перевірка, на основі даних статистики. Вхідною інформацією є виміряні значення безпосередньо на робочих місцях. Якщо дані недоступні, розрахунки можуть ґрунтуватись на інших, відомих показниках доступних параметрів.

Для даної задачі, вибрано методологію перебору усіх варіантів, що можливі. Даний метод, використовується для вирішення завдань з невеликою

кількістю вихідних параметрів, в більшості випадків, про роботі з великою кількістю даних, слід виконати групування даних. Для кожного заходу існує тільки два варіанти: захід використовується або не використовується. Від так вибір варіантів має ступінь складності 2^n . В процесі зростання кількості заходів, вирішення завдання підбору стає складним та розтягнутим в часі.

На рисунку 3.15 наведено механізм перебору для декількох управлінських рішень.

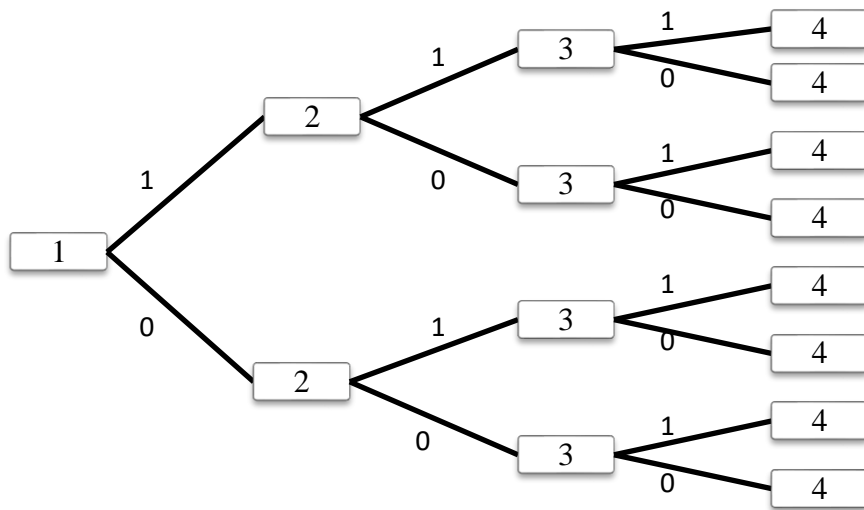


Рисунок 3.15. Механізм перебору управлінських рішень

Оскільки кожне управлінське рішення розглядається як єдина одиниця (потрапляє до бюджету або знаходиться поза ним), то перелік оптимальних виборів управлінського рішення відноситься до цілнчислового лінійного програмування.

Шуканий оптимальний перелік управлінських рішень – матриця $X = \{x_{ij}\}$; де $i=1, \dots, n$ – індекс типу управлінського рішення; $j=1, \dots, m$ – індекс виробничого об'єкту; n – загальна кількість управлінських рішень; m – сума всіх виробничих об'єктів.

Цільова функція – загальна економія ресурсів, яка досягається за результатами впровадження управлінського рішення для переліку виробничих об'єктів, критерій – максимізації:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m d_{ij} x_{ij} \rightarrow \max \quad (3.8)$$

Де d_{ij} – обсяги збереження ресурсів від реалізації i -го управлінського рішення для j -го виробничого об'єкту кВт·год/рік

Обмеження – бюджет який готовий задіяти керівник для реалізації управлінських рішень B :

$$\sum_{i=1}^n \sum_j^m c_{ij} x_{ij} \leq B \quad (3.9)$$

де c_{ij} – вартість застосування i -го управлінського рішення для j -го виробничого об'єкту, грн.

Граничні умови:

$$x_{ij} \in \{0,1\}, i = \overline{1,n}, j = \overline{1,m}. \quad (3.10)$$

Тобто, змінні, за якими формується оптимальний перелік управлінських рішень, можуть приймати лише два значення: 1, якщо управлінське рішення для певного виробничого об'єкту застосовується, 0 – у протилежному випадку.

Для розрахункових експериментів, можна застосувати стандартне розширення у MS Excel (Excel Solver), воно дозволяє вирішувати задачі пов'язані з оптимізацією. Стандартне розширення «Solver» виконує опрацювання до 200 даних, хоча розробники Frontline Systems розробили комерційне рішення з значно розширеною кількістю параметрів [27].

3.5.3 Вплив зміни асортименту продукції на енергетичні витрати

Визнаючи важливість харчової промисловості, як виробника харчових продуктів, слід підкреслити, що виробництво харчових продуктів є основною передумовою для існування, як безпосереднього виробника, так і всієї виробничої діяльності загалом, тому воно відіграє особливу роль у розвитку суспільства.

На склад і стан запасів впливають такі три фактори: асортимент і технологія виробництва, виробничий цикл, формування незавершеного виробництва та вплив особливостей роботи на стан та склад запасів.

Наймасовішим та простим, серед всіх, є виробництво хліба та хлібних виробів. Замість випікання хліба та булочок у домашніх умовах домінує

промислове випікання. Це призвело до швидкого зростання та диверсифікації хлібопекарського виробництва [76]. Відповідно до закону, всі хлібобулочні вироби вироблені на території України, повинні підпадати під жорсткий контроль, та відповідати вимогам відповідної якості та безпечності продуктів.

Водночас попит на загально прийнятні сорти хліба знижується майже на 5% кожного року, через появу нових видів продукції. Збільшення переліку хлібобулочних виробів зумовлене різними потребами різних груп споживачів. Це пов'язано з тим, що споживчий попит неможливо задовольнити, виробляючи лише основні сорти хліба та кілька хлібобулочних виробів.

В сучасних умовах ринку та конкурентності необхідно підвищувати якість хліба та знижувати її собівартість. Для забезпечення цього варто зосередити увагу на енергозберігаючих заходах, а саме на їх розробці та впровадженні. Вирішення такого завдання потребує проведення аналізу виробничих об'єктів та їх потужностей, розподілених по всій харчовій промисловості України.

Виготовлення хлібобулочних продуктів суворо регламентовано єдиними рецептурами та прописаними технологічними інструкціями. Технологічними матеріалами вважаються матеріали, які безпосередньо приймають участь у процесі виробництва. Їхнє використання в якості сировини, напівфабрикату, складових виробів, енергетичних ресурсів, що складають основний сировинний перелік для виготовлення хліба [76].

Борошно є основним інгредієнтом хлібобулочних виробів. Основним показником якості борошна – вологість. Чим більший показник вологості в борошні, тим менший об'єм вихідного продукту і тим більші показники енергоємності виробничого процесу. Тому, якщо не враховувати якість основної сировини при її використанні то загальні витрати енергії зростуть, що приведе до з дорожчання продукції для кінцевого споживача [86].

Сучасні тенденції у вітчизняному виробництві хліба, надають перевагу невеликим місцевим виробникам, які можуть часто змінювати свій асортимент і задовольняти свіжими, високоякісними продуктами сусідні райони.

Не великі підприємства, які займаються виготовленням хлібобулочних виробів, як правило можуть запропонувати невеликий асортимент разом з тим використовують спеціалізоване обладнання, за допомогою якого значно пришвидшують виробництво. Головною перевагою не великих виробництв є порівняно невеликі строки будівництва та необхідності розвиненої інфраструктури [34].

Аналіз енергетичних витрат, на одиницю виробленого продукту, дозволяє встановлювати галузеві стандарти та порівнювати енергоефективність виробничого обладнання на різних об'єктах під час ремонту, технічного переоснащення чи впровадження енергоефективних технологій.

Розрахунок значення показника споживання енергетичних ресурсів в натуральних одиницях (ГДж/т) представлено у вигляді:

$$E = k_m E_m + k_e E_e + k_n E_n \quad (3.11)$$

Де k_m, k_e, k_n – еквіваленти теплових енергій від парових котлів, ГДж/Гкал, електричної енергії, кДж/кВт год., та палива, що використовується, ГДж/т у.п.;

E_m, E_e, E_n – показники питомих витрат паливного ресурсу, Гкал/т, кВт год/т, кг у.п./т.

Переходячи до відносних одиниць(%), питомі витрати можна розрахувати у наступним вигляді:

$$e = \left(\frac{k_m E_m}{E} + \frac{k_e E_e}{E} + \frac{k_n E_n}{E} \right) \cdot 100 \quad (3.12)$$

У таблиці 3.3 продемонстровано структурований розподіл енерговитрат, які використовуються на виробництво хлібобулочних виробів з розподілом за видами вихідних продуктів. Розподіл енергетичних витрат, розрахований за основи питомих витрат паливних ресурсів (додаток Б), теплових (додаток В) та електричних витрат (додаток Г) на виготовлення продуктів, на сонові отриманих даних з підприємств Києва.

Таблиця 3.3. Структурований розподіл енерговитрат за видами продукції, %

№, п/п	різновид продукції	Вид енергії			Приведена Витрати
		Електрична енергія	Теплова енергія	паливо	
	Хліб білий	15,9	48,8	35,3	100
	Булочні вироби	15,5	48,5	36,0	100
	Здобні вироби	65,4	34,6	0	100
	Сухарні вироби	37,4	62,6	0	100

В підсумку, швидка та раціональна зміна асортименту характерна тільки для малих виробничих об'єктів, які в більшості випадків використовують людські ресурси замість машин. В той же час, підприємства великої потужності, не мають фізичної змоги оперативно та часто вносити зміни в свій асортимент, оскільки це пов'язано з залучення значних ресурсів, як матеріальних, так і людських. Великі виробничі об'єкти мають можливість вносити зміну в рецептуру виготовлення існуючих видів (різновидів) продуктів, що виробляють, тим самим отримуючи дещо відмінний продукт від першопочаткового. Ця практика не потребує для за діяння, в значній кількості, матеріальних та технічних ресурсів, а від так має незначний вплив на енергоємність виробництва в цілому.

Висновки до розділу

1. Доведено, що системний підхід орієнтує на пошук об'єднуючих властивостей об'єктів, на врахування взаємозалежних частин і дозволяє звести різні завдання пошуку особливостей роботи, до єдиної комплексної проблеми, виявити основні напрямки її рішення і, тим самим, вирішити завдання певної системності виробничих об'єктів.

2. Бенчмаркінг є базою для стратегічного удосконалення виробничих об'єктів, оскільки формування завдань виконується на основі використання показників подібних об'єктів, а не обмежуються можливостями одного. Крім того, враховуючи велику кількість видів бенчмаркінгу: стратегічний, внутрішній, зовнішній і т.д. можна говорити про багатокomпонентність самої діяльності, а отже використовувати даний метод на різних рівнях ієрархії харчової промисловості України.

3. Встановлено, що запропонований підхід для оцінки рівня енергоефективності підприємств харчової промисловості України, який базується на методі бенчмаркінгу, дозволяє сформувати межі енергоефективності для виробничих об'єктів. Передбачається, що існує досяжний максимум результатів (потенціал), що обумовлює енергоефективність об'єкта в поточних умовах, що описується межею енергоефективності.

4. Доведено, що межі енергоефективності виробничого об'єкту, передбачають існування досяжних максимумів результатів (потенціалу) енергоефективності об'єкта в поточних умовах його роботи. Обґрунтовано необхідність визначення даного показника.

5. Формалізації процедури оцінювання дозволяє отримати прозорий перелік управлінських рішень, щодо планування розвитку зазначеної систем.

РОЗДІЛ 4 ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ПІДПРИЄМСТВ ХЛІБОПЕКАРСЬКОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗАСОБІВ БЕНЧМАРКІНГУ

У другому та третьому розділах запропоновано підхід який дозволяє виконати оцінку енергоефективності підприємств харчової промисловості, який бере за основу моделі ефективності методу аналізу функціональної групи об'єктів з забезпеченням їх ранжування та виявлення серед них умовно кращих та гірших, автоматичне створення груп енергоефективності та бажані значення показників енергоспоживання для неенергоефективних об'єктів, для їх удосконалення.

Поступове створення умовних меж енергоспоживання, створені на основі реальних даних для групи досліджуваних об'єктів, гарантує класифікацію за рівнем енергоефективності в межах кожного кластеру, тим самим утворює реалістичніші бенчмарки для неефективних об'єктів.

Повертаючись до Таблиця 2.2 де наведені ієрархічні рівні, та можливий перелік показників, розрахунки виконуємо на рівні підприємств, на якому можемо використати наступні показників: витрати ПЕР, об'єми використання енергетичних ресурсів, загальне значення обсягів спожитих ПЕР в Україні в кг у.п, об'єми основної продукції.

4.1 Загальний огляд виробничих об'єктів та їх особливостей функціонування

Для практичної застосовності запропонованого підходу у виробничих умовах, було залучено виробничі потужності одного з підприємств, яке спеціалізується на виробництві продуктів харчування, а саме на виробництві хлібобулочних виробів. Об'єктами дослідження було залучено п'ять виробничих об'єктів, які мають спорідненість в частині виробленої продукції таблиця 4.1. Виконання поставленої задачі дослідження виконувалось в декілька етапів:

- Виявлення *спорідненості* виробничих процесів;
- Збір та подальша обробка даних;

- Аналіз отриманих результатів;
- Розробка рекомендацій, управлінських рішень спрямованих на покращення енергоефективності об'єктів.

Спорідненість виробничих процесів полягає у використанні однотипного обладнання (тісто мішалки, конвеєри, формувальні апарати, печі), схожої сировини (борошно, вода, харчові домішки, дріжджі) , схожих технологічних операцій (замішування тіста, формування, випікання) та відповідно подібністю вихідного продукту таблиця 4.1.

Таблиця 4.1. Виробничий асортимент досліджуваних об'єктів у %

Об'єкт	Батон	Здобні вироби	Кондитерські вироби	Хліб	Сухарні вироби	Всього
Виробничий об'єкт А	37,18	4,51	2,68	55,64		100
Виробничий об'єкт В	59,78	1,12		39,10		100
Виробничий об'єкт С			10,22		89,78	100
Виробничий об'єкт D	31,81	0,08		64,51	3,60	100
Виробничий об'єкт Е	31,51	34,85		33,65		100

Підприємства, які спеціалізуються на виготовленні хлібобулочних виробів, відносяться до енергоємних підприємств з досить насиченим теплом та електро споживаючим технологічним обладнанням.

Теплопостачання підприємств здійснюється від власних промислових котелень, оснащених в більшості випадків 2-ма паровими котлами типу ДКВР – 2,5 13 (1 котел у резерві) та одним водо нагрівним котлом типу НІСТУ-5, продуктивність одного котла - 2,5 т. пари на годину. Допустимий тиск $p=13$ атм. Робочий тиск $p=3-4$ атм. Виробнича пара застосовується для технічних цілей (наприклад, зрошення обпалювальної камери) та для опалення заводу.

Котли обладнані планами автоматичного контролю, налаштування та керування розпорядком роботи. Схема теплопостачання для опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання є закритою, а промислові споживачі пари живляться безпосередньо від розподільчої гребінки котельні. Вузли обліку теплопостачання в котельні відсутні. Теплова мережа-наземна, двотрубна, трубопроводи ізольовані мінеральною ватою, покритою фольгою. До

виробничих споживачів насиченої пари відносять: печі ХВЛ-Р і ФТЛ-2 для випічки хлібобулочних виробів, шафи висотою, а також тепло нагрівачі для використання, в якості водонагрівача на гаряче водопостачання, частково на опалення і вентиляцію. Перелік основного обладнання представлений в таблиці 4.2.

Таблиці 4.2. Перелік основного виробничого обладнання

Об'єкт	Рік відкриття	Печі	Тістомішалки	Парові котли	Водо нагрівні котли
Виробничий об'єкт А	1932	РЗ-ХПГ, ШМЗ - ПХС	ТМ-63, А2-ХТН	ДКВР – 2,5	НІСТУ-5
Виробничий об'єкт В	1972	ФТЛ-2	ХТШ	Е(КП)-800	КВ-Г-4,65-150
Виробничий об'єкт С	1972	ПЕ, ХВЛ-Р	Т2М-63	Е-2,5-0,9 ГМ	ЕВ-Т-0,7-115-70С
Виробничий об'єкт D	1975	А2-ХНП/10	РМК-60	КЕ-2,5-14	НІСТУ-5
Виробничий об'єкт Е	1934	Г4-ХПЛ, ПХК	ХДФ-М	ДКВР – 2,5	КВВД-0,63 Гн

Загальний річний обсяг витрат пари на технологічні процеси(рисунк 4.1) в середньому складає 5219т при годинному навантаженні 0,745т. До основних технологічних споживачів пари відноситься таке технологічне обладнання:хлібопекарний виробничий об'єкт – піч ХВЛ(4 штуки), розстійна шафа (4 штуки), варочний котел(1 штука).

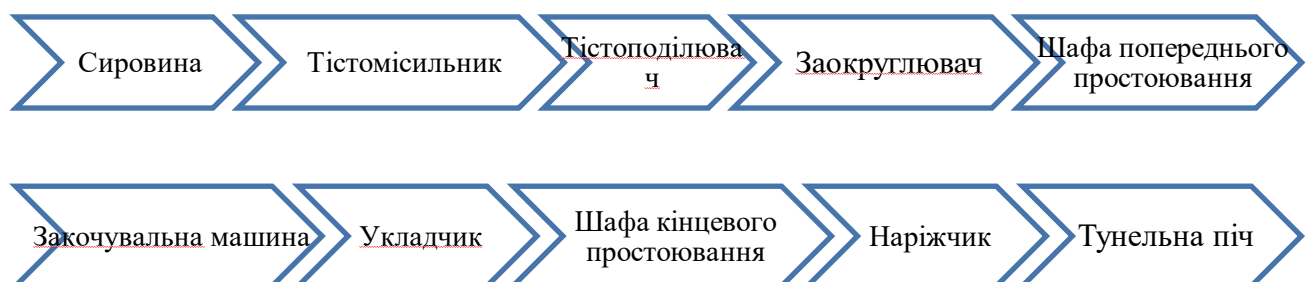


Рисунок 4.1. Загальна структурна схема виробничих об'єктів

На хлібокомбінатах, холод використовується для зберігання продуктів(сировини), з малим терміном придатності, а також кондитерських виробів. Нараховується декілька холодильних камер для виробництва холоду

використовується холодильна установками АКТВИМ, потужністю 2,8-5кВт., продуктивність установки 4600-6300 ккал/год. В компресорній встановлено 4 компресора: 2ВУ 4/6 і 2ВВ10/8 з продуктивністю 4м³. на годину і 10м³/год. Одночасно працює пара компресорів. Охолодження їх проходить за допомогою води, а охолодження води відбувається на вулиці шляхом розбризкування, тобто система охолодження замкнута. Основні витрати повітря - на транспортування борошна.

За зібраними даними було зформовано графічне відображення розподілу енергетичних ресурсів на виробничих об'єктах рисунок 4.2.

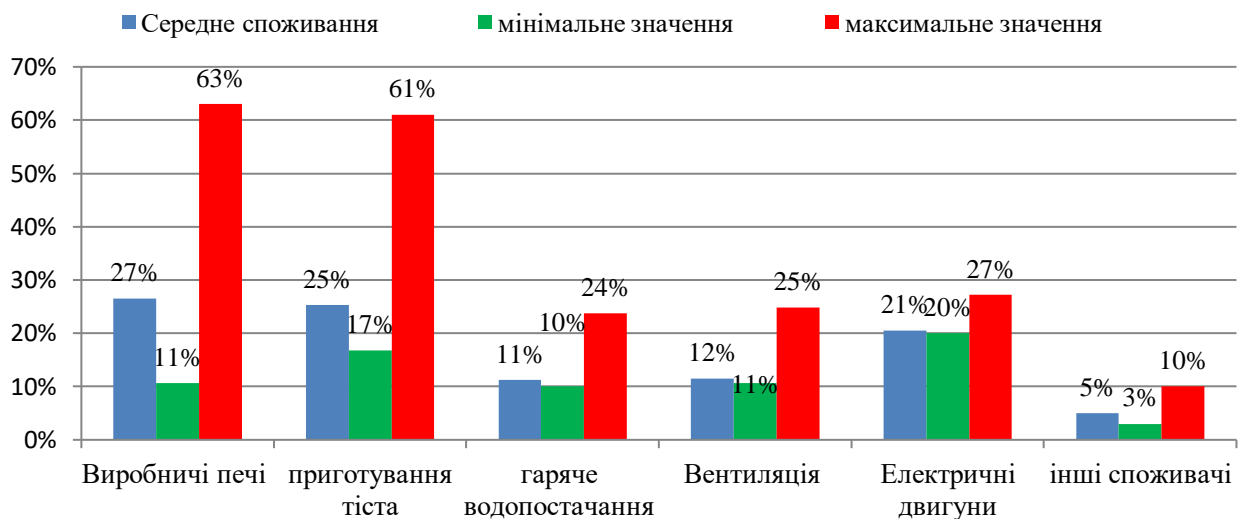


Рисунок 4.2. Розподіл енерговитратних процесів на виробничих об'єктах

4.2 Статистичний аналіз облікових даних та контролю енергоспоживання підприємства хлібопекарського господарства

Система електропередачі (СЕР)- це цілісність взаємопов'язаного електричного обладнання, електромереж та інших установок, призначених для вироблення, передавання, розподілення та споживання електроенергії. Електрична мережа - це цілісність електричних установок на певній території, підприємства, з метою передачі та розподілу електроенергії, що постачається з підстанцій, розподільчих пристроїв, ліній електропередачі, повітряних ліній електропередачі, кабельних ліній електропередачі, з'єднувального обладнання, засобів захисту та обладнання управління.

В більшості випадків, підприємства галузі живляться напругою 10кВ від

міської розподільчої мережі, через повітряні або кабельні лінії. Електроенергія постачається без посередньо бізнес-споживачам від приватних підстанцій або комплектних підстанцій. Більшість підприємств галузі, належать до другої категорії з точки зору надійності електропостачання. Виключення складають великі підприємства з живленням від мереж 35-110 кВ, котрі мають першу категорію електропостачання та незначний процент аварійної броні. Споживання електроенергії вимірюється на високовольтному вході розподільчого щита компанії або на виході 0,4 кВ кожного трансформатора. У деяких випадках, на промислових виробництвах встановлюється технічний облік. Резервним джерелом живлення виступають дизель електростанції з потужністю на рівні аварійної броні та запасом палива на 16-48 годин роботи.

Конфігурація системи постачання електрики, однієї компанії відрізняється від конфігурації плану постачання електрики іншої аналогічної компанії. Але у будь-якому випадку, система повинна містити певні структурні елементи, такі як: захисні пристрої та розподільчі пристрої, силові трансформатори та вимірювальні трансформатори, кабелі та повітряні лінії. Усі компоненти об'єднані в електричну мережу підприємства у вигляді схеми електричного постачання, яка схематично представлена в однолінійному виконанні. Ці схеми варіюються від спрощених до детальних. Призначення схем енергосистеми - візуально відобразити існуючі зв'язки між компонентами енергосистеми та основні параметри цих компонентів. На рисунку 4.3 приклад одно лінійної схеми енергосистеми. Для дослідників однолінійна схема підприємства та його окремої підгалузі є основним джерелом інформації про розподіл потужності по території підприємства та загальне уявлення про електричне навантаження підприємства. Крім того, схеми електропостачання, часто показують місце розташування і тип лічильника електроенергії, що дозволяє оцінити, які частини підприємства охоплені лічильником. У більшості випадків, це лише комерційний облік-коли один або декілька лічильників встановлені на вході електроенергії на підприємстві (див.рис.4.3), або комбінація комерційного та технічного обліку. У цьому випадку також вказується облік на місці, який

охоплює одну або декілька найбільш важливих (енергоємних) установок або процесів. Також в сучасних технологічних установках з програмним управлінням є можливість контролювати споживання електричної енергії з різною частотою вимірювань, без прямої участі оператора для знання показників.

На об'єктах, які приймали участь у дослідженні, використовується комерційна система обліку, яка передбачає встановлення приладів обліку безпосередньо на вводах 0,4кВ на підприємство. Облік електричної енергії ведеться тільки в загальному вигляді, що унеможливорює отримання даних по вузловому енергоспоживанню, а тим більше, отримати вибірку показників за досліджуваний період часу безпосередньо з технологічних агрегатів. Однак встановлені лічильники електричної енергії відрізняються за принципом фіксації показників (відрізняються тарифами).

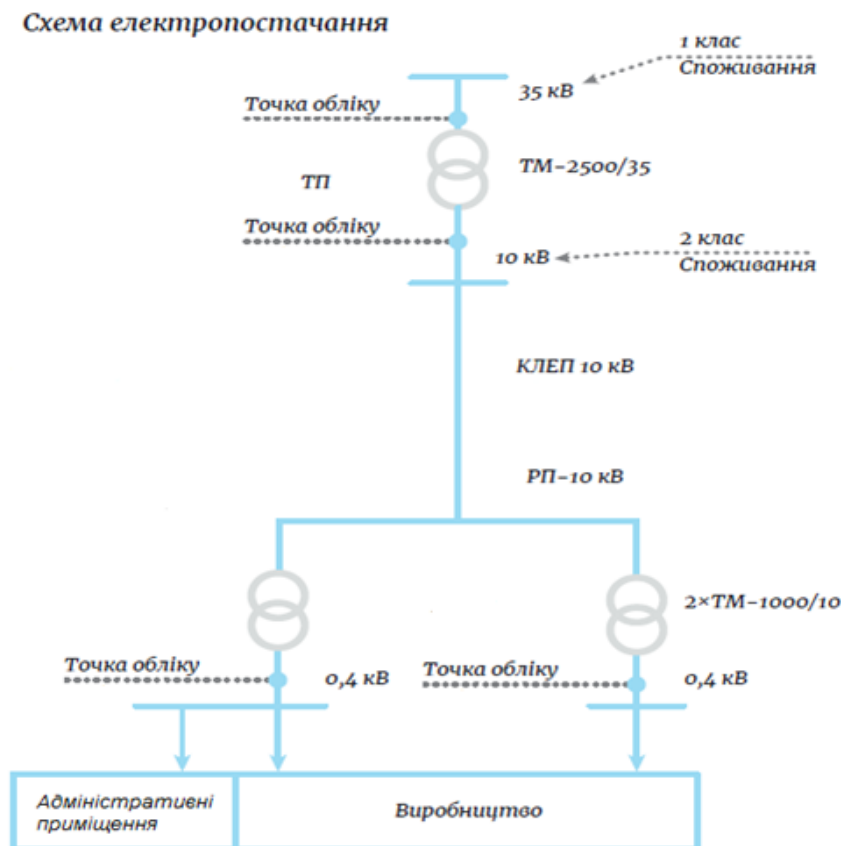


Рисунок 4.3. Узагальнена однолінійна схема живлення промислового підприємства [110].

Аналізуючи особливості роботи підприємства харчової промисловості, які брали участь у дослідженні, та вимоги міжнародного стандарту ISO 50001, можна зробити висновок наступного характеру. Керівництво досліджуваних об'єктів практикує політику енергофактивного споживання енергетичних ракурсів, яка поки, відповідає не всім вимогам міжнародних стандартів, це зумовлено не достатньою кількістю різного роду ресурсів, які необхідні. Тому існує проблема, яка полягає в складності виділення найбільш енергоємних процесів з точки розу показників енергоспоживання. Однак варто також сказати про відповідність загальних міжнародних стандартів до сучасних реальних підприємств харчової промисловості. Так в стандартах відсутня деталізація порушених питань для спеціалізованого підприємства та урахування особливостей виробничого процесу. Також, слід зауважити про відсутність спеціалізованої номенклатури, методичних рекомендацій, щодо виконання процедури моніторингу та контролю ефективності використання електроенергії на підприємствах харчової промисловості України, тим більше на підприємствах хлібопекарської галузі, які б могли враховувати специфіку технологічного процесу.

Збір даних виконувався відповідно з можливостями облікової системи, яка функціонує на виробничих потужностях досліджуваних об'єктів. У зв'язку з особливостями системи обліку були зібрані основні показники функціонування виробничих об'єктів в період 2019-2020 років: **споживання електричної енергії, об'єми випущеної продукції** як результат для деяких розрахунків використовуємо **питомі витрати електричної енергії**.

Як видно з графіків вироблення продукції (рисунок 4.4) та споживання електричної енергії (рисунок 4.5), чіткої залежності обсягів споживання від обсягів виробництва немає. Обсяги виробництва мають однотипний характер розтягнутий в часовому проміжку, чого не можна сказати про графіки електричного споживання, вони мають суттєві відмінності одне від одного і не є однотипними. Але є одна особливість, якщо звернути увагу на виробничому об'єкті В та Е та подивитись на них уважніше, можна побачити, що обсяги

виробленої продукції в них досить схожі, а в деяких точках, навіть, ідентичні. Чого не можна сказати про графіки споживання, вони мають досить вагому відстань одне від одного.

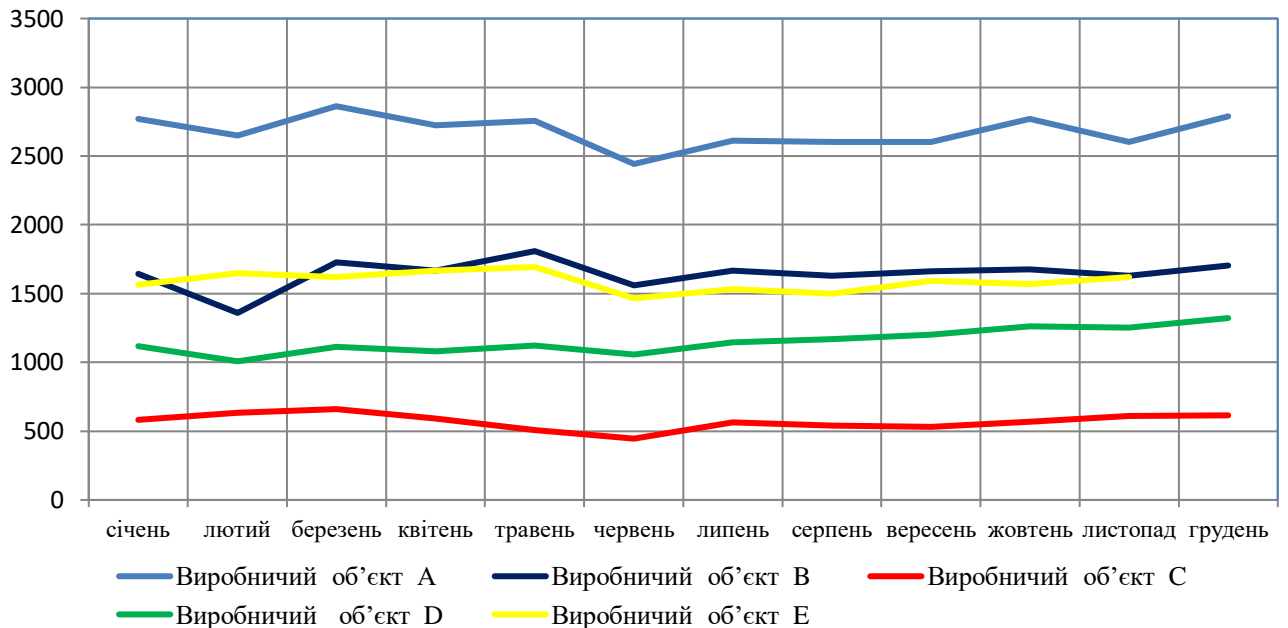


Рисунок 4.4. Вироблена продукція за 2019 р. в т.

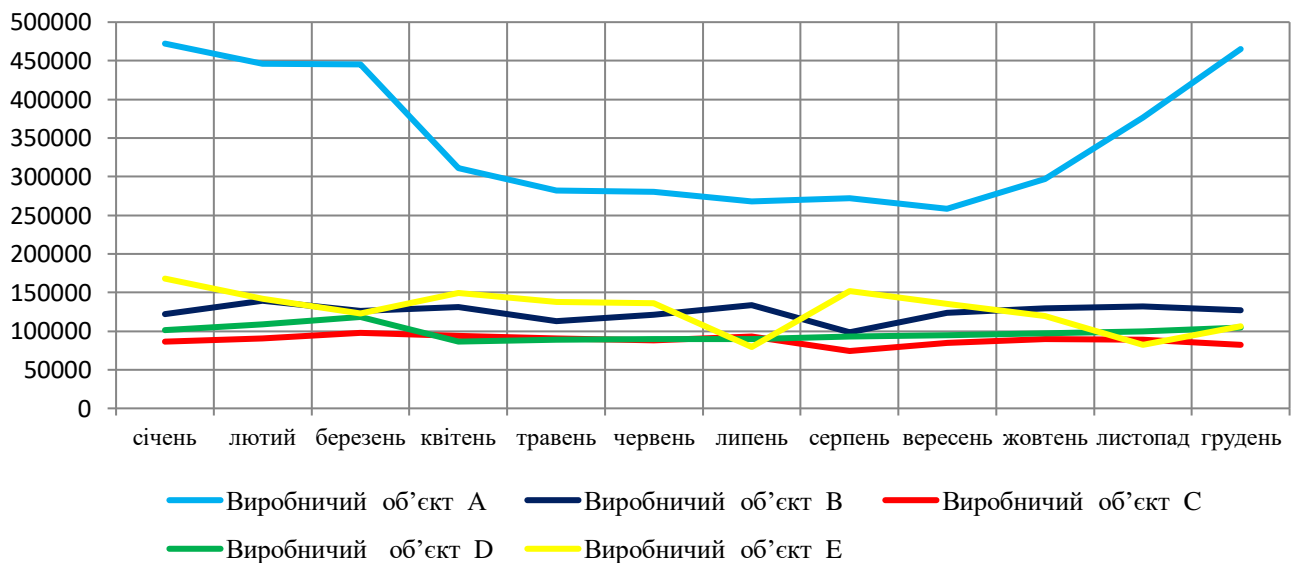


Рисунок 4.5. Споживання електричної енергії за 2019р. в кВт·год.

На першому етапі вибірка перевіряється на відповідність нормальному закону розподілу. Перевірку виконано за допомогою спрощеного критерію перевірки нормальності розподілення.

Потрібно вибрати параметричні або непараметричні критерії. Зроблений вибір залежить від правил розподілу вибірки та шкали вимірювання (класифікація, порядок, інтервал, частка), в якій представлені вихідні дані.

Якщо дані представлені в іменних та порядкових (нечислових) шкалах, тоді використовуються рангові (непараметричні) критерії.

Якщо показники є якісними, числові значення можуть бути записані в таблиця (індекси енергоспоживання), але вони мають справу з нечисловою природою показника. Непараметричні звання, як правило, також використовуються для числових даних, коли правила розподілу вибірки відрізняється від потрібного. Ретельна перевірка правил розподілу вимагає великих обсягів даних, тому застосований спрощений критерій.

Знаходимо величини, що необхідні для перевірки гіпотези за спрощеним критерієм для кожного з виробничих об'єктів.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^k n_i x_i \quad (4.1)$$

Моментом другого порядку є дисперсія вибірки, яка розраховується за формулою

$$D = S^2 = \frac{1}{n-1} \cdot \left(\sum n_i x_i^2 - \frac{(\sum n_i x_i)^2}{n} \right) - \frac{h^2}{12} \quad (4.2)$$

Середньоквадратичне:

$$S = \sqrt{D} \quad (4.3)$$

Вибіркова асиметрія:

$$A = \frac{1}{S^3} \cdot \left(\frac{\sum n_i x_i^3}{n} - \frac{3 \cdot \sum n_i x_i^2 \cdot \sum n_i x_i}{n^2} + \frac{2 \cdot (\sum n_i x_i)^3}{n^3} \right) \quad (4.4)$$

Вибірковий ексцес:

$$E = \frac{1}{S^4} \cdot \left(\frac{\sum n_i x_i^4}{n} - \frac{4 \cdot \sum n_i x_i^3 \cdot \sum n_i x_i}{n^2} + \frac{6 \cdot \sum n_i x_i^2 \cdot (\sum n_i x_i)^2}{n^3} - \frac{3 \cdot (\sum n_i x_i)^4}{n^4} \right) - 3 \quad (4.5)$$

Дисперсія асиметрії $D(A)$ та дисперсія ексцесу $D(E)$:

$$D(A) = \frac{6(n-1)}{(n+1)(n+3)}; D(E) = \frac{24 \cdot n(n-2)(n-3)}{(n+1)^2 \cdot (n+3)(n+5)} \quad (4.6)$$

Перевірити нормальність вибірки за спрощеним критерієм, що включає такі нерівності:

$$\begin{aligned} |A| &\leq 3\sqrt{D(A)} \\ |E| &\leq 5\sqrt{D(E)} \end{aligned} \quad (4.7)$$

Для зручності всі дані зведені до таблиці 4.3

Таблиця 4.3. Перевірка даних за спрощеним критерієм розрахунку.

Виробничий об'єкт	D	S	A	≤	3√D(A)	Виконання умови
			E	≤	5√D(E)	
Виробничий об'єкт А	5159413716	71829,06	0,283926	<	1,356466	Так
			1,646743	<	3,68707	
Виробничий об'єкт В	1824176170	42710,38	2,443704	>	1,356466	Ні
			4,985642	>	3,68707	
Виробничий об'єкт С	56902117,12	7543,349	0,118086	<	1,356466	Так
			1,387763	<	3,68707	
Виробничий об'єкт D	913439584,6	30223,16	0,423049	<	1,356466	Так
			1,505932	<	3,68707	
Виробничий об'єкт E	505749302	22488,87	0,567692	<	1,356466	Так
			0,859354	<	3,68707	

Виходячи з виконаних розрахунків та перевірити на нормальність вибірок за спрощеним критерієм, можна сказати про те, що обидві умови не виконуються тільки у одного об'єкта досліджень, в інших же чотирьох об'єктах – гіпотеза виправдана і можна вважати, що дані відповідають нормальному закону розподілення.

4.3 Системи моніторингу на виробничих об'єктах.

Моніторинг – це система яка включає в себе набір методів та інструментів, які, в своїй суті, використовуються для інформаційного забезпечення, контролю, планування та координації дій з боку електротехнічного персоналу. Моніторингова система, зазвичай, використовує основні інструменти такі, як: спостереження, перевірка та аналіз всіх рівнів роботи виробничого об'єкту. Варто зазначити, що моніторинг є одним з напрямків прийняття управлінських

рішень, направлених на підвищення рівня енергоефективності роботи, як окремих вузлів та агрегатів, так і підприємства в цілому. З урахуванням найкращих та найгірших практик серед однотипних підприємств.

Розробку моніторингової системи енергоефективності виробничого об'єкту розпочинається з встановлення концептуальних підходів, які будуть слугувати основою такої системи. До таких підходів можна віднести процесний та комплексний підхід. Відтак, моніторингова модель повинна забезпечувати системну реалізацію, ефективних управлінських рішень, які будуть стосуватися кожної складової виробничого процесу, спрямованих на підвищення рівня енергоефективності. Тому розробка моделі моніторингу якості технологічного процесу на підприємстві повинна сприяти [38].

- Плануванню діяльності підприємства;
- Оперативному контролю діяльності всіх структурних підрозділів;
- Координація діяльності системи управління підприємством;
- Проведення заходів, щодо підготовки та корегуванні стратегії підприємств;

У перерахованих завданнях реалізуються визначені функції моніторингу якості технологічного процесу, до яких ми відносимо інформативно-аналітичну, контрольну-оцінну, діагностичну, коригувальну та прогностичну [103]. Поставлені цілі визначають мету, зміст, форму і методи роботи моніторингової діяльності, а також інтерпретацію та використання результатів спостереження. Ці цілі, поєднують у собі загально наукові принципи та принципи системи управління якістю ISO 50001:2018, адаптованої до застосування у сфері енергетики.

Створення моніторингової системи забезпечення процесів обліку, контролю та планування споживання ПЕР на виробничому об'єкті. Методично-організаційні засади побудови системи моніторингу на виробничому об'єкті, зазвичай, стосуються задач організації моніторингової групи, визначення ступенів впливу на організацію структури підприємства, аналізу потоків даних і можливого переліку управлінських рішень. Для того, щоб система моніторингу

ефективно функціонувала, а її обов'язки були чітко визначені, на підприємстві потрібно створити фаховий структурний підрозділ - службу.

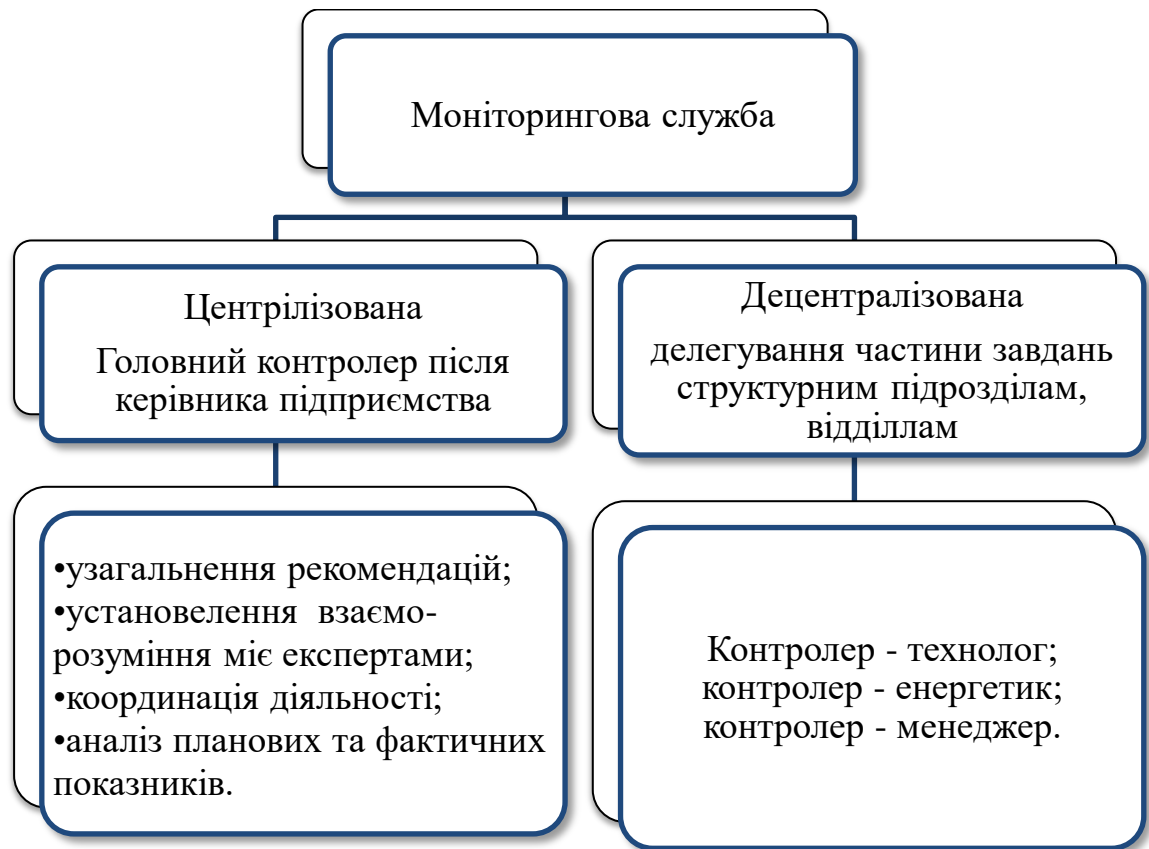


Рисунок 4.6. Види організації роботи служби моніторингу

Як результат роботи, розглядається чітке уявлення про енергоємність виробничого процесу та ефективність системи керування діяльністю, ступінь ефективності запроваджених управлінських рішень та досягнення мети та завдань моніторингу.

Основною метою моніторингової групи є оцінка ступеня енергоємності технологічного процесу, тобто підвищення ефективності роботи технологічного процесу, що дозволить покращити показники споживання ПЕР на виробничому об'єкті, що відповідатиме задачам та вимогам стандартів серії ISO50000.

4.4 Встановлення критичних нормативних показників виконання технологічних процесів

Перевага використання техноцезону полягає в тому, що він враховує можливі зміни в технологіях, інфраструктурі та використанні ресурсів і може оптимально відображати процеси, за допомогою яких об'єкт техноцезону буде

функціонувати в найближчому майбутньому. Використовуючи цей метод, фактори враховуються шляхом, спочатку, введення керуючих впливів в алгоритм моделі, потім реалізації імовірнісного зворотного зв'язку, а потім одночасної розробки ряду можливих варіантів розвитку технічного процесу, структурна схема виконаних етапів представлена на рисунку 4.7.



Рисунку 4.7. Схема поетапного проведення техноценологічного дослідження.

Розрахунок починаємо з першого етапу, виконуємо збір даних з досліджуваних виробничих об'єктів та представляємо його у вигляді таблиці 4.4 та для наочності в графічній формі, рисунок 4.8.

Таблиця 4.4. Показники питомих витрат за рік

	витрати в кВт•год/т за 2019р.													№
	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	листопад	грудень	середнє	
Виробничий об'єкт А	170,546	168,190	155,689	114,336	102,213	114,826	102,618	104,495	99,348	107,188	144,602	166,627	129,694	1
Виробничий об'єкт В	74,150	102,470	73,165	78,750	62,249	77,641	80,194	60,438	74,638	77,069	81,194	74,579	75,873	2
Виробничий об'єкт С	148,453	142,547	147,992	158,687	177,302	198,205	163,791	137,511	159,391	157,791	146,579	133,495	154,645	3
Виробничий об'єкт D	77,320	89,455	87,929	86,927	80,486	83,567	80,776	63,619	70,644	70,947	71,214	62,147	84,587	4
Виробничий об'єкт Е	51,890	52,703	60,956	58,406	61,817	59,575	61,983	61,413	64,815	74,384	68,484	75,902	74,609	5
часовий проміжок	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	

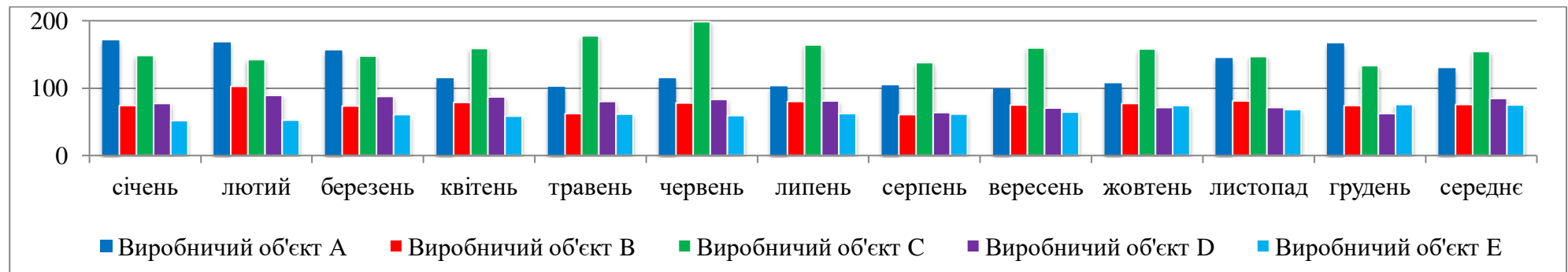


Рисунок 4.8. Показники питомих витрат за рік

Опрацювання даних по питомих витратах 2019 року.

Всі подальші розрахунки наведено, виконано в програмі Mathcad.

З генерована матриця $V1$ містить інформацію про досліджувану вибірку. Кожен рядок відповідає певному місяцю, а кожен стовпець – об'єкту. Сформовану матрицю виводимо та переглядаємо в тілі програми (додаток Д1) (матриця не повинна мати повторюваних значень, в даній матриці відображаються заокруглені значення в розрахунках використовуються дані не заокругленої форми).

Уразі роботи з декількома вибірками з даними, для спрощення розрахунків виконуємо перепризначення матриці, за допомогою команди $W:=V$

Отримання табульованого рангового розподілу

Для отримання табульованого рангового параметричного розподілу необхідно, наявні неупорядковані фактичні дані проранжувати. Ранжування посортує дані в порядку зменшення значень досліджуваного параметра. Завдання вирішується застосуванням внутрішніх засобів програмування mathcad [38]. Наведена в додатку Д2 підпрограма дозволяє обробити дані практично будь-якого обсягу, використовуючи оператор циклу.

Функція $Zipf$ дозволяє сформувати матрицю, стовпці якої є векторами, що являють собою, по суті, табульований ранговий параметричний розподіл об'єктів досліджень на окремих тимчасових інтервалах.

З метою підготовки даних для подальшої роботи програми визначається кількість об'єктів і формується вектор рангів додаток Д3.

Дані представлені графічно

Рангові параметричні розподіли представлені графічно. Використовуються 2D та 3D графіки (рисунок 4.9(а,б)) [38].

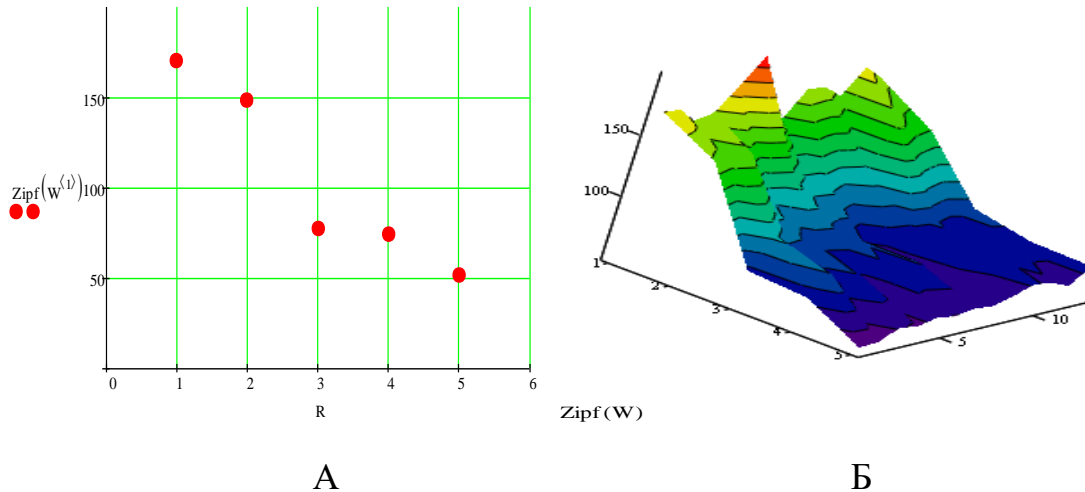


Рисунок 4.9. А – Рангові параметричні розподіли першого дослід (Y-споживання об'єкта кВт·год/т, X - ранг об'єкта ; Б – Трьохвимірна рангова поверхність

Визначення рангів для кожного об'єкту

Матриця рангів необхідна для оцінки динаміки руху об'єктів по ранговій поверхні параметричного розподілу. Матриця визначається для таблиці 4.4 значень за допомогою підпрограми додаток Д4. Результати наведені в таблиці 4.5

Таблиця 4.5. Результати рангування

	Ранговий параметричний розподіл												
Виробничий об'єкт А	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2
Виробничий об'єкт В	4	3	4	4	4	4	4	5	3	3	3	4	4
Виробничий об'єкт С	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
Виробничий об'єкт D	3	4	3	3	3	3	3	3	4	5	4	5	3
Виробничий об'єкт E	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	3	5

Визначення коефіцієнту конкордації

Коефіцієнт конкордації, певний для сукупності рангових параметричних розподілів, характеризує ступінь взаємозв'язку досліджуваних вибірок. Він вказує на послідовність руху об'єкта на ранговій поверхні при переході від одного тимчасового інтервалу до наступного. Визначення коефіцієнту конкордації засобами Mathcad виконуються наступні операції [38]:

- Визначення суми рангів для кожного об'єкта додаток Д5.
- Визначення загальної суми рангів додаток Д6.

- Розрахунок середнього для рангів додаток Д7.
- Визначення відхилення і квадрата відхилення сум рангів для кожного об'єкта від середньої рангів додаток Д8.

Результати наведені в таблиці 4. 6

Таблиця 4.6. Результати проміжних розрахунків

Об'єкт	Сума рангів	Середнє квадратичне відхилення
Виробничий об'єкт А	22	289
Виробничий об'єкт В	49	100
Виробничий об'єкт С	17	484
Виробничий об'єкт D	46	49
Виробничий об'єкт E	61	484
Загальна сума	195	-
Середнє значення	39	-

- Визначення загальної суми квадратів відхилень рангів від середньої для рангів $SDKV = 1406$, а також кількості розподілів $m = 13$ додаток Д9.
- Розрахунок коефіцієнта конкордації $K = 0.8319$ додаток Д10.

Для автоматизації оцінки результатів обчислень використовується спеціальна підпрограма. Функція *RESULT* повертає значення «yes», якщо коефіцієнт конкордації значущий, «no», - якщо не значущий і «error», - якщо в обчисленнях допущена помилка додаток Д11. Як результат отримує значущий коефіцієнт конкордації: $RESULT(K) = \text{«yes»}$

Характерно, що для сукупності даних, що використовуються в якості прикладу, коефіцієнт конкордації значущий, що свідчить про взаємозв'язку досліджуваної вибірки (у всякому разі, по параметру електроспоживання) [107]. Даний висновок дозволяє використовувати створену базу даних для інтервального оцінювання, нормування та прогнозування електроспоживання об'єктів.

Після підтвердження подібності даних, проводимо математичний аналіз статистичних даних для виявлення об'єктів з аномальним значенням електроспоживання.

Апроксимація рангових розподілень

При подальшій функціональній обробці даних, апроксимація емпіричного розподілу рангів є дуже важливою. Завдання полягає в тому, щоб вибрати аналітичну залежність, яка найкраще описує набір точок. Було використано стандартну двох параметричну гіперболу. Такий формат було обрано завдяки підходу, звичайно встановлено серед дослідників, які здійснили ранговий аналіз. Звичайно, таке формування далека від досконалості, але воно має не заперечну перевагу - зводить задачу апроксимації до визначення лише двох параметрів. Апроксимація може здійснюватися різними методами, кожен з яких має як переваги, так і недоліками. З огляду на високу швидкість розрахунків в середовищі *mathcad*, в даній програмі апроксимація буде здійснюватися відразу декількома методами. Після цього автоматично буде вибиратися найбільш коректний варіант.

Метод найменших модулів

В якості критерію близькості шуканої функції в даному методі використовується мінімум суми модулів різниць емпіричних і теоретичних даних, розрахованих за рівнянням регресії [38]

У якості першої операції програми задається початок відліку і зчитується з робочих файлів первинна вихідна інформація. При цьому формуються матриці: рангів R і табулюваного рангового розподілу V_1 [31].

Далі здійснюється ряд підготовчих операцій (додаток Д12), що включають індексацію і транспонування матриць.

Після цього задається апроксимаційна форма і визначається цільова оптимізаційна функція методу найменших модулів з початковими наближенням (додаток Д13).

Пошук мінімуму функції «Ф» здійснюється з використанням вбудованої функції *Minimize*, в якій реалізуються алгоритми оптимізації, що ґрунтуються

на ітераційних обчисленнях з використанням квазініотоновського методу або методу сполучених градієнтів [31] (вибір здійснюється в контекстному меню програми [31]). Обидва ітераційних методи ґрунтуються на послідовному наближенні до точки мінімуму. За результатами оптимізації визначається вектор m (додаток Д14) (параметри апроксимаційного вираження). Слід зазначити, що в даній програмі в якості прикладу використовуються дані по середньорічних питомих витратах, розміщених на території України. При цьому апроксимація здійснюється окремо по кожному часовому інтервалі (повекторно).

Виводимо результати апроксимації в графічній формі.

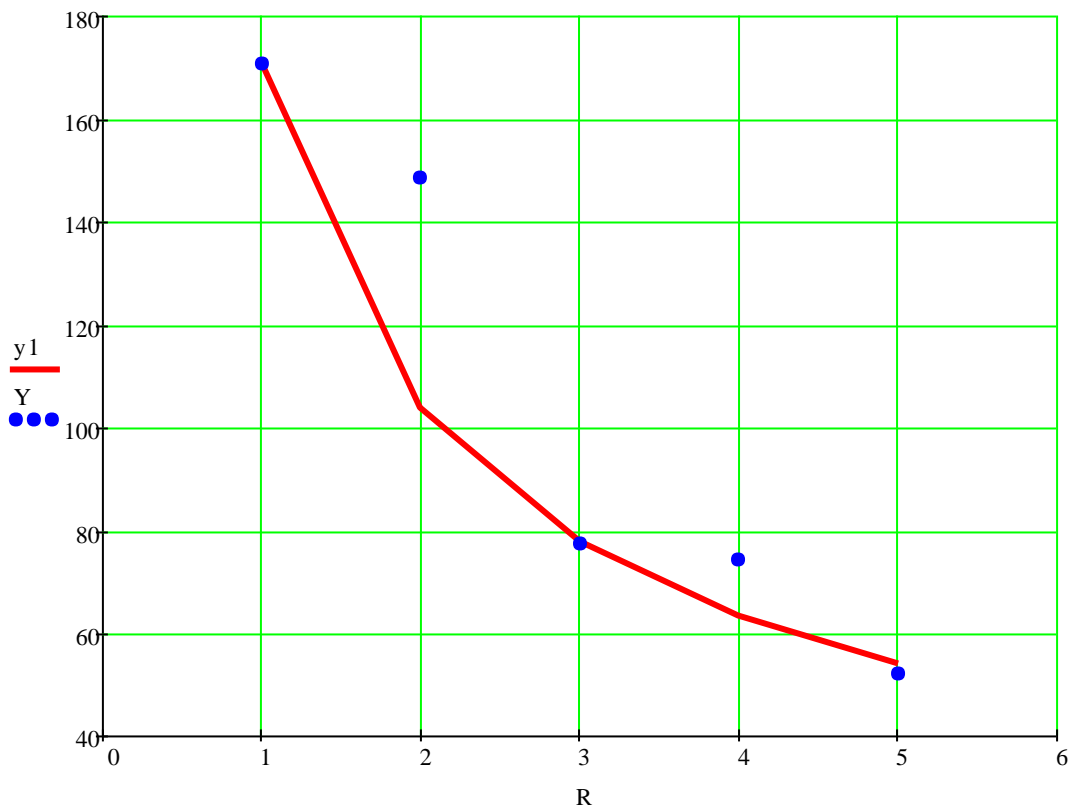


Рисунок 4.10. Ранговий розподіл(Y) , та апроксимаційна крива(y1).

Лінійний метод найменших квадратів

Відомо, що функція може бути лінеаризована за допомогою логарифмування [38,100]. Це дозволяє при апроксимації ефективно застосовувати лінійні регресійні методи, які продемонстровані в тілі програми нижче.

- Вводимо формальні параметри, логарифмуючи вектор рангів і емпіричні дані (додаток Д15)

-Розрахунок коефіцієнтів лінійної регресії за допомогою методу найменших квадратів матричним способом (Додаток Д16):

Отримані дані коефіцієнтів регресії, розраховуємо їх для початкової нелінійної функції і відновлюємо першочергову залежність (Додаток Д17)

Будуємо лінеаризовані графіки:

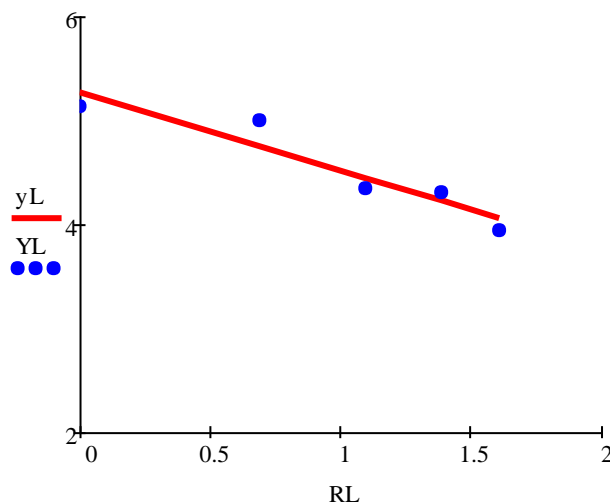


Рисунок 4.11. Лінійаризований ранговий розподіл .(RL-логарифм рангу об'єкта, X – логарифм питомих витрат електричної енергії, кВт·год/т, yL-апроксимаційна крива, YL- емпіричні дані)

Метод найменших квадратів

Мета підходу полягає у знаходженні параметра аналітичної залежності, який мінімізує суму квадратів відхилень емпіричних значень (фактично отриманих в процесі рангового аналізу) від значень, розрахованих за наближеною залежністю [31,38]. В додатку(Додаток Д18) представлений текст підпрограми, яка обчислює коефіцієнти регресії. Вхідними аргументами функції T є вектора параметричного розподілу V1 (розраховані для одного тимчасового інтервалу) і рангів R.

При необхідності розрахувати коефіцієнти регресії для всіх розподілів за розгляданий інтервал часу, застосовуємо додаток Д19.

Далі слідує візуалізація результатів апроксимації (рисунок 4.12)

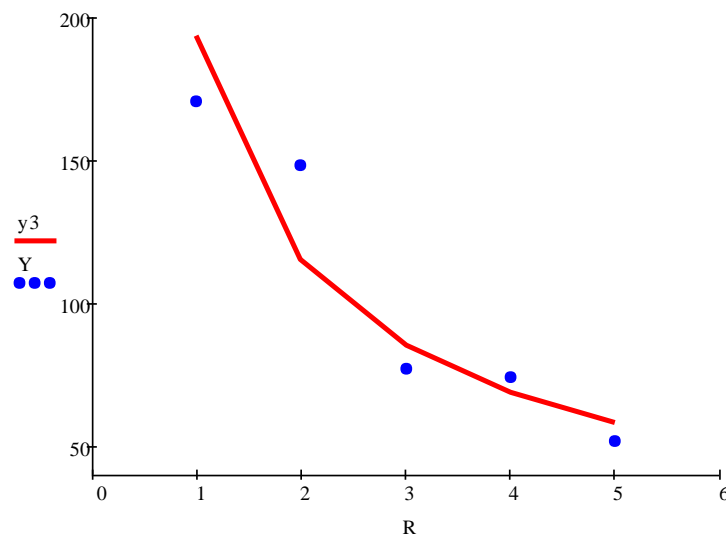


Рисунок 4.12. Ранговий параметричний розподіл (R – Ранг об'єкту, вісь X – питомі витрати електричної енергії кВт·год/т, Y - емпіричні дані, y_3 -апроксимаційна крива отримана методом най менших квадратів)

Примітно, що обидва методи найменших квадратів (лінійний і нелінійний) дали дуже близькі результати апроксимаційних параметрів. Це дозволяє в подальшому, при порівнянні, з методом найменших модулів використовувати тільки нелінійний метод найменших квадратів (як більш коректний [38]).

Оцінка результатів апроксимації.

З метою вибору найбільш ефективного методу апроксимації, отримані вище результати статистично порівнюються. Для цього оцінюється істинна похибка (Додаток Д20).

В даному випадку є підстави визнати більш коректним метод найменших модулів (значення змінної МНМ =0.49222 істотно менше МНК=06513).

Результуюча апроксимаційна залежність визначається засобами Mathcad [38] з використанням підпрограми (додаток Д21).

Таким чином, отримані найкращі параметри для апроксимаційної залежності: $W=170,55$; $\beta=0714754$.

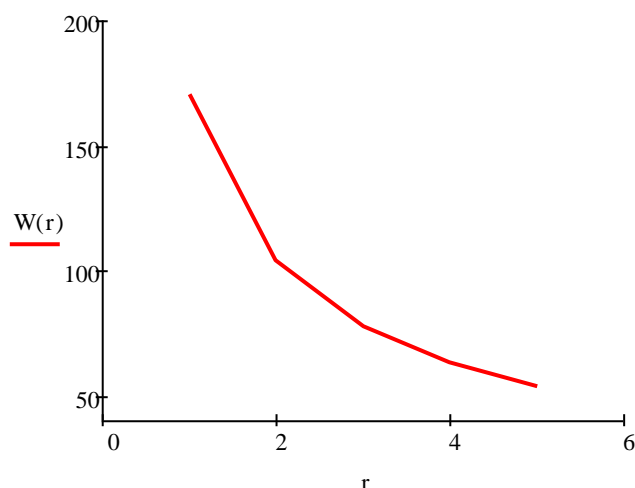


Рисунок 4.13. Графік результуючої апроксимаційної кривої параметричного розподілу. (r- ранг об'єкту, W(r)- питомі витрати електричної енергії, кВт•год/т.

Інтегральне оцінення об'єктів

Однією аналітичною процедурою для рангового аналізу є інтервальна оцінка параметричного розподілу [21,107]. Вона дозволяє визначити, які з об'єктів споживають ресурс аномально. Відносно електроспоживання, якщо точка на ранговому розподілі знаходиться в рамках довірчого інтервалу, можна зробити висновок, що це підприємство споживає електроенергію нормально, в межах Гаусівського розподілу параметра. Якщо нижче, потрібного інтервалу, то це, як правило, свідчить про порушення нормального технічного процесу споживання електроенергії на даному підприємстві. (часті відключення електроенергії, неплатежі, надлишкова економія і т.п.). Потрібна точка виходить за межі інтервалу, то підприємство споживає аномально велику кількість електроенергії. Тому такі підприємства повинні бути предметом поглиблених енергетичних обстежень (енергоаудитів) в першу чергу.

Впроваджуючи такий підхід послідовно протягом кількох років, можна щоразу обирати найбільш вразливі об'єкти. При цьому загальна сума коштів, виділених на енергоаудит, буде використана найбільш ефективно, а загальне електроспоживання інфраструктури буде постійно знижуватися [21,107].

Лініалізуємо та логарифмуємо вектора емпіричних даних Y і рангів r . Створюємо вектор одиниць p та об'єднуємо його з вектором r (додаток Д22)

Зчитуємо коефіцієнти регресії, розраховані методом найменших квадратів для Y , та отримуємо результуюче керування апроксимаційною кривою (додаток Д23).

Виявлення Довірчого інтервалу розподілу.

Розраховуємо залишкове середньо квадратичне відхилення $S = 0,09$, та коефіцієнт Стьюдента $t = 2.919$.

Розраховуємо коваріаційну матрицю для лінеарізованої моделі (Додаток Д25)

За допомогою підпрограми витягнемо діагональні елементи із квадратичної матриці (додаток Д26).

Будуємо довірчі межі розрахункових даних рисунок 4.14 (додаток Д27)

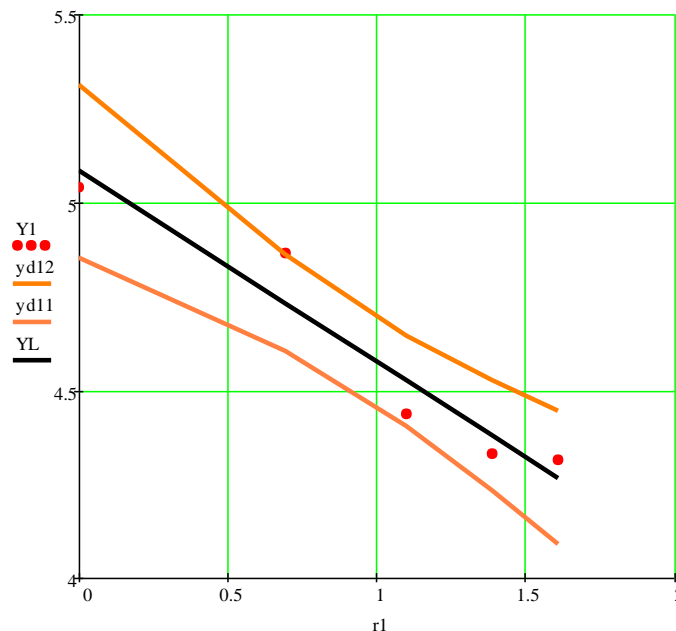


Рисунок 4.14. Довірчий інтервал для лінеарізованого рангового параметричного розподілу (r_1 -логарифм рангу об'єкта, Y_1 -емпіричні дані, yd_{11}, yd_{12} - довірчий інтервали, Y_L - апроксимаційна пряма.)

Нелінійна верхня та нижня границі інтервалу рисунок.4.15(додаток Д28)

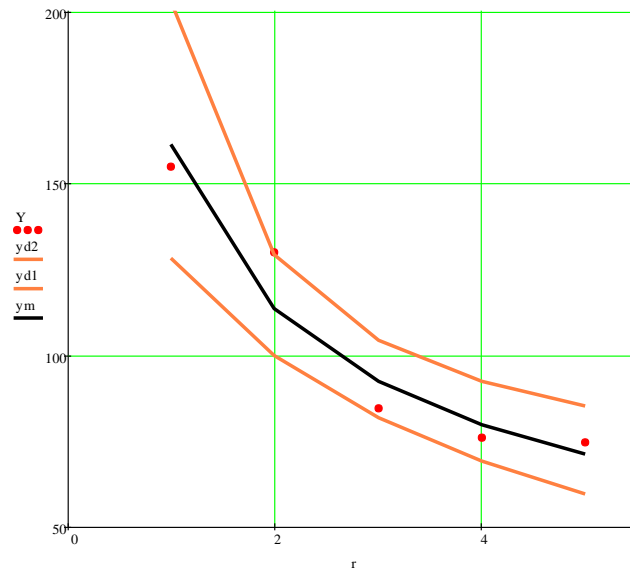


Рисунок 4.15. Довірчий інтервал для повного рангового параметричного розподілу в лінійних осях (r - логарифм ранга об'єкта, Y - електроспоживання МВтгод, $yd1, yd2$ - довірчий інтервали, y_m - апроксимаційна пряма.)

Виявлення об'єктів з аномальним електроспоживанням

З'ясуємо кількість точок, які знаходяться вище або нижче довірчого інтервалу (додаток Д29), а також потрапивши в нього рисунок 4.16

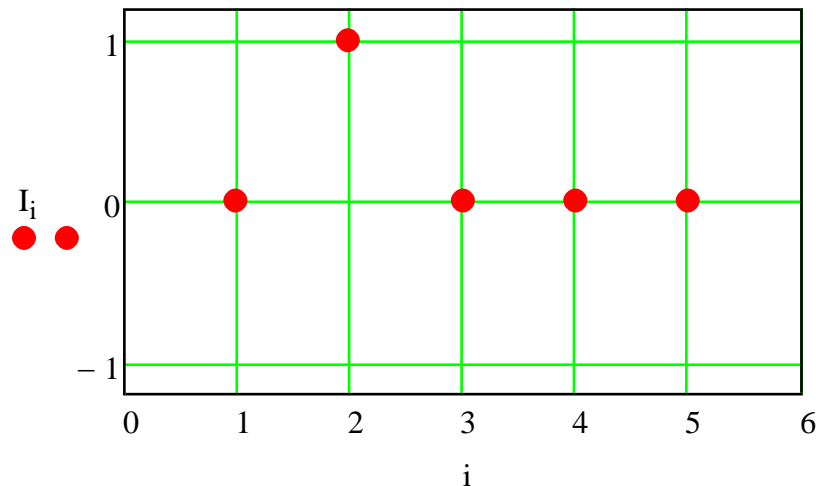


Рисунок 4.16. Графік, демонструє положення точок в межах довірчих інтервалів. i - це ранг об'єкта, а I_i – індикатор, який приймає значення 0, 1 та -1, якщо точка знаходиться в середині, вище або нижче довірчого інтервалу відповідно.

Для отримання списку енергоефективності визначається відносна величина відхилення точки від межі довірчого інтервалу і об'єкти ранжуються за цим прикладом (Даток Д30):

Використовуючи наведену (Додаток Д31) підпрограму, визначимо номер об'єкта (рядка) в початковій базі даних по електроспоживанню (створена раніше матриця $V1$). Результатом є список послідовностей перевірки «аномальних» об'єктів (результуючий вектор містить їхні номери $SPISOK=(1)$).

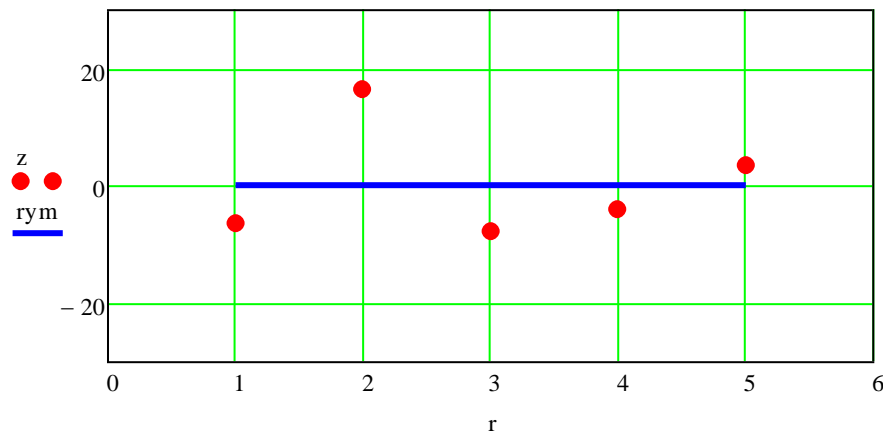


Рисунок 4.17. Графік відхилення діючих значень від бажаних

Виявлення об'єктів з найкращими показниками електроспоживанням

З'ясуємо фактичне відхилення точок від апроксимаційної кривої. За даними віддаленості об'єктів від апроксимаційної кривої формуємо профіль бенчмаркінгу для виробничих об'єктів хлібокомбінату. За яким можна прослідкувати ступінь енергоефективності досліджуваних підприємств та перелік (додаток Д32).

Використовуючи наведену (додаток Д33) підпрограму, визначимо номер об'єкта (рядка) в початковій базі даних по електроспоживанню (створена раніше матриця $V1$). В результаті отримуємо послідовність досліджуваних об'єктів з формовану за ступенем їх енергоємності виробництва, профіль бенчмаркінгу для хлібопекарських підприємств.

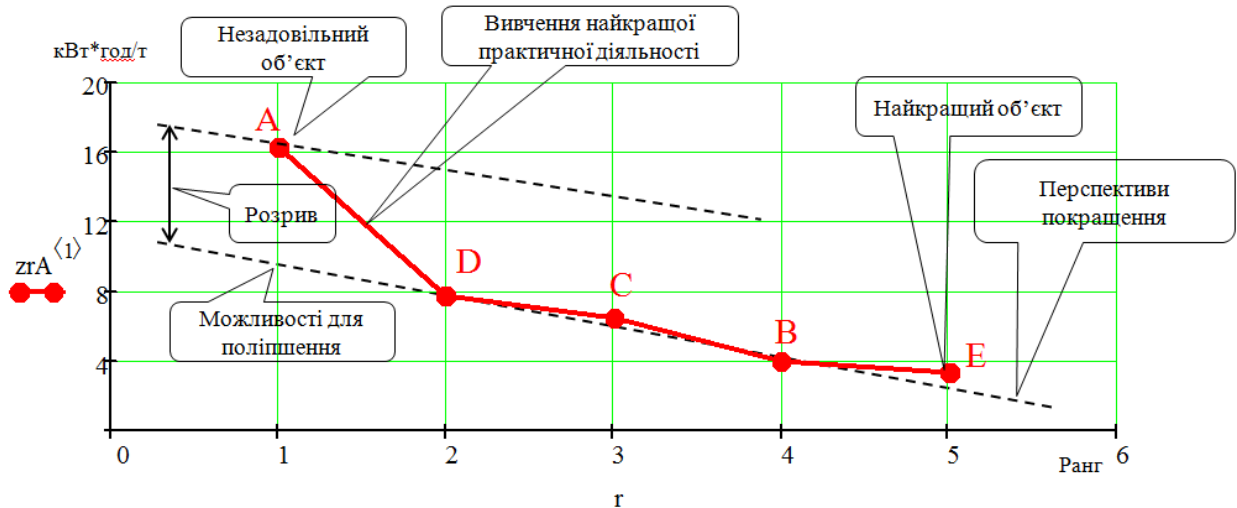


Рисунок 4.18. Профіль бенчмаркінгу для виробничих об'єктів виробництва хліба.

Саме на об'єкті під номером 1 (Виробничий об'єкт А) варто провести поглиблене дослідження (енергоаудит). Такий підхід можна було б впроваджувати послідовно (протягом кількох років), що разу зосереджуючись на найбільш вразливих об'єктах. При цьому великі кошти, виділені на енергоаудит, будуть використані ефективно, а енергетичне споживання в харчовій промисловості поступово зменшуватиметься [21,107].

Найкращою практикою, серед досліджуваних виробничих об'єктів, володіє №5 (Виробничий об'єкт Е), саме цей об'єкт використовує в своїй роботі найкращі організаційні та технічні заходи, які направлені на зменшення показників енергоємності вихідного продукту. Саме цей об'єкт може стати джерелом основних управлінських рішень.

4.5 Методологія встановлення оптимальних нормативних показників виконання технологічних процесів

В межах практичного застосування методу DEA у відносній оцінці енергоефективності хлібопекарських підприємств було застосовано програмний продукт DEAFrontier™ [14,15]. В якості вхідних показників енергоефективності для введення процедури ранжування досліджуваних підприємств були обрані наступні показники: споживання електроенергії. Вихідними показниками є характеристики ефективності хлібозаводу як суб'єкта господарювання – **обсяги**

реалізованої продукції, як результат для деяких розрахунків використовуємо питомі витрати електричної енергії.

Основою для оцінки енергоефективності виробничих об'єктів покладено порядок побудови границі енергоефективності, що має форму опуклої оболонки, та дослідження положення досліджуваного об'єкта відносно цієї границі. Показником енергоефективності для не енергоефективного об'єкта є відстань точки від границі [11,29,30]. В результаті аналізу DEA виробничі об'єкти були ранжовані за рівнем енергоефективності (таблиця 4.5), встановлення для неенергоефективних виробничих об'єктів цільових показників для досягнення певного значення показника.

Лідерами є підприємства з індексом, який відповідає одиниці енергоефективності. Аналіз структури вхідних/вихідних, що підлягають бенчмаркінгу, показує, що найкращі показники мають ті підприємства, які мають найнижчі втрати та енергоспоживання, на фоні високих обсягів продажу продукції.

В практичному застосуванні методу DEA, для оцінки поточного рівня використаного потенціалу ефективності хлібопекарських комбінатів, застосовано програмне забезпечення DEAFrontier™ [14, 15]. Щоб провести процедуру ранжування досліджуваних об'єктів, використано вхідні показники: електроспоживання; вихідні – об'єм реалізованої продукції, як результат для деяких розрахунків використовуємо **питомі витрати електричної енергії.**

Як основа для оцінки поточного рівня використаного потенціалу ефективності виробничих об'єктів, слугує процес формування границі ефективності, яка формою подібно до опуклої оболонки, та дослідження розміщення об'єктів відносно даної границі. Ступенем ефективності неефективного об'єкту є відстань точки від границі [11,29,30].

Підсумком методу DEA є ранжування виробничих об'єктів за рівнем використаного потенціалу (табл. 4.7) та формування цілей для виробничих об'єктів з низьким показником поточного рівня використаного потенціалу.

Виробничі об'єкти, які мають показник рівня використання потенціалу рівний одиниці, є найкращими. Аналіз вхідних та вихідних показників бенчмаркінгу показує, що до кращих об'єктів відносяться ті, які мають незначний рівень фактичних витрат при високій продуктивності.

Таблиця 4.7. Результат оцінки енергоефективності виробничих об'єктів хлібокомбінату та еталону.

№ з/п	об'єкт	Поточний рівень використано о потенціалу	Фактична продуктивність т./рік	Відмінність від еталону	еталонний об'єкт	Фактичні витрати кВт·год/рік	Бажані витрати кВт·год/рік
	Позначення	θ_i	ϕ	ρ		x_i	$x_i^{рек}$
1	Виробничий об'єкт А	0,5753	32181	1,686	Виробничий об'єкт Е	4173639	2400989
2	Виробничий об'єкт В	0,9833	19735	1,034	Виробничий об'єкт Е	1497351	1472412
3	Виробничий об'єкт С	0,4825	6853,9	0,359	Виробничий об'єкт Е	1059926	511368
4	Виробничий об'єкт D	0,882	13854	0,726	Виробничий об'єкт Е	1171863	1033632
5	Виробничий об'єкт Е	1	19086	1	Виробничий об'єкт Е	1424029	1424029

$$\theta_i = \phi_i / \phi_{em} \quad (4.8)$$

$$x_i^{рек} = \theta_i \cdot x_i \quad (4.9)$$

$$\rho_i = \phi_{em} / \phi_i \quad (4.10)$$

де θ_i – значення поточного рівня використаного потенціалу i -го (неенергоефективного) об'єкта, x_i – вектор показників вхідних змінних для i -го об'єкта, ϕ – продуктивність, ρ – значення відмінності від еталону.

Реалізація DEA-аналізу забезпечує автоматичне формування переліку бенчмарок для неенергоефективних об'єктів ($\theta < 1$). Виробничий об'єкт Е є енергоефективним у порівнянні з іншими і слугує орієнтиром для інших виробничих процесів. Показник відмінності показує в кілька разів відрізняється енергоефективність інших виробничих об'єктів від еталонного.

Підхід DEA передбачає, набір мети для збільшення енергоефективності неефективних об'єктів. Це завдання полягає у регулярному зменшенні вхідного коефіцієнта на величину θ при збереженні вихідного значення на первинному рівні.

Границя енергоефективності досягнута, якщо неенергоефективний виробничий об'єкт (хлібозавод) досягне рекомендованого значення індикатора. В енергоефективних виробничих об'єктах рекомендований показник індикатора буде відповідати базовому значенню. Таким чином, однією з переваг використання DEA-аналізу є те, що для кожного неефективного підприємства можна визначити, які вхідні та вихідні ресурси слід змінити і наскільки.

4.6 Практичні рекомендації щодо оцінювання енергозбереження на підприємстві харчової промисловості.

В першу чергу для подолання визначених вище недоліків на досліджуваних виробничих об'єктах потрібно запровадити європейські стандарти енергоефективності, зокрема ISO 50001 з енергоменеджменту. Це поступово наблизить корпоративну енергоефективність до рівня ЄС.

- провести енергоаудит підприємства, розробити та впровадити план заходів з енергозбереження. Постійно коригувати план на основі досягнутих результатів.

- навчати робітників, промислових виробництв, базовим засадам енергозбереженням та енергоефективності.

- удосконалення організаційної структури управління енергозбереженням та енергоефективністю в промисловості.

- розробити механізми заохочення промислових виробництв

- здійснювати формування та обробку енергетичних балансів виробництв.

Це дозволить здійснювати більш детальний збір необхідних даних, що дозволить виконувати ефективний аналіз, за представленою методикою, виробничих об'єктів на різних рівнях, а головне дасть змогу перейти на найнижчий рівень, на рівень однотипного енергетичного обладнання.

Головною умовою для отримання достовірних результатів обрахунку, є достовірність вхідних даних. Для їх отримання при використанні дослідного методу необхідно дотримуватися певних правил. Зокрема, зібрані дані мають бути повними, тобто охоплювати не лише основне устаткування, але і допоміжні механізми з тим, щоб можна було створити базу з енергетичними характеристиками роботи об'єкта. Звичайно при зборі інформації слід врахувати наявні технічні засоби обліку чи вимірювання, але намагатися виконувати умову збереження рівня на якому виконується аналіз.



Рисунок 4.19. Циклічний алгоритм управління процесом виділення критичних та найкращих показників.

Користуючись алгоритмом (рисунок 4.19) енергоменеджер компанії, маючи базові показники енергоспоживання, має змогу виконати аналіз спрямований на виявлення крайніх об'єктів серед досліджуваної вибірки.

Під крайніми об'єктами вибірки розуміються об'єкти, які мають найгірший та, за результатами розрахунку, найкращий показники ефективності роботи. Після чого енергоменеджер переходить до наступного складного етапу: аналізу особливостей роботи еталонного об'єкту та порівняння з найгіршим.

Процес пошуку відмінностей в роботі звичайно включає в себе наступні етапи:

- складання переліку агрегатів, які використовуються на досліджуваному рівні.
- збір даних, поро технічний стан,
- врахування даних з журналу сервісного обслуговування енергетичного обладнання,
- аналіз відповідності регламентним вимогам сировини, обробку якої виконує виробничий об'єкт,
- задовільність режимів роботи, відповідно до проектних розрахунків,
- обізнаність робочого персоналу про правила та умови роботи енергетичного об'єкту,
- аналіз ступеня впливу персоналу на роботу енергетичного об'єкту.

Наступний етап діяльності – це розробка заходів енергетичного менеджменту для стратегічного керування об'єктом дослідження, тобто для прийняття управлінських рішень.

На етапі прийняття керівництвом рішень старший енергетичний менеджер повинен обрати майбутню голову групи, яку можна назвати "координатором" стратегічного управління. Ця людина має бути надійною і здатною делегувати необхідні повноваження, і дуже важливо, щоб керівництво підприємства повністю підтримувало її на всіх етапах.

Роль координатора визначено наступним чином:

- встановлення меж процесу формулювання та реалізації управлінських рішень (ключових та технічних питань) за погодженням з керівником компанії;
- координація потоків необхідної інформації;
- організувати взаємодію між відділами всередині компанії;
- вирішувати конфлікти, що виникають під час погодження;
- формування переліку заходів спрямованих на покращення ситуації;

- додаткові завдання залежати від характеру та досвіду координатора, а також від наступних обставин особливостей організації роботи виробництва.

Для того, щоб управління координатора було ефективним, ця людина повинна бути достатньо незалежною. На практиці це означає, що після керівника та ради директорів координатор зі стратегічного керування є «ключовим» працівником компанії.

Впровадження представленої системи енергетичного бенчмаркінгу дозволить максимально швидко реагувати на зміни в роботі енергетичного обладнання та швидко розробляти управлінські рішення, які дозволять вийти на новий рівень енергетичного менеджменту підприємству.

Висновки до розділу

1. В прикладній частині був виконаний огляд виробничих об'єктів харчової промисловості, які спеціалізується на виготовленні хлібобулочних виробів. Первинний огляд, дав можливість стверджувати про подібність виробничих об'єктів в частині схожості таких параметрів як: обладнання, що використовується, вихідний асортимент, технологічні карти, схеми електропостачання, стан обладнання та особливості роботи.

2. Виконано вибір доступних показників функціонування виробничих об'єктів (питомі витрати) та проведено їх збір за останні дванадцять місяців з п'яти досліджуваних підприємств.

3. Використовуючи математичні апарати на основі техноценологічного методу, який дозволяє оптимально відобразити процес функціонування об'єктів з урахуванням його можливих змін у роботі, було розраховано межі енергоспоживання для досліджуваних виробничих об'єктів. Результатом розрахунку стала послідовність об'єктів за ступенем енергоємності їх технологічних процесів. Крайніми об'єктами якої стали найкращий та найгірший об'єкти.

4. Використовуючи програмний продукт DEAFrontier™ були встановлені оптимальні нормативні показники витрати ПЕР для кожного з досліджуваних об'єктів з урахуванням найкращої практики у досліджуваній вибірці.

5. Удосконалено схему та підвищено ефективність технологічного процесу виробництва хлібобулочних виробів. Шляхом розробки та впровадження удосконалених нормативних засад побудови роботи виробничих систем продуктів харчування, та продемонстровано результати розрахунків, які демонструють доцільність застосування представлених моделей та засобів для реалізації управління ефективністю функціонування виробничих систем харчової промисловості України.

6. Визначені та проаналізовані фактори впливу на енергоємність виробничого процесу. Отримані теоретичні результати перевірено шляхом їх порівняння з експериментальними.

ВИСНОВКИ

Дисертаційне дослідження вміщує результати з удосконалення та розробки нових науково обґрунтованих моделей і систем оцінювання ефективної роботи підприємств харчової промисловості України спрямованої на будівництво нових, модернізацію та реконструкцію морально застарілих виробничих об'єктів, які в результаті вирішують актуальну наукову задачу підвищення ефективності функціонування підприємств харчової промисловості, в сучасних умовах впровадження політики енергоощадних технологій. Висновки, які підсумовують отримані результати, стосуються наступного.

1. Проведений комплексний аналіз проблем управління енергоспоживанням підприємств харчової промисловості, за результатами якого виявлено низький рівень їх енергоефективності виробництва, натомість наявний значний потенціал в управлінні енерговикористанням, що обумовлює необхідність поглибленого розгляду питань проведення оцінки показників ефективності роботи підприємств харчової промисловості.

2. Доведено, що ефективний комплексний моніторинг, оцінка, планування та контроль ефективності споживання електроенергії, можуть бути забезпечені за допомогою інтеграції процедури бенчмаркінгу і моніторингу енергоефективності, як складових системи енергетичного менеджменту, підприємства харчової промисловості, що є базою для формування комплексного методу моніторингу.

3. Використання засад бенчмаркінгу дозволило розробити математичну модель оцінювання ефективності (якості) системи контролю за енерговикористанням підприємств харчової промисловості, яка забезпечує формалізацію процедури оцінювання і прозорість прийняття управлінських рішень щодо підвищення ефективності енерговикористання на підприємстві.

4. Система показників (індикаторів) та критеріїв оцінювання ефективності використання енергетичних ресурсів підприємств харчової промисловості (на прикладі хлібопекарських підприємств) у розрізі ключових характеристик: об'ємів відпуску вихідної продукції (асортименту), витрат основних видів енергоресурсів, енергоємності валового внутрішнього продукту, типу та кількості встановлених приладів обліку споживання енергоресурсів, дозволяє оцінити ефективність функціонування системи контролю за енерговикористанням на підприємстві та забезпечити формування відповідного механізму моніторингу.

5. Інтеграція результатів процесу комплексного моніторингу енергоефективності в інформаційну систему енергоменеджменту підприємства та створення інформаційного простору для комплексного моніторингу енергоефективності підприємств харчової промисловості реалізується шляхом оцінки ефективності впровадження новітніх технологій і обладнання на підприємстві за критерієм енергоефективності, здійснення комплексної оцінки та формування переліку заходів з підвищення енергоефективності.

Список використаної літератури

1. Ansary M., Kuzminov A., Ternovsky O., Medvedskaya T. and Panyavina. E. Technocenosis paradigm sustainability management of a forest enterprise. Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020; 595: 1-11.
2. Bowlin W. F., Charnes A., Cooper W. W., Sherman H. D. Data Envelopment Analysis and Regression Approaches to Efficiency Estimation and Evaluation. Annals of Operations Research. 1985. 2: 113-138.
3. Bowlin W.F., Charnes A., Cooper W.W., Sherman H.D. Data Envelopment Analysis and Regression Approaches to Efficiency Estimation and Evaluation. Annals of Operations Research. 1985; 2: Pp. 113–138.
4. Built in Frankivsk. Germany, Italy and Japan are world leaders in energy conservation”. <http://pobudovano.com.ua/news/nimechchina-italiya-ta-yaponiya-svitovi-lideri-energozberezhennya>
5. Charnes A., Cooper W. W., Lewin A. Y., Seiford L. M. Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, and Application . Boston: Kluwer Academic Publishers. 1994; 513.
6. Charnes A., Cooper W.W., Lewin A.Y., Seiford L.M. Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, and Application. Boston : Kluwer cademic Publishers.1994; 513.
7. Coelli T., Prasada Rao D. S., Coelli G. E. An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis . Battese. Boston : Kluwer Academic Publishers. 1998; 275.
8. Coelli, T. An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis T. Coelli, D. S. Prasada Rao, G. E. Battese. Boston: Kluwer Academic Publishers.1998; 275.
9. Cooper L. M. Seiford, K., Cooper, W. W. Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References, and DEA-Solver Software .W Tone. Boston: Kluwer Academic Publishers. 2000; 318.

10. Cooper W., Seiford L., Zhu J. Data Envelopment Analysis: History, Models and Interpretations. Hand Book on Data Envelopment Analysis. New York : Kluwer Academic Publishers. 2004; 587.
11. Cooper W.W., Seiford L.M., Tone K. Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References, and DEA-Solver 354 Software. Boston: Kluwer Academic Publishers. 2000; 318.
12. Cooper W.W., Seiford L.M., Tone K. Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses: With DEA-Solver Software and References. New York: Springer. 2016; 354.
13. Davydenko L. Indicators System Creation For The Energy Efficiency Benchmarking Of Municipal Power System Facilities. Problemele energeticii regionale. 2015; 1 (27): 58-70.
14. DEAFrontier Software. <http://www.deafrontier.net/deafree.html>
15. DEAFrontier Software. Joe Zhu Foisie School of Business. <http://www.deafrontier.net/index.html>;
16. Global Industrial Energy Efficiency Benchmarking. An Energy Policy Tool: Working Paper. Vienna, Austria : United Nations Industrial Development Organization, Vienna International Centre. 2010; 76. <http://www.unido.org>
http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=73398
17. ISO 50001. Energy management systems - Requirements with guidance for use. ANSI. 2011; 23.
18. Jacek Gembicki et ol., Energy efficiency in the agricultural and food industry illustrated with the example of the feed production plant, E3S Web of Conferences. 2016.
19. Jacek Kamiński, Guillaume Leduc. Energy efficiency improvement options for the EU food industry. ResearchGate. 2010.
20. Jean-Michel Clairand, Marco Briceño-León, Guillermo Escrivá-Escrivá , and antonio Marco Pantaleo. Review of Energy Efficiency Technologies in the Food Industry: Trends, Barriers, and Opportunities. IEEE Access. 2020.

21. Kapp E. Grundlinien einer Philosophie der Technik. Braunschweig: Verlagshaus Georg Westermann. 1877; 360.
22. MacKay D. J.C. Information Theory, Inference, and Learning Algorithms – Cambridge: Cambridge University Press. 2003; 640.
23. Qusay Ibrahim et al., Case Study and Energy Analysis of Power System Management of Confectionery Factory in Jordan . International Conference on Power Generation Systems and Renewable Energy Technologies (PGSRET). 2019.
24. Ray S.C. Data Envelopment Analysis theory and techniques for economics and operations reseach. Cambridge : Cambridge University Press, 2011. 366с.
25. Rodrigues P. P., Gama J. A system for analysis and prediction of electricity-load streams. Intelligent Data Analysis. 2009;13: 477-496.
26. Solow R. M. Technical Change and the Aggregate Production Function/ The Review of Economics and Statistics. 1957; 30 (3): 312-320.
27. Standard Excel Solver. Dealing with Problem Size Limits. Frontline Systems. <https://www.solver.com/standard-excel-solver-dealing-problem-size-limits>.
28. Tsay R. S. Analysis of financial time series. – New York : Wiley & Sons, Inc. 2002; 448.
29. Zhai D., Shang J., Yang F., Ang Sh. Measuring energy supply chains' efficiency with emission trading: A two-stage frontier-shift data envelopment analysis. Journal of cleaner production. 2019; 210: 1462-1474.
30. Zhu J. Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking: Data Envelopment Analysis with Spreadsheets and DEA Excel Solver. New York : Springer. 2018; 328.
31. Zhuk Y. O., Technocenosis of means of education for fulfillment of teaching research on physics in secondary school of general education, ITLT. Apr. 2013; 34(2): 11-20.
32. Айстраханов Д.Д., Пугачова М.В., Степашко В.С. та ін. За ред. М.В. Пугачової. Концептуальні основи статистичного моніторингу. Київ: ІВЦ Держкомстату України. 2003; 343.

33. Багатокритеріальний підхід до оцінки ефективності складних систем. Постановка задачі багатокритеріального оцінювання ефективності. <http://rekcon.narod.ua/opt.html>
34. Баранов В. І. Технологічне забезпечення енергоефективності у хлібопекарській галузі. Проект «Підвищення енергоефективності та стимулювання використання відновлюваної енергії в агро-харчових та інших малих та середніх підприємствах (МСП) України». Київ; 2015. http://www.reee.org.ua/download/trainings/%D0%A2%D0%9C_8.pdf
35. Бевз В.В. Вчені записки: збірник наукових праць. Київ: КНЕУ, 2011; 13: 169-173. <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/1309>
36. Бідюк С.В. Оцінювання узагальнених лінійних моделей за байєсівським підходом в актуарному моделюванні. Трухан інформаційні технології, системний аналіз та керування. 2014; 49-55. https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/14481/1/2014_6_06.pdf
37. Василенко В. І. Інформаційне забезпечення впровадження енергозберігаючих заходів в бюджетних установах міста з використанням рангового аналізу. Вісник КНУТД; 2019; 1 (130): 9-17.
38. Василенко В. І. Оцінка потенціалу енергозбереження в бюджетній сфері на основі рангового аналізу. Енергетика: економіка, технології, екологія. 2017; 3(49): 70-81.
39. Василенко В.І. Енерго-екологічні критерії при оптимізації техноценозу житлового-комунального господарства. Екологічні науки. 2018; 2(21): 101-106.
40. Вітлінський В. В. Моделювання економіки. Київ: КНЕУ; 2003; 408.
41. Гайдаєнко О. М. Стратегічний аналіз: навчальний посібник. Одеса: Атлант; 2010; 324.
42. Гасанов Г.Б. Рейтинговая оценка и регулирование деятельности распределительных электрических сетей в условиях нечеткости : монография. Львов: Львівська політехніка. 2006; 116.

43. Говорунову Т.А., Климаш Н.І. Управління ефективністю діяльності підприємств на основі вартісно-орієнтованого підходу. Монографія. Київ: Логос. 2013; 204.
44. Гогіташвілі Г. Г., Карчевські Є. Т., Лапін В. М., Управління охороною праці та ризиком за міжнародними стандартами: Навч. посіб. Київ, Україна:Знання; 2007.
45. Давиденко Л.В. Використання методології бенчмаркінгу для визначення рівня ефективності енергоспоживання в комунальній теплоенергетиці. Енергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. 2015; 4: 15-20.
46. Давиденко Л.В., Давиденко В.А. Оцінювання рівня енергоефективності об'єктів складних енерготехнологічних систем як задача багатомірного порівняння. Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. Технічні науки. 2011. Випуск 116 „Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України”. 76-78.
47. Давиденко Л.В., Давиденко В.А., Розен В.П. Моніторинг ефективності енерговикористання в системах комунального водопостачання : монографія. Луцьк: РВВ Луцького НТУ; 2015; 148.
48. Двоєглазова. М. В. Управління інтеграцією інформаційних систем підприємства та проектів розвитку машинобудівної галузі. Київ; 2012; 207.
49. Дейна А. Ю. Статистична оцінка енергоефективності виробництва та споживання паливно-енергетичних ресурсів в Україні. Статистика України. 2017; 3: 45-52.
50. Денисенко Л. О. Система енергетичного менеджменту як основа ефективного управління енергоспоживанням. Технології та дизайн. 2013; 3(8). http://nbuv.gov.ua/UJRN/td_2013_3_19
51. Денисюк С.П. ISO 50001: цілі стандарту та перспективи його впровадження в Україні. Київ: ЮНІДО; 2015; 104.

52. Денисюк С.П., Василенко В.І. Енергетичні, економічні та екологічні показники енергоефективності. Енергетика: економіка, технології, екологія. 2016; 1: 33-44.
53. Держстат України. Офіційний сайт. <http://www.ukrstat.gov.ua/>
54. Джеджула В. В. Організаційно-економічний механізм енергозбереження промислових підприємств: дис. док.екон. наук: спеціальність 08.00.04 «Економіка та управління підприємствами». Хмельницький національний університет. Хмельницький; 2014; 419.
55. Дзядикевич Ю.В., Буряк М.В., Розум Р. Енергетичний менеджмент. Економічна думка. Тернопіль; 2010.
56. Доценко І. О. Застосування бенчмаркінгу як інструменту впровадження інноваційних процесів на підприємстві. <http://elar.khnu.km.ua/jspui/bitstream/123456789/4804/1/Stattya-Dotsenko.pdf>
57. ДСТУ EN 16231:2017 Методологія бенчмаркінгу енергетичної ефективності
58. ДСТУ ISO 50001:2014. Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання (ISO 50001:2011, IDT). Київ; 2015; 27.
59. ДСТУ ISO 50004:2016. Настанова щодо впровадження, супровід та поліпшення системи енергетичного менеджменту (ISO 50004:2014, IDT). Київ: ДП «УкрНДНЦ»; 2016; 38.
60. ДСТУ ISO 50006:2016. Системи енергетичного менеджменту. Вимірювання рівня досягнутої/досяжної енергоефективності з використанням базових рівнів енергоспоживання та показників енергоефективності. Загальні положення та настанова (ISO 50006:2014, IDT). Київ: ДП «УкрНДНЦ»; 2016; 30.
61. ДСТУ ISO 50006:2020. Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання. Київ: ДП «УкрНДНЦ»; 2020; 33.

62. ДСТУ ISO 50015:2016 Системи енергетичного менеджменту. Вимірювання та верифікація рівня досягнутої/досяжної енергоефективності організацій. Загальні принципи та настанова (ISO 50015:2014, IDT). Київ: ДП «УкрНДНЦ»; 2016; 19.
енергоефективність: монографія. Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова. Харків: ХНУМГ; 2015; 164.
63. Жук Ю. О. Техноценоз засобів навчання для виконання навчальних досліджень з фізики у середній загальноосвітній школі. Інформаційні технології і засоби навчання. 2013; 2(34): 11-18.
64. Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. Основи системного аналізу. Київ: Видавнича група ВНУ; 2007; 544с.
65. Зельнер А. Байесовские методы в эконометрии. Статистика; 1980; 434.
66. Зеркалов Д. В., Энергозбереження в Україні: монографія. Київ: Основа; 2012.
67. Зозуляк І.А., Бандура В.М., Горбатюк Р.М. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Технологічне обладнання переробних та харчових виробництв» для підготовки фахівців у вищих навчальних закладах III–IV рівнів акредитації. Вінниця: ВНАУ; 2018; 40.
68. Іпполітова І. Я. Формування організаційно-економічного механізму енергозбереження на підприємстві. Глобальні та національні проблеми економіки. 2015; 8: 406-411.
69. Комплекс галузей харчової промисловості.
<https://geografiamozil2.jimdofree.com/%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D0%B0/%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81-%D0%B3%D0%B0%D0%BB%D1%83%D0%B7%D0%B5%D0%B9-%D1%85%D0%B0%D1%80%D1%87%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96>

70. Корінько, І. В., Панасенко Ю. О., Рудий М. О. Енергозбереження та Корн Г., Корн Т. Цикл статей, які розкривають досвід рішення завдань оптимального управління електроспоживання балансується. Довідник з математики. Наука; 1978; 832.
71. Крючковский В.В., Петров Э.Г., Соколова Н.А., Ходаков В.Е. Интроспективный анализ. Методы и средства экспертного оценивания : монография. Подред. Э.Г. Петрова. Херсон : Гринь Д.С., 2011. 168.
72. Кузьменко О.В., Медвідь Т.А., Левченко Л.Г. та ін. Практичне застосування Байєсівського аналізу при здійсненні фінансового моніторингу в банках : монографія. За заг. ред. С.О. Дмитрова. Суми: ДВНЗ "УАБС НБУ"; 2011; 46.
73. Кундеева Г.О. Продовольча безпека країни: харчова промисловість. Ефективна економіка. 2015; 12.
74. Ладанюк А. П. Основи системного аналізу. Навчальний посібник. Вінниця: Нова книга; 2004; 176.
75. Ладанюк А.П., Заєць Н.А., Власенко Л.О., Луцька Н.М.. Координація функціонування технологічних ділянок цукрового заводу з урахуванням задач прогнозування. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2006;6:112-115.
76. Ластовецький В.О. Виробничо-комерційний облік і внутрішньогосподарська (управлінська) звітність за центрами витрат і відповідальності. Чернівці: Місто, 2003; 156.
77. Левченко О. Г., Ільчук О. С., Математичне моделювання процесу оцінювання рівня ефективності управління охороною праці в галузі машинобудування". Енергетика: економіка, технології, екологія; 2017; 4:170-175.
78. Лисенко В.П., Решетюк В.М., Штепа В.М., Заєць Н.А.. Системи штучного інтелекту: нечітка логіка, нейронні мережі, нечіткі нейронні мережі, генетичний алгоритм. Київ: НУБІП України; 2014; 336.

79. Маргасов Д.В., Сахно Е.Ю., Скітер І.С. Розробка моделі та модифікація методу аналізу ієрархій для оцінки рівня енергоефективності. Восточно-Европейский журнал передовых технологий; 2015; 5(2): 26-32.
80. Мартиненко В.П., Сільченко А.Р. Системний підхід як один із методів ефективного управління ресурсним потенціалом підприємства. Ефективна економіка; 2016; 1.
<http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=4717>
81. Милашко О. Г., Русева О. П. Міжнародна статистика: навчальний посібник. Одеса: ОДЕУ; 2002; 123.
82. Михайленко І. Д. Політика енергозбереження, потенціальні можливості енергозбереження в Україні, Энергосбережение; 2006; № 1: 3-8.
83. Міжнародний стандарт ISO 50001 Системи енергоменеджменту.
84. Міжнародний стандарт ISO 50006.
85. Моніторингу енергоефективності. України ; 2016 .
<http://newsep.com.ua/media/news/854/filesМоніторинг%20енергоефективності%20України%202016.pdf>
86. Озеран В. Облік окремих матеріальних витрат на хлібопекарних підприємствах. Бухгалтерський облік і аудит. 1998; 10: 37-38.
87. Онищенко Я.Д., Замулко А.І. Системний підхід в енергетичному менеджменті як аналітичний засіб для оцінювання енергоємних процесів на підприємствах харчової промисловості України. Наукові праці Національний університет харчових технологій. 2020;26(2): 131
https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/31129/3/Tom_%2026%20%232.pdf
88. Онищенко Я.Д., Замулко А.І. Аналіз тенденцій споживання енергетичних ресурсів харчовою промисловістю України. Наукові праці Національний університет харчових технологій. 2019; 25(4):102.
https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/30241/1/Tom_25_%e2%84%964.pdf

89. Онищенко Я.Д., Замулко А.І. Рейтингове оцінювання в задачах управління розвитком ефективного енерговикористання на підприємствах харчової промисловості (на прикладі хлібопекарських підприємств). Наукові праці Національний університет харчових технологій. 2022; 28(3): 88
<https://drive.google.com/file/d/1ksKVf03mBPE7a0bt0xAfpvPBAT9JAwmF/view>
90. Пашнюк Л.О. Харчова промисловість України: стан, тенденції та перспективи розвитку. Економічний часопис XXI. Економіка та управління підприємством. 2012; 9(10): 60 - 63.
91. Показатели энергоэффективности: основы формирования политики. OECD/IEA : International Energy Agency; 2014.
http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Essentials_RU_final_FULL.PDF
92. Праховник А. В., Розен В. П., Разумовський О. В. та інші. Енергетичний менеджмент: Навчальний посібник. Нот. ф-ка; 1999; 184.
93. Про схвалення енергетичної стратегії України на період до 2030 року. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 15.03.2006; 145.
<http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/145-2006-p>.
94. Промисловість України у 2011-2015 роках: статистичний збірник, за ред. І.С. Петренко. Київ: Держ. стат. України; 2016; 379.
95. Розен В.П., Курбака Г.В., Мильніченко С.М. Модель оцінки ефективності використання планової величини електричної потужності промислових підприємств. Вісник ЧДТУ; 2013; 3: 56-60.
96. Рубан-Максимець О.О. Особливості розрахунку показників енергетичної ефективності на базі статистичної звітності України. Проблеми загальної енергетики. 2009; 20: 21-26.
97. Салашенко Т.І. Особливості оцінки енергоефективності регіонів з позиції забезпечення їх сталого розвитку. Ефективна економіка; 2012; 9.
<http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=1397>.

98. Сердюк Т. В. Організаційно-економічний механізм енергозбереження в промисловості : монографія. Вінниця: УНІВЕРСУМ–Вінниця; 2005; 154.
99. Снитюк В.Є. Прогнозування. Моделі. Методи. Алгоритми: Навчальний посібник. Київ :«Маклаут»; 2008; 364.
100. Солонін Є.Б., Лутова Н. В. Інтелектуальні технології пошуку та аналізу даних. Єкатеринбург: видання Харків; 2015; 1-43.
101. Суходоля О.М. Розвиток нормативно-правової бази енергозбереження та створення механізмів фінансового забезпечення енергозберігаючих проектів. Вісник соціально-економічних досліджень: збірник наукових праць. Одеса, ОДЕУ; 2007; 27: 224-231.
102. Теорія організації:
https://studme.com.ua/1924070111174/ekonomika/sistemnyy_podhod_ego_r_azvitiye.htm
103. Теслюк, Т., Цмоць, І., Опотяк, Ю. та Теслюк, В. Архітектура багаторівневої системи управління енергоефективністю регіону. Вісник НУ «Львівська політехніка». Комп'ютерні науки та інформаційні технології; 2017; 864: 201-209.
104. Ткаченко В.Ф., Моніторинг споживання електроенергії інфраструктурою вищого навчального закладу (на прикладі Черкаського державного технологічного університету). Київ, Україна: НАН України, Інститут техн. Теплофізики.2014.
105. Укренерго. Офіційний сайт. <https://ua.energy/>
106. Хайлук С.О. Використання байесівського підходу до оцінки ефективності банківської системи. Проблеми економіки. 2012; 2: 75-77.
107. Черемісін М.М. Автоматизація обліку та управління електроспоживання. Харків: Факт; 2005; 320.
108. Шерман Є.М. Сутність та принципи формування організаційно-економічний механізм розвитку підприємств харчової промисловості. Херсонський національний технічний Університет: Херсон; 2015; 247.

109. Шестеренко, В. Є., Шестеренко О. В. Електропостачання промислових підприємств. Посібник до курсового та дипломного проектування. Київ; 2013; 424.
110. Шубак П., Борс Д., Саф'янц А., Чернявський А., Посібник із енергоаудиту. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. 2020; 148.
111. Янковий О.Г., Чернишова О.Б. Теоретичні основи багатовимірного статистичного аналізу конкурентоспроможності продукції. Торгівля і ринок України. Донецьк: ДонНУЕТ; 2007; 23 (2): 272-278.

Додаток А

Темпи приросту обсягів виробництва продуктів харчової промисловості.

Види продукції	Темп приросту, %				
	2012 до 2011р.	2013 до 2012 р.	2014 до 2013 р.	2015 до 2014 р.	2016 до 2015 р.
Яловичина свіжа або охолоджена, тис.т	-3,4%	1,6%	-11,0%	-9,3%	17,2%
Яловичина заморожена, тис.т	-9,0%	56,8%	-31,5%	19,0%	-31,9%
Свинина свіжа або охолоджена, тис.т	-5,4%	16,2%	15,8%	0,4%	-0,8%
Свинина заморожена, тис.т	54,7%	-20,3%	36,8%	8,3%	-22,9%
Птиця свіжа або охолоджена, тис.т	0,3%	12,6%	-8,7%	0,3%	4,8%
Птиця заморожена, тис.т	9,6%	84,1%	14,4%	13,8%	35,4%
Ковбасні вироби, тис.т	0,7%	0,0%	-9,2%	-11,6%	-1,3%
Овочеві та фруктові соки (окрім сумішей). тис.т	18,3%	2,4%	-5,0%	-40,0%	-12,1%
Консервовані натуральні овочі, тис.т	-18,8%	-5,6%	22,0%	0,7%	-6,2%
Нерафінована соняшникова олія тис.т	19,7%	-10,5%	29,3%	-15,6%	18,5%
Маргарин та харчові жири та олії, тис.т	-8,6%	-13,7%	-4,2%	-29,2%	-4,2%
Молоко, тис.т	2,0%	6,6%	14,9%	-13,2%	-4,5%
Масло, тис.т	15,5%	6,4%	20,9%	-10,5%	-1,0%
Сири кисломолочні, тис.т	3,3%	5,9%	-10,8%	-9,2%	2,7%
Жирні сири, тис.т	-5,6%	-1,8%	-21,2%	-4,6%	-8,9%
Борошно, тис.т	0,3%	-1,5%	-8,1%	-8,1%	-10,5%
Хлібі вироби, тис.т	-4,4%	-7,4%	-13,1%	-9,3%	-8,8%
Цукор пісок, тис.т	-17,1%	-41,1%	62,7%	-28,9%	35,0%
Шоколад, тис.т	-0,9%	-2,9%	-29,0%	-22,1%	-7,1%
Солодощі, тис.т	-5,2%	-7,3%	-7,9%	2,2%	-4,2%
Пиво млн.дал.	-2,0%	-7,7%	-11,7%	-19,4%	-7,7%
Негазована вода, млн.дал.	11,9%	7,4%	-10,9%	0,0%	18,1%
Газована вода, млн.дал.	-1,3%	-8,8%	-6,8%	-11,9%	-1,4%
Безалкогольні вироби, млн.дал.	-0,7%	-12,5%	-7,9%	-5,2%	7,3%

Додаток Б

Норми споживання палива при виробництві

Хліб пшеничний

Різнovid	Витрати	Значення	
		Кг у.п./т	%
Норма	назва		
Технологія	Випікання хліба в хлібопекарській печі BN-50	59,1	98,6
	Тримати хлібопекарську піч BN-50 в режимі гарячого очікування для розігріву або запуску після холодного простою або поточного ремонту.	0,814	1,4
	Загально	59,914	100

Булочні вироби

Різнovid	Витрати	Значення	
		Кг у.п./т	%
Норма	назва		
Технологія	Випікання здоби в хлібопекарській печі BN-50	60	98,9
	Тримати хлібопекарську піч BN-50 в режимі гарячого очікування для розігріву або запуску після холодного простою або поточного ремонту.	0,687	1,1
	Загально	60,687	100

Булочні «Малятко»

вид	Витрати	Значення	
		Кг у.п./т	%
Норма	назва		
Технологія	Випікання здоби в хлібопекарській печі BN-50	91	98,4
	Тримати хлібопекарську піч BN-50 в режимі гарячого очікування для розігріву або запуску після холодного простою або поточного ремонту.	1,472	1,6
	Загально	92,472	100

Додаток В

Норматив споживання тепла при виробництві певної продукції.

Хліб з борошна першого та другого ґатунку

Види норм	Витрати		Значення	
	Назва	Мкал/т	%	
Технологія	- Нагрів борошно	4,34	1,2	
	- Нагрів вода	8,89	2,5	
	- приготування кисломолочних заквасок	2,88	0,8	
	- Заміс дріжджового розчину	0,63	0,2	
	- Нагрів цукрового сиропу	0	0	
	- Нагрів жиру	0	0	
	- Зрошення камер вистоювання	26,67	7,6	
	- Зрошення камери випікання	166,67	47,4	
	- Стерилізація контейнерів і лотків	2,02	0,6	
	- Стерилізація технічного обладнання	2,43	0,7	
		загально	214,53	61
Загальновиробнича цехова	Технологічна норма	214,53	61	
	Обігрів та кондиціонування	97,99	27,8	
	Гігієнічні потреби робочого цеху	17,26	4,9	
	Втрати тепла в цехах	2,68	0,8	
	Загально	332,46	94,5	
Загальновиробнича заводська	Загальні виробничі стандарти в цеху	332,46	94,5	
	Потреби додаткових служб і цехів	16,79	4,8	
	Витрати через заводські теплові станції та мережі	2,66	0,8	
	Загально	351,91	100	

Додаток Г

Норми витрати електроенергії

Хліб пшеничний

Види норм	Витрати	Значення	
	Назва	кВт год/т	%
Технологія	Виготовлення сировини	2,57	4,33
	Виготовлення опари та тіста	6,43	10,84
	Оброблення тіста	5,65	9,53
	Витримка заготовок	1,35	2,28
	Випікання	9,63	16,24
	Укладка продукції	0,34	0,57
	Сушіння	0	0
	Подрібнення	0	0
	Пакування	0,21	0,35
	Загально	26,18	44,14
Виробничий цех	Технологія	26,18	44,14
	Освітлення	1,73	2,92
	Загальновиробнича вентиляція	0,74	1,25
	Забезпечення стисненим повітрям	20,64	34,8
	Водопостачання	0,35	0,59
	Виробництво холоду	0	0
	Робота електротранспорту	0	0
	Загально	49,64	83,70
Виробничий завод	Норма виробничого цеху	49,64	83,70
	сервісні потреби.	7,85	13,24
	Втрати електромережі та трансформаторах заводу	1,82	10,7
	Загально	59,31	100

Додаток Д

Демонстрація розрахунків в програмному програмі Mathcad.

Додаток Д1 – сформована матриця в Mathcad.

$$V1 = \begin{pmatrix} 170.546 & 168.19 & 155.689 & 114.336 & 102.213 & 114.826 & 102.618 & 104.495 & 99.348 & 107.188 & 144.602 & 166.627 & 129.694 \\ 74.15 & 102.47 & 73.165 & 78.75 & 62.249 & 77.641 & 80.194 & 60.438 & 74.638 & 77.069 & 81.194 & 74.579 & 75.873 \\ 148.453 & 142.547 & 147.992 & 158.687 & 177.302 & 198.205 & 163.791 & 137.511 & 159.391 & 157.791 & 146.579 & 133.495 & 154.645 \\ 77.32 & 89.455 & 87.929 & 86.927 & 80.486 & 83.567 & 80.776 & 63.619 & 70.644 & 70.947 & 71.214 & 62.147 & 84.587 \\ 51.89 & 52.703 & 60.956 & 58.406 & 61.817 & 59.575 & 61.983 & 61.413 & 64.815 & 74.384 & 68.484 & 75.902 & 74.609 \end{pmatrix}$$

Додаток Д2 - вигляд підпрограма яка дозволяє обробити дані будь-кого обсягу

$$\text{Zipf}(Y) := \begin{array}{l} \text{for } i \in 1.. \text{cols}(Y) \\ \quad \left| \begin{array}{l} c \leftarrow \text{sort}(Y^{(i)}) \\ b^{(i)} \leftarrow \text{reverse}(c) \end{array} \right. \\ b \end{array}$$

Додаток Д3 - визначення кількості об'єктів n та формування вектора рангів Rr.

$$\begin{aligned} n &:= \text{length}(\text{Zipf}(W^{(1)})) \\ n &= 5 \\ r &:= 1.. n \end{aligned}$$

$$R_r := r$$

Додаток Д4 – визначення рангів для кожного об'єкту.

$$\text{Rang}(W) := \begin{array}{l} \text{for } j \in 1.. \text{cols}(W) \\ \quad \left| \begin{array}{l} i \leftarrow 1 \\ a \leftarrow W^{(j)} \\ c \leftarrow \text{sort}(a) \\ b \leftarrow \text{reverse}(c) \\ \text{for } m \in 1.. \text{rows}(a) \\ \quad \left| \begin{array}{l} \text{for } n \in 1.. \text{rows}(b) \\ \quad L_{i,j} \leftarrow n \text{ if } a_m = b_n \\ i \leftarrow i + 1 \end{array} \right. \end{array} \right. \\ L \end{array}$$

$$\text{Rang} := \text{Rang}(V^T)^T$$

$$\text{Rang}^T =$$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2
2	4	3	4	4	4	4	4	5	3	3	3	4	4
3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
4	3	4	3	3	3	3	3	3	4	5	4	5	3
5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	3	5

Додаток Д5 – визначення суми рангів для кожного об'єкта

$$j := 1.. \text{cols}(\text{Rang})$$

$$i := 1.. \text{rows}(\text{Rang})$$

$$S_j := \sum_i \text{Rang}_{i,j}$$

$$S^T =$$

	1	2	3	4	5
1	22	49	17	46	61

Додаток Д6 – Визначення загальної суми рангів додаток

$$SS := \sum_{i=1}^n S_i$$

$$SS = 195$$

Додаток Д7 – Розрахунок середнього для рангів

$$SR := \frac{SS}{\text{rows}(S)}$$

$$SR = 39$$

Додаток Д8 – Визначення відхилення і квадрата відхилення сум рангів для кожного об'єкта від середньої рангів

$$D := S - SR$$

$$D^T = (-17 \ 10 \ -22 \ 7 \ 22)$$

$$DKV := D^2$$

$$DKV^T = (289 \ 100 \ 484 \ 49 \ 484)$$

Додаток Д9 – Визначення загальної суми квадратів відхилень рангів від середньої для рангів, а також кількості розподілів :

$$SDKV := \sum_{j=1}^n DKV_j$$

$$SDKV = 1406$$

$$\underline{m} := \text{rows}(\text{Rang})$$

$$m = 13$$

Додаток Д10 – Розрахунок коефіцієнта конкордації

$$\underline{K} := \frac{12 \cdot SDKV}{m^2 \cdot (n^3 - n)}$$

$$K = 0.8319$$

Додаток Д11 – Підпрограма для оцінки результатів

$$\text{RESULT}(y) := \begin{cases} \text{return "no"} & \text{if } 0 \leq y \leq 0.5 \\ \text{return "yes"} & \text{if } 0.5 \leq y \leq 1 \\ \text{return "error"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{RESULT}(K) = \text{"yes"}$$

Додаток Д12 – підготовчі операції

$$\underline{\text{ORIGIN}} := 1$$

$$\underline{n} := \text{rows}(V); \ n = 5 \ ; \ i := 1..n; \ Y := V^{\langle 1 \rangle}$$

Додаток Д13 – завдання апроксимаційної форма і визначання цільової оптимізаційної функції методу найменших модулів з початковими наближенням.

$$f(R, w1, b) := \frac{w1}{R^b}$$

$$\Phi(w1, b) := \sum_i |(Y)_i - f(R_i, w1, b)|$$

$$w1 := Y_1$$

$$b := 1$$

Додаток Д14 – Визначення вектору m

$$m := \text{Minimize}(\Phi, w1, b)$$

$$m = \begin{pmatrix} 170.55 \\ 0.71 \end{pmatrix}$$

$$y1 := \frac{m_1}{R^{m_2}}$$

Додаток Д15 – Вводимо формальні параметри, логарифмуючи вектор рангів і емпіричні дані

$$P_i := 1$$

$$RL := \overrightarrow{\ln(R)}$$

$$YL := \overrightarrow{\ln(Y)}$$

Додаток Д16– Розрахунок коефіцієнтів лінійної регресії

$$X := \text{augment}(P, RL)$$

$$B := (X^T \cdot X)^{-1} \cdot (X^T \cdot YL)$$

$$B = \begin{pmatrix} 5.264368 \\ -0.747656 \end{pmatrix}$$

Додаток Д17– розраховуємо коефіцієнти регресії для початкової нелінійної функції і відновлюємо першочергову залежність

$$w11 := \exp(B_1) \quad \beta1 := (-B)_2$$

$$w11 = 193.324168 \quad \beta1 = 0.747656$$

$$yL := B_1 + RL \cdot B_2$$

$$y2 := \frac{w11}{R^{\beta1}}$$

Додаток Д18 – обчислення коефіцієнту регресії

$$\begin{array}{l}
 \underline{\underline{T}}(W, r) := \left| \begin{array}{l}
 n \leftarrow \text{length}(W) \\
 \beta \leftarrow \frac{\sum_{i=1}^n \ln(W_i) \cdot \sum_{i=1}^n \ln(r_i) - n \cdot \sum_{i=1}^n (\ln(W_i) \cdot \ln(r_i))}{\left(\sum_{i=1}^n \ln(r_i) \right)^2 - n \cdot \sum_{i=1}^n (\ln(r_i))^2} \\
 W1 \leftarrow \exp \left[\frac{1}{n} \cdot \left(\sum_{i=1}^n \ln(W_i) + \beta \cdot \sum_{i=1}^n \ln(r_i) \right) \right] \\
 WW \leftarrow \text{stack}(\beta, W1) \\
 WW
 \end{array} \right.
 \end{array}$$

$$T(V^{(1)}, R) = \begin{pmatrix} 0.747656 \\ 193.324168 \end{pmatrix}$$

$$T(V^{(2)}, R) = \begin{pmatrix} 0.652093 \\ 192.275164 \end{pmatrix}$$

Додаток Д19 – розрахунок коефіцієнтів регресії для всіх розподілів:

$$\begin{array}{l}
 \underline{\underline{H}}(Z) := \left| \begin{array}{l}
 j \leftarrow 1 \\
 \text{while } j < \text{cols}(V) + 1 \\
 \quad \left| \begin{array}{l}
 X^{(j)} \leftarrow Z(V^{(j)}, R) \\
 j \leftarrow j + 1
 \end{array} \right. \\
 X
 \end{array} \right.
 \end{array}$$

$$\beta := (H(T)^T)^{(1)}$$

$$W1 := (H(T)^T)^{(2)}$$

$$y_3 := \frac{W_1}{R^{\beta_1}}$$

Додаток Д20 – оцінюється істинна похибка

$$\varepsilon_1 := Y - y_1$$

$$\varepsilon_2 := Y - y_2$$

$$\max(\overrightarrow{|\varepsilon_1|}) = 44.539314$$

$$\max(\overrightarrow{|\varepsilon_2|}) = 33.314352$$

$$\sum_{i=1}^n (\overrightarrow{|\varepsilon_1|})_i = 57.912908$$

$$\sum_{i=1}^n (\overrightarrow{|\varepsilon_2|})_i = 75.523159$$

$$\varepsilon_{ont2} := \overrightarrow{[\varepsilon_2 \cdot (Y^{-1})]}$$

$$\varepsilon_{ont1} := \overrightarrow{[\varepsilon_1 \cdot (Y^{-1})]}$$

$$МНК := \sum_{i=1}^n (\overrightarrow{|\varepsilon_{ont2}|})_i$$

$$МНМ = 0.492222$$

$$МНК = 0.651309$$

$$\text{corr}(Y, y_1) = 0.92527$$

$$\text{corr}(Y, y_2) = 0.923255$$

Додаток Д21 – апроксимаційна залежність

$$\text{REZ}(x, y, z, c) := \begin{cases} z & \text{if } x < y \\ c & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$W := \text{REZ}(МНМ, МНК, m_1, W_1)$$

$$\beta := \text{REZ}(МНМ, МНК, m_2, \beta_1)$$

$$W = 170.55$$

$$\underline{W}(r) := \frac{W}{r^\beta}$$

$$\beta = 0.714784$$

Додаток Д22 – лініалізуємо та логарифмуємо вектора емпіричних

$$r1 := \ln(r) \quad \underline{Y1} := \ln(Y) \quad \text{Time} := 13$$

$$X := \text{augment}(p, r1) \quad p_i := 1$$

$$\text{coef} := H(T)^T \quad M := \text{Zipf}$$

Додаток Д23 – Зчитуємо коефіцієнти регресії

$$\underline{\beta} := \text{coef}_{\text{Time}, 1} \quad \beta = 0.507051$$

$$W1 := \text{coef}_{\text{Time}, 2} \quad W1 = 161.19$$

$$ym := \frac{W1}{r^\beta}$$

Додаток Д24 – Розраховуємо залишкове середньо квадратичне відхилення та коефіцієнт Стьюдента

$$S := \sqrt{\frac{1}{n-3} \cdot \sum_i (Y1_i - \ln(ym_i))^2} \quad S = 0.09$$

$$t := \text{qt}(0.95, n-3) \quad t = 2.919$$

Додаток Д25 – Розраховуємо коваріаційну матрицю для лінеаризованої моделі

$$\underline{C} := (X^T \cdot X)^{-1}$$

$$C = \begin{pmatrix} 0.767508 & -0.592699 \\ -0.592699 & 0.619008 \end{pmatrix}$$

$$D := X \cdot C$$

$$K := D \cdot X^T$$

Додаток Д26 – підпрограми витягнемо діагональні елементи із квадратичної матриці

$$D(M) := \begin{array}{l} n \leftarrow \text{rows}(M) \\ \text{for } i \in 1.. \text{rows}(M) \\ \quad \text{for } j \in 1.. \text{rows}(M) \\ \quad \quad W_i \leftarrow M_{i,j} \text{ if } i = j \\ \quad \quad \quad W \end{array}$$

$$V := D(K)$$

$$V1 := V^T$$

Додаток Д27 – Будуємо довірчі межі розрахункових даних

$$V := \sqrt{V1^T}$$

$$YL := \ln(y_m); \quad d := t \cdot S \cdot V$$

$$yd12 := YL + d; \quad yd11 := YL - d$$

Додаток Д28 – Нелінійна верхня та нижня границі інтервалу

$$yd2 := \exp(yd12)$$

$$yd1 := \exp(yd11)$$

Додаток Д29 – З'ясуємо кількість точок, які знаходяться вище або нижче довірчого інтервалу

$$I_i := \text{if}(Y_i > yd2_i, 1, \text{if}(Y_i < yd1_i, -1, 0))$$

$$\begin{aligned} \text{IN} &:= \sum_i (I_i = 0) \quad \sum_i [I_i \cdot (I_i > 0)] = 1 \\ \text{IN} = 4 & \quad \sum_i [I_i \cdot (I_i < 0)] = 0 \end{aligned}$$

Додаток Д30 – Визначається відносна величина відхилення точки від межі довірчого інтервалу і об'єкти ранжуються

$$z := Y - y_{\text{н}}$$

$$Q_i := \text{if}(Y_i > y_{d2_i}, Y_i - y_{d2_i}, \text{if}(Y_i < y_{d1_i}, Y_i - y_{d1_i}, 0))$$

$$\text{OTN} := \overrightarrow{(Q \cdot y_m^{-1})}$$

$$\text{OTNM} := |\text{OTN}|$$

$$\text{R}(a, b) := \left| \begin{array}{l} c \leftarrow \text{sort}(a) \\ b \leftarrow \text{reverse}(c) \\ \text{for } m \in 1.. \text{rows}(a) \\ \quad \text{for } n \in 1.. \text{rows}(b) \\ \quad \quad L_n \leftarrow r_m \text{ if } a_m = b_n \end{array} \right| L$$

$$\text{SPR} := \text{R}(\text{OTNM}, r)$$

$$\text{ns} := n - \text{IN}$$

$$\text{SPRANG} := \text{submatrix}(\text{SPR}, 1, \text{ns}, 1, 1)$$

$\text{SPRANG}^T = (2)$ – ранг об'єкта в часовому проміжку №13

$$\text{Ran} := (\text{Rang}^T)^{\langle \text{Time} \rangle}$$

Додаток Д31 – визначимо номер об'єкта (рядка) в початковій базі даних по електроспоживанню

$$\text{Unrang}(a, b) := \left| \begin{array}{l} L \leftarrow 0 \\ i \leftarrow 1 \\ \text{for } m \in 1.. \text{rows}(a) \\ \quad \left| \begin{array}{l} \text{for } n \in 1.. \text{rows}(b) \\ \quad L_i \leftarrow n \text{ if } a_m = b_n \\ \quad i \leftarrow i + 1 \end{array} \right. \\ L \end{array} \right.$$

SPISOK := unrang(SPRANG, Ran)

SPISOK^T = (1) – номер об'єкта в таблиці вихідних даних.

z := Y – y_n

Додаток Д32 – фактичне відхилення точок від апроксимаційної кривої

z := Y – y_n

k := 1.. last(z)

$\bar{z}_k := |z_k|$

min(z) = 3.336464

zr := augment(z, r)

zrI := csort(zr, 1)

zrA := reverse(zrI)

Додаток Д33 – послідовність досліджуваних об'єктів з формовану за ступенем їх енергоємності виробництва

SPISOK1 := Unrang(zrA^{<2>}, Ran)

SPISOK1^T = (1 4 3 2 5) номер об'єкта в вхідній таблиці, тобто A,D,C,B,E.

Додаток Е

Перелік показників енергоефективності за ДСТУ 3755-98.

№	Показник	Характеристика
1	КПД, %	Економічність
2	Коефіцієнт корисного використання енергії, %	Економічність
3	Питома витрата енергетичного ресурсу, Дж на одиницю продукції (роботи)	Технологічність
4	Питома витрата палива, умовного палива в тоннах (УП в т) на одиницю продукції (роботи)	Технологічність
5	Питома витрата електроенергії, кВт·год на одиницю продукції (роботи)	Технологічність
6	Питома витрата теплоенергії, Гкал на одиницю продукції (роботи)	Технологічність
7	Енергоємність продукції, Дж на одиницю продукції (у натуральному, умовному або вартісному вираженні)	Економічність
8	Електроємність продукції, кВт · год на одиницю продукції (у натуральному, умовному або вартісному вираженні)	Економічність
9	Теплоємність продукції, Дж (Гкал) на одиницю продукції (у натуральному, умовному або вартісному вираженні)	Економічність
10	Питома енергоємність, Дж на одиницю основного параметра	Економічність
11	Енергоємність основних виробничих фондів, Дж/грн	Економічність
12	Електроємність основних виробничих фондів, кВт · год/грн	Економічність
13	Коефіцієнт корисного використання палива, %	Економічність
14	Коефіцієнт перетворення енергетичного ресурсу, %	Економічність
15	Коефіцієнт використання обладнання (коефіцієнт завантаження за потужністю), %	Економічність
16	Коефіцієнт енерговикористання обладнання, %	Економічність
17	Електропаливний коефіцієнт, кВт · год на масу УП в т	Економічність
18	Коефіцієнт електрифікації за корисною енергією, %	Економічність
19	Коефіцієнт електрифікації за первинною енергією, %	Економічність
20	Теплоелектричний коефіцієнт, Дж/кВт·год,	Економічність

	Гкал/кВт · год	
21	Коефіцієнт попиту потужності, %	Економічність
22	Енергоозброєність праці, Дж/людину; Дж/людино · год	Економічність
23	Електроозброєність праці за потужністю, кВт/людину; кВт/людино · год	Економічність
24	Електроозброєність праці за енергією, кВт · год/людину; кВт · год/людино · год	Економічність
25	Витрати енергоресурсів на виготовлення та експлуатацію (у натуральному, умовному або вартісному вираженні)*	Економічність
26	Номінальна теплопродуктивність, МВт · Гкал/год	Економічність
27	Номінальна паропроодуктивність, т/год	Економічність
28	Втрати енергії (у натуральному, умовному або вартісному вираженні)	Економічність
29	Коефіцієнт утилізації вторинних енергетичних ресурсів (ВЕР), %	Економічність
30	Коефіцієнт виробітку за рахунок ВЕР, %	Економічність
31	Коефіцієнт використання виробітку за рахунок ВЕР, %	Економічність
32	Найвища теплота згоряння, масова, Дж/кг, об'ємна, Дж/м ³ , молярна, Дж/моль	Економічність
33	Найнижча теплота згоряння, масова, Дж/кг, об'ємна, Дж/м ³ , молярна, Дж/моль	Економічність
34	Втрати неробочого ходу та короткого замикання (кВт) (для трансформатора)	Економічність
35	Ефективність теплообміну	Економічність
36	Номінальна споживана потужність виробу, Вт	Економічність
37	Номінальна напруга, В	Економічність
38	Номінальний струм, А	Економічність
39	Частота, Гц	Економічність
39	Коефіцієнт потужності	Економічність
40	Тиск повітря для горіння (палива) перед пальниками, Па	Економічність
* Показник застосовується як додатковий		

Додаток Є

Товариство з обмеженою відповідальністю

«ВІДЖИ ПРОДАКШН»

Україна, 19000, Черкаська обл., Черкаській р-н, місто Канів,
вул. Дорошенка Михайла гетьмана, буд. 1 ідентифікаційний код 42602802

Акт впровадження

Дисертаційне дослідження Онищенко Я.Д. присвячене проблемі виявлення підходів для оцінки рівня енергоефективності роботи електротехнологічного обладнання підприємств харчової промисловості. В частині витрати електричних ресурсів, системі їх моніторингу та обліку ефективності у відповідності до вимог серії стандартів ISO50001.

Основними завданнями дослідження є визначення загального існуючого та перспективного потенціалу енергозбереження, розробка основних напрямків його реалізації в матеріальному виробництві продуктів харчування, створення програми першочергових та перспективних заходів і завдань з підвищення енергоефективності та освоєння практичного потенціалу енергозбереження.

Основною особливістю такого типу підприємств є реальний рівень завантаження підприємства, що визначається наявністю замовлень і збуту продукції. Запропонований метод оцінки дозволяє працювати з не з номінальними параметрами завантаженості підприємства та окремих агрегатів, а з реальними показниками яким використовуються в розрахунках з урахуванням фактичного завантаження підприємства: нині воно, як правило є істотно нижчим ніж номінальне, що негативно позначається на показниках його діяльності. Процедура оцінювання та контролю таких об'єктів передбачає виявлення наявності або відсутності тенденцій до удосконалення рівня енергоефективності та якісно охарактеризувати ефективність показників енергоспоживання, в тому числі кращих за рівнем енергетичної ефективності об'єктів.

Розроблені в дисертаційній роботі Онищенко Я.Д. підходи та алгоритми щодо визначення потенціалу енергозбереження реалізовані при формуванні планів роботи підприємства, а також закладені в тестові програмні модулі, на базі яких буде побудована відповідна система моніторингу витрат виробництва.

Директор ЧВП ТОВ «ВІДЖИ ПРОДАКШН»



Полохович В.М.

Додаток Ж

ЗАТВЕРДЖУЮ

Перший проректор

Національний університет

Харчових технологій, проф.

Володимир ЯРОВИЙ

2023 р.



Довідка про впровадження

в навчальний процес матеріалів дисертаційної роботи

аспіранта Онищенка Ярослава Дмитровича

У навчальний процес на кафедрі електропостачання та енергоменеджменту Національного університету харчових технологій впроваджені такі матеріали дисертаційної роботи «Підвищення енергоефективності підприємств харчової промисловості з використанням засобів бенчмаркінгу»:

1. Аналіз сучасних аспектів забезпечення енергоефективності та інструментарій ефективного управління електроспоживанням, в тому числі призначення бенчмаркінгу та моніторингу енергоефективності як складових систем енергетичного менеджменту підприємств;
2. Принципи організації контролю ефективності електропостачання, який передбачає одночасний контроль дотримання встановлених нормативів як електроспоживання, так і визначення змінних, які мають істотний вплив на ефективність електроспоживання, що базується на використанні інструментів статистичного контролю та забезпечує встановлення факту зміни ефективності електропостачання.

Вказані матеріали використовувалися на практичних та лабораторних заняттях з дисципліни: «Енергозбереження в промисловості», «Основи енергоменеджменту і енергетичного аудиту», «Системи моніторингу, обліку та керування електропостачанням» для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Зав. каф. ЕПЕМ, д.т.н., проф.

Сергій БАЛЮТА