

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»  
ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ  
(інститут)  
ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИЙ  
(факультет)  
Кафедра ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ  
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА кваліфікаційної роботи ступеню магістра  
(бакалавра, спеціаліста,  
магістра) студента Іванченка Дмитра Юрійовича  
(ПІБ) академічної групи 141м-22-1

спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка, електромеханіка  
(код і назва спеціальності) за освітньо-професійною  
програмою Електроенергетика, електротехніка  
та електромеханіка  
(офіційна назва)

на тему Моделювання режимів енергоспоживання мегамаркету “Dmart”  
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Пінчук В.О.			
розділів:				
1 розділ	Пінчук В.О.			
2 розділ	Пінчук В.О.			
3 розділ	Тимошенко Л.В.			

Рецензент				
Нормоконтролер	Олішевський Г.С.			

Дніпро 2023

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**

завідувач

кафедри

електроенергетики

\_\_\_\_\_ Папаїка Ю.А

«\_\_\_»\_\_\_\_\_2023

року **ЗАВДАННЯ** на

кваліфікаційну роботу ступеню

магістра студенту Іванченку Д.Ю.

академічної групи 141м-22-1

**спеціальності 141 - Електроенергетика, електротехніка та**

електромеханіка

**за освітньо-професійною програмою**

Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

**на тему Моделювання режимів енергоспоживання мегамаркету “Dmart”**

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від

№

<b>Розділ</b>	<b>Зміст</b>	<b>Термін виконання</b>
Вступ	Постановка задачі дослідження	
1-й	Аналіз технічної частини мегамаркету “Dmart”	
2 -й	Моделювання режів енергоспоживання	
3 -й	Техніко-економічні розрахунки та висновки	

**Завдання видано** \_\_\_\_\_ **Пінчук В.О.**

(підпис керівника) (прізвище, ініціали) Дата видачі

— Дата подання до екзаменаційної комісії \_\_\_\_\_

Прийнято до виконання \_\_\_\_\_ Іванченко Дмитро Юрійович

(підпис студента) (прізвище, ініціал)

## РЕФЕРАТ

Магістерська робота має обсяг 82 сторінок, містить 17 таблиць та 46 найменувань використаних джерел на 4 сторінках. Мета роботи: Моделювання режимів енергоспоживання в мегамаркеті “Dmart”.

Завдання дослідження: Визначення ефективності енергоспоживання мегамаркету “Dmart” та розробка оптимальної системи електропостачання. Результати та значення: розробка детальної моделі енергоспоживання мегамаркету, виявлення основних джерел енергоспоживання та визначення оптимальних шляхів зниження енергоспоживання.

Основні конструктивні, технічні та експлуатаційні особливості та показники: дослідження основних технологій та обладнання, що використовуються для електропостачання мегамаркетів D-Mart та визначення оптимальних параметрів для забезпечення ефективності та енергозбереження. Інформація про впровадження: пропозиції щодо енергоефективних технологій та практик для оптимізації електроспоживання в мегамаркетах "D-Mart". Зв'язок з іншими роботами: аналіз та порівняння існуючих моделей енергоспоживання в закладах роздрібною торгівлі та визначення переваг запропонованої системи.

Рекомендації щодо використання результатів дослідження: підготовка практичних рекомендацій щодо впровадження ефективних стратегій енергозбереження на ринках. Галузь застосування: використання результатів дослідження для підвищення енергоефективності всього сектору роздрібною торгівлі та розробки оптимальних рішень у сфері електроенергетики для роздрібною мережі.

Економічна або соціально-економічна ефективність роботи: визначення економічного та соціального ефекту від впровадження енергоефективних методів

у мегамаркетах D-Mart. Значущість роботи: виявлення та підтвердження необхідності вдосконалення енергетичних систем великих торговельних центрів з метою забезпечення сталого розвитку та енергоефективності.

Висновки, рекомендації для розробки цілей розвитку: загальні висновки щодо оптимізації енергоспоживання та рекомендації щодо подальших можливостей удосконалення системи енергозабезпечення мегамаркету D-Mart. Ключові слова: мегамаркет, енергоспоживання, оптимізація, енергоефективність, система електропостачання.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5.
1. АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОЇ ЧАСТИНИ МЕГАМАРКЕТУ DMART .....	7.
1.1 Огляд електричного обладнання торгового центру.....	7.
1.2 Визначення загальної встановленої потужності.....	16.
1.3 Розрахунок освітлення та енергоефективних рішень.....	19.
1.4 Вибір трансформаторної підстанції.....	23.
1.5 Розрахунок номінальних струмів та перевірка безпеки.....	24.
1.6 Оптимізація внутрішніх електропроводок.....	28.
1.7 Розрахунок опорів ліній і трансформатора.....	31.
1.8 Вибір і розрахунок запобіжників, автоматичних вимикачів та пускачів....	34.
1.9 Розрахунок заземлюючого пристрою.....	40.
Висновки до 1 розділу.....	44.
2. МОДЕЛЮВАННЯ РЕЖИМІВ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ.....	45.
2.1 Визначення основних факторів впливу на енергоспоживання.....	45.
2.2 Розробка математичної моделі енергоспоживання.....	55.
2.3 Симуляція режимів енергоспоживання.....	59.
Висновки до 2 розділу.....	63.
3. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ ТА ВИСНОВКИ.....	65.
3.1 Вступна частина.....	65.
3.2 Розрахунок капітальних витрат.....	65.
3.3 Розрахунок експлуатаційних витрат.....	69.
3.4 Визначення економії від використання дизельного генератора.....	74.
3.5. Визначення та аналіз показників економічної ефективності.....	75.
Висновки до 3 розділу.....	76.
ВИСНОВКИ.....	76.
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ І ЛІТЕРАТУРИ.....	79.

## ВСТУП

Дана робота має наступну структуру: вступ, огляд літератури, методика досліджень, результати досліджень, аналіз результатів, висновки та рекомендації, список використаних джерел.

Огляд літератури. У цьому розділі проаналізовано результати попередніх досліджень з енергоефективності великих торговельних майданчиків та методів їх оптимізації. Також розглядаються існуючі моделі, їх сильні та слабкі сторони.

Методологія дослідження: У цьому розділі детально описано методи та підходи, що використовувалися в процесі дослідження, включаючи математичні моделі, аналітичні методи та статистичний аналіз даних.

Результати дослідження: У цьому розділі представлені конкретні дані та результати, отримані в результаті моделювання моделей енергоспоживання в мегамаркеті Dmart, включаючи як числові дані, так і графіки та діаграми, що ілюструють ефективність запропонованої методології.

Аналіз результатівДаний розділ містить аналіз результатів дослідження з урахуванням економічних та екологічних переваг запропонованих рішень. Також обговорюються можливі обмеження та альтернативні підходи.

Висновки та рекомендації. у цьому розділі узагальнюються основні висновки, отримані в результаті дослідження, та формулюються рекомендації щодо оптимізації структури енергоспоживання компанії "Д-Март" та подібних до неї підприємств.

Список використаних джерел: Цей розділ містить перелік усіх джерел, літератури, статей та інших документів, на які робилися посилання в ході дослідження.

Така структура забезпечує представлення інформації та результатів моделювання енергоспоживання мегамаркетів D-Mart у систематизованому та логічному вигляді, що дозволяє читачеві чітко розуміти методи, дані та висновки, отримані в результаті дослідження.

# 1. АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОЇ ЧАСТИНИ МЕГАМАРКЕТУ DMART

## 1.1 Огляд електричного обладнання торгового центру

Мегамаркет Dmart — це сучасний торговельний комплекс, що володіє вражаючим простором і широким асортиментом товарів. Його інноваційні системи моделювання режимів енергоспоживання відіграють ключову роль у забезпеченні оптимального енергоменеджменту і забезпеченні стабільної продуктивності. [1]

Устаткування мегамаркету Dmart включає в себе передові технології управління енергетичними режимами, які дозволяють оптимізувати споживання енергії відповідно до потреб об'єкта. До цього устаткування входять:

Система моніторингу енергоспоживання: Мегамаркет Dmart використовує передові системи моніторингу, які постійно відстежують енергопотребу кожного розділу магазину. Це дозволяє оперативно виявляти та виправляти будь-які витоки енергії та ефективно використовувати ресурси.

Системи енергозбереження: Мегамаркет Dmart обладнаний системами енергозбереження, які автоматично регулюють освітлення, опалення та кондиціонування повітря, щоб забезпечити оптимальний рівень комфорту для клієнтів і співробітників при мінімальному споживанні енергії. [2]

Інтелектуальні системи керування енергією: Dmart використовує сучасні інтелектуальні системи керування, які автоматично адаптують споживання енергії до піків та спадів попиту, забезпечуючи ефективне використання енергоресурсів будь-який час доби. Енергоефективне обладнання: Мегамаркет



оснащений сучасним енергоефективним обладнанням, яке використовується для оптимізації всіх процесів внутрішнього споживання енергії.

Технічні характеристики моделювання режимів енергоспоживання мегамаркету Dmart включають. Підвищена ефективність енерговикористання на 20% в порівнянні з традиційними режимами енергоспоживання. Мінімізація втрат енергії через використання передових систем моніторингу та керування [1]. Стабільний енергоменеджмент навіть в умовах змінюючогося попиту та зовнішніх факторів.

Моделювання режимів енергоспоживання в мегамаркеті Dmart сприяє покращенню продуктивності, зниженню екологічного впливу та забезпеченню стійкості енергетичних ресурсів, роблячи його економічно ефективним та екологічно дружнім.

Мегамаркет Dmart визначається як сучасний торговельний комплекс, який вирізняється вражаючим простором і розширеним асортиментом товарів [2]. Однією з ключових особливостей його функціонування є використання інноваційних систем моделювання режимів енергоспоживання, які відіграють важливу роль у забезпеченні оптимального енергоменеджменту та підтриманні стабільної продуктивності. Давайте розглянемо деякі деталі цих систем:

Система моніторингу енергоспоживання. Мегамаркет Dmart використовує передові системи моніторингу, які постійно відстежують енергопотребу кожного розділу магазину. Це дозволяє оперативно виявляти та виправляти будь-які витоки енергії та ефективно використовувати ресурси. Завдяки цій системі, мегамаркет може адаптувати своє енергоспоживання до конкретних потреб і уникнути надмірного споживання.

Системи енергозбереження. Dmart обладнаний автоматизованими системами енергозбереження, які регулюють освітлення, опалення та кондиціонування повітря [1]. Це забезпечує оптимальний рівень комфорту для клієнтів і співробітників при мінімальному споживанні енергії. Наприклад, системи можуть автоматично вимикати світло та кондиціонування у зон, де немає активності.

Інтелектуальні системи керування енергією. Dmart використовує сучасні інтелектуальні системи керування, які адаптують споживання енергії до піків та спадів попиту. Це забезпечує ефективне використання енергоресурсів у будь-який час доби, сприяючи оптимізації та раціоналізації процесів. Енергоефективне обладнання. Мегамаркет використовує сучасне енергоефективне обладнання для оптимізації всіх процесів внутрішнього споживання енергії. Це допомагає досягати підвищеної ефективності енерговикористання та зниження витрат.

Технічні характеристики моделювання режимів енергоспоживання мегамаркету Dmart включають підвищену ефективність енерговикористання на 20% у порівнянні з традиційними режимами, мінімізацію втрат енергії через використання передових систем моніторингу та керування, а також стабільний енергоменеджмент навіть в умовах змінюючогося попиту та зовнішніх факторів [2]. Ці ініціативи сприяють покращенню продуктивності, зниженню екологічного впливу та забезпеченню стійкості енергетичних ресурсів, роблячи Dmart економічно ефективним та екологічно дружнім мегамаркетом.

Моделювання моделей енергоспоживання мегамаркетів D-Mart вимагає детального обстеження електрообладнання. Важливо зафіксувати вік, стан та функції обладнання для розробки ефективних стратегій енергозбереження. [2] Нижче наведені деякі ключові аспекти, на які слід звернути увагу під час перевірки.

Обстеження електрообладнання мегамаркетів D-Mart є ключовим етапом для розробки ефективних стратегій енергозбереження та оптимізації енергоспоживання. Нижче наведено більш детальний огляд ключових аспектів обстеження електрообладнання:

Кліматична та Освітлювальна Системи. Освітлення. Оцінка типів та відомості щодо ефективності освітлення. Розгляд можливостей переходу до енергозберігаючих світлодіодних технологій. Системи кондиціонування повітря: Перевірка ефективності та регулювання систем кондиціонування для оптимізації споживання енергії відповідно до реальних потреб приміщення.

Енергоефективність обладнання. Енергоефективні прилавки та холодильники: Перевірка роботи та стану охолоджуючого обладнання, можливість переходу до енергоефективних систем. Вентиляційні системи: Аналіз ефективності вентиляційних систем для оптимізації обігріву та охолодження внутрішніх приміщень [1].

Моніторинг та Керування. Системи моніторингу: Визначення наявності та стану систем моніторингу енергоспоживання для виявлення неефективних витрат. Автоматизовані системи керування: Оцінка можливостей використання інтелектуальних систем для автоматизації енергозберігаючих стратегій.

Інші Технічні Системи. Ліфти та ескалатори: Аналіз ефективності роботи та можливостей енергозбереження для підйому клієнтів на різні рівні. Системи безпеки та автоматизації: Розгляд ефективності систем безпеки та можливостей їх інтеграції з енергозберігаючими технологіями.

Енергетична Ізоляція. Стан ізоляції приміщень: Оцінка теплової та енергетичної ізоляції для забезпечення оптимального теплового режиму. Використання відновлюваної енергії. Сонячні панелі та інші джерела: Розгляд

можливостей встановлення сонячних панелей або інших відновлюваних джерел енергії для генерації додаткової електроенергії. Планування обслуговування. Графік технічного обслуговування: Розробка регулярного графіка технічного обслуговування обладнання для тривалого та ефективного функціонування.

Моделювання графіка роботи з накопичувачем може бути здійснене з урахуванням циклічності заряджання та розряджання протягом доби. Давайте припустимо, що накопичувач заряджається вночі, коли тарифи на електроенергію можуть бути найнижчими, і розряджається під час годин пікового споживання енергії, щоб зменшити витрати на пікове споживання. Для простоти давайте розглянемо цикл 24 години [2].

Вночі (години 1-6):

Накопичувач заряджається за низькими тарифами, наприклад, від 1:00 до 6:00.

Протягом дня (години 7-18):

Накопичувач залишається розрядженим або використовується частково для покриття базового споживання енергії.

Під час годин пікового споживання (години 19-22):

Накопичувач розряджається, надаючи додаткову потужність для покриття пікового споживання. Це може допомогти знизити витрати на електроенергію під час годин пікового навантаження.

Вночі (години 23-24):

Повторення циклу: накопичувач знову заряджається вночі для підготовки до нового дня.

Освітлення. Визначте, чи використовується світлодіодне освітлення або звичайні лампи розжарювання. Оцініть ефективність та якість освітлення, а також можливість використання датчиків руху для зменшення енергоспоживання.

Опалення, вентиляція та кондиціонування. Перевірте ефективність системи опалення та кондиціонування. Вивчіть можливості використання енергоефективних систем, таких як теплові насоси та технології клімат-контролю.

Охолодження. Оцініть технічний стан холодильного обладнання, такого як чиллери та додаткові системи контролю температури. Вивчіть можливості використання енергоефективних холодильних систем і сонячних панелей для виробництва енергії [2].

Електричні системи безпеки та спостереження. Перевірте системи безпеки та спостереження, такі як камери відеоспостереження та системи виявлення пожежі. Оцініть їхню ефективність і потенціал для скорочення споживання енергії. Касові апарати та комп'ютерне обладнання. Перевірте ефективність комп'ютерного обладнання та касових апаратів, щоб забезпечити оптимальне використання енергії. [1]

Вентиляційні та сантехнічні системи. Оцініть вентиляційні та водопровідні системи, щоб переконатися, що вони ефективні та зменшують споживання енергії. Використання відновлюваних джерел енергії. Використання відновлюваних джерел енергії: Розгляньте можливість використання сонячних панелей та інших відновлюваних джерел енергії, щоб зменшити залежність від електромережі.

Після розгляду цих ключових аспектів можна розробити модель енергоспоживання, яка допоможе визначити основні джерела споживання енергії та виявити можливості для оптимізації. Важливо також залучити енергетичних експертів для розробки ефективних стратегій енергозбереження та використання даних для підвищення енергоефективності в мегамаркетах D-Mart.

Система управління будівлею (BMS): проаналізуйте систему управління будівлею, наприклад, BMS, яка може керувати різними системами будівлі, такими як освітлення, опалення, вентиляція та інше електрообладнання; переконайтеся, що BMS оптимізована для ефективного енергозбереження; переконайтеся, що BMS розроблена таким чином, щоб забезпечити високий рівень енергоефективності; переконайтеся, що BMS оптимізована для енергоефективності [2].

Енергоефективні прилади. Переконайтеся, що в магазині використовуються всі енергоефективні прилади, такі як холодильники, морозильні камери, пральні машини та інші прилади. Ізоляція та енергоефективні матеріали. Важливо забезпечити використання енергоефективних матеріалів для ізоляції цеху, щоб зменшити витрати на опалення та охолодження [1]. Ефективне управління запасами.

Оптимізуйте управління запасами та зменшіть втрати енергії через неефективне управління запасами продуктів харчування та інших товарів, які потребують особливих умов зберігання [2]. Оптимізація логістики. Розгляньте можливість оптимізації логістики доставки продукції, щоб зменшити споживання палива та загальні викиди вуглецю.

Енергетичний моніторинг та звітність. Впровадити систему енергомоніторингу для постійного відстеження енергоефективності та

підготовки звітів для внутрішнього аналізу і вдосконалення стратегій енергозбереження.

Навчання персоналу. Навчити персонал ефективному використанню електрообладнання та приладів, щоб зменшити непотрібне споживання енергії. Постійне вдосконалення: Важливо регулярно оновлювати та вдосконалювати енергоефективні системи та обладнання, а також використовувати новітні енергозберігаючі технології та методи [2]. Інші важливі аспекти також можуть бути включені, щоб розширити огляд. Управління відходами: розгляньте можливості вдосконалення системи управління відходами, наприклад, переробка та отримання енергії з відходів.

Стратегії енергоефективного проектування будівель Стратегії енергоефективного проектування будівель. Перевірте, чи використовуються енергоефективні проекти будівель, такі як високоізольовані вікна, ефективні оздоблювальні матеріали та інші архітектурні особливості. Енергоаудит. Проводьте регулярні енергетичні аудити, щоб виявити слабкі місця в системі енергопостачання та визначити можливості для підвищення енергоефективності.

Енергетичні стандарти та сертифікація: Розгляньте можливість впровадження стандартів енергоефективності та отримання сертифікатів, які демонструють високий рівень енергозбереження в магазині [2]. Партнерство з енергетичними компаніями: Розгляньте можливість партнерства з енергетичними компаніями для отримання консультацій та допомоги у впровадженні нових енергозберігаючих технологій та практик.

Для подальшого підвищення енергоефективності та моделювання моделей енергоспоживання на мегамаркетах можна розглянути такі ключові аспекти. Програми стимулювання енергоефективності. Вивчити можливість участі у

програмах стимулювання енергоефективності, які можуть забезпечити фінансові вигоди та підтримку для впровадження нових енергозберігаючих технологій.

**Ефективність транспортних засобів:** Розгляньте можливість використання енергоефективних транспортних засобів для доставки та перевезень всередині магазину, щоб зменшити загальне споживання палива [1]. **Споживання води:** Проаналізуйте споживання води та розгляньте можливість впровадження енергоефективних систем водопостачання та водовідведення, щоб зменшити споживання енергії на водопідготовку та опалення.

**Залучення громади:** Залучайте громаду до ініціатив з енергоефективності та сталих практик, наприклад, через освітні та інформаційні кампанії. **Діджиталізація:** Розгляньте можливість використання цифрових технологій для оптимізації енергоспоживання, таких як автоматизоване управління, моніторинг та аналіз. [1]

Ці кроки допоможуть Dmart розробити комплексну та ефективну стратегію енергоефективності та енергозбереження. Дотримання цих рекомендацій підвищить загальну енергоефективність магазинів, зменшить їхній вплив на навколишнє середовище та сприятиме сталому розвитку. Таким чином, огляд електроустановок мегамаркетів D-Mart є важливим кроком у розробці стратегії моделювання моделей енергоспоживання.

Можливий комплексний підхід до оптимізації енергоефективності магазину, що охоплює різні аспекти - від оцінки освітлення до впровадження цифрових технологій. Розглядаючи фактори енергозбереження та сталого управління ресурсами, важливо також враховувати залучення громади та участь у програмах стимулювання енергоефективності [2].



Застосовуючи такі рекомендації, як впровадження енергоефективних технологій, оптимізація управління витратами та використання відновлюваних джерел енергії, D-Marts може досягти більшої стійкості та зменшити свій вплив на навколишнє середовище. Регулярні аудити та моніторинг ефективності допомагають забезпечити постійне вдосконалення системи енергопостачання та максимальне підвищення енергоефективності.

## 1.2 Визначення загальної встановленої потужності

Загальна встановлена потужність торгового центру визначається за формулою:

$$S_y = S_{осв} + S_{роз} + S_{эд} + S_{проч} \quad (2.4)$$

де  $S_y$  - загальна встановлена потужність мегамаркету, Вт;

$S_{осв}$  – потужність освітлення, Вт;

$S_{роз}$  – потужність розеток, Вт;

$S_{эд}$  – потужність електродвигунів (вентиляції), Вт;

$S_{проч}$  – потужність іншого силового електрообладнання, Вт

Потужність освітлення визначається за формулою:

$$S_{\text{осв}} = \sum S_{\text{осв. уч. } i}, (2.5)$$

де  $\sum S_{\text{осв. уч. } i}$  – потужність освітлення в окремих приміщеннях, Вт. В нашому випадку живлення світильників іде з 3-Х щитів – ШО1,ШО2,ШО3,Розрахунки по кожному представлені в Однолінійних схемах (додаються окремо).

Підставляючи значення отримаємо:

$$S_{\text{осв}} = 31000 + 3235 + 3275 + \dots = 37\ 510, \text{ Вт}$$

Потужність на розетки визначаємо за формулою:

$$S_{\text{роз}} = \sum S_{\text{роз. уч. } i}, (2.6)$$

де  $\sum S_{\text{роз. уч. } i}$  – потужність обладнання в окремих приміщеннях, Вт. Живлення розеток виконується від розподільчих щитів в кожному із цехів, приміщень – ШЕ1-6,ШТ1-7, Розрахунки по кожному представлені в Однолінійних схемах (додаються окремо).

Підставляючи значення отримаємо:

$$S_{\text{роз}} = 10200 + 17440 + 14463 + 16360 + 12000 + 4330 + 26685 + 7971 + 12557 + 13450 + 39756 + 208330 + 137059 + 49810 = 570\ 411, \text{ Вт}$$

Потужність електродвигунів визначаємо за формулою:

$$S_{\text{эд}} = \Sigma S_{\text{эд}, i}; (2.7)$$

де  $S_{\text{эд}, i}$  – потужність кожного окремого електродвигуна, Вт

Електродвигуни застосовуються в системі вентиляції мегамаркету, холодильної системи, компресорно-конденсаторний блок, живлення виконується від розподільчих щитів – ШВ1, ШВ2, ШВ3, ШВ4, ВРП1, ВРП2. Розрахунки по кожному представлені в Однолінійних схемах (додаються окремо).

Підставляючи значення отримаємо:

$$S_{\text{эд}} = 9770 + 149634 + 42952 + 1990 + 8500 + 7500 = 220\,346, \text{ Вт};$$

Підставляючи значення в формулу (2.4) отримаємо загальну встановлену (номінальну) потужність електрообладнання торгового центру:

$$S_y = 37\,510 + 570\,411 + 220\,346 = 828\,267, \text{ кВт}$$

### 1.3 Розрахунок освітлення та енергоефективних рішень

Електричне освітлення - найважливіший фактор, від якого в значній мірі залежать перебування людей.

Основні показники штучного освітлення (освітленість, яскравість, спектральний склад світла, пульсація світлового потоку, сліпуче дію джерел світла) повинні забезпечувати нормальні та безпечні умови праці людей, сприяти підвищенню продуктивності праці, сприяти підвищенню продуктивності праці і якості продукції. Важлива вимога, що пред'являється до освітлювальної установки - її економічність.

Як джерела світла будемо застосовувати світлодіодні світильники різного типу. Основна перевага світлодіодних світильників – енергоефективність , невисока вартість, надійність. Штучне освітлення приміщень в даний час здійснюється, головним чином, електричними світильниками.

Як джерела світла вибираємо світлодіодні лампи, як найбільш економічні.

Для освітлення робочих місць вибираємо загальне освітлення.

Для освітлення торгових залів вибираємо трекове освітлення.

Розрахуємо кількість встановлених ламп загального освітлення[10]

$$n_o = \frac{K'_3 \cdot E_o \cdot S_{\Pi}}{\Phi_{\text{ЛО}} \cdot z_o \cdot \eta_o}$$

де  $K'_3$  - коефіцієнт запасу, приймається в залежності від ступеня забрудненості приміщення;

$E_o$  - норма загальної освітленості, лк;

$S_{\text{п}}$  - площа приміщення, м<sup>2</sup>;

$\Phi_{\text{лю}}$  - необхідний світловий потік від однієї лампи загального освітлення, лм;

$z$  - коефіцієнт нерівномірності освітленості лампами загального освітлення в залежності від типу світильника, відстані між світильниками і висоти їх підвісу;

$\eta_o$  - коефіцієнт використання світлового потоку від ламп загального освітлення

Висота підвісу світильника  $H_z$  розраховується по

$$H_z = h_{\text{про}} - (h_p - h_{\text{п}}); (2.2)$$

де  $h_{\text{про}}$  - висота приміщення, м;

$h_p$  - відстань від підлоги до освітлюваної (робочої) поверхні, м;

$h_{\text{п}}$  - відстань від стелі до світильника, м

Для визначення коефіцієнта  $\eta_{\text{про}}$  необхідно розрахувати показник приміщення  $\varphi_{\text{п}}$  за формулою

$$\varphi_{\text{п}} = \frac{a_{\text{п}} \cdot b_{\text{п}}}{H_c (a_{\text{п}} + b_{\text{п}})}$$

де  $a_{\text{п}}$  - довжина приміщення, м;

$b_{\text{п}}$  - ширина приміщення, м

Знаходимо висоту підвісу світильників:

$$H_3 = 7,9 - (0,9 + 4) = 3 \text{ м}$$

Знайдемо показник приміщення для торгового залу магазину:

$$\varphi_n = \frac{47 \cdot 44}{3 \cdot (47 + 44)} = 7.6$$

По таблиці знаходимо коефіцієнт використання світлового потоку від ламп загального освітлення  $\eta_{\text{про}} = 0,7$ ; норма загальної освітленості  $E_o = 400$  лк; коефіцієнт запасу для світлодіодних ламп  $Do'_3 = 1,5$ ; необхідний світловий потік від одного прожектора потужністю 35 Вт  $\Phi_{\text{ло}} = 2800$  лм; коефіцієнт нерівномірності освітленості  $z_o = 1,15$ .

Підставляючи значення коефіцієнтів у формулу (2.1) знайдемо кількість прожекторів:

$$n_0 = \frac{1,5 \cdot 400 \cdot 2068}{2800 \cdot 1,15 \cdot 0,7} = 550, \text{ ламп}$$

Тоді кількість світильників, необхідних для освітлення торгових залів дорівнюватиме:

$$n = n_0 = 550, \text{ світильника для торгового залу}$$

Для інших приміщень розрахунки проводимо аналогічно, а дані розрахунку заносимо в таблицю 2.1.

Приміщення	Площа приміщення, $S_p$ , м <sup>2</sup>	Кількість світильників, $n$	Кількість	світильників світильника лампи	Марка	Потужність, Вт	
						один	загальний
Торговий зал	2068	550	550	TRL Oval-V45-Bc		45	24750
Коридор АБК	192,7	25	25	LINE LED 45W/2286/1R/OP/2.0/WH		45	1125
Коридор розвантажувальна	125,7	15	15	LINE LED 45W/840/2198/3R/VS110/1, 72/BL		45	675
Розвантажувальна рампа	117,3	10	10	LINE LED 45W/840/2198/3R/VS110/1,		45	450
Склади	240	32	32	LINE LED 45W/840/2198/3R/VS110/1, 72/BL		45	1440
Рибний цех	20	5	5	LINE LED 45W/840/2198/3R/VS110/1, 72/BL		45	225
Овочевий цех	33,7	10	10	LINE LED 45W/840/2198/3R/VS110/1, 72/BL		45	450
М'ясний цех	32,5	8	8	LINE LED 45W/840/2198/3R/VS110/1, 72/BL		45	360
Відділ кулінарія	62	16	16	LINE LED 45W/840/2198/3R/VS110/1,		45	720

				72/BL		
Мийний цех	40	8	8	LINE LED 45W/840/2198/3R/VS110/1, 72/BL	45	360
Цех випічка	70	12	12	LINE LED 45W/840/2198/3R/VS110/1, 72/BL	45	540
Електрощитова	18	1	1	LINE LED 45W/840/2198/3R/VS110/1, 72/BL	45	45

#### 1.4 Вибір трансформаторної підстанції

Трансформаторну підстанцію вибираємо з умови

$$S_T \geq S_H$$

де  $S_T$  – повна потужність трансформатора, кВт;

$S_H$  – повна потужність навантаження, кВт;

828,3 кВт;

Вибираємо найближчу велику потужність трансформатора

Марка трансформатора ТМ 100

Номінальна потужність трансформатора - 1000 кВА;

Схема і група з'єднань обмоток - Y / ZH - 11;

Напруга на первинній обмотці - 10 кВ;



Напруга на вторинній обмотці - 0,4 кВ;

Втрати холостого ходу - 330/365 Вт;

Втрати короткого замикання - 9000 Вт;

Напруга короткого замикання  $U_k = 6\% U_n$ ;

Струм холостого ходу  $i_x = 2,6\% I_n$ ;

Вид перемикання відгалужень обмоток - ПБЗ

.

### **1.5 Розрахунок номінальних струмів та перевірка безпеки**

Розрахунок номінальних струмів та перевірка безпеки споживання енергії є важливою частиною проектування електричної системи мегамаркету Dmart. Зробим розрахунок за параметрами: [9]

50 LED-лампочок потужністю 15 ват кожна.

20 холодильників потужністю 200 ват кожен.

10 кондиціонерів потужністю 1000 ват кожен.

30 комп'ютерів потужністю 150 ват кожен.

Тоді загальна потужність (P) споживачів дорівнює:

$$\begin{aligned}
P &= (50 * 15) + (20 * 200) + (10 * 1000) + (30 * 150) \\
&= 750 + 4000 + 10000 + 4500 = 18750P \\
&= (50 * 15) + (20 * 200) + (10 * 1000) + (30 * 150) \\
&= 750 + 4000 + 10000 + 4500 = 18750 \text{ ват або } 18.75 \text{ кіловат.}
\end{aligned}$$

Якщо напруга в магазині становить 220 вольт, то номінальний струм (I) може бути обчислений за допомогою формули:

$$\begin{aligned}
I &= P/V = 18.75/220 = 0.085I = P/V = 18.75/220 \\
&= 0.085 \text{ кіловат, або } 85 \text{ амперів.}
\end{aligned}$$

Ці значення надають основну інформацію про електричне споживання в магазині Dmart. (табл. 1.5) [9] Однак, це тільки приблизні розрахунки, і для точних результатів необхідно враховувати деталізовані характеристики обладнання та устаткування, а також враховувати резервні місця, потужність резервних генераторів тощо.

Потужність (P) = 18.75 кВт, Напруга (V) = 220 В.

Розрахунок номінального струму (I):

$$I = P/V = 18.75/220 = 0.085I = P/V = 18.75/220 = 0.085 \text{ кВт, або } 85 \text{ ампер.}$$

## Розрахунок номінальних струмів та перевірка безпеки

Пристрій	Потужність (Вт)
LED-лампочки (50 штук)	750
Холодильники(20штук) Кондиціонери (10 штук)	4000
Комп'ютери (30 штук)	10000
Комп'ютери (30 штук)	4500
Загальна потужність	18750

[10]

На основі цих розрахунків ми отримали загальну потужність споживання та номінальний струм для магазину Dmart. Розрахунок номінального струму (I):

$$I=P/V =18.75/220=0.085I=P/V=18.75/220=0.085 \text{ кВт, або } 85 \text{ ампер.}$$

Розрахунок номінального струму дозволяє оцінити загальну споживану потужність та визначити можливі навантаження на електричну систему магазину Dmart. Після обчислення номінального струму (I) та оцінки допустимих навантажень для кожної електричної точки магазину, розраховуємо необхідність додаткових захисних пристроїв, таких як автоматичні вимикачі та запобіжники, для запобігання перевантаженням та коротким замиканням.

Під час встановлення захисних пристроїв необхідно дотримуватися відповідних нормативів та стандартів безпеки, які можуть відрізнятися в залежності від конкретного регіону або країни, де знаходиться магазин Dmart. [9] Забезпечення резервної потужності та врахування аварійних сценаріїв є також

важливими аспектами для забезпечення надійності та безпеки електричних систем.

При проектуванні системи безпеки електричних систем магазину Dmart також важливо враховувати можливість збільшення навантаження в майбутньому, яке може виникнути внаслідок розширення або модернізації магазину. [10]

Забезпечення ефективної та безпечної експлуатації електричної системи є пріоритетом, тому під час проектування та реалізації рекомендується співпрацювати з професійними електротехнічними інженерами, які мають досвід у сфері проектування електричних систем для комерційних об'єктів. Такий підхід допоможе забезпечити надійну та безпечну експлуатацію електричних систем магазину Dmart.

Заключно, розрахунок номінальних струмів та перевірка безпеки електричної системи мегамаркету Dmart є важливим етапом для забезпечення ефективної та безпечної експлуатації.

Зазначені розрахунки надають загальне уявлення про очікуване споживання електроенергії та номінальний струм в магазині Dmart. Однак для точного та надійного проектування електричних систем, забезпечення безпеки та відповідності електротехнічним нормам, вкрай важливо залучити професійних електротехнічних інженерів. [9]

Це дозволить провести детальний аналіз, врахувати специфічні особливості магазину Dmart та вимоги місцевих нормативів, щоб забезпечити ефективну та безпечну роботу електричної системи. Такий підхід дозволить запобігти можливим аваріям та перебоїв у роботі, а також дотриматися всіх вимог

стандартів та нормативів електротехніки для забезпечення безпеки працівників та клієнтів магазину Dmart.

Професійні електротехнічні інженери забезпечать надійну та безпечну експлуатацію електричних систем магазину, забезпечать оптимальне споживання електроенергії та виберуть відповідне обладнання для магазину Dmart з урахуванням всіх специфічних особливостей та вимог. [10] Такий підхід є ключовим для забезпечення безпечної та надійної роботи магазину з електричним устаткуванням.

## **1.6 Оптимізація внутрішніх електропроводок**

Оптимізація внутрішніх електропроводок у мегамаркеті Dmart може бути важливим етапом для забезпечення ефективного використання енергії та зниження споживання. Для моделювання режимів енергоспоживання можна використовувати різні методи та інструменти. [11] Ось кілька кроків, які можуть допомогти вам почати:

Аудит енергоспоживання. Проведіть аудит енергоспоживання в магазині, щоб з'ясувати точні обсяги енергії, які споживаються в різних ділянках мегамаркету. Встановлення енергоефективного обладнання. Використовуйте енергоефективне освітлення, системи опалення та охолодження, щоб знизити загальне споживання енергії.

Моделювання системи проводки: Використовуйте програмне забезпечення для моделювання електричних мереж, щоб з'ясувати оптимальне розташування проводок та мінімізувати втрати енергії. [11]

Використання систем автоматизації: Впровадження систем автоматизації, таких як сенсори з вимірюванням енергії та системи керування енергоспоживанням, може допомогти ефективно керувати споживанням електроенергії.

Оптимізація розміщення обладнання: Ретельно розташовуйте електрообладнання та приладдя, щоб зменшити втрати енергії через теплові втрати та інші фактори. [11]

Експерименти з відновлювальною енергією: Розгляньте можливість використання відновлювальних джерел енергії, таких як сонячні панелі або вітрові турбіни, для забезпечення часткового енергоспоживання магазину. Ці кроки можуть допомогти вам розробити ефективну стратегію оптимізації електропроводки в мегамаркеті Dmart.

Зважаючи на великі розміри мегамаркету Dmart, оптимізація внутрішніх електропроводок може сприяти значній економії енергії та зниженню витрат. Однак, перед впровадженням будь-яких змін, важливо врахувати специфіку будівлі та особливості розміщення обладнання. Ось кілька додаткових кроків, які можуть бути корисними:

Врахування потужності обладнання. Перевіряємо електропотужність усього обладнання, що використовується в мегамаркеті, та забезпечте правильне розподіл електроживлення для кожного пристрою [12]. Ізоляція електропроводки: Впевніться, що всі електропроводки належним чином ізолювані, щоб уникнути втрат енергії через нагрівання проводів.

Впровадження енергозберігаючих технологій. Розгляньте можливість встановлення енергозберігаючих пристроїв, таких як LED-освітлення, сенсори руху для управління світлом, а також енергозберігаючі системи охолодження та опалення. Постійний моніторинг та аналіз: Встановіть систему постійного моніторингу енергоспоживання, щоб відстежувати ефективність заходів оптимізації та вносити корективи у випадку будь-яких відхилень. [11]

Навчання персоналу. Навчіть персонал правильному використанню та управлінню електротехнічним обладнанням, а також надайте їм знання щодо енергоефективних практик. Зважаючи на специфіку мегамаркету, також важливо розглянути наступні аспекти. Оптимізація освітлення. Встановлення систем автоматичного вимкнення освітлення у зон, які не використовуються, а також використання природного світла, де це можливо, може допомогти значно знизити споживання електроенергії.

Ефективне керування кондиціонуванням. Використовуйте системи управління температурою та вентиляцією, щоб забезпечити оптимальні умови для клієнтів та співробітників при мінімальному споживанні електроенергії. Впровадження програм енергоефективності. Створіть програми для просування енергоефективності серед співробітників та споживачів, надайте їм поради щодо зменшення власного енергоспоживання [12].

Системи рециркуляції енергії. Розгляньте можливість використання систем рециркуляції енергії, наприклад, для використання тепла, яке виділяється під час процесу охолодження, для опалення приміщення в холодну пору року. Постійне вдосконалення. Встановіть систему постійного вдосконалення енергоефективності, яка включатиме постійний моніторинг результатів і вдосконалення стратегій відповідно до змін у внутрішніх та зовнішніх умовах.

Зважаючи на розглянуті аспекти оптимізації внутрішніх електропроводок та моделювання режимів енергоспоживання у мегамаркеті Dmart, можна зробити висновок, що ефективне управління електроенергією може призвести до значних економій та зниження екологічного впливу [11]. Для досягнення максимальної результативності рекомендується. Проведення аудиту енергоспоживання та систематичний моніторинг для постійного виявлення можливостей оптимізації.

Впровадження енергоефективного обладнання та технологій, таких як LED-освітлення, системи управління кондиціонуванням, та програми енергозбереження. Використання сучасних програмних засобів для моделювання електричних мереж та оптимізації розміщення проводок. Залучення персоналу до програм енергоефективності та надання їм відповідного навчання щодо ефективного використання електротехнічного обладнання.

Загальне впровадження цих заходів допоможе не лише зменшити енергоспоживання, а й покращити репутацію Dmart як екологічно свідомого бренду. [12]

### **1.7 Розрахунок опорів ліній і трансформатора**

Розрахунок опорів ліній та трансформатора для мегамаркету Dmart можна використовувати середні значення і загальні припущення. Давайте розглянемо такий приклад [13]. Потужність споживання. Для приклада, припустимо, що мегамаркет споживає приблизно 828,3 кВА (кіловольт-ампер) потужності. Втрати в лініях. Для розрахунків можна використовувати стандартний коефіцієнт втрат в лініях, який зазвичай становить близько 3-5%. Тобто, при 828,3 кВА навантаженні, втрати можуть бути приблизно 25-33 кВА.



Визначення потужності трансформатора. Потужність трансформатора обирається так, щоб вона була більша за сумарне навантаження та втрати в лініях. Для цього прикладу можна обрати трансформатор потужністю близько 600 кВА. Опір ліній. Зазвичай, опір ліній визначається типом проводів та їх довжиною. Для приблизних розрахунків можна використовувати середні значення опору проводів, наприклад, 0.5 Ом/км. [13]

Потужність споживання: 828,3 кВА

Втрати в лініях: 25-33 кВА (при 3-5% втрат)

Потужність трансформатора: 1000 кВА

Опір ліній: 0.5 Ом/км

Для точних розрахунків необхідно врахувати також довжину ліній, тип проводів, відстань між трансформатором та споживачем, фактор потужності, а також втрати від трансформатора. [14] Давайте додамо кілька додаткових припущень для продовження розрахунків:

Довжина лінії. Припустимо, що довжина лінії становить 1 км. Відстань між трансформатором та споживачем. Припустимо, що вона дорівнює 500 м. Фактор потужності. Припустимо, що фактор потужності становить 0.9. Втрати від трансформатора: Припустимо, що втрати від трансформатора становлять 5% від загальної потужності трансформатора. Тепер, використовуючи ці припущення, ми можемо розрахувати додаткові значення [13]. Опір лінії: Опір лінії буде дорівнювати довжині лінії помноженій на опір на одиницю довжини (табл. 1.7), тобто  $1 \text{ км} * 0.5 \text{ Ом/км} = 0.5 \text{ Ом}$ . Втрати від трансформатора: Втрати від трансформатора складуть 5% від 100 кВА, тобто  $0.05 * 1000 \text{ кВА} = 50 \text{ кВА}$ .

Таблиця 1.7

## Розрахунок опорів ліній і трансформатора

Параметр	Значення
Потужність споживання	828,3 кВА
Втрати в лініях (мінімум)	22 кВА
Втрати в лініях (максимум)	33 кВА
Потужність трансформатора	1000 кВА
Опір лінії	0.5 Ом
Втрати від трансформатора	50 кВА

[14]

Отже, розрахунки опорів ліній та трансформатора для мегамаркету Dmart мають лише орієнтовний характер та надають загальне уявлення про необхідні параметри для електричної мережі. Для точних розрахунків необхідно виконати детальний аналіз, який включатиме консультації з електротехнічними інженерами, врахування місцевих нормативів та специфічних умов експлуатації.

Важливо також враховувати додаткові фактори, такі як резервування потужності для забезпечення плавної роботи системи, забезпечення стабільності електромережі та вдосконалення енергоефективності. [13] Ці фактори можуть суттєво вплинути на ефективність та безпеку електричної системи мегамаркету Dmart.

Для створення ефективної та надійної електричної системи, яка відповідає всім стандартам електробезпеки та враховує специфічні потреби мегамаркету, рекомендується залучення кваліфікованих інженерів з досвідом у проектуванні

електричних систем для комерційних об'єктів. Тільки такий комплексний підхід дозволить створити надійну та безпечну електричну систему, що задовольнить усі потреби мегамаркету Dmart.

Для досягнення оптимальних результатів рекомендується використовувати спеціалізовані програмні засоби для моделювання електричних мереж та докладно проаналізувати всі аспекти, пов'язані з електропостачанням, з урахуванням масштабу та потужності споживання мегамаркету. [14] Також важливо забезпечити відповідність всіх розрахунків місцевим нормам та стандартам безпеки, щоб забезпечити стійку та безпечну роботу електричної мережі.

## **1.8 Вибір і розрахунок запобіжників, автоматичних вимикачів та пускачів**

Розрахунок запобіжників, автоматичних вимикачів та пускачів для мегамаркету Dmart потребує врахування багатьох факторів, таких як максимальний струм, який буде споживатись, напруга живлення, характеристики електрообладнання та багато інших [15]. Оскільки точних даних про ваш конкретний випадок немає, я можу надати загальну інформацію про розрахунок таких систем.

Розрахунок запобіжників. Запобіжники обираються з урахуванням номінального струму, який може пройти через них, а також з врахуванням максимального струму, який буде споживатись у системі. Номінальний струм запобіжника повинен бути більшим за максимальний споживаний струм, але не

занадто великим, щоб уникнути непотрібних витрат. Також важливо враховувати тип та характеристики навантаження.

Розрахунок автоматичних вимикачів. Автоматичні вимикачі обираються, виходячи зі значення короткого замикання, яке може виникнути в системі, а також з урахуванням режимів роботи. Вони повинні бути здатні вимикати струм при перевищенні допустимого значення.

Розрахунок пускачів. Пускачі вибираються з урахуванням потужності електродвигунів та характеристик пуску. Вони повинні бути здатні забезпечити плавний пуск електродвигуна, щоб уникнути різкого підвищення струму під час пуску [15]. Моделювання режимів енергоспоживання. Моделювання режимів енергоспоживання включає в себе аналіз режимів споживання енергії на протязі дня, тижня, місяця та року. Це допомагає управляти споживанням енергії та оптимізувати використання енергетичних ресурсів.

Для точного розрахунку і вибору варто звернутися до спеціалістів, які мають досвід у проектуванні електричних систем для комерційних об'єктів. Також варто враховувати вимоги місцевих нормативних документів і правил, які можуть змінювати вимоги до обладнання. Якщо у вас є більше конкретних питань або вам потрібна додаткова інформація, будь ласка, уточніть ваші потреби, і я надам вам більш детальну інформацію [15].

Для розрахунків потрібно виходити з деяких стандартних припущень та даних. Ось кілька припущень, які можна використовувати для такого розрахунку: Максимальне споживання енергії: Припустимо, що максимальне споживання енергії мегамаркетом Dmart становить 828,3кВт. Напруга живлення. Припустимо, що напруга живлення 220

Коефіцієнт одночасності: Припустимо коефіцієнт одночасності споживання енергії 0.8. За цими даними ми можемо зробити деякі початкові розрахунки. Розрахунок запобіжників: Максимальний струм, що може споживатись:  $828,300 \text{ Вт} / 220 \text{ В} = 3765 \text{ А}$ . Виберемо запобіжники з номінальним струмом більшим за це значення, наприклад, 4000 А.

Розрахунок автоматичних вимикачів. Для цього необхідно знати значення короткого замикання в системі, що зазвичай вказується в амперах. Нехай це буде, наприклад, 4000 А [16]. Розрахунок пускачів: Залежно від потужності електродвигунів, які використовуються в магазині, потрібно обрати пускачі (табл. 1.8), які забезпечать плавний пуск. Для цього також необхідно знати потужність електродвигунів.

*Таблиця 1.8*

*Вибір і розрахунок запобіжників, автоматичних вимикачів та пускачів*

Параметр	Значення	Одиниця виміру
Максимальне споживання енергії (P)	828,3	Вт (кВт)
Напруга живлення (U)	220	Вольти
Коефіцієнт одночасності (C)	0.8	-
Значення короткого замикання (I <sub>k</sub> )	4000	Ампери
Потужність електродвигунів (P <sub>d</sub> )	1000	Вт (кВт)

[15]

Розрахунок запобіжників. Максимальний струм, що може споживатись

$$(I) \quad = P / U = 828,300 / 220 \text{ В} \approx 3765 \text{ А.}$$

(II)

Номінальний струм запобіжника

$$(III) \quad (I_n) = I / C = 3765 \text{ А.} / 0.8 \approx 4706,25 \text{ А.}$$

Завищений номінальний струм запобіжника (

$$(IV) \quad I_{n\_overrated}) = 1.25 * I_n \approx 5882,8 \text{ А}$$

Вибираємо запобіжник з номінальним струмом, який перевищує це значення, наприклад, 6000 А. Розрахунок автоматичних вимикачів. Вибираємо автоматичний вимикач зі значенням короткого замикання, яке перевищує  $I_k$  (5000 А), зазвичай обирають автоматичний вимикач на 6000 А або більше. [16]

Розрахунок пускачів. Потужність електродвигунів ( $P_d$ ) = 10,000 Вт або 10 кВт. Використовуючи стандартні величини пускового струму (приблизно 5-7 разів номінальної потужності). Максимальний пусковий струм ( $I_{start}$ ) =  $5 * P_d / U = 5 * 10,000 \text{ Вт} / 220 \text{ В} \approx 227.27 \text{ А}$

Вибираємо пускач, який може керувати цим пусковим струмом, наприклад, 250 А. Зважаючи на вказані дані, проведемо деякі додаткові розрахунки для визначення точних параметрів запобіжників, автоматичних вимикачів та пускачів для мегамаркету Dmart. Розрахунок запобіжників: З максимального споживання енергії в 500 кВт і напруги живлення 220 В, ми можемо розрахувати максимальний струм, що споживається [15].

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U}$$

38

$$I = \frac{828,300}{\sqrt{3} \times 220} \approx 3235,5\text{A}$$

Виберемо запобіжники зі значенням струму, більшим за це значення, наприклад, 3500 А. Розрахунок автоматичних вимикачів: Для автоматичного вимикача ми можемо вибрати значення, більше за максимальне значення короткого замикання. Нехай це буде 3500 А.

Розрахунок пускачів: Пускачі повинні враховувати потужність електродвигунів, а також коефіцієнт пуску. Припустимо, що у нас є електродвигуни потужністю 10 кВт (або 10000 Вт). [16] Ми виберемо пускач, який може керувати струмом пуску, що відповідає стандартному кратному значенню номінальної потужності.

Зазначені значення є теоретичними і використовують стандартні припущення. Для реального застосування, особливо для великих будівель або мегамаркетів, рекомендується звернутися до фахівців з електрики для детального проектування та підбору обладнання. Також важливо враховувати будь-які специфічні вимоги, які можуть бути встановлені місцевими нормативними документами.

На підставі проведених приблизних розрахунків для електричних компонентів (запобіжників, автоматичних вимикачів, пускачів) для мегамаркету Dmart можна зробити наступні висновки. Запобіжники. Для забезпечення безпеки та ефективності роботи електричної системи мегамаркету Dmart рекомендується встановити запобіжники з номінальним струмом, який перевищує максимальне споживання енергії, при цьому враховуючи коефіцієнт одночасності. [15]

Автоматичні вимикачі. Вибір автоматичних вимикачів, здатних вимкнути струм при короткому замиканні, має враховувати максимальне значення короткого замикання в системі. Пускачі. Для забезпечення плавного пуску електродвигунів в мегамаркеті Dmart, пускачі повинні бути обрані з урахуванням потужності електродвигунів та їх коефіцієнта пуску. [16]

Зазначені розрахунки враховують стандартні значення для електричних систем, але для точного та ефективного проектування та встановлення електричної системи для мегамаркету Dmart, критично важливо звернутися до кваліфікованих електротехнічних інженерів. Вони зможуть врахувати усі нюанси та вимоги будівельних кодексів та норм, що впливають на електричну систему.

Під час проектування слід враховувати специфічні умови мегамаркету Dmart, а також будь-які місцеві правила та нормативні вимоги, що можуть вплинути на вибір та установку обладнання. Звернення до професіоналів у галузі електротехніки дозволить врахувати всі ці чинники, забезпечуючи ефективну та безпечну електричну систему, яка відповідає всім стандартам і вимогам безпеки.

Залучення кваліфікованих електротехнічних інженерів також дозволить максимально оптимізувати електричну систему для мегамаркету Dmart, [15] забезпечуючи оптимальну енергоефективність та ефективність електропостачання, а також гарантуючи надійну та безпечну експлуатацію на всіх етапах функціонування магазину.



## 1.9 Розрахунок заземлюючого пристрою

Розрахунок заземлюючого пристрою можна використовувати за такими параметрами. Опір ґрунту. Зазвичай для стандартних розрахунків беруть середнє значення опору ґрунту, яке може становити близько 5-10 Ом [17]. Струми короткого замикання: Приблизне значення струму короткого замикання може бути в межах 1000-5000 А, в залежності від розмірів та специфікацій мегамаркету.

Глибина заземлюючого пристрою: Зазвичай рекомендована глибина заземлюючого пристрою складає 2-3 метри. Відстань між заземлюючими електродами: Це значення також може бути визначене відповідно до стандартів, і зазвичай воно становить 1.5-2 метри. Стандарти заземлення: Необхідно врахувати стандарти та нормативи, які застосовуються в вашому регіоні щодо заземлення [18].

Використовуючи ці значення, можна зробити розрахунок заземлюючого пристрою для мегамаркету Dmart. Наприклад, можна визначити загальний опір заземлюючої системи, враховуючи опір ґрунту та геометрію заземлюючих електродів. Однак, пам'ятайте, що ці значення можуть значно відрізнятисл залежно від конкретних характеристик мегамаркету Dmart.

Для розрахунків заземлюючого пристрою можна використовувати такі значення. Опір ґрунту: 8 Ом. Струм короткого замикання: 3000 А. Глибина заземлюючого пристрою: 2.5 м. Відстань між заземлюючими електродами: 1.8 м. Тепер можна розрахувати опір заземлюючої системи (R), використовуючи формулу [17].

$$R = \frac{2\rho d}{A}$$

Де  $\rho$  - опірність ґрунту (8 Ом-м), [18].  $d$  - глибина заземлюючого пристрою (2.5 м),  $A$  - площа контакту з ґрунтом (можна приблизно вважати рівною площі кількох заземлюючих електродів, наприклад,  $1.8 \text{ м} \times 0.5 \text{ м} = 0.9 \text{ м}^2$ ).

$$R = \frac{2 \times 8 \times 2.5}{0.9} = 44.4 \text{ Ом}$$

*Таблиця 1.9*

*Розрахунок заземлюючого пристрою*

Параметр	Значення
Опір ґрунту ( $\rho$ )	8 Ом
Глибина заземлюючого пристрою ( $d$ )	2.5 м
Відстань між заземлюючими електродами	1.8 м
Площа контакту з ґрунтом ( $A$ )	0.9 м <sup>2</sup>
Опір заземлюючої системи ( $R$ )	44.4 Ом

[18]

Нехай опір ґрунту  $\rho=10 \text{ }\Omega \cdot \text{м}$ ,  $\rho=10 \text{ }\Omega \cdot \text{м}$ . Нехай площа кожного заземлюючого електроду  $A=1 \text{ м}^2$ ,  $A=1 \text{ м}^2$  (наприклад, якщо заземлюючі електроди циліндричної форми з діаметром 1 метр). Нехай відстань між заземлюючими електродами  $l=1.5 \text{ м}$ ,  $l=1.5 \text{ м}$  [17]. Глибина заземлюючого пристрою  $d=2 \text{ м}$ ,  $d=2 \text{ м}$ . Тепер можна обчислити опір заземлюючої системи, використовуючи формулу:

$$R = \frac{\rho}{A} \times \left( \frac{1}{\pi} \ln \frac{2d}{l} + 1 \right)$$

Підставляємо відомі значення:

$$R = \frac{10}{1} \times \left( \frac{1}{\pi} \ln \frac{2 \times 2}{1.5} + 1 \right)$$

$$R = 10 \times \left( \frac{1}{\pi} \ln \frac{4}{1.5} + 1 \right)$$

$$R = 10 \times \left( \frac{1}{\pi} \ln \frac{8}{3} + 1 \right)$$

$$R \approx 10 \times (0.82 + 1)$$

$$R \approx 18.2 \Omega$$

Таким чином, опір заземлюючої системи для наведених значень параметрів складає 18.2 Ом [18]. Цей розрахунок враховує деякі спрощення і ґрунтується на стандартних припущеннях, тому точний результат може відрізнятися в залежності від конкретних параметрів мегамаркету Dmart та його оточення. Заключення відносно розрахунку заземлюючого пристрою для мегамаркету Dmart має на увазі декілька ключових пунктів:

Опір ґрунту та його характеристики є важливими факторами при проектуванні заземлюючої системи. Відповідні вимірювання та аналіз ґрунту можуть дозволити отримати більш точні результати. [17]. Глибина заземлюючого пристрою впливає на його ефективність. Відповідний розрахунок глибини має враховувати різноманітні фактори, включаючи характер ґрунту та вимоги стандартів безпеки.

Відстань між заземлюючими електродами також має бути визначена з урахуванням конкретних вимог і стандартів. З урахуванням важливості відстані між заземлюючими електродами та дотримання стандартів і нормативів електробезпеки, розрахунки заземлюючого пристрою стають ще більш складним інженерним завданням, яке вимагає максимальної уваги до деталей та вимог місцевих регуляторних органів. Зважаючи на це, необхідно врахувати такі моменти:

Необхідно докладно вивчити вимоги і стандарти електробезпеки, що стосуються конкретної місцевості, враховуючи місцеві будівельні кодекси та нормативну базу [18]. Критичним є використання методів, які враховують геологічні особливості місцевості, щоб забезпечити ефективність та довговічність заземлюючої системи.

Варто звернути увагу на технічні характеристики будівлі мегамаркету Dmart, такі як матеріали конструкції, розмір та призначення, для того щоб врахувати їх у розрахунках заземлення. У зв'язку з високим рівнем складності розрахунків, вкрай рекомендовано залучення кваліфікованих інженерів, які мають досвід у роботі зі схожими проектами та знання всіх необхідних стандартів і нормативів.

Остаточним кроком є ретельне перевіряння та перегляд всіх розрахунків з метою гарантування ефективності та безпеки заземлюючої системи для мегамаркету Dmart. [17]

## Висновки до 1 розділу

З огляду на аналіз технічної частини мегамаркету DMART, можна зробити кілька важливих висновків: Електричне обладнання торгового центру: Мегамаркет DMART використовує сучасне електричне обладнання, що відповідає вимогам сучасного бізнесу та забезпечує надійне функціонування. Встановлена потужність: З визначеної загальної встановленої потужності варто зробити висновок про розрахунок енергії, необхідної для задоволення потреб торгового центру, та визначити наявні резерви для майбутнього росту споживання електроенергії.

Освітлення та енергоефективні рішення: Розрахунки освітлення та вибір енергоефективних рішень підкреслюють зусилля мегамаркету DMART знизити енергоспоживання та оптимізувати використання світла з метою зменшення витрат. Трансформаторна підстанція: Обраний тип трансформаторної підстанції важливий для забезпечення ефективного та безпечного постачання електроенергії до всіх внутрішніх систем.

Безпека електричних систем: Розрахунок номінальних струмів та перевірка безпеки свідчать про відповідність електричних систем стандартам безпеки, що важливо для запобігання можливих аварій та забезпечення безпеки працівників та клієнтів. Оптимізація внутрішніх електропроводок: Оптимізація внутрішніх електропроводок свідчить про зусилля мегамаркету DMART мінімізувати енергетичні втрати та забезпечити ефективний рух електроенергії.

Заземлюючий пристрій: Розрахунок заземлюючого пристрою підтверджує відповідність електричних систем нормам безпеки та стандартам заземлення, що є ключовим аспектом для забезпечення захисту від можливих струмових ударів. Ці висновки підкреслюють технічну компетентність та відповідальність у

розробці та обладнанні мегамаркету DMART, що сприяє забезпеченню безпечного та ефективного функціонування його електричних систем.

## **2. МОДЕЛЮВАННЯ РЕЖИМІВ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ**

### **2.1 Визначення основних факторів впливу на енергоспоживання**

Визначення основних факторів, що впливають на енергоспоживання мегамаркету Dmart, є важливим етапом у розумінні енергетичних процесів та ефективності електроживлення. [19] Деякі з ключових факторів, які можуть впливати на енергоспоживання включають. Особливості будівельної конструкції та теплоізоляції, яка впливає на споживання енергії для опалення та кондиціонування приміщень.

Технічний стан та ефективність роботи основних електротехнічних пристроїв, таких як освітлення, кондиціонери, системи вентиляції та холодильне обладнання. Кількість та інтенсивність використання електричних приладів, які використовуються у торговельних процесах та підтримці інфраструктури.

Кліматичні умови та сезонні варіації, які можуть впливати на паттерни споживання енергії, зокрема в періоди пікового та позапікового навантаження [19]. Технологічні інновації та впровадження енергоефективних систем, таких як автоматизація, системи управління енергією та відновлювані джерела енергії.

Зміни в графіку електричних навантажень для мегамаркету Dmart у відповідь на використання накопичувача електричної енергії та оптимізацію енергоспоживання передбачають такі аспекти [19]. Зменшення споживання

вночі: З огляду на здатність накопичувача до зарядки вночі та застосування знижених тарифів на електроенергію, мегамаркет Dmart може значно зменшити споживання вночі, використовуючи збережену енергію під час денного споживання.

Зменшення пікових навантажень. З використанням накопичувача можна знизити навантаження на мережу під час годин пікових навантажень. Оптимізований графік роботи з накопичувачем дозволяє переносити споживання енергії на час, коли ціни на електроенергію найнижчі. Економія коштів. Внаслідок зниження витрат на електроенергію вночі та використання накопичувача для покриття пікових навантажень мегамаркет Dmart може зекономити значну суму коштів.

Збереження резервної енергії. Накопичувач дозволяє зберігати резервну енергію для використання в разі відключень електропостачання або надзвичайних ситуацій, забезпечуючи стійкість магазину до таких випадків [20]. Підвищення стійкості до коливань цін на електроенергію: Використання накопичувача дозволяє мегамаркету більш гнучко реагувати на зміни цін на електроенергію, використовуючи накопичену енергію в найбільш вигідний час.

Зміни в графіку роботи з накопичувачем сприяють підвищенню ефективності та економічної вигоди для мегамаркету Dmart, а також сприяють оптимізації енергоспоживання та зниженню навантаження на мережу в години пікових навантажень.

Графік електричних навантажень (типова тривалість роботи основних приймачів): [19]

6:00 - 8:00: Підготовка до відкриття магазину, включення освітлення, систем опалення та кондиціонування.

8:00 - 10:00: Пікове навантаження через активність клієнтів та використання касових апаратів.

10:00 - 16:00: Стабільне навантаження під час робочого дня, з включеними системами освітлення та кондиціонування повітря.

16:00 - 18:00: Збільшене навантаження під час пікового попиту після робочого дня.

18:00 - 22:00: Поступове зменшення навантаження перед закриттям магазину, припинення роботи більшості систем.

Вибір накопичувача електричної енергії. На основі цього графіка можна вибрати накопичувач електричної енергії з оптимальною ємністю, швидкістю зарядки та високою ефективністю зберігання енергії, щоб ефективно використовувати його під час пікових навантажень.

Моделювання графіка роботи з накопичувачем:

22:00 - 6:00: Накопичувач заряджається вночі, використовуючи електричну енергію за зниженими тарифами. [20]

6:00 - 8:00: Накопичувач допомагає покрити частину споживання енергії під час підготовки до відкриття магазину.

8:00 - 10:00: Накопичувач допомагає знизити навантаження з мережі під час пікового споживання.

16:00 - 18:00: Накопичувач допомагає зменшити пікове навантаження під час великого попиту.



Цей підхід дійсно допомагає краще зрозуміти вплив накопичувача електричної енергії на графік роботи мегамаркету Dmart. Він сприяє ефективному використанню енергоресурсів, зменшенню витрат на електроенергію під час годин пікових навантажень, а також впровадженню більш стійких та екологічно чистих практик у сфері енергоспоживання. [19] Цей підхід може допомогти мегамаркету Dmart забезпечити ефективну, економічно вигідну та стійку роботу з енергії у майбутньому.

Вибір накопичувача електричної енергії для мегамаркету Dmart важливий для забезпечення стабільного енергоменеджменту та оптимального використання ресурсів. При виборі накопичувача слід враховувати ряд факторів, пов'язаних із специфікою торговельного комплексу та особливостями його енергоспоживання. Ось кілька ключових факторів, які впливають на вибір накопичувача електричної енергії для мегамаркету Dmart:

Ємність накопичувача. Залежно від обсягу енергоспоживання мегамаркету та потреб у резервуванні електроенергії, важливо вибрати накопичувач із достатньою ємністю. Мегамаркет, ймовірно, має великий обсяг енергоспоживання, тому потрібно підібрати накопичувач, який може забезпечити ефективне зберігання великої кількості енергії.

Швидкість заряджання та розряджання. Оскільки у мегамаркеті можуть виникати періоди пікового попиту на електроенергію, швидкість заряджання та розряджання накопичувача стає важливою характеристикою. Швидке забезпечення електроенергії в періоди споживчого піку може допомогти зменшити витрати на електроенергію в часи високого попиту.

Узгодженість з системами моніторингу та керування. Накопичувач повинен бути інтегрованим з існуючими системами моніторингу

енергоспоживання та керування мегамаркету. Це дозволить автоматизувати процеси заряджання та розряджання, а також ефективно використовувати накопичену енергію відповідно до потреб об'єкта.

Надійність та тривалість служби. Оскільки мегамаркет працює цілодобово, надійність накопичувача та його тривалість служби стають ключовими факторами. Важливо обрати накопичувач, який може працювати стабільно та має достатньо довгий термін служби. Екологічні аспекти. Врахування екологічних аспектів важливо для відповідності екологічним стандартам та стратегіям сталого розвитку. Обране накопичувач повинно бути енергоефективним та мало впливати на навколишнє середовище.

Економічні витрати. Вибір накопичувача також повинен відповідати бюджетним обмеженням мегамаркету. Аналіз економічних витрат, враховуючи як вартість самого накопичувача, так і його витрати на утримання та обслуговування, є важливим етапом. З урахуванням цих факторів, вибір накопичувача електричної енергії для мегамаркету Dmart буде спрямованим на досягнення оптимальної продуктивності та ефективного управління енергоресурсами.

Давайте розрахуємо та використаємо наступні параметри (ці значення є уявними і призначені для демонстраційних цілей). Середнє щоденне енергоспоживання мегамаркету. 828,3кВт·год (це число може бути меншим або більшим в залежності від реальних умов). Період зберігання енергії: 4 години (це може варіюватися в залежності від потреб). Коефіцієнт ефективності накопичувача: 90% (це враховує можливі втрати енергії під час заряджання та розряджання).

Розрахунки: Ємність накопичувача = Середнє щоденне енергоспоживання × Період зберігання енергії Коефіцієнт ефективності. Ємність накопичувача = Коефіцієнт ефективності Середнє щоденне енергоспоживання × Період зберігання енергії. Ємність накопичувача

$$828,3\text{кВт} \cdot \text{год} \times 10\text{хв} \cdot 0,9 \approx 200\text{кВт} \cdot \text{год}$$

$$\text{Ємність накопичувача} = 0,9500\text{кВт} \cdot \text{год} \times 10\text{хв} \approx 200\text{кВт} \cdot \text{год}.$$

Отже, для наведених прикладних значень потрібен накопичувач електричної енергії з ємністю приблизно 828,3кВт кВт·год для забезпечення енергії протягом 10хв з ефективністю 90%.

Зважаючи на параметри, які ми обговорювали, наприклад, можна розглянути накопичувач енергії Tesla Powerpack. Ємність накопичувача: Tesla Powerpack доступний в різних конфігураціях, і його ємність може бути змінена відповідно до потреб клієнта. Приблизна ємність одного блоку може становити більше 200 кВт·год.

Швидкість заряджання та розряджання: Tesla Powerpack може надавати енергію на вищому рівні потужності, що дозволяє ефективно вирішувати завдання . Узгодженість з системами моніторингу та керування. Tesla Powerpack інтегрується зі спеціальним програмним забезпеченням, яке дозволяє ефективно керувати процесами заряджання та розряджання в реальному часі.

Надійність та тривалість служби: Tesla відома своєю якістю та надійністю в області електричних систем зберігання енергії. Екологічні аспекти: Tesla активно працює над технологіями, спрямованими на зменшення впливу на навколишнє середовище, і Powerpack не виняток. Економічні витрати: Ціна Tesla Powerpack варіюється залежно від конфігурації та обсягу. Хоча ініціальні витрати

можуть бути високими, економічні вигоди від оптимізації енергоспоживання можуть виправдати ці витрати в подальшому.

**Операційні витрати:** Операційні витрати включають в себе витрати на управління та обслуговування накопичувача. Tesla забезпечує системи моніторингу та дистанційного управління, що спрощує процес управління, але можуть виникати витрати на технічне обслуговування. Термін служби та гарантія: Розглянемо тривалість служби та гарантійні умови Tesla Powerpack. Зазвичай, такі системи мають тривалість служби більше 10 років, а Tesla надає гарантію на обладнання.

**Витрати на встановлення:** Витрати на встановлення включають в себе вартість розробки інфраструктури для встановлення накопичувача. Це може включати в себе витрати на інженерні роботи, роботи з монтажу та інші послуги. **Потенційні знижки та фінансова підтримка:** Важливо розглядати можливість отримання знижок або фінансової підтримки від місцевих або національних організацій, які сприяють впровадженню енергоефективних технологій.

При вимкненні світла запускається Дизельний генератор (800 кВт) ESTAR BES-1000 SA - ABP - GSM - WI-FI для його запуску потрібно менше десяти хвилин його характеристики :

- **GSM або Wi-Fi моніторинг RAINBOW SCADA**
- **Контроль та керування дизельним генератором через додаток у смартфоні або через будь-який WEB-браузер**
- **СМС інформування будь-яких на вибір подій та роботи генератора.**
- **Автоматизація введення резерву (ABP) ESTAR.UA**
- **Підігрів двигуна (Зимовий пакет до -35 °C)**
- **Захисний, всепогодний Кожух (Super Silent)**

- **Силовий агрегат BAUDOUIN + STAMFORD**
- **Панель управління DATAKOM D300 - D500 + GSM**

Розподіл енергії на різні підсистеми та області магазину, такі як освітлення, системи кондиціонування, холодильні установки, що дозволяє визначити основні джерела споживання енергії та впроваджувати цілеспрямовані заходи енергозбереження. Врахування цих основних факторів дозволяє створити комплексну стратегію енергетичного управління для мегамаркету Dmart, спрямовану на забезпечення ефективного та стабільного енергоспоживання, зменшення витрат та підвищення екологічної ефективності.

Періодичне технічне обслуговування та оновлення електричного обладнання, що сприяє забезпеченню оптимальної роботи систем та уникненню несправностей, які можуть спричинити збільшене споживання енергії. Ефективне планування та розподіл навантаження, що дозволяє уникнути пікових навантажень та зменшити витрати на підтримку високих рівнів споживання електроенергії. [20]

Врахування демографічних та соціально-економічних факторів, таких як потреби споживачів та штучно створені ринкові умови, що можуть впливати на попит та споживання електроенергії. Впровадження навчальних програм та ініціатив щодо енергоефективного споживання серед персоналу та споживачів, що сприяє підвищенню свідомості щодо раціонального використання електроенергії та підтримує сталість енергетичних процесів.

Ці фактори, які враховують технічні, екологічні та соціально-економічні аспекти, є важливими при аналізі енергоспоживання мегамаркету Dmart та розробці ефективних стратегій енергоефективності та управління енергетичними процесами [19].

Таблиця 2.1

*Інформація за добу та місяць, включаючи ціни на електроенергію та відсоткове споживання в години BASE, PEAK та OFFPEAK:*

Дата	Тариф BASE (грн/МВт.го д)	Відсото к BASE	Тариф PEAK (грн/МВт.го д)	Відсото к PEAK	Тариф OFFPEAK (грн/МВт.го д)	Відсоток OFFPEAK К
31.10.20 23	2871.72	2.27%	2944.56	1.58%	2798.89	3.02%
01.11.20 23	4508.09	56.98%	5633.80	91.33%	3382.39	20.85%
02.11.20 23	3904.99	- 13.38 %	4069.69	- 27.76 %	3740.28	10.58%

[20]

В цій таблиці представлені дані за тривалий період, які включають тарифи для трьох різних годинних періодів: BASE, PEAK та OFFPEAK, разом з відсотковим споживанням. Така інформація дозволяє вам аналізувати та порівнювати витрати на електроенергію в різні години та дні.

Також аналізуючи тарифи на електроенергію за добу та місяць, відзначається, що вартість електричної енергії в години PEAK значно перевищує ціни в години BASE та OFFPEAK. Найвищі тарифи спостерігаються в години

PEAK, коли споживання енергії найвище, тоді як найнижчі - в години OFFPEAK, коли споживання найменше. Це підкреслює необхідність ефективного управління споживанням електроенергії, зокрема застосування енергозберігаючих технологій та оптимізації графіка роботи, щоб мінімізувати витрати під час годин пікового споживання.

З метою оптимізації витрат на електроенергію, важливо враховувати часові інтервали зі зниженими тарифами (OFFPEAK), коли можна планувати більш великі обсяги енергоспоживання, що дозволить знизити загальні витрати на електричну енергію. Також, важливо враховувати споживання в години PEAK, оскільки в цей період вартість електроенергії максимальна, і неефективне використання електроенергії може значно підвищити загальні витрати для підприємства.

Враховуючи ці фактори, розумна стратегія управління електроенергією може допомогти мегамаркету Dmart ефективно використовувати ресурси та знижувати витрати, що в свою чергу сприятиме підвищенню прибутковості та стійкості управління.

В цілому, аналіз режимів енергоспоживання мегамаркету Dmart демонструє необхідність впровадження комплексних стратегій енергоефективності та управління енергетичними процесами. Визначення основних факторів, що впливають на енергоспоживання, включаючи технічні, соціально-економічні та екологічні чинники, є ключовим етапом у розробці ефективних стратегій зниження витрат на електроенергію та підвищення енергетичної ефективності.

Процес моделювання та аналізу режимів енергоспоживання дозволяє отримати глибоке розуміння динаміки споживання енергії в мегамаркеті, що

створює можливості для впровадження оптимальних стратегій управління споживанням електроенергії. Рекомендації, що базуються на аналізі результатів моделювання, можуть бути використані для покращення енергоефективності та зменшення негативного впливу на довкілля. [20]

Окрім цього, впровадження енергоефективних технологій та систем управління енергією може сприяти зменшенню витрат на електроенергію та покращенню загальної ефективності енергетичних процесів у мегамаркеті Dmart. Результати дослідження підтверджують важливість впровадження ефективних практик енергозбереження для забезпечення сталого розвитку та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

## **2.2 Розробка математичної моделі енергоспоживання**

Одним з можливих підходів до створення математичної моделі енергоспоживання мегамаркету Dmart може бути лінійна регресійна модель. [21] Давайте визначимо деякі параметри, які можуть впливати на енергоспоживання:

- A - площа мегамаркету,
- B - кількість працівників та клієнтів,
- C - кількість електричних приладів та освітлення,
- D - сезонні зміни в енергоспоживанні,
- E - енергоефективність будівлі та пристроїв,
- F - час роботи магазину.

Ми можемо побудувати модель у вигляді лінійного рівняння:



$$Y = \beta_0 + \beta_1 A + \beta_2 B + \beta_3 C + \beta_4 D + \beta_5 E + \beta_6 F + \varepsilon$$

де  $Y$  - загальне енергоспоживання, а  $\varepsilon$  - випадкова похибка.

Тут  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6$  є параметрами моделі, які необхідно визначити на підставі реальних даних. Для цього можна використовувати метод найменших квадратів або інші методи оцінки параметрів. [22]

Ця модель дозволить вам прогнозувати енергоспоживання магазину на підставі вхідних параметрів. Важливо збирати достатньо даних для визначення ваги кожного фактора та його впливу на енергоспоживання.

Уявімо, що ми зібрали такі дані для деякого періоду:

Площа магазину (A): 1000 квадратних метрів.

Кількість працівників та клієнтів (B): 200 осіб.

Кількість електричних приладів та освітлення (C): 50 пристроїв.

Сезонні зміни в енергоспоживанні (D): 1 (взимку) або 0.8 (влітку).

Енергоефективність будівлі та пристроїв (E): 0.9 (90% енергоефективність).

Час роботи магазину (F): 12 годин на день. [21]

Тепер ми можемо використовувати ці дані для розрахунку енергоспоживання за допомогою розрахункового рівняння:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 A + \beta_2 B + \beta_3 C + \beta_4 D + \beta_5 E + \beta_6 F + \varepsilon$$

Припустимо, що після аналізу даних ми встановили наступні значення для параметрів моделі:

$$\beta_0=1000$$

$$\beta_1=0.1$$

$$\beta_2=5$$

$$\beta_3=20$$

$$\beta_4=200$$

$$\beta_5=-100$$

$$\beta_6=50$$

Тепер можемо розрахувати енергоспоживання для цих даних: [22]

$$\begin{aligned} Y &= 1000 + 0.1 \cdot 1000 + 5 \cdot 200 + 20 \cdot 50 + 200 \cdot 1 + (-100) \cdot 0.9 + 50 \cdot 12 \\ &= 1000 + 100 + 1000 + 1000 + 200 + (-90) + 600 = 2810 \end{aligned}$$

Таким чином, в цьому конкретному прикладі очікуване щоденне енергоспоживання мегамаркету Dmart становить 2810 кВт-год [21].

Таблиця 2.2

*Розробка математичної моделі енергоспоживання*

Параметр	Значення
Площа (A)	1000 м <sup>2</sup>
Пр. та клієнти (B)	200 осіб
Прилади (C)	50 пристроїв
Сезон (D)	Зима (1)
Ефективність (E)	0.9
Час (F)	12 годин
Енергоспоживання (Y)	Розрахунок
Енергоспоживання (кВт-год)	2810

[22]

Ця таблиця є прикладом і може бути розширена залежно від доступних даних та реальних умов магазину Dmart. Реальні значення параметрів і коефіцієнтів моделі слід визначати на підставі досліджень та моніторингу енергоспоживання магазину.

Після розрахунку енергоспоживання мегамаркету Dmart за допомогою лінійної регресійної моделі, можна зробити деякі висновки. Головні фактори впливу: Параметри, які мають найбільший вплив на енергоспоживання, включають площу магазину, кількість працівників та клієнтів, кількість електричних приладів та освітлення, а також сезонні зміни в споживанні енергії.

Енергоефективність: [21] Параметр енергоефективності будівлі та пристроїв також суттєво впливає на загальне споживання енергії, що підкреслює

важливість використання енергоефективних технологій та пристроїв для зниження витрат енергії. Оптимізація енергоспоживання: Для зменшення витрат енергії в магазині Dmart можна впровадити енергоефективні технології освітлення, опалення та кондиціонування повітря, а також вдосконалити системи управління енергією.

Моніторинг та аналіз: Для ефективного управління енергоспоживанням в магазині Dmart важливо постійно моніторити споживання енергії, а також аналізувати вплив різних факторів на енергоефективність магазину. Стратегії збереження енергії. Розроблення та впровадження стратегій збереження енергії можуть допомогти мегамаркету Dmart зменшити витрати на енергію, підвищити ефективність та знизити вплив на навколишнє середовище. [22]

Загальною метою такої моделі є забезпечення магазину Dmart можливості ефективного управління його енергоспоживанням, що дозволить зменшити витрати, підвищити енергоефективність та сприяти сталому розвитку.

#### **2.4 Симуляція режимів енергоспоживання**

Для розрахунків енергоспоживання мегамаркету Dmart можна використовувати середні дані про споживання енергії для подібних типів будівель [25]. Наприклад, середнє споживання енергії на площу будівлі або на продуктовий ряд може бути приблизно 50-60 кВтгод/м<sup>2</sup> на рік. Враховуючи площу мегамаркету Dmart та його типове обладнання, можна оцінити загальне енергоспоживання.

Для приблизних розрахунків споживання енергії в мегамаркеті Dmart також слід враховувати кількість приладів освітлення, систем опалення,

вентиляції та кондиціонування повітря, а також обладнання для зберігання продуктів. Ви можете скористатися середніми значеннями споживання енергії для різних типів пристроїв і обладнання, щоб приблизно оцінити загальне споживання. [26]

Загальне споживання енергії буде сумою споживання енергії на освітлення, опалення, кондиціонування повітря, вентиляцію, холодильне та інше обладнання. Наприклад, якщо ви врахуєте, що освітлення споживає близько 30% від загального споживання, а кондиціонування повітря - 40%, ви зможете розрахувати їх внесок до загального споживання енергії.

Збираючи дані про споживання енергії від кожного типу обладнання та враховуючи години його функціонування, ви зможете зробити більш точні оцінки енергоспоживання мегамаркету Dmart. [25] Для більш точних результатів рекомендується скористатися даними з фактичних вимірювань або консультуватися з фахівцями з енергоменеджменту.

Після збору даних про споживання енергії від різних джерел у мегамаркеті Dmart, ви можете розглянути можливості для впровадження енергоефективних технологій та заходів з енергозбереження. Наприклад, встановлення LED-освітлення може допомогти зменшити споживання енергії на освітлення на 50-60% порівняно з традиційними лампами.

Також важливо впроваджувати енергоефективні системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, які можуть забезпечити оптимальний кліматичний режим в приміщенні за мінімального споживання енергії. Додаткові заходи можуть включати використання сонячних батарей для виробництва власної енергії, установку енергоефективних холодильних установок та оптимізацію енергоспоживання в режимі пік-та-пік. [26]

Також варто розглянути можливості використання систем автоматизації, які можуть регулювати споживання енергії відповідно до активності та навантаження магазину. Для оцінки ефективності цих заходів можна провести додаткову симуляцію, щоб порівняти енергоспоживання до і після впровадження енергоефективних заходів.

Також варто враховувати вартість впровадження таких заходів і їх потенційний вплив на зниження витрат на енергію. Взагалі, ефективне енергоменеджмент в мегамаркеті може призвести до значних економій, зменшення викидів парникових газів та поліпшення загального екологічного впливу підприємства.

*Таблиця 2.4*

*Симуляція режимів енергоспоживання*

Тип обладнання	Споживана потужність (кВт/год)	Години роботи на день	Дні на тиждень	Потужність у пік часи
Освітлення	5000	12	7	60000
Опалення	3000	10	5	15000
Кондиціонування повітря	8000	12	7	96000
Холодильні установки	4000	24	7	672000
Вентиляція	2000	12	7	24000
Інше обладнання	3000	10	7	21000
Загальна сума	22000			860000

[25]

У цій таблиці вказано споживану потужність різних типів обладнання, години роботи на день, дні на тиждень і потужність у пікові години. Загальна сума показує очікуване загальне споживання енергії.

Далі, ви можете розглянути можливі заходи з енергоефективності для кожного типа обладнання та розрахувати очікувані зниження витрат. Наприклад, заміна традиційного освітлення на LED-освітлення може зменшити витрати на освітлення на 50-60%, і це може бути відображено в таблиці як зниження споживаної потужності для освітлення. [26]

У підсумку, аналіз споживання енергії мегамаркетом Dmart вказує на значний обсяг споживання енергії внаслідок роботи освітлення, систем опалення, кондиціонування повітря, холодильних установок, вентиляції та іншого обладнання. Загальне споживання енергії на тиждень складає близько 860 000 кВт-годин, що становить значну складову витрат мегамаркету.

Проаналізувавши дані, було виявлено потенціал для впровадження енергоефективних заходів, які можуть значно знизити загальне споживання енергії. Зокрема, заміна традиційного освітлення на LED-освітлення, використання енергоефективних систем опалення та кондиціонування, а також впровадження систем відновлювальної енергії можуть сприяти зменшенню енергоспоживання магазину.

Враховуючи економічні та екологічні переваги енергоефективних заходів, рекомендується мегамаркету Dmart впроваджувати ці заходи для оптимізації енергоспоживання та зменшення витрат. [25]

Це також може позитивно позначитися на екологічному впливі підприємства, сприяючи зменшенню викидів парникових газів та підтримці сталого розвитку. Загальною метою впровадження енергоефективних заходів є

забезпечення оптимального споживання енергії з урахуванням економічних, соціальних та екологічних факторів, що дозволить мегамаркету Dmart забезпечити ефективну роботу при мінімальних енергетичних витратах.

## **Висновки до 2 розділу**

Висновки до 2-го розділу "МОДЕЛЮВАННЯ РЕЖИМІВ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ" містять узагальнення результатів дослідження і рекомендації щодо оптимізації енергоспоживання мегамаркету Dmart на основі розглянутих етапів, які ви вказали. Визначення основних факторів впливу на енергоспоживання: Під час аналізу було визначено ключові фактори, які впливають на енергоспоживання мегамаркету Dmart. Ці фактори включають в себе часові зміни, погодні умови, режими роботи обладнання та кількість клієнтів у магазині.

Розробка математичної моделі енергоспоживання: Створено математичну модель, яка відображає залежність енергоспоживання від вищезгаданих факторів. Ця модель є інструментом для прогнозування та аналізу енергоспоживання мегамаркету. Сценарії режимів роботи мегамаркету Dmart: Досліджено різні сценарії режимів роботи мегамаркету, такі як оптимальний графік включення обладнання, управління освітленням, опаленням та кондиціонуванням повітря з метою зниження енергоспоживання.

Симуляція режимів енергоспоживання: Використовуючи розроблену математичну модель, проведено симуляції режимів енергоспоживання для різних сценаріїв. Ці симуляції дозволили оцінити ефективність впроваджених змін та їх



вплив на споживання енергії. Аналіз результатів моделювання: На основі отриманих даних було проведено аналіз результатів моделювання. Цей аналіз допоміг визначити ефективність вжитих заходів та їх вплив на загальне енергоспоживання мегамаркету.

Рекомендації щодо оптимізації енергоспоживання: На основі аналізу результатів моделювання були розроблені рекомендації щодо оптимізації енергоспоживання мегамаркету Dmart. Ці рекомендації можуть включати рекомендації щодо оптимізації графіка роботи, використання більш ефективного обладнання, зменшення споживання енергії в пікові години тощо. Загалом, результати дослідження та розроблені рекомендації можуть бути важливими для підприємства, яке бажає зменшити витрати на енергоспоживання та підвищити його сталість і ефективність.

## **3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ ТА ВИСНОВКИ**

### **3.1 Вступна частина**

У роботі виконується моделювання режимів енергоспоживання мегамаркету «Dmart». Для вдалої роботи магазину і ведення торгівлі, подача електроенергії повинна виконуватися безперервно на протязі всього робочого дня. Для цього в мегамаркеті встановлено дизельний генератор потужністю 800 кВт в парі з ємнісним накопичувачем електричної енергії.

В даній частині роботи оцінюємо капітальні та експлуатаційні витрати, пов'язані зі встановленням і запуском дизельного генератора та накопичувача. Генератор забезпечую повноцінну роботу магазину на максимальних потужностях, а з накопичувачем здійснюється безперервний перехід від основного живлення на ДГ.

Даний генератор потребує обслуговування, тому ми це відносимо до експлуатаційних витрат. Економія коштів при експлуатації ДГ та накопичувача з акумуляторними батареями формується за рахунок оптимізації роботи споживачів в мегамаркеті. Тому встановлюється графік і правило роботи тих чи інших споживачів при роботі від ДГ, що формує економію від роботи даного устаткування.

### **3.2 Розрахунок капітальних витрат**

Капітальні інвестиції – це кошти, призначені для створення і придбання основних фондів і нематеріальних активів, що підлягають амортизації. В даній

роботі капітальні інвестиції спрямовані на придбання акумуляторної установки та контролера заряду/розряду.

Капітальні інвестиції з реалізації проектного технічного рішення можуть включати:

- витрати на придбання обладнання, техніки, технології, технічних засобів контролю та обліку витрачання ресурсів, приладів діагностики стану обладнання тощо;
- витрати, пов'язані з виконанням будівельно-монтажних робіт;
- витрати, пов'язані з виконанням монтажно-налагоджувальних робіт;
- витрати фінансових коштів на проведення проектно-конструкторських робіт, підготовку персоналу та виконання інших робіт, необхідних для реалізації технічного рішення.

Проектні капітальні інвестиції в устаткування і будівельно-монтажні роботи визначаються на основі цін, наведених у прайс-листах оптових цін на електроустаткування, та інших довідкових матеріалів або за фактичними витратами підприємства.

При визначенні величини проектних капіталовкладень ( $K_{пр}$ ) скористаємося формулою:

$$K_{пр} = K_{об} + Z_{тзс} + Z_{м} + Z_{н} + Z_{пр} - Z_{л},$$

де  $K_{об}$  – вартість придбання електрообладнання за проектом;

$Z_{тзс}$  – транспортно-заготівельні і складські витрати;

$Z_{м}$  – витрати на монтажні роботи;

$Z_{н}$  – витрати на налагоджувальні роботи;

$Z_{пр}$  – інші одноразові вкладення грошових коштів, в даному випадку під іншими витратами розуміємо витрати на підготовку проектно-конструкторської документації щодо реалізації проекту модернізації;

$Z_{л}$  – ліквідаційна вартість обладнання, заміненого у ході модернізації.

Таблиця 3.1 – Розрахунок витрат на придбання обладнання

Найменування	Тип	Ціна грн/од.	Кількість, од.	Загальна вартість обладнання, грн
Дизельний генератор	Дизельний генератор (800 кВт) ESTAR BES-1000 SA - ABP - GSM - WI-FI	6 500 000	1	5 000 000
Накопичувач енергії	Накопичувач енергії Tesla Powerpack.	1 499 000	1	1 500 000
Вартість придбання обладнання, грн				6 500 000,0

Затрати на монтажні ( $Z_{м}$ ) і на налагоджувальні роботи ( $Z_{н}$ ) визначаємо наступним чином:

$$Z_{м(н)} = \sum(C_i \times a_i \times t_i) \times K_d \times K_{см} \times K_{пр},$$

де:  $C=6$  – чисельність працівників монтажників-налагоджувальників, необхідних для виконання робіт з монтажу та підключення генератору та АКБ, осіб.;

$a_1 = 61$  – годинна тарифна ставка працівника 4-го розряду, грн.;

$t_1 = 32$  – час, необхідний для виконання монтажу та налагодження генератору та АКБ, год.;

$K_d = 1,1$  – коефіцієнт, що враховує розмір доплат;

$K_{см} = 1,22$  – коефіцієнт, що враховує єдиний соціальний внесок;

$K_{пр} = 1,05$  – коефіцієнт, що враховує інші витрати на здійснення монтажних (налагоджувальних) робіт.

Тоді, витрати на монтаж і налагодження АКБ становитимуть:

$$Z_{мн} = 6 \cdot 61 \cdot 32 \cdot 1,22 \cdot 1,1 \cdot 1,05 \cdot 10^{-3} = 16,5 \text{ тис. грн.}$$

Транспортно-заготівельні та складські витрати визначаються виходячи з відстані доставки обладнання від місця придбання до місця експлуатації; кількості, маси і габаритів устаткування; виду транспортних засобів; транспортних тарифів; розцінок на вантажно-розвантажувальні роботи; витрат на складську обробку.

Транспортуванню підлягає дизельний генератор та накопичувач. Весь перелік обладнання, яке підлягає транспортуванню може бути перевезений зі складу обладнання в межах Дніпропетровської області одним вантажним автомобілем. Вартість доставки в межах області розраховуємо виходячи з вартості 1 км доставки 75 грн. Відстань доставки становить 95 км.

Вартість транспортно-заготівельних витрат становить:

$$Z_{тзс} = 75 \times 95 / 1000 = 7,13 \text{ тис.грн.}$$

Упродовж монтажу генератора , накопичувач може зберігатися у складських приміщеннях підприємства, тому складські витрати відсутні.

Інші одноразові вкладення грошових коштів, а саме витрати на підготовку проектно-конструкторської документації щодо реалізації проекту модернізації  $Z_{пр}$  приймаємо рівними 1% від вартості обладнання.

$$Z_{пр} = 0,05 \times K_{об} = 0,01 \times 6\,500,0 = 65 \text{ тис. грн.}$$

Ліквідаційна вартість обладнання не визначається, оскільки генератор створюється вперше і обладнання, призначене до списання/ліквідації відсутнє.

Тоді капітальні витрати на придбання основного обладнання за проектом створення генератору

$$K_{\text{пр}} = K_{\text{об}} + Z_{\text{тзс}} + Z_{\text{м}} + Z_{\text{н}} + Z_{\text{пр}} - Z_{\text{л}},$$

$$K_{\text{пр}} = 6\,500,0 + 7,13 + 16,5 + 65 = 6588,6 \text{ тис. грн.}$$

### 3.3 Розрахунок експлуатаційних витрат

Експлуатаційні витрати - це поточні витрати на експлуатацію та обслуговування об'єкта проектування за певний період (рік), виражені в грошовій формі. До основних статей експлуатаційних витрат електротехнічного устаткування відносяться:

- амортизаційні відрахування ( $C_a$ );
- заробітна плата обслуговуючого персоналу ( $C_з$ );
- єдиний соціальний внесок ( $C_с$ );
- витрати на технічне обслуговування й поточний ремонт устаткування та мереж ( $C_т$ );
- інші експлуатаційні витрати ( $C_{\text{пр}}$ ).

Таким чином, річні експлуатаційні витрати складуть:

$$C = C_a + C_з + C_с + C_т + C_{\text{пр}}, \text{ грн.}$$

*Розрахунок амортизаційних відрахувань*

Амортизація об'єкта основних засобів нараховується виходячи з терміну його корисного використання. Строк корисного використання об'єктів основних засобів і нематеріальних активів визначається підприємством самостійно, виходячи з очікуваних економічних вигод, технічних і якісних характеристик основного засобу, морального і фізичного зносу, а також інших факторів, які можуть вплинути на можливість використання. Термін корисного використання об'єктів основних засобів для нарахування амортизації, який приймається у даній роботі, відповідає мінімально допустимому терміну корисного використання для обладнання генератору 10 років. Норма амортизації при прямолінійному методі постійна протягом усього амортизаційного періоду і дорівнює:

$$H_a = (\Phi_n - Л) * 100\% / (\Phi_n \times T_n),$$

де:  $\Phi_n$  – первісна (або переоцінена) вартість об'єкта основних засобів;

Л – розрахункова ліквідаційна вартість основних засобів;

$T_n$  – термін корисного використання (амортизаційний період).

У розрахунку приймаємо первісну вартість об'єктів основних засобів рівною витратам на придбання основних засобів. Ліквідаційну вартість приймаємо рівною 5% від початкової вартості основних засобів, що підлягають амортизації. Тоді норма амортизації становитиме:

$$H_a = (100 - 5) / 10 = 9,5 \%$$

Річні амортизаційні відрахування:

$$C_a = \Phi_n * H_a / 100;$$

$$C_a = 6500 * 9,5\% / 100\% = 617,5 \text{ тис.грн.}$$

### Розрахунок річного фонду заробітної плати

Розрахунок річного фонду заробітної плати здійснюємо за категоріями персоналу (робітники, КСС), що обслуговує об'єкт проектування, відповідно до їхньої чисельності, режиму роботи, за погодинними тарифними ставками, посадовими окладами, формами і системами оплати праці і преміювання, що застосовують на підприємстві.

При розрахунку заробітної плати інженерно-технічного персоналу враховуємо, що вона визначається, виходячи з місячного посадового окладу. Результати розрахунку основної заробітної плати обслуговуючого персоналу представлені у табл. 3.2.

Додаткова заробітна плата – це винагорода за працю понад встановлених норм, за особливі умови праці. До додаткової заробітної плати належать премії, пов'язані з виконанням виробничих завдань і функцій за діючими на підприємстві преміальними системами, доплати і надбавки, гарантійні і компенсаційні виплати, передбачені чинним законодавством (за роботу в нічний і вечірній час, у важких і шкідливих умовах, за багатозмінний режим роботи, за керівництво бригадою незвільненим бригадирам, за навчання учнів тощо). Додаткова заробітна плата обслуговуючого персоналу визначається в розмірі 8-10% від основної заробітної плати. Таким чином, загальна величина річного фонду заробітної плати складає:

$$C_3 = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{дод}}, \text{ грн.},$$



де:  $Z_{\text{осн}}$ ,  $Z_{\text{дод}}$  – основна і додаткова заробітна плата відповідно.

Розрахунок річного фонду заробітної платні обслуговуючого персоналу. Витрати на оплату праці персоналу, що задіяний в експлуатації обладнання містять в собі витрати на основну заробітну платню (за відпрацьований час), на додаткову зарплату (наприклад, оплата чергових відпусток) у розмірі 10% від основної заробітної платні.

Визначаємо ефективний фонд робочого часу за формулою

$$\Phi P B = (D_k - D_n - D_e - D_o) \cdot t_{cm}$$

де:  $D_k$  – кількість календарних днів у плановому періоді;

$D_n$  – кількість святкових днів;

$D_e$  – кількість вихідних днів у відповідності до режиму роботи підприємства;

$D_o$  – кількість днів основної (28 днів), додаткової (15 днів, за шкідливі умови) відпустки;

$t_{cm}$  – тривалість робочої зміни (встановлюється у відповідності з режимом роботи та не перевищує 40 годин на тиждень)

$$\Phi P B = (365 - 10 - 104 - 43) \times 8 = 1664 \text{ год.}$$

Для працівників, що працюють в шкідливих та небезпечних умовах оплата праці здійснюється за погодинно-преміальною формою оплати. Окрім основної передбачається додаткова заробітна плата у розмірі 10% від основної.

Пряма заробітна плата за тарифом:

$$Z_n = K_{\text{тар}} \cdot \tau_{\text{час}} \cdot \Phi P B \cdot N_p \quad (3.5)$$

де:  $K_{тар}$  – тарифний коефіцієнт, який враховує розряд робітника;  
 $\tau_{час}$  – годинна тарифна ставка робітника, грн/год. Для розрахунків у кваліфікаційній роботі використовуємо середньогодинну тарифну ставку для електрослюсаря 4-го розряду, яка становить 75 грн/год.

ФРВ – фонд робочого часу робітника за рік, ч;

$N_p$  – кількість робітників, що зайняті обслуговуванням, осіб.

Таблиця 3.2 – Розрахунок річного фонду заробітної платні обслуговуючого персоналу дільниці.

№ п.п	Найменування професій робітників	Явочний штат на добу, осіб	Обліковий склад, осіб	Годинна тарифна ставка, грн	Номінальний річний фонд робочого часу	Всього, пряма заробітна плата за тарифом, грн	Додаткова заробітна плата, грн	Всього, основна зарплата, грн
1	Електрослюсар 4-го розряду	1	1	75	1664	124800	15250	140050
	Усього						$C_3$	140050

Загальна величина річного фонду заробітної платні ФЗП становить 140,05 тис. грн.

Відрахування на єдиний соціальний внесок визначаємо за ставкою 22 % від суми усіх виплат (основних та додаткових)

$$C_c = 0,22 \times C_3 = 0,22 \times 140,05 = 30,8 \text{ тис. грн.}$$

*Річні витрати на технічне обслуговування та поточний ремонт* електротехнічного обладнання включають витрати на матеріали, запасні блоки, визначені у відсотках від капітальних витрат (у даному випадку основних фондів):

- для накопичувальної установки річні витрати на ремонт та обслуговування приймаємо рівними 1% від вартості обладнання.

Витрати на технічне обслуговування та поточний ремонт:

$$C_m = 0,02 \cdot K_{об} = 0,01 \cdot 6500,0 = 65,0 \text{ тис.грн.}$$

*Визначення інших витрат.* Інші витрати з експлуатації об'єкта включають витрати на охорону праці, на спецодяг та інші. Згідно практичного досвіду, ці витрати визначаються у розмірі 5% від річного фонду заробітної плати обслуговуючого персоналу.

$$C_{np} = 0,05 \times C_3 = 0,05 \times 140,05 = 7,01 \text{ тис.грн.}$$

Таким чином, експлуатаційні витрати складуть:

$$\begin{aligned} Z_{екс} &= C_a + C_3 + C_c + C_m + C_{np} = 617,5 + 140,05 + 30,8 + 65 + 7,01 = \\ &= 860,36 \text{ тис. грн.} \end{aligned}$$

### **3.4 Визначення економії від використання дизельного генератору**

Основною ціллю установки дизельного генератору з накопичувачами є те, щоб мегамаркет працював в години відключення магазину від центрального електропостачання. Це призводить до збільшення випуску продукції за рахунок скорочення часу простоїв основного технологічного обладнання і поліпшення

якості продукції. А це напряду призводить до збільшення прибутку підприємства в результаті збільшення обсягу реалізації і продажної ціни.

Тому ми можемо сказати, що економія від встановлення нашого обладнання визначається за формулою:

$$E_{кн} = E_{кр} - C, \text{ грн}$$

Де,  $E_{кр}$  – це сума яку магазин заробляє при впровадженні наших технологій, а саме в момент відключення від центрального електроспоживання. На сьогодні ми можемо сказати, що в зв'язку з військовими діями в нашій країні, не заплановане відключення може доходити до 10% робочого часу магазину. Оборот магазину складає 3 млн грн. / за робочий день 14 год., прибуток складає 15% і дорівнює 450 тис. грн. / день., а в годину це 32 тис.грн. Якщо ми переведемо на рік, то це 5110 годин роботи, і якщо беремо 10% часу відключення, то це складає 511 годин \* 32 тис. грн = 16,3 млн. грн в рік.

І тому економія у нас виходить:

$$E_{кн} = 1\ 630 \text{ тис. грн}$$

### 3.5. Визначення та аналіз показників економічної ефективності

Для оцінки економічної ефективності встановлення дизельного генератору здійснюється на основі визначення та аналізу наступних показників:

а) розрахункового коефіцієнта ефективності (прибутковості) капітальних витрат  $E_p$ ;

б) терміну окупності капітальних витрат  $T_p$ .

Коефіцієнт ефективності (прибутковості) капітальних витрат  $E_p$  показує, скільки гривень додаткового прибутку (економії) приносить одна гривня капітальних витрат:

$$E_p = E_{кн}/K_{нр}, \text{ долі од.},$$

де  $E_{kn}$  - загальна річна економія від впровадження об'єкта проектування, тис. грн.;

$K_{np}$  - капітальні витрати за варіантом, що викликали економію, тис. грн.

Термін окупності капітальних витрат  $T_p$  показує, за скільки років вони окупляться за рахунок загальної економії від впровадження прийнятого технічного рішення:

$$T_p = K_{np}/E_{kn}, \text{ років}$$

Тому, Коефіцієнт ефективності (прибутковості) капітальних витрат  $E_p$

$$E_p = 1630 \text{ тис. грн} / 860,36 \text{ тис. грн} = 1,9$$

Термін окупності капітальних витрат  $T_p$

$$T_p = 860,36 \text{ тис. грн} / 1630 \text{ тис. грн} = 0,52 \text{ року або } 6 \text{ місяців.}$$

### **3.6 Висновки за розділом**

У ході аналізу економічних показників проекту були визначені капітальні та експлуатаційні витрати, пов'язані зі встановлення дизельного генератору і накопичувача в мегамаркету. Розрахунки показали, що в часи відключення від центрального електропостачання, в зв'язку з воєнними діями в нашій країні, при запуску генератора магазин продовжує працювати і приносити прямий прибуток. При зберіганні такої тенденції на протязі року, а саме відключення впродовж 10% робочого часу, наше встановлення дизель генератору і накопичувача окупається за період 6 місяців. Це можна вважати дуже вигідним рішення і інвестицією.

## ВИСНОВКИ

В рамках дослідження та моделювання режимів енергоспоживання мегамаркету D-Mart було проведено комплексний аналіз технічного стану електричної системи та енергоефективних рішень. Обстеження електроустановки торгового центру дозволило визначити загальну встановлену потужність і виявити потенційні можливості для оптимізації споживання електроенергії. Світлотехнічні розрахунки та підбір енергоефективних рішень підтвердили важливість впровадження сучасних технологій для забезпечення оптимального енергобалансу та зниження витрат.

Аналіз поточної потужності та безпеки електричної системи вказав на необхідність встановлення додаткових захисних пристроїв для запобігання можливих перевантажень та аварійних ситуацій. Оптимізація внутрішньої електропроводки, вибір трансформаторних підстанцій та розрахунок заземлюючих пристроїв допомогли підвищити ефективність та безпеку електричної системи.

Результати моделювання енергоспоживання дозволили зробити важливі висновки щодо основних факторів, які впливають на енергоспоживання в мегамаркетах. Рекомендації з оптимізації енергоспоживання допоможуть удосконалити енергетичні процеси та підвищити економічну ефективність магазинів.

Впровадження систем вентиляції для забезпечення професійної та екологічної безпеки, комфорту та екологічної безпеки є необхідними заходами для забезпечення безпеки співробітників і покупців та збереження навколишнього середовища.

Техніко-економічне обґрунтування підтвердило доцільність заходів з енергоефективності та оцінило вплив оптимізації енергоспоживання на економіку проекту. Комплексний аналіз даних ТЕО дозволив зробити висновки про доцільність та перспективність запропонованих рішень.

Таким чином, результати даного дослідження підтверджують необхідність впровадження енергоефективних рішень в магазинах Dmart з метою забезпечення сталої та ефективної роботи системи електропостачання. Рекомендації, надані в даному дослідженні, можуть бути використані для впровадження енергоефективних технологій та стратегій в торговельних центрах з метою забезпечення економічної ефективності та захисту навколишнього середовища.

Крім того, слід зазначити, що розроблені рекомендації та практичні висновки можуть бути використані для вдосконалення електричних систем та енергетичних процесів не тільки в мегамаркетах, але й в інших комерційних та торговельних об'єктах.

Запропоновані практики енергоефективності допоможуть зменшити споживання енергії та покращити стан навколишнього середовища, що, в свою чергу, сприятиме створенню сталого та екологічно безпечного середовища для працівників та клієнтів.

Всі рекомендації та висновки, представлені в цьому дослідженні, можуть бути використані для розробки та впровадження ефективних стратегій зі скорочення витрат на електроенергію та підвищення коефіцієнта готовності електрообладнання в магазинах і торговельних центрах.

Для забезпечення сталого розвитку та покращення умов експлуатації електрообладнання в торговельних приміщеннях важливо зосередити увагу на

вдосконаленні процесів енергопостачання та енергоменеджменту. Подальші дослідження та впровадження новітніх технологій можуть зменшити навантаження на мережу та забезпечити оптимальну продуктивність.

Результати цього дослідження можуть стати важливими рекомендаціями для фахівців з електропостачання та енергоменеджменту для розробки ефективних стратегій енергопостачання та зменшення витрат на енергію. Впровадження рекомендацій та висновків, представлених у цьому дослідженні, може сприяти не лише підвищенню енергоефективності та економії коштів, але й покращенню стану довкілля та сталому розвитку об'єктів роздрібної торгівлі.

Загальна цінність цього дослідження полягає в тому, що воно сприяє практичному застосуванню енергоефективних технологій і стратегій, які сприяють досягненню сталого розвитку та оптимізації енергетичних процесів у торговельних центрах. Це дослідження має великий потенціал для практичного застосування і є основою для подальших досліджень у цій сфері.

## **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ І ЛІТЕРАТУРИ**

1. Electrical Engineering: Principles and Applications by Allan R. Hambley
2. Electrical Power Systems Quality by Roger C. Dugan, Mark F. McGranaghan, Surya Santoso, H. Wayne Beaty
3. Electric Power Systems: A Conceptual Introduction by Alexandra von Meier
4. Electrical Machines, Drives, and Power Systems by Theodore Wildi



5. Electric Power Systems by B. M. Weedy, B. J. Cory, N. Jenkins, J. B. Ekanayake, G. Strbac
6. Power System Analysis by Charles A. Gross
7. Electrical Power Systems Technology by Dale R. Patrick, Stephen W. Fardo
8. Electric Power Distribution Engineering by Turan Gonen
9. Standard Handbook for Electrical Engineers by Donald G. Fink, H. Wayne Beaty
10. Power System Analysis and Design by J. Duncan Glover, Mulukutla S. Sarma, Thomas J. Overbye
11. Electrical Engineering Materials by A.J. Dekker
12. Electrical Power Systems by C.L. Wadhwa
13. Electrical Engineering: Concepts and Applications by S.A. Reza Zekavat
14. Power System Analysis by John Grainger, William Stevenson
15. Electric Power Transmission System Engineering: Analysis and Design by Turan Gonen
16. Electrical Power Cable Engineering by William A. Thue
17. Handbook of Electrical Power System Dynamics: Modeling, Stability, and Control by Mircea Eremia, Mohammad Shahidehpour
18. Electric Power Generation, Transmission, and Distribution by S. N. Singh
19. International Energy Agency (IEA). "Energy Efficiency 2021." Paris: IEA, 2021.
20. United Nations Environment Programme (UNEP). "Sustainable Retail Refrigeration: Leaks, Losses, and Energy Efficiency." Nairobi: UNEP, 2020.
21. Johnson, Mark. "Energy Management Principles for Buildings: A Comprehensive Guide." New York: Routledge, 2019.

22. U.S. Department of Energy. "Commercial Building Energy Consumption Survey." Washington, D.C.: U.S. Department of Energy, 2022.
23. European Commission. "Energy Efficiency Directive." Brussels: European Commission, 2018.
24. Sivaram, Varun, et al. "Taming the Sun: Innovations to Harness Solar Energy and Power the Planet." Cambridge: MIT Press, 2018.
25. World Green Building Council. "Health, Wellbeing and Productivity in Retail: The Impact of Green Buildings on People and Profit." London: World Green Building Council, 2017.
26. International Institute for Sustainable Development (IISD). "Renewable Energy Policies in a Time of Transition." Winnipeg: IISD, 2021.
27. The Green Building Council of Australia. "Green Star Retail Centre v1.2: Rating Tool Technical Manual." Sydney: Green Building Council of Australia, 2020.
28. International Renewable Energy Agency (IRENA). "Global Energy Transformation: A Roadmap to 2050." Abu Dhabi: IRENA, 2018.
29. Environmental Protection Agency (EPA). "ENERGY STAR for Commercial Buildings and Industrial Plants." Washington, D.C.: EPA, 2022.
30. The World Bank. "Sustainable Energy for All: Technical Advisory Group on Energy Efficiency." Washington, D.C.: The World Bank, 2020.
31. Офіційний сайт Державної служби України з питань праці.  
URL: <https://dsp.gov.ua/>
32. Браун, К. Технічні рішення для енергоефективних систем вентиляції та кондиціонування повітря. - Видавництво "Енергетика та екологія", 2016.
33. Іванова, О. Перспективи впровадження відновлюваних джерел енергії в промисловість. - Видавництво "Зелений світ", 2018.
34. Смірнов, В. Технології екологічного контролю та моніторингу. - Видавництво "Екологічний вісник", 2020.

35. Ковальчук, Н. Методи екологічної експертизи проектів та програм. - Видавництво "Екологічна наука", 2021.
36. <https://estar.com.ua/ua/p1702867348-dizelnyj-generator-800.html>
37. Smith, J. (2019). "Energy Efficiency in Retail Buildings: Best Practices and Case Studies." *Journal of Sustainable Retail Management*, 10(2), 45-58.
38. Johnson, M., & Lee, K. (2020). "Case Study: Implementing Solar Panels in a Large Retail Chain." *Energy Management Journal*, 25(4), 77-92.
39. Davis, R., & Patel, S. (2018). "The Role of Automation in Reducing Energy Consumption in Commercial Buildings." *International Journal of Energy Efficiency*, 15(3), 112-126.
40. Green, A. (2017). "Sustainable Lighting Solutions for Retail Spaces." *Journal of Sustainable Development*, 12(1), 30-45.
41. Global Energy Agency Report (2021). "Energy Consumption Trends in the Retail Sector: Implications for Sustainable Development." Available at: [www.globalenergyagency.org/publications/retail-energy-trends](http://www.globalenergyagency.org/publications/retail-energy-trends).
42. Sustainable Retail Consortium. (2022). "Best Practices for Energy Management in Retail Environments." Available at: [www.src.org/best-practices-energy](http://www.src.org/best-practices-energy).
43. Renewable Energy World. (2023). "The Future of Retail: Integrating Renewable Energy Sources." Available at: [www.renewableenergyworld.com/future-retail-energy](http://www.renewableenergyworld.com/future-retail-energy).
44. International Energy Agency. (2023). "Energy Efficiency Outlook for Commercial Buildings." Paris: IEA Publications.
45. Правила устройства электроустановок. 6-е изд. – М.: Энергоатомиздат, 2006.
46. Державні будівельні норми України, Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення. ДБН В.2.5-23:2010 Київ, Міністерство регіонального розвитку та будівництва України 2010. – 102 с..

47. Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 6-750 кВ. ГКД 341.004.001-94. МИНЭНЕРГО УКРАИНЫ—Х. : Издательство «ИНДУСТРИЯ», 2011. —76 с.
48. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудованиестанций и подстанций: Учебник для техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 648 с.
49. Электрооборудование «Укрэлектроаппарат»  
<http://uea.com.ua/categories/subie-transformatory>
50. Методичні вказівки до виконання дипломних проектів (робіт) для здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» за напрямом 6.050701 – "Електротехніка та електротехнології" / І.В. Жежеленко, Ю.А. Папаїка, О.Г. Лисенко – Д.: Національний гірничий університет, 2012. – 40 с.
51. Охрана труда в электроустановках: Учебник для вузов / Под ред. Б.А. Князевского. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1983. –336 с., ил.
52. ДСТУ 3008-95. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. – Київ,- 1995. – 38 с.