

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

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ТЕМУ:
РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ОФІСНО-
СКЛАДСЬКОГО ПРИМІЩЕННЯ ПРИВАТНОГО ПІДПРИЄМСТВА
«КОНЕКС» ПО ВУЛ. КИЇВСЬКА, 136Г, МІСТО ВІННИЦЯ

Виконав: студент 2 курсу, гр. ЕМ-23м
спеціальності 141 – Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка

Сопотницький Є.М.
Керівник: к.т.н., доцент кафедри ЕСЕЕМ
ВНТУ

Шулле Ю. А.
«19» 12 2024 р.

Опонент: д.т.н., проф. канд. ЕСС
Комар В.О.
«19» 12 2024 р.

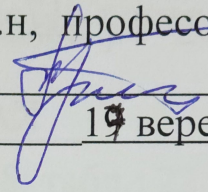
Допущено до захисту
Завідувач кафедри ЕСЕЕМ
д.т.н. професор Бурбело М.Й.
«19» 12 2024 р.

Вінницький національний технічний університет
Факультет електроенергетики та електромеханіки
Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту
Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
Галузь знань 14 «Електрична інженерія»
Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітньо-професійна програма – «Енергетичний менеджмент»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕСЕЕМ

д.т.н, професор

 М. Й. Бурбело

19 вересня 2024 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ
СОПОТНІЦЬКОМУ ЄВГЕНУ МИХАЙЛОВИЧУ
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка системи електропостачання офісно-складського приміщення приватного підприємства «Конекс» по вул. Київська, 136г, місто Вінниця

керівник роботи к.т.н., доцент кафедри ЕСЕЕМ ВНТУ Шулле Юлія Андріївна
затверджені наказом ВНТУ від «17» вересня 2024 р., № 310

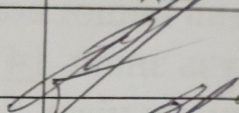
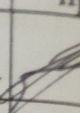
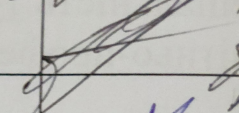
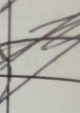
2. Термін подання студентом роботи «10» грудня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: відомості про електричні навантаження підприємства; відомості про особливості технологічних процесів; відомості про джерела живлення (Додаток Б).

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. 1. Загальні відомості про об'єкт дослідження. 2. Основні електротехнічні рішення. 3. Шляхи енергозбереження та енергонезалежності для офісно-складського приміщення приватного підприємства «Конекс». 4. Економічна частина. 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки. Список використаних джерел. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Матеріали роботи.

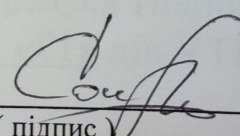
6. Консультанти розділів роботи

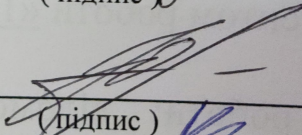
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	за п
Спеціальна частина	Шулле Ю. А., к.т.н., доц. каф. ЕСЕМ		
Економічна частина	Шулле Ю. А., к.т.н., доц. каф. ЕСЕМ		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Войтюк Ю. П., доц., каф. ЕСЕМ, к.т.н.		

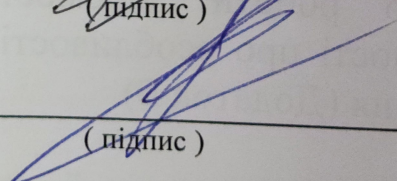
7. Дата видачі завдання «17» вересня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Строки виконання етапів роботи	Пр
1	Загальні відомості про об'єкт дослідження	30.09.2024	Вик
2	Основні електротехнічні рішення	10.10.2024	Вик
3	Шляхи енергозбереження та енергонезалежності для офісно-складського приміщення приватного підприємства «Конекс».	25.10.2024	Вик
4	Економічна частина	22.11.2024	Вик
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	29.11.2024	Вик
6	Графічна частина	04.12.2024	Вик

Студент _____ Сопотницький Є.
(підпис) 

Керівник роботи _____ Шулле Ю.А.
(підпис) 

Нормоконтроль _____ Войтюк Ю.П.
(підпис) 

УДК 621.311

АНОТАЦІЯ

Сопотніцький Євген Михайлович. Розробка системи електропостачання офісно-складського приміщення приватного підприємства «Конекс» по вул. Київська, 136г, місто Вінниця. Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. – Кафедра ЕСЕЕМ – Вінниця: ВНТУ, ФЕЕЕМ, 2024 – 110 с.

На укр. мові. бібліогр.: 42 назв; рис.: 5; табл.: 22.

У магістерській кваліфікаційній роботі розв'язано питання розробки системи електропостачання офісно-складського приміщення приватного підприємства «Конекс» по вул. Київська, 136г, місто Вінниця. В роботі визначено оптимальні параметри системи електропостачання підприємства. Проведено оцінку ефективності впровадження заходів з енергозбереження та енергонезалежності. Розраховано основні економічні показники системи електропостачання та опрацьовані заходи з охорони праці і безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Ключові слова: система електропостачання, енергоефективність, енергозбереження, енергонезалежність.

ANOTATION

Sopotnitsky Yevhen Mykhailovich. Development of the power supply system for the office and warehouse of the private enterprise "Conex" on the street Kyivska, 136, Vinnytsia city.

Master's qualification thesis on specialty 141 - electrical engineering, electrical engineering and electromechanics. Vinnytsia: VNTU, 2024. 110 p.

In Ukrainian language. bibliogr.: 42 titles; Fig. Stk.: 5; table.: 22.

In the master's thesis, the issue of the development of the power supply system for the office-warehouse of the private enterprise "Conex" on the street was resolved. Kyivska, 136, Vinnytsia city. The optimal parameters of the company's power supply system are determined in the work. An assessment of the effectiveness of the implementation of energy saving and energy independence measures was carried out. The main economic indicators of the power supply system were calculated and measures for labor protection and safety in emergency situations were worked out.

Key words: power supply system, energy efficiency, energy saving, energy independence.

ЗМІСТ

Вступ	8
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ	10
1.1 Характеристика підприємства	10
1.2 Відомості про обладнання	12
1.3 Висновки до розділу 1	19
2 ОСНОВНІ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ	20
2.1 Вибір перерізу кабеля напругою 10 кВ	20
2.2 Вибір потужності силових трансформаторів	23
2.3 Вибір трансформаторів струму 10 кВ	24
2.4 Вибір високовольтного нелінійного обмежувача перенапруг 10 кВ	27
2.5 Вибір запобіжників в КТП-400/10/0,4 кВ	30
2.6 Ошинування 0,4 кВ трансформаторів 10/0,4 кВ	32
2.7 Ввідні комутаційні апарати 0,4 кВ	32
2.8 Вибір комутаційно-захисної апаратури 0,4 кВ	33
2.9 Облік електроенергії	34
2.10 Вибір кабельної лінії 0,4 кВ	35
2.11 Вибір потужності конденсаторної установки	38
2.12 Ізоляція, заземлення та грозозахист	39
2.13 Висновки до розділу 2	42
3 ШЛЯХИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕНЕРГОНЕЗАЛЕЖНОСТІ ДЛЯ ОФІСНО-СКЛАДСЬКОГО ПРИМІЩЕННЯ ПРИВАТНОГО ПІДПРИЄМСТВА «КОНЕКС»	44
3.1 Підвищення енергоефективності офісно-складського приміщення приватного підприємства «Конекс»	44
3.2 Забезпечення енергонебезпечності аптек та фармацевтичних складів	49
3.3 Технічні рішення та техніко-економічні обґрунтування для забезпечення енергонебезпечності	54
3.4 Висновки до розділу 3	57

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	58
4.1 Техніко-економічне обґрунтування роботи	58
4.2 Розрахунок капіталовкладень в систему електропостачання	60
4.3 Розрахунок поточних витрат	61
4.4 Розрахунок собівартості електроенергії	68
4.5 Висновки до розділу 4	71
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	72
5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації обладнання	73
5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії	77
5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Визначення області працездатності СЕП аптечно-медичного закладу в умовах дії загрозливих чинників НС	84
5.4 Висновки до розділу 5	89
ВИСНОВКИ	90
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	93
ДОДАТКИ	97
Додаток А – Технічне завдання	98
Додаток Б – Вихідні дані	101
Додаток В – Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень	102
Додаток Г – Презентаційні матеріали	103

ВСТУП

Актуальність теми. Система електропостачання (СЕП) – це сукупність електроустановок пов'язаних єдиним процесом виробництва, передачі, перетворення й розподілу електричної енергії по споживачам. Основними факторами при прийнятті оптимальних рішень, що характеризують систему електропостачання є вартість й трудомісткість її спорудження, надійність й безпечність експлуатації електротехнічних установок, економічність передачі електричної енергії споживачам, а також дотримання у допустимих межах показників якості електричної енергії.

Надійність електропостачання забезпечується вибором найбільш досконалих силових трансформаторів, електричних апаратів, кабельно-провідникової продукції, відповідністю електричних навантажень у нормальних й аварійних режимах номінальним навантаженням цих елементів, використанням й структурного резервування, пристроїв автоматики і релейного захисту.

Актуальною задачею є розробка сучасної та енергоефективної системи електропостачання офісно-складського приміщення приватного підприємства «Конекс» та оптимізація самої системи електропостачання шляхом вибору:

- оптимальної потужності та кількості трансформаторів цехових ТП;
- оптимальних перерізів кабельно-провідникової продукції;
- оптимальних заходів з енергозбереження та енергонезалежності.

Мета і завдання дослідження. Метою магістерської кваліфікаційної роботи є розробка сучасної та енергоефективної системи електропостачання офісно-складського приміщення приватного підприємства «Конекс» шляхом прийняття оптимальних рішень, які дозволять суттєво поліпшити технічні та економічні характеристики функціонування СЕП.

Для досягнення поставленої мети в роботі розв'язуються задачі:

- виконати розрахунок оптимальної потужності трансформаторів ТП;

- здійснити розрахунок оптимальних перерізів провідників електричних мереж;
- зробити розрахунок оптимальних потужностей конденсаторних установок;
- розробити заходи з енергозбереження та енергонезалежності.

Об’єкт дослідження – система електропостачання офісно-складського приміщення приватного підприємства «Конекс».

Предмет дослідження – елементи схеми та електричні режими роботи в системі електропостачання офісно-складського приміщення приватного підприємства «Конекс».

Наукова новизна одержаних результатів. Розроблено енергоефективну систему електропостачання офісно-складського приміщення приватного підприємства «Конекс», а саме, шляхом вибору оптимальної потужності трансформаторів ТП, перерізів провідників електричних мереж, розрахунку оптимальних потужностей конденсаторних установок та запропонованих шляхів енергозбереження та енергонезалежності.

Практичне значення одержаних результатів: практична реалізація отриманих проектних рішень дозволить оптимізувати електропостачання та підвищити енергоефективність системи електропостачання офісно-складського приміщення приватного підприємства «Конекс»: забезпечити відповідність характеристик елементів СЕП нормальним й аварійним електричним режимам, зменшити витрати електроенергії та стати енергонезалежними.

Апробація результатів роботи. Основні теоретичні положення й найвагоміші практичні результати виконаного дослідження було висвітлено на LIV Всеукраїнській науково-технічній конференції факультету електроенергетики та електромеханіки (2025). За результатами досліджень було опубліковано тези доповіді [42].

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Характеристика підприємства

Магістерська кваліфікаційна робота присвячена розробці системи електропостачання офісно-складського приміщення приватного підприємства «Конекс» по вул. Київська, 136Г, місто Вінниця.

Об'єкт по категорії надійності електропостачання відноситься до споживачів 3-ї категорії.

Розрахункова потужність – 145 кВт.

Підключення до мереж АТ «Вінницяобленерго» планується виконати на кабельних наконечниках ЛЕП-10 кВ «Основна» в РУ-10 кВ ТП № 635.

В роботі розроблені наступні рішення з електропостачання офісно-складського приміщення:

- побудувати відгалуджувальну КЛ-10 кВ від РУ-10 кВ ТП № 635 до новопроектованої КТП;
- здійснити монтаж КТП закритого типу з кабельним вводом високої напруги та повітряним виводом низької напруги;
- встановити системи обліку ЛУЗОД на вводі 10 кВ нововстановленої КТП;
- улаштування контуру заземлення та захисту від грозових перенапруг новопроектованої КТП;
- будівництво ПЛІ-0,4 кВ до офісно-складського приміщення;
- монтаж конденсаторної установки.

Ввідний рубильник, вимикач автоматичний, трансформатори струму та лічильник електроенергії підлягають пломбуванню з обмеженням доступу до відкритих струмоведучих частин.

Приватне підприємство «Конекс» – одне з найбільших фармацевтичних компаній України. Приватне підприємство працює чверть століття. Колектив приватного підприємства «Конекс» налічує понад 1200 співробітників, а аптечна мережа компанії – більше 200 аптек у Вінницькій, Житомирській,

Хмельницькій, Черкаській, Чернівецькій, Київській, Івано-Франківській, Кіровоградській, Рівненській, Одеській, Тернопільській областях.

Основні напрямки діяльності підприємства:

- власне виробництво фітопродукції;
- гуртова й роздрібна торгівля лікарськими засобами;
- будівництво і оренда приміщень.

Одним із масштабних напрямків діяльності підприємства «Конекс» є гуртова торгівля лікарськими засобами та предметами медичного призначення, якими впродовж 25 років займається відділ гуртової торгівлі і дистрибуції. У гуртовому асортименті компанії постійно підтримується понад 10000 найменувань медикаментів, лікувальної косметики, товарів медичного призначення, фітопродукції. Все це зберігається на складах. У Вінниці працює аптечний склад, що повністю відповідає усім сучасним вимогам, рекомендованим до фармацевтичних складів, сертифікований по системі GDP в 2019 році.

Великі об'єми складських приміщень і їх безперервний режим роботи дозволяє забезпечувати великим асортиментом продукції не тільки аптеки «Конекс», а і гуртових клієнтів: аптеки, аптечні пункти, лікувальні заклади у різних регіонах України.



Рисунок 1.1 – Сертифікат забезпечення якості та технічного стану

1.2 Відомості про обладнання

Основне обладнання підприємства «Конекс» надзвичайно сучасне і включає в себе обладнання для аптек та фармацевтичних складів.

Обладнання для аптек включає в себе:

1. POS-системи (Point of Sale)

Призначення: використовуються для автоматизації продажів, обліку товарів, формування чеків, управління касою та контролю запасів.

Будова:

- Центральний блок (процесорний модуль з ОС).
- Сенсорний дисплей.
- Вбудований або зовнішній принтер чеків.
- Інтерфейси (USB, Wi-Fi, Ethernet, Bluetooth).

Принцип дії: сканування товару, передача інформації до бази даних, синхронізація з бухгалтерськими системами, створення звітів про продажі.

Технічні характеристики:

- Процесор: Intel Celeron або Core i5.
- ОЗУ: 4–8 ГБ.
- Накопичувач: SSD, 64–256 ГБ.
- Дисплей: сенсорний, 10–15,6 дюймів.

Популярні вендори: SHIVA POS, Sunmi, SystemGroup.

2. Сканери штрихкодів і QR-кодів

Призначення: автоматизація обліку медикаментів, зчитування штрихкодів і QR-кодів для прискорення обслуговування клієнтів.

Будова:

- Лазерний або CMOS-сенсор.
- Оптична система.
- Процесор для декодування даних.

Принцип дії: зчитування оптичного коду, декодування та передача інформації до POS-системи.

Технічні характеристики:

- Типи: 1D (штрихкоди), 2D (QR-коди).
- Дальність сканування: 10–50 см.

Популярні вендори: Honeywell, Zebra, Datalogic.

3. Роботизовані системи зберігання і видачі ліків

Призначення: автоматизоване зберігання, сортування та видача медикаментів, контроль термінів придатності.

Будова:

- Сховище для медикаментів.
- Робот-маніпулятор.
- Сканери для обліку препаратів.

Принцип дії: після введення запиту робот-маніпулятор знаходить потрібний препарат у базі, витягує його зі сховища та доставляє до оператора.

Технічні характеристики:

- Місткість: до 10 000 позицій.
- Швидкість видачі: 5–10 секунд.

Популярні вендори: BD Rowa, Apostore, Omnicell.

4. Холодильне обладнання

Призначення: зберігання ліків, вакцин і біопрепаратів у температурних умовах, які відповідають нормативам. Фармацевтичні холодильники забезпечують кращі показники температури і мають більш зручні функції керування, у порівнянні зі звичайними.

Будова:

- Компресор.
- Конденсатор і випарник.
- Терморегулятор.
- Система сигналізації.

Принцип дії: компресор охолоджує рідкий холодоагент, підтримуючи задану температуру у внутрішній камері.

Технічні характеристики:

- Температурний діапазон: +2°C до +8°C.
- Об'єм: 50–500 літрів.

Популярні вендори: Liebherr, Vestfrost, Polair.

5. Системи контролю температури та вологості

Призначення: моніторинг та підтримка оптимальних умов зберігання медикаментів.

Будова:

- Датчики температури та вологості.
- Цифровий дисплей.
- Бездротові модулі (Wi-Fi/Bluetooth).

Принцип дії: вимірювання фізичних параметрів та передача даних на монітор або мобільний пристрій.

Технічні характеристики:

- Діапазон температур: -50°C до +70°C.
- Діапазон вологості: 0–100% RH.

Популярні вендори: Testo, Rotronic, Elcometer.

6. Аптечні ваги

Призначення: точне зважування медикаментів для рецептурних та лабораторних потреб.

Будова:

- Вагова платформа.
- Електронний сенсор.
- Контролер.

Принцип дії: вага визначається шляхом вимірювання опору сенсора, який перетворюється у цифровий сигнал.

Технічні характеристики:

- Точність: 0,001–0,1 г.
- Максимальна вага: 100 г до 5 кг.

Популярні вендори: Radwag, Ohaus, Kern.

7. Програмне забезпечення для аптек

Призначення: управління запасами, контроль продажів, створення звітів, ведення історії клієнтів.

Будова:

- Модулі для обліку, CRM, управління запасами.
- Інтеграція з обладнанням (POS, сканери).

Принцип дії: збір, обробка та аналіз даних для управління аптеками.

Функціонал: управління запасами, створення звітів, CRM-модулі.

Популярні вендори: 1С:Підприємство, BAS, Pharmacy Management Systems.

Обладнання, яке використовується на фармакологічних складах:

1. Автоматизовані складські системи (WMS)

Призначення: автоматизація процесів приймання, зберігання, сортування та відправки медикаментів на складі.

Будова:

- Серверна частина з базою даних.
- Програмне забезпечення для управління складом.
- Інтерфейси інтеграції з іншими системами (ERP, CRM).

Принцип дії: програма отримує дані про медикаменти, оптимізує розташування товарів у зоні зберігання, відстежує їх рух та створює завдання для працівників.

Технічні характеристики:

- Інтеграція: підтримка API для підключення до інших систем.
- Швидкість обробки: до 1000 операцій на годину.

Функціонал: управління залишками, моніторинг умов зберігання, формування звітів.

Популярні вендори: SAP Extended Warehouse Management (SAP EWM), Oracle WMS, Infor.

2. Конвеєрні системи

Призначення: автоматизація транспортування товарів між зонами складу.

Будова:

- Стрічкові або роликові конвеєри.
- Електроприводи для руху.
- Сенсорні модулі для відстеження позиції вантажів.

Принцип дії: вантаж поміщається на конвеєр, де сенсори визначають його положення, а двигун забезпечує переміщення в задану точку.

Технічні характеристики:

- Довжина стрічки: 1–20 м (залежно від моделі).
- Швидкість руху: 0,5–2 м/с.
- Вантажопідйомність: до 100 кг на секцію.

Популярні вендори: SSI Schäfer, Interroll, Dematic.

3. Складські роботи

Призначення: автоматизоване переміщення та комплектація замовлень.

Будова:

- Роботи-маніпулятори або автономні візки (AGV).
- Навігаційні системи (лідар, камери).
- Контролери для управління.

Принцип дії: робот отримує завдання через WMS, сканує склад і виконує підбір медикаментів для комплектації замовлення.

Технічні характеристики:

- Швидкість: до 5 км/год.
- Вантажопідйомність: 50–200 кг.
- Навігація: Лідар, магнітні стрічки.

Популярні вендори: Fetch Robotics, Geek+, GreyOrange.

4. Системи кондиціювання та вентиляції

Призначення: забезпечення належного температурного режиму та вентиляції у приміщеннях складу.

Будова:

- Кондиціонери.
- Системи рекуперації тепла.
- Сервоприводи для регулювання потоків повітря.

Принцип дії: система охолоджує або нагріває повітря до заданої температури та рівномірно розподіляє його по складу.

Технічні характеристики:

- Потужність: 5–50 кВт (залежно від площі складу).
- Температурний діапазон: -10°C до +25°C.

Популярні вендори: Daikin, Mitsubishi Electric, Carrier.

5. Розумні датчики моніторингу

Призначення: контроль температури, вологості, тиску та інших параметрів на складі.

Будова:

- Датчики (температури, вологості).
- Контролер з дисплеєм.
- Інтерфейси Wi-Fi, Bluetooth для передачі даних.

Принцип дії: датчики зчитують параметри та передають дані на центральний сервер для аналізу і моніторингу.

Технічні характеристики:

- Діапазон температур: -50°C до +70°C.
- Вологість: 0–100% RH.
- Точність: $\pm 0,5^\circ\text{C}$, $\pm 3\%$ RH.

Популярні вендори: Testo, Sensitech, Rotronic.

6. Термоконтейнери та термопалети

Призначення: забезпечення холодового ланцюга під час транспортування медикаментів.

Будова:

- Герметичний контейнер.
- Термозахисний шар.
- Охолоджувальні елементи.

Принцип дії: контейнер підтримує стабільну температуру завдяки ізоляції та холодоагенту.

Технічні характеристики:

- Температурний діапазон: -20°C до +8°C.

- Об'єм: 10–1000 літрів.

Популярні вендори: Envirotainer, Pelican BioThermal, Va-Q-Tec.

7. Системи відеоспостереження та безпеки

Призначення: забезпечення безпеки складу та контроль доступу до приміщень.

Будова:

- Камери відеоспостереження.

- Датчики руху.

- Системи зберігання даних.

Принцип дії: камери записують відео, передаючи сигнал на сервер для аналізу або збереження.

Технічні характеристики:

- Роздільна здатність: HD або 4K.

- Зона охоплення: до 360°.

Популярні вендори: Hikvision, Dahua, Axis Communications.

8. Етикетувальні машини

Призначення: маркування медикаментів відповідно до вимог простежуваності.

Будова:

- Принтер для друку етикеток.

- Механізм нанесення.

Принцип дії: машина друкує етикетки з інформацією про препарат і автоматично приклеює їх на упаковку.

Технічні характеристики:

- Швидкість друку: до 100 етикеток/хв.

- Роздільна здатність: 300–600 dpi.

Популярні вендори: Zebra, Sato, Avery Dennison.

9. Електричні навантажувачі та палетні візки

Призначення: транспортування піддонів з медикаментами у складських зонах.

Будова:

- Електромотор.
- Гідравлічна система підйому.
- Панель управління.

Принцип дії: навантажувач піднімає та переміщує піддони завдяки електромотору та гідравліці.

Технічні характеристики:

- Вантажопідйомність: 1–3 тонни.
- Швидкість руху: 5–10 км/год.

Популярні вендори: Linde, Toyota Material Handling, Jungheinrich.

1.3 Висновки до розділу 1

У цьому розділі магістерської кваліфікаційної роботи було проведено аналіз об'єкта дослідження – офісно-складського приміщення приватного підприємства «Конекс» і дано детальний опис обладнання для аптек та фармацевтичних складів.

2 ОСНОВНІ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ

2.1 Вибір перерізу кабеля напругою 10 кВ

Переріз кабелю живлення офісно-складського приміщення повинен прийматися найбільшим, як вимагають перелічені нижче умови.

1. Кабелі мають задовольняти вимоги у відношенні гранично допустимого нагріву із врахуванням нормальних й післяаварійних режимів роботи.

Для кабелів із паперовою просоченою ізоляцією (ААБЛУ; АСБЛ), що витримують навантаження менше номінальних і прокладених у землі, може допускатись короткочасне перевантаження (КЧП), де ($K_{\text{гран.нав.каб}}=0,8$, тоді $K_{\text{ЧП}}=1,10$ впродовж 3 годин), а на період ліквідації післяаварійного режиму роботи допускається перевантаження не більше 1,20 впродовж 5 діб при тривалості максимум 6 годин на добу.

На період ліквідації післяаварійного режиму роботи для кабелів із поліетиленовою ізоляцією допускаються перевантаження до 10%, а для кабелів з полівінілхлоридною (ПВХ) ізоляцією максимум до 15% на час не більше 6 годин на добу впродовж 5 діб. При цьому допустима температура жили кабеля 10 кВ $+60^{\circ}\text{C}$. Для кабелів із ізоляцією із зшитого поліетилену (ПЕ) допустима температура жили кабеля 10 кВ $+90^{\circ}\text{C}$.

Вибір кабелів 10 кВ із зшитого поліетилену за нагрівом. Перевірка допустимого нагрівання кабелів 10 кВ з зшитого поліетилену виконується для нормального й післяаварійного режимів за умовами

$$I_p \leq k_1 k_2 k_3 k_4 k_5 k_6 I_{\text{доп}}; \quad I_{\text{р.па}} \leq \alpha k_1 k_2 k_3 k_4 k_5 k_6 I_{\text{доп}}, \quad (2.1)$$

де k_1 – коефіцієнт, який характеризує температуру навколишнього середовища;

k_2 – коефіцієнт, який характеризує глибину прокладення кабелів у землі;

k_3 – коефіцієнт, який характеризує питомий термічний опір ґрунту;

k_4 – коефіцієнт, який характеризує кількість паралельно прокладених кабелів у землі;

k_5 – коефіцієнт, який характеризує кількість паралельно прокладених кабелів у повітрі;

k_6 – коефіцієнт, який характеризує вплив перерізу екрана.

Для кабелів з зшитого поліетилену у якості базових взято температури 20 °С при прокладанні в землі та 30 °С при прокладанні в повітрі. Для кабелів із ізоляцією з зшитого поліетилену, прокладених у землі та у повітрі, в післяаварійному режимі допускаються перевантаження на 20%. Це значення отримано із умови знаходження температури струмопровідних жил у діапазоні від 90°С до 130°С впродовж 8 год протягом доби й сумарною тривалістю не більше 72 год впродовж року чи 1000 год за термін експлуатації.

2. Переріз кабелів 10 кВ має бути перевірено за умовою економічної густини струму для нормального режиму роботи (струм у післяаварійному режимі не враховують).

3. Кабелі 10 кВ мають перевірятися за умовою нагрівання жил струмом короткого замикання (КЗ), або ж за термічною стійкістю струму короткого замикання. Підвищення температур жил кабелів при короткому замиканні призводить до хімічного розкладання ізоляції й різкого зниження її електричної й механічної міцності і, можливо, до аварії.

4. Переріз кабелів 10 кВ мають перевірятися за втратою напруги.

Проведемо розрахунок для кабеля ААБл-10 кВ.

1) Перевірка перерізу кабеля ААБл-10 кВ за нагрівом у нормальному режимі роботи, післяаварійному режимі роботи, у період ремонту.

Розрахунковий струм навантаження на РУ-10 кВ ТП буде:

$$I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3}U_{\text{ном}} \cos \varphi} = \frac{145}{\sqrt{3} \cdot 10 \cdot 0,96} = 8,73 \text{ (А)}.$$

Попередньо обираємо переріз кабелю 120 мм². Допустимий струм табличний для перерізу 120 мм² складає 218 А при прокладанні у ґрунті.

Визначимо коефіцієнти до $I_{\text{д.т.}}$:

$K_1=1,0$ (середньорічна температура ґрунту складає 20 °С),

$K_2=1,09$ (для теплового опору ґрунту 1,2 К·м/Вт),

$K_3=1,0$ (для глибини прокладання 0,8 м)

$K_4=0,88$ (на кількість працюючих кабелів, які лежать рядом в землі).

Тоді, загальний коефіцієнт:

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 = 0,96.$$

Отже, I_ϕ – фактично допустимий струм для кабеля перерізом 120 мм², буде:

$$I_\phi = I_{д.т.} \cdot K = 218 \cdot 0,96 = 209,28 \text{ (A)},$$

$$I_p = 8,73 \text{ (A)}.$$

Отже, умова за фактично допустимим струмом $I_\phi \geq I_p$ ($209,28 \text{ A} \geq 8,73 \text{ A}$) – виконується.

У післяаварійному режимі струм навантаження буде:

$$I_{pав} = \frac{1,4 \cdot P_p}{\sqrt{3} U_{ном} \cos \varphi} = \frac{1,4 \cdot 145}{\sqrt{3} \cdot 10 \cdot 0,96} = 12,22 \text{ (A)},$$

Отже, умова за нагрівом $I_\phi \geq I_{p.ав}$ ($226,72 \text{ A} \geq 12,22 \text{ A}$) – виконується.

2) Перевірка по економічній густині струму кабеля ААБл-10 кВ перерізом 120 мм².

$$S_{ек} = I_p / J_{ек} = 8,73 / 1,2 = 7,28 \text{ (мм}^2\text{)},$$

де $S_{ек}$ – переріз по економічній густині струму (мм²) у нормальному режимі;

$J_{ек} = 1,2 \text{ A/мм}^2$ – економічна густина струму.

Отже, умова по економічній густині струму ($7,28 \text{ мм}^2 \leq 120 \text{ мм}^2$) – виконується.

3) Перевірка за термічною стійкістю кабеля ААБл-10 кВ перерізом 120 мм².

$$S \geq S_{min} = \frac{I_K \sqrt{t_{вим}}}{C_T}, \quad (2.2)$$

де I_K – струм короткого замикання (А);

$t_{вим}$ – сумарний час вимикання струму короткого замикання, що визначається витримкою часу основного захисту лінії (0,5...2 с), часом спрацювання високовольтного вимикача й відношенням струму короткого замикання у початковий момент виникнення короткого замикання до його усталеного значення;

C_T – термічний коефіцієнт, $C_T = 95$ – для кабелів з алюмінієвими жилами ($A \cdot c^{0,5} / \text{мм}^2$).

$$s \geq s_{\min} = \frac{I_k \sqrt{t_{\text{вим}}}}{C_T} = \frac{10160 \sqrt{0,57}}{95} = 80,2 (\text{мм}^2).$$

Отже, умова за термічною стійкістю кабеля ААБл-10 кВ перерізом 120 мм^2 ($120 \text{ мм}^2 \geq 80,2 \text{ мм}^2$) – виконується.

4) Перевірка за втратою напруги кабеля ААБл-10 кВ перерізом 120 мм^2 .

Згідно із ГІД 34.20.178:2005 втрата напруги у КЛ-10 кВ не повинна перевищувати 8%. Коефіцієнт $\delta l = 31,6$.

Момент навантаження: $M = P \cdot L = 1,6 \cdot 0,2 = 0,32 \text{ МВт} \cdot \text{км}$.

Тоді:

$$\Delta U = \delta l \cdot M (\text{МВт} \cdot \text{км}) / F = 31,6 \cdot 0,32 / 120 = 0,08 (\%).$$

Отже, умова за втратою напруги виконується, тобто вибираємо за всіма умовами кабель ААБл-10 кВ $3 \times 120 \text{ мм}^2$.

2.2 Вибір потужності силових трансформаторів

Вибір потужності силових трансформаторів здійснюється із врахуванням аварійних та допустимих систематичних перевантажень.

Згідно із Держстандартом у аварійному режимі допустиме перевантаження трансформатора на 40% впродовж не більше 5 діб і при цьому коефіцієнт початкового завантаження має бути не більше 0,93 й час перевантаження не більше 6 годин на добу.

На одно або двохтрансформаторній підстанції без зв'язків на вторинній напрузі потужність трансформатора обираємо по максимальному навантаженню при робочому режимі.

Враховуючи дозволена потужність (145 кВт), проведемо розрахунок для даного випадку:

$$S_{\text{т.ном}} = \frac{P_H}{k_3 \cdot \cos \varphi} = \frac{145}{0,8 \cdot 0,96} = 188,8 (\text{кВА}).$$

Дійсне значення номінальної потужності трансформатора $S_{т.ном.}$ приймемо як найближче до $S_{т.ном.розр}$ згідно із стандартною шкалою номінальних потужностей силових трансформаторів.

Враховуючи, що офісно-складське господарство найближчим часом планує розширитися, тому обираємо силовий трансформатор ТМ потужністю 400 кВА.

2.3 Вибір трансформаторів струму 10 кВ

У якості трансформаторів струму 10 кВ обрано ТС-10 кВ типу ТОЛУ-10-1 кВ із параметрами, що наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики ТС-10 кВ ТОЛУ-10-1 10/5

Найменування параметра	Значення параметра
Номінальна робоча напруга [$U_{ном.ТС}$], кВ	10
Найбільша робоча напруга [$U_{max\ TC}$], кВ	12
Номінальний первинний струм [$I_{1ном}$], А	10
Номінальний вторинний струм [$I_{2ном}$], А	5
Кількість вторинних обмоток:	
· для захисту	1
· для вимірювань	1
Струм термічної стійкості [$I_{терм.ТС}$], кА	1,3
Час протікання струму термічної стійкості, с	3
Струм динамічної стійкості [$I_{дин.ТС}$], кА	6,5
Номінальна гранична кратність вторинної обмотки, А	8
Номінальні вторинні навантаження, ВА:	
а) обмотки для вимірювань:	
1. 0,5s	10
б) обмотки для захисту:	
- 10P	10

Проведемо розрахунок первинної обмотки ТС-10кВ в ТП.

По напрузі встановлення:

$$U_{ном.м.} \leq U_{ном.ТС} ; \quad (2.3)$$

$$10 \text{ (кВ)} = 10 \text{ (кВ)}.$$

По найбільшій робочій напрузі:

$$U_{\max \text{ м.}} \leq U_{\max \text{ ТС.}}; \quad (2.4)$$

$$12 \text{ (кВ)} = 12 \text{ (кВ)};$$

За максимальним робочим струмом:

$$I_{\text{ном.р.}} \geq I_{\max \text{ роб.}} \quad (2.5)$$

де $I_{\max \text{ роб.}}$ – максимальний струм в нормальному режимі роботи:

$$I_{\max \text{ роб.}} = \frac{S_{\max}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos \varphi}, \quad (2.6)$$

де $S_{\max}$ – номінальна потужність ТП;

$U_{\text{ном}}$ – номінальна напруга обмотки ВН силового трансформатора ТП,
 $U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ.}$

$$I_{\max \text{ роб.}} = \frac{145}{\sqrt{3} \cdot 10 \cdot 0,96} = 8,73 \text{ (А)};$$

$$10 \text{ (А)} > 8,73 \text{ (А)}.$$

По електродинамічній стійкості до струмів короткого замикання:

$$i_{\text{уд}} \leq I_{\text{дин.ТС}},$$

де $i_{\text{уд}}$ – ударний струм КЗ;

$I_{\text{дин.ТС}}$ – електродинамічний струм, що може витримати трансформатор струму.

Відповідно з каталожними даними для ТОЛУ-10 10/5 0,5с/10Р $I_{\text{дин.ТС}} = 6,5 \text{ кА.}$

Ударний струм короткого замикання визначається:

$$i_{\text{уд}} = \sqrt{2} \cdot I_{\text{п0}} \cdot \left(1 + e^{-\frac{0,01}{T_a}} \right), \quad (2.7)$$

де $I_{\text{п0}}$ – початкове значення періодичної складової струму короткого замикання,

$$I_{\text{п0}} = 1,209 \text{ кА};$$

T_a – постійна часу затухання аперіодичної складової струму КЗ для розрахункової точки, $T_a = 0,03 \text{ с.}$

$$i_{уд} = \sqrt{2} \cdot 1,209 \cdot \left(1 + e^{-\frac{0,01}{0,03}} \right) = 2,93 \text{ (кА)};$$

$$2,93 \text{ (кА)} < 6,5 \text{ (кА)}.$$

За термічною стійкістю:

$$B_K \leq I_{\text{терм.в}}^2 \cdot t_{\text{терм.в}}; \quad (2.8)$$

де B_K – тепловий імпульс розрахункового струму короткого замикання, який визначається:

$$B_K = I_{\text{ПО}}^2 \cdot (t_{\text{відкл}} + T_a); \quad (2.9)$$

де $t_{\text{відкл}}$ – сума часу дії релейного захисту та часу відключення вимикача. В якості тривалості дії релейного захисту при короткому замиканні приймається уставка по часу захисту, що становить 1,09 с.

$I_{\text{терм.в}}$ – струм короткого замикання, який трансформатор струму може витримувати протягом часу 3 с (струм термічної стійкості).

$t_{\text{терм.в}}$ – час протікання струму короткого замикання.

$$B_K = 1,2^2 \cdot (1,09 + 0,03) = 1,61 \text{ (кА}^2 \cdot \text{с)},$$

$$I_{\text{терм.в}}^2 \cdot t_{\text{терм.в}} = 6,5^2 \cdot 3 = 126,75 \text{ (кА}^2 \cdot \text{с)},$$

$$1,61 \text{ (кА}^2 \cdot \text{с)} \leq 126,75 \text{ (кА}^2 \cdot \text{с)}.$$

За номінальною граничною кратністю:

$$k \cdot I_{\text{I.ном}} \geq 1,1 \cdot I_{\text{CB}} \quad (2.10)$$

де k – номінальна гранична кратність вторинної обмотки захисту, $k=8$.

$$8 \cdot 100 = 800 \geq 396.$$

Проектовані ТС-10 кВ умовам перевірки відповідають.

Узагальнені результати перевірки обраних ТС-10 кВ подані в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Узагальнені результати перевірки ТС-10 кВ

Розрахункові параметри	Каталожні дані
$U_{\text{ном.м.}} = 10 \text{ кВ}$	$U_{\text{ном.ТС}} = 10 \text{ кВ}$
$U_{\text{мах м.}} = 12 \text{ кВ}$	$U_{\text{мах ТС}} = 12 \text{ кВ}$
$I_{\text{мах роб.}} = 8,73 \text{ А}$ - для ввідної комірки	$I_{\text{ном}} = 10 \text{ А}$ - для ввідної комірки
$i_{\text{уд}} = 2,93 \text{ кА}$	$I_{\text{дин.ТС}} = 36 \text{ кА}$ - для ввідної комірки
$B_{\text{к}} = 1,61 \text{ кА}^2\text{с}$	$I_{\text{терм.р.}}^2 \cdot t_{\text{терм.р.}} = 126,75 \text{ кА}^2\text{с}$

2.4 Вибір високовольтного нелінійного обмежувача перенапруг 10 кВ

Передбачається встановлення у якості ОПНп-10 кВ ввідної, лінійної комірок й комірки трансформатора напруги обмежувач перенапруг типу ОПНп-10/12. Технічні характеристики подано в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики високовольтного нелінійного обмежувача перенапруг 10 кВ типу ОПНп-10/12

Найменування параметра	Значення параметра
Найбільша тривало-допустима робоча напруга [$U_{\text{нр. опн}}$], кВ	12
Номінальна напруга [$U_{\text{ном опн}}$], кВ	10
Струм спрацювання противибухового пристрою ОПН [$I_{\text{зах.ОПН}}$],кА	10
Залишкова напруга при грозовому імпульсі струму 8/20 мкс, кВ, не більше ніж: - з амплітудою 5 кА	36
Залишкова напруга при комутаційному імпульсі струму 30/60 мкс, кВ, не більше ніж: - з амплітудою 500 А	31
Клас розряду лінії	2

Перевірку обмежувача перенапруг 10 кВ, що обрали, проводимо відповідно до СОУ Н ЕЕ 40.1-21677681-67:2012 «Обмежувачі перенапруг нелінійні напругою 6-35 кВ. Настанови щодо вибору та застосування у розподільчих

установах».

Проведемо визначення найбільшої тривало-допустимої робочої напруги $U_{\text{нр.опн}}$ й номінальної напруги $U_{\text{ном.опн}}$.

Найбільша тривало-допустима робоча напруга $U_{\text{нр.опн}}$ приймається не меншою за найбільшу тривало-допустиму робочу напругу на шинах, що згідно із ГОСТ 1516.3-96 становить $U_{\text{нр}}=12$ кВ:

$$\begin{aligned} U_{\text{нр.опн}} &\geq U_{\text{нр}}; \\ 12 \text{ (кВ)} &\geq 12 \text{ (кВ)}. \end{aligned} \quad (2.11)$$

Вибір енергоемності ОПН.

Враховуючи відсутність специфічних умов, за яких в обмежувачах може виділятися значна енергія, приймається клас розряду лінії – 2.

Визначення залишкових перенапруг ОПН при нормальних імпульсах струмів.

Розрахункові залишкові напруги при комутаційних та грозових перенапругах $U_{\text{залг}}$ визначаються при нормованих імпульсних струмах. Для грозових перенапруг таким струмом є номінальний розрядний струм $I_{\text{н}}$ із формою хвилі 8/20мкс, що становить $I_{\text{н}}=5$ кА. При комутаційних перенапругах для ОПН 10 кВ залишкову напругу $U_{\text{залк}}$ прийнято визначати при нормованому струмі $I_{\text{нормк}}=500$ А з формою хвилі 30/60 мкс.

Визначаємо розрахункові значення залишкових напруг на ОПН з деяким наближенням:

$$\begin{aligned} U_{\text{залк}} &= \sqrt{2} \cdot U_{\text{нр}} \cdot K_{30/60}; \\ U_{\text{залг}} &= \sqrt{2} \cdot U_{\text{нр}} \cdot K_{8/20}; \end{aligned} \quad (2.12)$$

де $K_{30/60}$ та $K_{8/20}$ – коефіцієнти «типових кратностей», які визначаються як відношення залишкових напруг на ОПН до найбільшої тривало допустимої робочої напруги ($K_{30/60}=1,75$; $K_{8/20}=2,1$);

$$U_{зал.к} = \sqrt{2} \cdot 12 \cdot 1,75 = 29,7 \text{ (кВ)};$$

$$U_{зал.г} = \sqrt{2} \cdot 12 \cdot 2,1 = 35,6 \text{ (кВ)}.$$

Вибір ОПН за умови вибухобезпеки.

Струм захисної стійкості ОПН визначається за формулою:

$$I_{зах.ОПН} > I_{мах зах} \quad (2.13)$$

де $I_{зах.ОПН}$ – максимальне значення струму, що здатний витримати ОПН без будь якого пошкодження;

$I_{мах зах}$ – максимальне значення струму короткого замикання з урахуванням коефіцієнту запасу, який визначається:

$$I_{мах зах} = k_3 \cdot I_{кз}, \quad (2.14)$$

де $I_{кз}$ – максимальне значення струму короткого замикання на шинах 10 кВ, $I_{кз}=1,209\text{кА}$;

k_3 – коефіцієнт запасу, $k_3=1,1$.

$$I_{мах зах} = 1,1 \cdot 1,209 = 1,32 \text{ (кА)},$$

$$10 \text{ (кА)} > 1,32 \text{ (кА)}.$$

Узагальнені результати перевірки обраних нелінійних обмежувачів перенапруги 10 кВ подані у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Узагальнені результати перевірки характеристик ОПН 10 кВ

Розрахункові значення	Каталожні дані ОПН-10/12
$U_{нр.опн} = 12 \text{ кВ}$	$U_{нр.опн} = 12 \text{ кВ}$
$U_{зал.г} = 35,6 \text{ кВ}$	$U_{зал.г} = 36 \text{ кВ}$
$U_{зал.к} = 29,7 \text{ кВ}$	$U_{зал.к} = 31 \text{ кВ}$
$I_{зах} = 1,32 \text{ кА}$	$I_{зах} = 10 \text{ кА}$

2.5 Вибір запобіжників в КТП-400/10/0,4 кВ

У якості захисних апаратів трансформаторів по стороні 10 кВ пропонується встановити запобіжники типу ПКТ-012-10-31,5-31,5 У1 із характеристиками: $U_n=10$ кВ, $I_n=31,5$ А, $I_{відк}=31,5$ кА.

Виконаємо перевірку:

– за номінальною напругою:

$$U_{ном.м.} \geq U_{ном.р.} ; 10 \text{ (кВ)} \geq 10 \text{ (кВ)};$$

– за максимальним струмом навантаження:

$$I_n \geq I_{р.мах} ; 31,5 \text{ (А)} \geq 8,73 \text{ (А)};$$

– за струмом відключення:

$$I_{відк} \geq I_{П0} ; 31,5 \text{ (кА)} \geq 2,93 \text{ (кА)}.$$

За результатами перевірки запобіжники відповідають характеристикам й потужності.

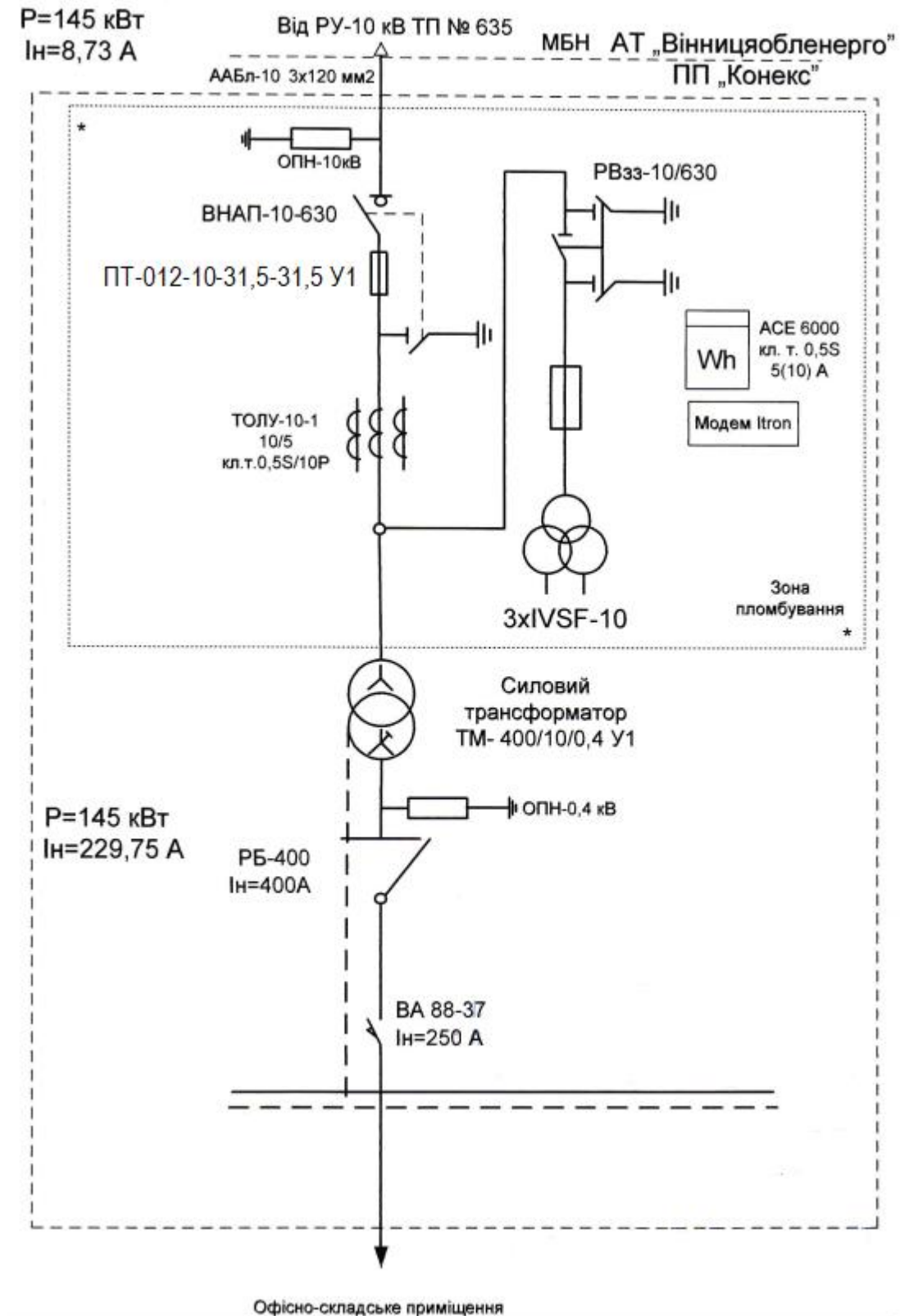


Рисунок 2.1 – Електропостачання офісно-складського приміщення приватного підприємства «Конекс» по вул. Київська, 136г, місто Вінниця (схема електрична однолінійна КТП-400/10/0,4 кВ)

2.6 Ошинування 0,4 кВ трансформаторів 10/0,4 кВ

У якості ошинування 0,4 кВ для силових трансформаторів 10/0,4 кВ прийняте жорстке ошинування, що виконане із алюмінієвого сплаву марки АД31Т 8х80 мм. Ошинування закріплюється на опорних ізоляторах із шагом 2 м.

Виконаємо перевірку:

- за струмом в післяаварійному режимі:

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{р.мах}}; 1320 \text{ (A)} \geq 229,75 \text{ (A)};$$

- за термічною стійкістю жорсткого ошинування:

$$\begin{aligned} q_{\min} &\leq q; \\ q_{\min} &= \frac{\sqrt{B_k}}{C} = 244 \text{ (мм}^2\text{)}; \\ 244 \text{ (мм}^2\text{)} &\leq 640 \text{ (мм}^2\text{)}. \end{aligned} \tag{2.14}$$

2.7 Ввідні комутаційні апарати 0,4 кВ

З врахуванням, що зі сторони 10 кВ силових трансформаторів встановлено запобіжники, а в лінійних комірках 0,4 кВ власні автоматичні вимикачі, у якості ввідних комутаційних апаратів обрані роз'єднувачі типу РБ-400 із характеристиками: $U_n=1000 \text{ В}$, $I_n=400 \text{ А}$, $I_{\text{відк}}=20 \text{ кА}$.

Виконаємо перевірку:

- за номінальною напругою:

$$U_{\text{ном.м.}} \geq U_{\text{ном.р.}}; 1000 \text{ (В)} \geq 380 \text{ (В)};$$

- за максимальним комутаційним струмом:

$$I_{\text{П0,доп}} \geq I_{\text{П0,розр}}; 20 \text{ (кА)} \geq 12,8 \text{ (кА)};$$

- за термічною стійкістю:

$$B_K \leq I_{\text{терм.в.}}^2 \cdot t_{\text{терм.в.}}; 2500 \text{ (кА} \cdot \text{с}^2\text{)} \leq 491 \text{ (кА} \cdot \text{с}^2\text{)};$$

- за електродинамічною стійкістю:

$$i_{\text{дин.р.}} \geq i_{\text{уд.}}; 100 \text{ (кА)} \geq 30 \text{ (кА)}.$$

2.8 Вибір комутаційно-захисної апаратури 0,4 кВ

Електрична мережа повинна мати захист від струмів короткого замикання, що забезпечить найменший час відключення й вимоги селективності. Апарати захисту по своїй відмикаючій здатності повинні відповідати максимальному значенню струму короткого замикання на початку захисної ділянки електричної мережі. Номінальні струми уставок автоматичних вимикачів, що служать для захисту окремих ділянок мережі, у усіх випадках треба обирати найменшими по розрахунковим струмам цих ділянок, але таким чином, щоб апарати захисту не відключали електроустановки при короткочасних навантаженнях.

В якості апаратів захисту повинні застосовуватися автоматичні вимикачі або диференційні вимикачі, які реагують на диференційний струм та служать як реле захисту від імпульсних перенапруг.

Апарати захисту потрібно розміщувати в доступних для обслуговування місцях таким чином, щоб була виключена можливість їх механічного пошкодження. Встановлення їх повинно бути виконано так, щоб при оперуванні із ними або при їх дії були виключені небезпечність для обслуговуючого персоналу й можливість пошкодження предметів, що знаходяться навколо.

Апарати захисту повинні встановлюватися безпосередньо у місцях приєднання захисних провідників до живлячої лінії. Допускається в випадках необхідності приймати довжину ділянки між живлячою лінією й апаратом захисту відгалудження до 6 м. Не допускається встановлювати апарати захисту у місцях приєднання до живлячої мережі таких ліній управління, сигналізації й вимірювання, відключення яких може потягти за собою небезпечні наслідки (відключення пожежних насосів, вентиляторів, що запобігають утворенню вибухонебезпечних сумішей і т.п.)

Електромагнітний розчеплювач автомата потрібно перевірити за струмом спрацювання:

$$I_{c.e} \geq I_p.; \quad 250 \text{ (A)} \geq 229,75 \text{ (A)},$$

де $I_{с.с}$ – струм спрацювання електромагнітного розчеплювача;

I_p – розрахунковий робочий струм, який можна визначити:

$$P = 145 \text{ (кВт)}; U = 380 \text{ (В)};$$

$$I = 145000 / 1,73 \cdot 380 \cdot 0,96 = 229,75 \text{ (А)}.$$

Отже, на вводі у трансформаторній підстанції пропонується встановити вимикач автоматичний ВА 88-37 із розрахунковим струмом $I_n=250 \text{ А}$.

2.9 Облік електроенергії

В роботі передбачається організація обліку електроенергії змонтованого у складі КТП-400/10/0,4 кВ, що має можливість пломбування.

У якості приладу обліку споживання електричної енергії пропонується двонаправлений лічильник електроенергії типу ACE 6000 із захистом та індикацією впливу магнітних полів трансформаторного включення по струму та напрузі.

Лічильник ACE 6000 функціонально є закінченою вимірювальною системою, що розміщена у корпусі трифазного лічильника електроенергії (габаритні й приєднувальні розміри відповідають стандартам DIN), а керуючі/імпульсні виводи, комунікаційні інтерфейси (оптичний, стандарту MEK 62056, й електричні RS-232 чи RS-485) приладу забезпечують обмін даними за стандартними протоколами.

Лічильник виконує вимірювання й обчислення безлічі параметрів енергоспоживання, у тому числі вимір енергії, розрахунок максимуму навантаження й запис даних вимірювань у вигляді «графіків навантаження» за 16 каналами. У пам'яті приладу зберігаються архівні набори даних вимірювань, а у спеціальному «електронному журналі» - до 500 записів про діагностичні й інші події зміни параметрів мережі і якості електроенергії. Лічильник ACE 6000, разом із програмним пакетом AIMS_Pro і/або ACE Pilot, може забезпечувати функцію корекції похибок вимірювальних трансформаторів струму та напруги,

оновлення вбудованого програмного забезпечення та деякі інші спеціальні функції.

Лічильник ACE 6000 має потужний тарифікаційний модуль, який дозволяє одночасно вести багатотарифний облік до 10 енергій й 10 навантажень («канал енергії» й «канал навантаження») за незалежними тарифними схемами, які містить до 24 варіантів добових графіків (16 моментів переходу із тарифу на тариф на добу) для 8 різних зонних тарифів. Протягом року, для 100 днів, можна запрограмувати особливі тарифні схеми.

У лічильнику ACE 6000 трифазний модуль живлення забезпечує автоматичне налаштування на необхідну робочу напругу у діапазоні номінальних напруг від $3 \times 54\text{В}$ до $3 \times 240/415\text{В}$ й нормальне функціонування лічильника при відсутності напруги однієї чи двох фаз. Ця особливість, а також широкий діапазон вимірювань дозволяє використовувати одну і ту ж модель лічильника ACE 6000 для різних об'єктів мережі на всій території, що обслуговується енергокомпанією, що спрощує технічне обслуговування парку приладів обліку і оптимізує експлуатаційні витрати.

Лічильник ACE 6000 може бути запрограмований для роботи в три- чи чотирипровідних мережах високої чи низької напруги при прямому або трансформаторному включенні.

2.10 Вибір кабельної лінії 0,4 кВ

Вибір перерізу кабеля здійснюється за розрахунковим струмом:

$$I = P / \sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi, \quad (2.15)$$

де P – встановлена потужність споживача, Вт;

U – номінальна напруга приєднання, В

$\cos\varphi$ – коефіцієнт потужності

Проведемо розрахунок вибору перерізу кабеля:

$$P = 145 \text{ (кВт)}; U = 380 \text{ (В)};$$

$$I = 145000 / 1,73 \cdot 380 \cdot 0,96 = 229,75 \text{ (А)}.$$

Отже, у каталозі обираємо (по даному значенню струму) самоутримний ізолюваний провід СІП-5нг 4х120 мм² з струмом 340 А.

Кабель, який обрано за умовами нагріву потрібно перевірити на допустиму втрату напруги. Згідно з ПУЕ для силових мереж відхилення напруги найбільш віддалених електроприймачів від номінального значення повинно складати не більше $\pm 5\%$.

Виконаємо перевірку мереж трифазного струму за допустимою втратою напруги $\Delta U_{\text{доп}}$:

$$\Delta U = A \cdot P_{\text{уст}} \cdot L \cdot (r_0 + x_0 \cdot \operatorname{tg} \varphi), \quad (2.16)$$

де $A = 1/10 U_{\text{н}}^2$;

$U_{\text{н}}$ – номінальна міжфазна напруга (кВ);

$A = 0,69$ при $U_{\text{н}} = 0,38$ кВ;

$A = 4,13$ при $U_{\text{н}} = 0,22$ кВ;

$P_{\text{уст}}$ – установлена потужність (кВт);

L – довжина ділянки мережі (км);

r_0 – питомий активний опір ділянки мережі (Ом/км);

x_0 – питомий реактивний опір ділянки мережі (Ом/км);

$\operatorname{tg} \varphi$ – коефіцієнт потужності.

Виконаємо розрахунок втрати напруги:

$$\Delta U_{\text{доп}} \geq 0,69 \cdot 145 \cdot 0,1 \cdot (0,25 + 0,1 \cdot 0,25);$$

$$\Delta U_{\text{доп}} \geq 2,75.$$

Оскільки допустима втрата напруги складає 5% і $5 \geq 2,75$, то лінія має допустиме відхилення напруги.

Виконаємо перевірку спрацювання захисту лінії по термічному струму при однофазному короткого замикання:

$$3 I_{\text{к.р.}} < I_{\text{к.з.}}, \quad (2.17)$$

де $I_{\text{к.р}}$ – струм комбінованого розчеплювача;

$I_{\text{к.з.}}$ – струм однофазного короткого замикання;

Однофазне коротке замикання це вид короткого замикання при якому значення струму найменше, а, отже, якщо однофазне коротке замикання буде задовільняти вимогу, то і всі інші види коротких замикань також.

2.11 Вибір потужності конденсаторної установки

Для визначення ємності реактивної потужності Q_c , необхідної для досягнення заданого $\cos \varphi$, використаємо формулу:

$$Q = P_{вст} \cdot (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2), \quad (2.19)$$

де $P_{вст}$ – встановлена потужність електроприймачів;

φ_1, φ_2 – кути здви́гу фаз;

$$P_{вст} = P_{зам} = 145 \text{ (кВт)}.$$

Визначаємо повну потужність електроприймачів:

$$S_{вст} = P_{вст} / \cos \varphi = 145 / 0,75 = 193,33 \text{ (кВАр)};$$

$$\cos \varphi_1 = 0,75, \text{ для нього } \operatorname{tg} \varphi_1 = 0,88.$$

Прийmemo нормативний $\cos \varphi_2 = 0,96$, тоді $\operatorname{tg} \varphi_2 = 0,29$.

$$Q_k = 145 \cdot (0,88 - 0,29) = 85,55 \text{ (кВАр)}.$$

Обираємо конденсаторну установку УК-Е-0,4-90/6-10-21УЗ, потужністю 90 кВАр (рис.2.3).

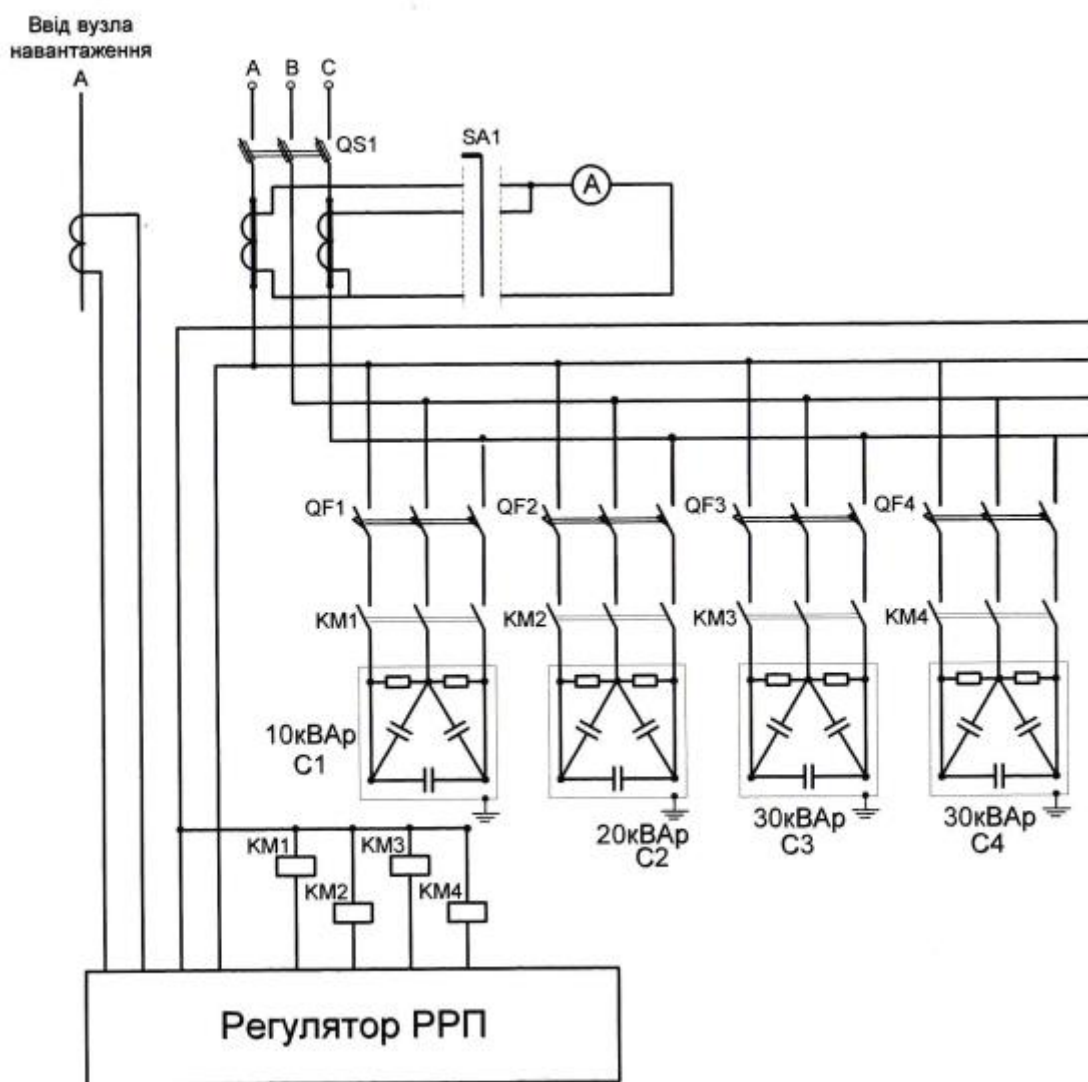


Рисунок 2.3 – Схема підключення конденсаторної установки

2.12 Ізоляція, заземлення та грозозахист

Заземлюючий пристрій підстанції улаштовується із урахуванням наявності на її території:

- електричних мереж до 1 кВ із глухозаземленою нейтраллю;
- електричних мереж до 1 кВ із ізольованою нейтраллю;
- електричних мереж понад 1 кВ із ізольованою нейтраллю.

У відповідності до вимог глави 1.7 ПУЕ:2017, заземлюючий пристрій підстанції виконується за вимогою до його опору для електроустановок напругою до 1 кВ у електричних мережах із глухозаземленою й ізольованою

нейтраллю, до заземлюючих пристроїв яких ставляться більш жорсткі вимоги, ніж до заземлюючих пристроїв електричних мереж понад 1 кВ із ізольованою нейтраллю. У відповідності до п.1.7.92 і п.1.7.96 ПУЕ:2017 опір заземлюючого пристрою повинен складати не більше 4 Ом.

У роботі передбачено влаштування контуру заземлення опор ПЛ-10 кВ й роз'єднувача із опором розтікання струму до 10 Ом, до якого приєднуються нульовий провід мережі і елементи конструкції опор.

Залізобетонні опори повинні мати металевий зв'язок між металоконструкціями й арматурою стояків, підкосів і відтяжок.

У роботі передбачено влаштування контуру заземлення КТП-400/10/0,4 кВ із опором розтікання струму до 4 Ом, до якого приєднано елементи металоконструкцій обладнання, що встановлюється. Заземленню підлягають нейтраль і корпус трансформатора, а також інші металеві частини, які можуть опинитися під напругою у разі пошкодження ізоляції.

Для захисту електрообладнання і кабельної продукції від грозових перенапруг у ВРЩ-0,4 кВ, а також для захисту КЛ-10 кВ необхідно встановити нелінійні обмежувачі перенапруги.

План заземлення наведено на рисунку 2.4.

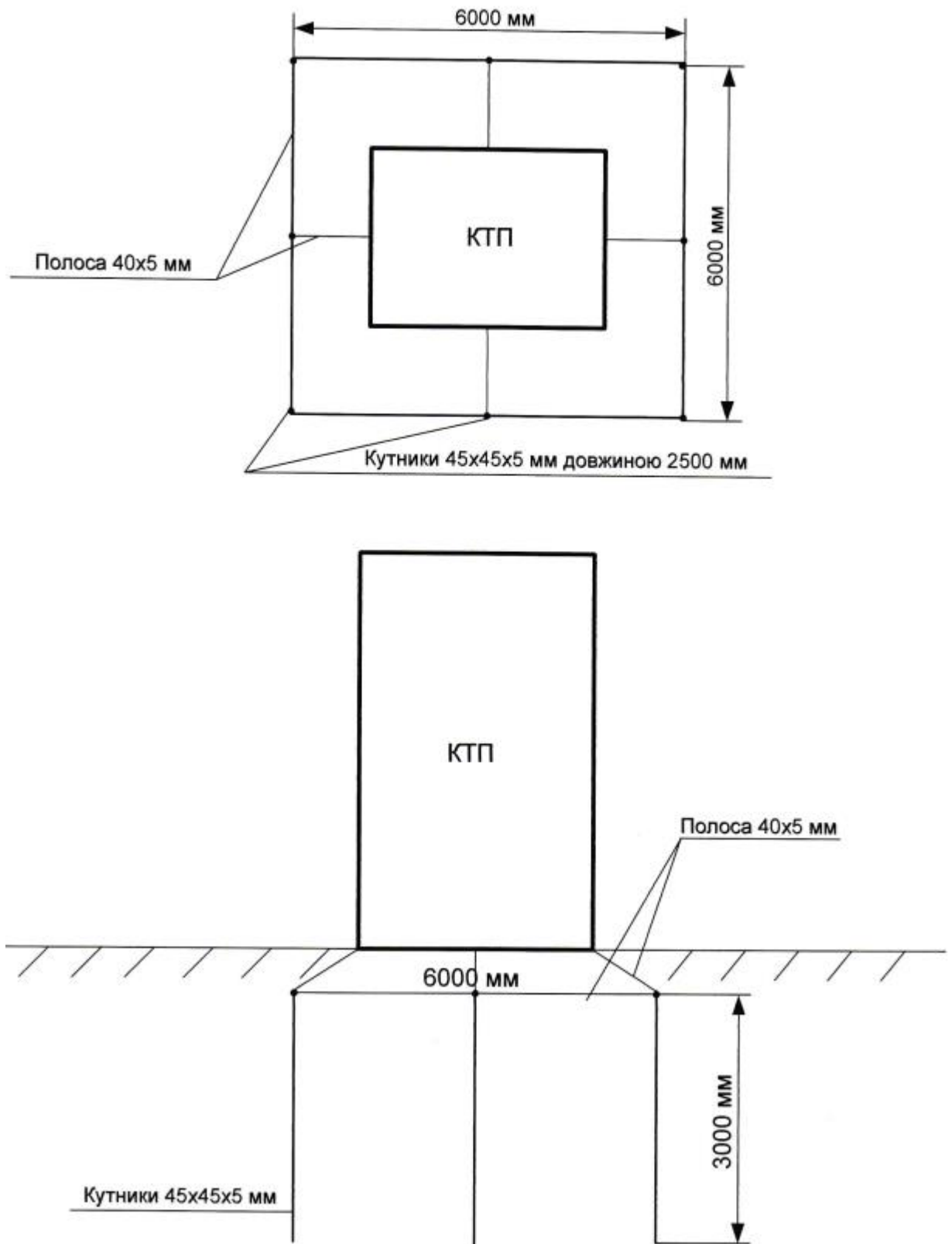


Рисунок 2.4 – Схема плану розташування заземлення КТП

2.13 Висновки до розділу 2

У цьому розділі магістерської кваліфікаційної роботи було проведено розрахунки й прийнято рішення по створенню ефективної системи електропостачання офісно-складського приміщення приватного підприємства «Конекс» по вул. Київська, 136г, місто Вінниця. Загальна встановлена потужність становить 145 кВт. Категорія надійності електропостачання - III. Підключення до мереж АТ «Вінницяобленерго» виконується на кабельних наконечниках ЛЕП-10 кВ «Основна» в РУ-10 кВ ТП №635.

В роботі розроблені наступні рішення з електропостачання:

- побудувати відгалуджувальну КЛ-10 кВ від РУ-10 кВ ТП № 635 до новопроектованої КТП-400/10/0,4 кВ;
- монтаж КТП-400/10/0,4 кВ закритого типу із кабельним вводом високої напруги і повітряним виводом низької напруги;
- встановлення системи обліку ЛУЗОД на вводі 10 кВ нововстановленої КТП;
- улаштування контуру заземлення та захисту від грозових перенапруг новопроектованої КТП-400/10/0,4 кВ;
- будівництво ПЛІ-0,4 кВ до офісно-складського приміщення;
- монтаж конденсаторної установки.

Трансформатори струму та лічильник електроенергії підлягають пломбуванню із обмеженням доступу до відкритих струмоведучих частин.

Для обліку електроенергії передбачено двонаправлений лічильник трансформаторного включення по струму та напрузі типу АСЕ 6000 разом з модемом, класу точності 1,0, що встановлений в РУ-10 кВ нововстановленої КТП.

В РУ-0,4 кВ передбачено встановлення на вводі рубильника та вимикача автоматичного згідно дозволеної потужності. У ВРЩ-0,4 кВ об'єкта для захисту електроустановки встановлені вимикач автоматичний, пристрій захисного відключення, що реагує на диференційний струм та реле захисту від імпульсних

перенапруг РНПП-311М із магнітним пускачем. На відхідні лінії встановлені вимикачі автоматичні.

Для компенсації реактивної потужності передбачається встановлення конденсаторної установки типу УК-Е-0,4-90/6-10-21 УЗ на напругу 0,4 кВ потужністю 90 кВАр у ВРЩ-0,4 кВ господарства.

При монтажі електричного обладнання повинні виконуватися загальні правила техніки безпеки в будівництві згідно ДБН А.3.2-2-2009 і інших нормативних норм і правил по охороні праці і техніки безпеки.

Всі металеві не струмоведучі частини обладнання потрібно заземлити.

Отже, запропонована система електропостачання офісно-складського приміщення приватного підприємства «Конекс» по вул. Київська, 136г, місто Вінниця за рахунок прийняття оптимальних рішень є енергоефективною і це дозволить суттєво покращити технічні й економічні характеристики функціонування СЕП.

З ШЛЯХИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕНЕРГОНЕЗАЛЕЖНОСТІ ДЛЯ ОФІСНО-СКЛАДСЬКОГО ПРИМІЩЕННЯ ПРИВАТНОГО ПІДПРИЄМСТВА «КОНЕКС»

3.1 Підвищення енергоефективності офісно-складського приміщення приватного підприємства «Конекс»

Специфіка діяльності офісних приміщень, аптек та фармацевтичних складів висуває особливі вимоги щодо їх енергопостачання. Енергоресурси в аптеках та фармацевтичних складах спрямовуються на їх життєзабезпечення, функціонування медичного обладнання, у тому числі підтримання необхідного мікроклімату у приміщеннях, де самим головним є освітлення, опалення, вентиляція та охолодження.

Суттєве зростання вартості енергоносіїв вимагає від адміністрацій аптек та фармацевтичних складів шукати можливі шляхи скорочення споживання енергетичних ресурсів. Ця мета може бути досягнута шляхом впровадження комплексу організаційно-методичних і технічних заходів.

В аптеках та фармацевтичних складах організаційно-методичні заходи дозволять скоротити споживання енергетичних ресурсів через управління поведінкою споживачів (працівників).

Технічні заходи в аптеках та фармацевтичних складах реалізуються, в залежності від їх вартості, та у рамках поточного стану закладів або енергоефективних проектів, які гарантовано забезпечують скорочення споживання енергетичних ресурсів із дотриманням встановлених санітарно-гігієнічних вимог.

Впровадження енергозберігаючих технологій у діяльність аптек та фармацевтичних складів сприяє зниженню енергоспоживання, оптимізації витрат та підвищенню екологічної відповідальності. Розглянемо можливі рішення для кожного типу об'єктів.

Аптеки (офісні приміщення):

- Енергоефективне освітлення. Для освітлення приміщень аптек ідеально підходять світлодіодні (LED) лампи, які вирізняються енергоефективністю. Завдяки низькому енергоспоживанню та мінімальному тепловиділенню (що зменшує навантаження на системи кондиціонування), вони дозволяють зменшити витрати на електроенергію. Використання LED-освітлення дозволяє знизити споживання електроенергії до 50% порівняно з традиційними лампами розжарювання. Крім того, їхній тривалий термін служби (до 50 000 годин) знижує частоту заміни.

- Системи автоматичного керування освітленням. Оснащення аптек датчиками руху та рівня освітленості дає можливість зменшити надмірне використання енергії. Встановлення датчиків, які автоматично вмикають або вимикають освітлення залежно від присутності людей (клієнтів або персоналу) або рівня природного світла, допомагає уникнути зайвого енергоспоживання.

- Енергоефективне холодильне обладнання. Холодильне обладнання з інверторними компресорами забезпечує стабільну температуру, необхідну для зберігання ліків, і водночас економить електроенергію. Такі компресори регулюють свою потужність залежно від потреби, що дозволяє знизити споживання електроенергії та підтримувати стабільну температуру зберігання медикаментів.

- Системи рекуперації тепла. В аптеках все частіше використовують системи рекуперації в вентиляційних установках. Вони дозволяють утримувати частину тепла з відпрацьованого повітря, повертаючи його в систему обігріву приміщення, при цьому зменшуючи витрати на опалення та кондиціонування.

- Інтелектуальні системи управління енергоспоживанням. Впровадження програмного забезпечення для моніторингу та аналізу енергоспоживання дозволяє виявляти неефективні ділянки та оптимізувати використання енергії. На основі отриманих даних персонал може регулювати роботу пристроїв, знижуючи навантаження на енергосистему.

Фармацевтичні склади:

- Ізоляція та утеплення будівель. Якісна теплоізоляція стін, покрівлі та підлоги забезпечує стабільність температурного режиму, що особливо важливо для складів, де зберігаються чутливі до температури препарати. Використання сучасних ізоляційних матеріалів зменшує потребу в додатковому обігріві або кондиціонуванні.

- Системи управління кліматом (опалення, вентиляції та кондиціонування повітря). Складські приміщення часто оснащують системами клімат-контролю (інтелектуальні системи HVAC), які автоматично регулюють температуру і вологість. Інтелектуальні системи дозволяють підтримувати мікроклімат із мінімальним споживанням енергії.

- Використання відновлюваних джерел енергії. Інсталяція фотоелектричних систем на дахах складів дозволяє генерувати власну електроенергію, знижуючи залежність від зовнішніх постачальників та скорочуючи витрати.

- Енергоефективне складське обладнання. LED-освітлення з датчиками руху: використання енергоефективного освітлення в поєднанні з автоматичним керуванням дозволяє знизити споживання електроенергії в зонах, де немає постійної присутності працівників.

- Системи рекуперації енергії. Використання тепла, що виділяється холодильними установками, для обігріву інших приміщень або підігріву води сприяє підвищенню загальної енергоефективності складу.

Впровадження зазначених енергозберігаючих технологій дозволяє аптекам та фармацевтичним складам не лише знизити витрати на енергоресурси, але й підвищити екологічну відповідальність, сприяючи сталому розвитку.

Список заходів з енергозбереження для офісних приміщень та фармацевтичних складів кожен із яких супроводжується техніко-економічним обґрунтуванням.

Установка енергоефективного освітлення

Заходи:

Замінити лампи розжарювання та люмінесцентні світильники на LED-освітлення.

Технічні параметри:

Кількість світильників: 100 (офіс площею 500 м²).

Потужність одного LED-світильника: 20 Вт.

Економія енергії: до 50% порівняно зі звичайними лампами.

Економічне обґрунтування:

Вартість обладнання та монтажу: 100×700 грн = 70000 грн.

Економія електроенергії: близько 25000 грн/рік.

Термін окупності: 2,8 року.

Впровадження систем автоматизації освітлення

Заходи:

Встановити датчики руху та освітленості в коридорах і зонах загального користування.

Технічні параметри:

Кількість датчиків: 20.

Радіус дії датчика: до 10 м.

Зниження споживання енергії: до 30% у зонах загального користування.

Економічне обґрунтування:

Вартість обладнання та монтажу: 20×1500 грн = 30000 грн.

Економія електроенергії: 10000 грн/рік.

Термін окупності: 3 роки.

Модернізація системи опалення

Заходи:

Встановлення автоматичних терморегуляторів на радіатори.

Оснащення центрального теплового пункту (ЦТП) системою погодозалежного регулювання.

Технічні параметри:

Кількість терморегуляторів: 50.

Скорочення споживання теплової енергії: до 20%.

Економічне обґрунтування:

Вартість терморегуляторів: $50 \times 800 \text{ грн} = 40000 \text{ грн}$.

Вартість системи погодозалежного регулювання: 60000 грн.

Економія теплової енергії: 35000 грн/рік.

Термін окупності: 3 роки.

Утеплення будівлі

Заходи:

Утеплення зовнішніх стін, даху та заміна старих вікон на енергоефективні.

Технічні параметри:

Площа утеплення: 1000 м².

Зменшення тепловтрат: до 40%.

Економічне обґрунтування:

Вартість утеплення: $1,000 \text{ м}^2 \times 1500 \text{ грн/м}^2 = 1500000 \text{ грн}$.

Економія на опаленні: 200000 грн/рік.

Термін окупності: 7,5 року.

Встановлення сучасних систем кондиціонування

Заходи:

Замінити старі кондиціонери на інверторні системи.

Технічні параметри:

Кількість кондиціонерів: 10.

Зменшення енергоспоживання: до 30% порівняно зі звичайними системами.

Економічне обґрунтування:

Вартість обладнання та монтажу: $10 \times 25000 \text{ грн} = 250000 \text{ грн}$.

Економія електроенергії: 40000 грн/рік.

Термін окупності: 6,25 року.

Встановлення системи рекуперації повітря

Заходи:

Інтеграція рекуператорів у систему вентиляції.

Технічні параметри:

Кількість рекуператорів: 5.

Ефективність теплообміну: до 80%.

Економічне обґрунтування:

Вартість обладнання та монтажу: $5 \times 80000 \text{ грн} = 400000 \text{ грн}$.

Економія на опаленні та кондиціонуванні: 70000 грн/рік.

Термін окупності: 5,7 року.

Впровадження енергоменеджменту

Заходи:

Встановлення автоматизованої системи моніторингу енергоспоживання.

Технічні параметри:

Контролери: 10 шт.

Скорочення енергоспоживання: до 10%.

Економічне обґрунтування:

Вартість системи: 150000 грн.

Економія електроенергії: 50000 грн/рік.

Термін окупності: 3 роки.

3.2 Забезпечення енергонезалежності аптек та фармацевтичних складів

Розглянемо заходи для забезпечення енергонезалежності аптек та фармацевтичних складів:

1. Резервні джерела живлення

Дизельні та бензинові генератори

Призначення: Забезпечують автономне електропостачання для об'єктів при тривалих відключеннях енергії.

Будова:

- Двигун внутрішнього згоряння (дизельний або бензиновий).
- Генератор змінного струму.
- Система охолодження, паливний бак і автоматика.

Принцип дії: Двигун згорає паливо, обертаючи ротор генератора, що генерує електричний струм.

Переваги:

- Висока потужність (може забезпечити весь об'єкт).
- Можливість тривалого використання.

Обмеження: Потребує постійного постачання палива, може створювати шум і викиди.

Джерела безперебійного живлення (ДБЖ)

Призначення: Короткочасне живлення для критичних систем (холодильники, сервери), доки не буде запущено генератор.

Будова:

- Акумулятори.
- Інвертор для перетворення постійного струму на змінний.
- Контролери для автоматичного перемикавання.

Принцип дії: Акумулятори зберігають енергію, яка автоматично передається на підключене обладнання у разі відключення основного живлення.

Переваги:

- Безшумна робота.
- Простота у використанні.

Обмеження: Обмежений час роботи (від 15 хвилин до кількох годин).

2. Відновлювані джерела енергії

Сонячні панелі з акумуляторними системами

Призначення: Генерація власної електроенергії для забезпечення роботи основного обладнання.

Будова:

- Сонячні панелі.
- Контролер заряду.
- Акумуляторна батарея.
- Інвертор.

Принцип дії: Сонячні панелі перетворюють сонячне світло на електроенергію, яка накопичується в акумуляторах для подальшого використання.

Переваги:

- Екологічність.
- Економія на електроенергії.

Обмеження: Залежність від погодних умов, висока початкова вартість.

3. Енергоефективне обладнання

LED-освітлення

Призначення: Зниження споживання електроенергії для освітлення.

Будова:

- Напівпровідниковий чип.
- Система охолодження.
- Оптичні елементи.

Принцип дії: Світлодіоди випромінюють світло при проходженні через них електричного струму.

Переваги:

- Тривалий термін служби (до 50 000 годин).
- Низьке енергоспоживання.

Обмеження: Вищі початкові витрати порівняно з іншими видами освітлення.

Інверторні системи кондиціонування

Призначення: Підтримання комфортної температури з мінімальним споживанням енергії.

Будова:

- Інверторний компресор.
- Випарник і конденсатор.

Принцип дії: Інверторний компресор регулює потужність охолодження залежно від потреби, уникаючи постійного вмикання-вимикання.

Переваги:

- Економія до 30% енергії.
- Стабільний мікроклімат.

Обмеження: Вища ціна порівняно зі звичайними кондиціонерами.

4. Системи енергоменеджменту

Автоматизовані системи керування енергоспоживанням

Призначення: Моніторинг та оптимізація використання енергії.

Будова:

- Контролери.
- Програмне забезпечення для аналізу даних.

Принцип дії: Система аналізує споживання енергії в реальному часі, автоматично вимикаючи некритичне обладнання або регулюючи режими роботи.

Переваги:

- Пріоритизація живлення для критичних систем.
- Зменшення загального енергоспоживання.

Обмеження: Потребує спеціалізованого ПЗ та початкових налаштувань.

5. Мобільні енергетичні рішення

Портативні генератори та акумуляторні станції

Призначення: Забезпечення короткострокового живлення для невеликих об'єктів.

Будова:

- Генератор.
- Інвертор.
- Акумуляторні батареї.

Принцип дії: Мобільні генератори працюють на паливі або накопичують енергію для подальшого використання.

Переваги:

- Легкість у транспортуванні.

- Можливість швидкого розгортання.

Обмеження: Обмежена потужність і час роботи.

6. Інфраструктурні заходи

Утеплення та ізоляція приміщень

Призначення: Збереження стабільної температури для зберігання медикаментів.

Будова: теплоізоляційні матеріали для стін, підлог, дахів.

Принцип дії: Матеріали мінімізують тепловтрати, зберігаючи тепло взимку та прохолоду влітку.

Переваги:

- Зниження витрат на опалення та кондиціонування.
- Простота реалізації.

Системи рекуперації тепла

Призначення: Використання тепла від обладнання для обігріву.

Будова:

- Рекуператори.
- Повітроводи.

Принцип дії: Система забирає тепло з витяжного повітря та повертає його для обігріву приміщень або нагріву води.

Переваги:

- Підвищення енергоефективності.
- Зниження витрат на опалення.

Ці заходи можна комбінувати залежно від потреб об'єкта, щоб забезпечити максимальну енергонезалежність та ефективність.

3.3 Технічні рішення та техніко-економічні обґрунтування для забезпечення енергонезалежності

Створення конкретних технічних рішень та техніко-економічного обґрунтування (ТЕО) для забезпечення енергонезалежності аптек і фармацевтичних складів вимагає деталізованого підходу. Нижче пропонуються приклади рішень із зазначенням потенційної вигоди та ключових характеристик (потужність 145 кВт, площа 1000 кв. м та вартість в гривнях (курс: 1 USD = 38 UAH)).

1. Резервні джерела живлення

Установка дизельного генератора

Технічні параметри:

- Потужність: 150 кВт.
- Тип: дизельний генератор з автоматичним запуском.
- Час автономної роботи: 8 годин (паливний бак 200 л).
- Витрати палива: 6 л/год при середньому навантаженні.

Вартість обладнання:

- Генератор: 570000 грн.
- Монтаж і підключення: 76000 грн.
- Паливо: 38 грн/л.

Загальні витрати на запуск: 646000 грн.

Переваги:

- Забезпечує живлення всього складу протягом тривалого блекауту.
- Мінімізація втрат від псування медикаментів у холодильниках.

Джерела безперебійного живлення (ДБЖ)

Технічні параметри:

- Потужність: 10 кВт.
- Час роботи: до 1 години для підтримки холодильників і критичного обладнання.

- Тип: інтерактивний ДБЖ із вбудованим інвертором.

Вартість:

- Вартість ДБЖ: 114000 грн.
- Додаткові витрати: обслуговування (\$200/рік).

Переваги:

- Дозволяє зберігати стабільну температуру в холодильниках до підключення генератора.

- Захист електронного обладнання від перепадів напруги.

2. Відновлювані джерела енергії

Сонячна електростанція

Технічні параметри:

- Панелі: 30 шт., потужність 330 Вт кожна.
- Інвертор потужністю 10 кВт.
- Акумулятори: 20 кВт·год.

Вартість системи: 456000 грн.

Економія: 190000 грн/рік.

Термін окупності: 2,4 роки.

Переваги:

- Повна автономія у сонячні дні.
- Зниження витрат на електроенергію.

Гібридна система (сонячні панелі + генератор)

Технічні параметри:

- Панелі: 50 шт., потужність 20 кВт.
- Генератор: 30 кВт.
- Інвертор для синхронізації.

Вартість системи: 950000 грн.

Економія: 190000 грн/рік.

Термін окупності: 5 років.

Переваги:

- Надійне живлення навіть при тривалих відключеннях.
- Використання зеленої енергії.

3. Енергоефективне обладнання

LED-освітлення для складу площею 1000 м².

Технічні параметри:

- Освітлення: 200 світильників (50 Вт кожен).
- Енергоспоживання: 10 кВт/год.

Вартість системи: 380000 грн.

Економія електроенергії: 114000 грн/рік.

Термін окупності: 3,3 роки.

Переваги:

- Зниження енергоспоживання на 50% порівняно з традиційними лампами.

- Тривалий термін експлуатації.

4. Системи енергоменеджменту

Автоматизована система керування енергоспоживанням (SCADA)

Технічні параметри:

- Контролери: 10 шт.
- Програмне забезпечення для моніторингу та аналізу.
- Сенсори споживання енергії.

Вартість системи: 304,000 грн.

Економія: 57,000 грн/рік (за рахунок оптимізації).

Термін окупності: 5.3 роки.

Переваги:

- Визначення неефективних ділянок.
- Автоматичне відключення некритичних систем.

5. Інфраструктурні заходи

Утеплення складу

Технічні параметри:

- Матеріал: пінополіуретан (товщина 10 см).
- Ефективність: зменшення тепловтрат на 40%.

Вартість утеплення: 760,000 грн.

Економія на опаленні: 152,000 грн/рік.

Термін окупності: 5 років.

Переваги:

- Стабільний температурний режим.
- Зменшення витрат на енергоресурси.

3.4 Висновки до розділу 3

Отже, можна запропонувати загальні рекомендації:

- почати з заходів із найшвидшим терміном окупності, таких як LED-освітлення та автоматизація;
- поступово інвестувати в утеплення та модернізацію систем опалення;
- проваджувати енергоменеджмент для моніторингу та оптимізації енерговитрат.

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

4.1 Техніко-економічне обґрунтування роботи

Суть техніко-економічного обґрунтування роботи полягає у проведенні попередніх техніко економічних розрахунків, які підтверджуються доцільність капіталовкладень в даний енергетичний об'єкт [16].

Доцільність реалізації проекту обґрунтовується:

- задоволення потреб суспільства продукцією підприємства;
- створення нових робочих місць та працевлаштуванням населення;
- надання необхідних послуг;
- прибутковістю;
- окупністю капіталовкладень, і т.д.

Вихідні дані для розрахунку:

- виручка $B = 120$ (млн. грн/рік);
- середньооблікова чисельність персоналу $Ч = 50$;
- середньорічний фонд заробітної плати одного працівника разом з нарахуванням на соціальні потреби $З_{пл}$, грн/рік;
- питома заробітна плата в собівартості продукції $d = 12\%$;
- первісна або балансова вартість основних фондів $\Phi = 250$ млн грн;
- нормований коефіцієнт ефективності капіталовкладень: $E_H = 0,1$;
- нормований термін окупності, років: $T_{ок} = 10$.
- середньомісячна зарплата одного працівника $З = 8000$ грн/міс.

Середньорічний фонд заробітної плати одного працівника:

$$З_{пл} = З \cdot 12 \cdot 10^{-6} = 8000 \cdot 12 \cdot 10^{-6} = 0,096 \text{ (млн грн/рік)}, \quad (4.1)$$

Повна собівартість продукції:

$$C = \frac{1,38 \cdot Ч \cdot З_{пл}}{d} = \frac{1,38 \cdot 50 \cdot 0,096}{0,12} = 55,2 \text{ (млн грн/рік)}, \quad (4.2)$$

Балансовий прибуток:

$$\Pi = B - C = 120 - 55,2 = 64,8 \text{ (млн грн/рік)}, \quad (4.3)$$

Визначаємо термін окупності даного підприємства:

$$T_{\text{ор}} = \frac{\Phi}{\Pi} = \frac{250}{64,8} = 3,85 \text{ (років)}, \quad (4.4)$$

$$T_{\text{ор}} = 3,85 < T_{\text{ок}} = 10 \text{ (років)}.$$

Даний термін не перевищує нормативний, отже розрахунок системи електропостачання є прибутковим.

Відповідно до схеми електричної мережі підприємства та вихідних даних у табл. 4.1, 4.2, необхідно виконати такі розрахунки:

1. Розрахувати величину капітальних вкладень в трансформаторні підстанції, кабельні лінії та високовольтні вимикачі.
2. Розрахувати оплату за спожиту електроенергію.
3. Розрахувати величину складових експлуатаційних витрат:
 - витрат в мережах підприємства;
 - витрат на заробітну плату;
 - витрат на матеріали;
 - амортизаційних витрат.
4. Розрахувати собівартість електроенергії на підприємстві.

Таблиця 4.1 – Характеристики трансформаторних підстанцій

Підстанція	Тип трансформатора	Кількість трансформаторів	Факт. потужність підстанції, кВА
ТП	ТМГ-400	1	145

Таблиця 4.2 – Відомості про кабельні лінії

Найменування ліній	Довжина лінії, м	Марка кабелю
РУ-10кВ ТП 635 - КТП-400/10/0,4 кВ	20	ААБЛ-10 кВ 3х120 мм ²
РУ-0,4кВ	75	СПП-5нг 4х120 мм ²

Рекомендації до виконання:

1. Оплату за спожиту електроенергію розраховують по тарифам: 6,5 грн/кВт·год

2. Прийняти норму амортизації – 6%,

3. Нарахування:

– в пенсійний фонд – 33,3%,

– у фонд зайнятості – 1,5%,

– на соціальне страхування – 1,5%.

4.2 Розрахунок капіталовкладень в систему електропостачання

Розрахунок капіталовкладень в лінії електропередач виконуємо за вартістю кабелів та вартістю їх прокладання [16].

Капітальні вкладення для ліній електропередач:

$$K_{\text{л}} = (K_{\text{пит}} \cdot n + K_{\text{прок}}) \cdot L, \quad (4.5)$$

де $K_{\text{пит}}$ – питома вартість на 1 км лінії, тис. грн/км;

$K_{\text{прок}}$ – питома вартість прокладання, тис. грн/км;

L – довжина лінії електропередачі, км.

n – кількість кабелів в траншеї, шт.

Результати розрахунків заносимо в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Розрахунок капіталовкладень для ліній електропередач

Назва лінії	Марка кабелю	Кількість	Довжина, км	$K_{\text{пит}}$, тис.грн	$K_{\text{прок}}$, тис.грн	$K_{\text{л}}$, тис.грн
РУ-10кВ ТП 635 - КТП-400/10/0,4 кВ	ААБл-10 кВ 3х120 мм ²	1	0,02	1800	30	36,60
РУ-0,4кВ	СПП-5нг 4х120 мм ²	1	0,075	350	30	28,50
Разом						65,10

Капітальні вкладення для електричних підстанцій [16]:

$$K_{\text{пс}} = \sum_{i=1}^l K_{\text{псі}} + K_{\text{пост}}, \quad (4.6)$$

де $K_{\text{псі}}$ – вартість однієї трансформаторної підстанції, тис. грн;

$K_{\text{пост}}$ – постійні витрати, що практично не залежать від потужності підстанції і пов’язані з устроєм території, зі створенням майстерень, лабораторій і диспетчерських пунктів, з будівництвом житла тощо, тис. грн. Постійні витрати прийняти у розмірі 20 % від повної вартості всіх підстанцій.

Результати розрахунків заносимо в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Розрахунок капіталовкладень для електричних підстанцій

№	Тип	Кількість	Код, тис.грн	$K_{\text{пост}}$, тис.грн	$K_{\text{пс}}$, тис.грн
КТП-1	ТМ-400	1	250	50	300
Трансформатор напруги	3хIVSF-10	1	40	8	48
Трансформатор струму	ТОЛУ-10 10/5 0,5S	3	7	1,40	25,20
Обмежувач перенапруги	ОПНп-10/12ЛО УХЛ1	3	3	0,60	10,80
Разом					384,00

Розрахуємо сумарну вартість вимикачів та роз’єднувачів. Відповідно до схеми електропостачання кількість вимикачів 3 шт., кількість роз’єднувачів – 1 шт.

Сумарна вартість вимикачів:

$$K_B = 3 \cdot 9 + 1 \cdot 2,5 = 29,50 \text{ (тис. грн).}$$

Вартість підстанцій з вимикачами:

$$K_{\text{пс}} = 384 + 29,50 = 413,50 \text{ (тис. грн).}$$

Відповідно сумарна величина капітальних вкладень в систему електропостачання підприємства.

$$K = 65,10 + 413,50 = 478,60 \text{ (тис. грн).}$$

4.3 Розрахунок поточних витрат

4.3.1 Розрахунок потреби в робочій силі

Планова трудомісткість визначається, люд.-год/рік:

$$T = \Pi \cdot t_{\text{норм}} \cdot h, \quad (4.7)$$

де Π – кількість ремонтів даного виду за рік, на одиницю обладнання;

$t_{\text{норм}}$ – норма трудомісткості поточного ремонту або огляду, люд.-год. [16];

h – кількість обладнання певного діапазону потужності, що належить до цього виду ремонтних робіт.

Проводимо розрахунки трудомісткості ремонту електрообладнання та заносимо їх результати до табл.4.6.

Планова трудомісткість технічного обслуговування кожної групи енергетичного устаткування і мереж складає, люд.-год/рік:

$$T_{\text{то}} = 12 \cdot t_{\text{пр}} \cdot K_{\text{ср}} \cdot K_{\text{зм}} \cdot h, \quad (4.8)$$

де 12 – кількість місяців у році;

$t_{\text{пр}}$ – планова (таблична) трудомісткість поточного ремонту одиниці устаткування люд.-год [16];

$K_{\text{ср}}$ – коефіцієнт складності ремонту, який показує частку трудомісткості поточного ремонту, необхідну для технічного обслуговування енергетичного обладнання і мереж на кожен місяць планованого року, 1/міс, $K_{\text{ср}} = 0,1$.

h – кількість обладнання в групі.

Проводимо розрахунки трудомісткості технічного обслуговування електрообладнання та заносимо їх результати до табл. 4.5.

Таблиця 4.5 – Трудомісткість поточного ремонту та огляду

Обладнання	К-ть	Поточний ремонт			Огляд		
		К-сть на одиницю облад. рем/рік	Норма трудомісткості люд.год.	Заг. трудмісткість люд.год.	К-сть на одиницю облад. огл/рік	Норма трудомісткості люд.год.	Заг. трудмісткість люд.год.
ТМ-400	1,00	0,33	300,00	99,00	12,00	20,00	240,00
Трансформатор напруги	1,00	1,00	12,00	12,00	12,00	2,00	24,00
Трансформатор струму	3,00	1,00	12,00	36,00	12,00	2,00	72,00
Обмежувач перенапруги	3,00	1,00	12,00	36,00	12,00	2,00	72,00

Роз'єднувач	1,00	1,00	12,00	12,00	12,00	2,00	24,00
Вимикач	3,00	1,00	16,00	48,00	12,00	2,00	72,00
ААБЛ-10 кВ 3х120 мм ²	0,02	1,00	54,00	1,08	1,00	13,50	0,27
СП-5нг 4х120 мм ²	0,075	1,00	54,00	4,05	1,00	13,50	1,01
Разом				248,13			505,28

Таблиця 4.6 – Трудомісткість технічного обслуговування і загальна трудомісткість

Обладнання	К-ть	Технічне обслуговування				Загальна трудомісткість обслуговування люд.год.
		Змінність роботи	Коеф. складності	К-ть місяців	Загал. трудо- місткість люд.год.	
ТМ-400	1,00	2,00	0,10	12,00	720,00	960,00
Трансформатор напруги	1,00	2,00	0,10	12,00	28,80	52,80
Трансформатор струму	3,00	2,00	0,10	12,00	86,40	158,40
Обмежувач перенапруги	3,00	2,00	0,10	12,00	86,40	158,40
Роз'єднувач	1,00	2,00	0,10	12,00	28,80	52,80
Вимикач	3,00	2,00	0,10	12,00	115,20	187,20
ААБЛ-10 кВ 3х120 мм ²	0,02	2,00	0,10	12,00	2,59	2,86
СП-5нг 4х120 мм ²	0,075	2,00	0,10	12,00	9,72	10,73
Разом					1077,91	1583,19

Відповідно знаходимо кількість експлуатаційних робітників, чол.:

$$H_{\text{обс}} = \frac{1583,19}{1900 \cdot 1,05} = 0,79,$$

та персоналу для ремонтних робіт, чол.:

$$H_{\text{тр}} = \frac{248,13}{1900 \cdot 1,1} = 0,12.$$

Приймаємо за нормами ПУЕ [1] $H_{\text{тр}} = 2$ чол., $H_{\text{обс}} = 2$ чол.

4.3.2 Розрахунок витрат по заробітній платі

Фонд прямої заробітної плати:

а) для робітників, зайнятих на роботах по експлуатації й обслуговуванню енергообладнання і мереж, розраховується за формулою, грн/рік:

$$\Phi_e = H_{\text{обс}} \cdot \beta_n \cdot t_{\text{ге}} \cdot \Phi_d, \quad (4.9)$$

Годинну тарифну ставку рекомендується розраховувати за формулою:

$$t_{\text{ге}} = ((K3 + K4)/2) \cdot C_I, \quad (4.10)$$

де K3, K4 – тарифні коефіцієнти III та IV розрядів, відповідно, [16];

C_I – годинна тарифна ставка, що відповідає I розряду, визначається за формулою:

$$C_i = \frac{Z_{\text{min}} \cdot k_{r.i}}{\Phi_H}, \quad (4.11)$$

$$C_I = 8000 \cdot 1/176 = 45,45 \text{ (грн/год)}.$$

Тоді годинна тарифна ставка 3,5 розряду становитиме:

$$t_{\text{ге}} = ((1,18 + 1,27)/2) \cdot 45,45 = 55,68 \text{ (грн/год)},$$

Заробітна плата робітників-погодинників:

$$\Phi_e = 2 \cdot 0,9 \cdot 55,68 \cdot 1900 = 190431,818 \text{ (грн/рік)},$$

б) для робітників, які виконують поточний ремонт енергоустаткування, фонд прямої заробітної плати розраховується за формулою, грн/рік:

$$\Phi_p = T_{\text{пр}} \cdot t_{\text{гр}}, \quad (4.12)$$

$$t_{\text{гр}} = ((K4 + K5)/2) \cdot C_I, \quad (4.13)$$

де K4, K5 – тарифні коефіцієнти IV та V розрядів, відповідно, [16].

Розраховуємо годинну тарифну ставку 4,5 розряду:

$$t_{\text{гр}} = ((1,27 + 1,36)/2) \cdot 45,45 = 59,77 \text{ (грн/год)},$$

$$\Phi_p = 248,13 \cdot 59,77 = 14831,41 \text{ (грн/рік)}.$$

Фонд основної заробітної плати, грн/рік:

$$\Phi_o = \Phi(1 + 0.05 + 0.01 + \alpha), \text{ (грн/рік)}, \quad (4.14)$$

де Φ – тарифний фонд Φ_e експлуатаційних робітників або фонд прямої заробітної плати Φ_p ремонтного персоналу, грн/рік;

0,01 - частка доплат за роботу у святкові дні;

0,05 - частка доплат за роботу в нічний час;

α – частка преміальних доплат для відповідної категорії робітників.

Величина основної заробітної плати для експлуатаційних робітників:

$$\Phi_{oe} = 190431,818 \cdot (1+0,05+0,01+0,2) = 239944,09 \text{ (грн/рік)},$$

і для ремонтних:

$$\Phi_{op} = 14831,41 \cdot (1+0,05+0,01+0,25) = 19429,14 \text{ (грн/рік)}.$$

Величина додаткової заробітної плати визначається в розмірі 15% від фонду основної заробітної плати. Тому сумарна величина фонду з врахуванням додаткової заробітної плати складе, грн/рік:

$$\Phi_{од} = \Phi_o \cdot 1,15, \quad (4.15)$$

$$\Phi_{оед} = 239944,09 \cdot 1,15 = 275935,7 \text{ (грн/рік)},$$

$$\Phi_{орд} = 19429,14 \cdot 1,15 = 22343,51 \text{ (грн/рік)}.$$

З метою утворення фонду соціального страхування здійснюються нарахування на заробітну плату. З цього фонду кошти витрачаються на виплату по тимчасовій втраті працездатності, оплату відпусток по вагітності, санаторно-курортні лікування й організацію відпочинку працівників, оздоровчі заходи для дітей працівників та інше.

Крім того, на заробітну плату здійснюються нарахування в пенсійний фонд та фонд зайнятості. Отже, витрати по заробітній платі ($C_{зп}$) розраховуються так, грн/рік:

$$C_{зп} = \Phi_{об} \cdot \left(1 + \frac{\beta_{п} + \beta_{з} + \beta_{с}}{100} \right), \quad (4.16)$$

де β_{Π} - нарахування в пенсійний фонд, $\beta_{\Pi} = 33\%$;

β_3 - нарахування у фонд зайнятості, $\beta_3 = 1,5\%$;

β_c - нарахування на соціальне страхування, $\beta_c = 1,5\%$.

Розраховуємо витрати по заробітній платі експлуатаційному персоналу:

$$C_{\text{зпс}} = 275935,7 \cdot \left(1 + \frac{33 + 1,5 + 1,5}{100}\right) = 372513,2 \text{ (грн/рік)},$$

і ремонтному персоналу:

$$C_{\text{зпр}} = 22343,51 \cdot \left(1 + \frac{33 + 1,5 + 1,5}{100}\right) = 30163,74 \text{ (грн/рік)}.$$

4.3.3 Планування вартості матеріалів, що витрачаються

Необхідні для розрахунку дані заносимо до табл. 4.7.

Таблиця 4.7 – Розрахунок вартості матеріалів, включених у норму витрат

Вартість матеріалу	Грн
ТМ-400	30000
КЛ	6500

Вартість матеріалу на технічну операцію:

$$C_{\text{м}} = 0,01 \cdot \left(\sum_{i=1}^n C_{0i} \cdot T_i + L \cdot C_{\text{л0}} \right), \quad (4.17)$$

де C_{0i} – питома вартість витратних матеріалів на обслуговування i -го виду трансформаторів,

T_i – трудомісткість обслуговування i -го виду трансформаторів,

L – сумарна довжина кабелів,

$C_{\text{л0}}$ – питома вартість матеріалів на обслуговування кабелів.

Отже, вартість матеріалів на ремонт: $C_{\text{мпр}} = 30033,96 \text{ (грн/рік)}$;

і вартість матеріалів на технічне обслуговування: $C_{\text{мто}} = 288885,00 \text{ (грн / рік)}$.

Отже, можна розрахувати:

витрати на обслуговування електроустановок і мереж, тис. грн/рік:

$$C_{\text{обс}} = C_{\text{зпе}} + C_{\text{мто}}, \quad (4.18)$$

$$C_{\text{обс}} = 372513,2 + 288885,00 = 661398,20 \text{ (грн/рік)};$$

та витрати на їх поточний ремонт, грн/рік:

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{зпр}} + C_{\text{мпр}}, \quad (4.19)$$

$$C_{\text{пр}} = 30163,74 + 30033,96 = 60197,71 \text{ (грн/рік)}.$$

4.3.4 Визначення амортизаційних відрахувань і інших витрат

Знаходимо амортизаційні відрахування за формулою:

$$C_a = a \cdot K, \quad (4.20)$$

де a – норма амортизації, %

K – капіталовкладення, грн.

$$C_a = 0,06 \cdot 478600 = 28,72 \text{ (грн/рік)}.$$

Окремою складовою в кошторисі річних поточних витрат є інші витрати:

$$C_{\text{іп}} = \beta_{\text{іп}}(C_{\text{обс}} + C_{\text{пр}} + C_a); \quad (4.21)$$

де $\beta_{\text{іп}}$ - коефіцієнт відрахувань на інші витрати.

$$C_{\text{іп}} = 0,25 \cdot (661398,20 + 60197,71 + 28720) = 187577,98 \text{ (грн/рік)}.$$

Після визначення всіх елементів витрат підприємства, необхідних для передавання і розподілення електроенергії, зведемо їх в табл. 4.8.

Таблиця 4.8 – Кошторис річних поточних витрат

Стаття витрат	Величина витрат, грн	Структура, % до підсумку
Витрати по експлуатації енергоустаткування і мереж	661398,20	70,52
Витрати на поточний ремонт	60197,71	6,42
Витрати на амортизацію	28716,00	3,06
Інші витрати	187577,98	20,00
Разом	937889,89	100,00

4.4. Розрахунок собівартості електроенергії

4.4.1 Розрахунок річного споживання і витрат електроенергії. Розрахунок оплати за електроенергію

Розрахунок обсягу споживання визначається, виходячи з розрахункової потужності, яка визначається як добуток установленної (номінальної) потужності усіх електроприймачів, коефіцієнта попиту і кількості годин використання максимуму навантаження, тис. кВт·год/рік:

$$E_{ai} = P_p \cdot T_{mi} = K_{\pi} \cdot P_{\text{ном}} \cdot T_{mi}, \quad (4.22)$$

де P_p – розрахункова потужність і-го цеху, кВт;

T_{mi} – річна тривалість використання максимуму активного навантаження і-ого цеху, год.;

K_{π} – коефіцієнт попиту.

Визначаємо річні витрати активної електроенергії. Результати розрахунків заносимо в табл. 4.9.

Таблиця 4.9 – Річні витрати активної електроенергії

Назва	T_m , год.	$\cos \varphi$	P_p , кВт	E_a , кВт·год/рік
Офісно-складське приміщення	6000	0,96	145,00	870000

Необхідно також визначити річні витрати реактивної електроенергії.

Витрати електроенергії в лініях розраховуємо так:

$$\Delta E_{\text{л}} = 3 \cdot n \cdot I_{\text{м}}^2 \cdot R \cdot \tau \cdot 10^{-3}, \quad (4.23)$$

де $I_{\text{м}}$ – максимальний струм у лінії, А;

τ – час максимальних втрат, год/рік.

R – активний опір проводу або кабелю однієї фази, Ом;

$$R = r_0 \cdot L; \quad (4.24)$$

де r_0 – питомий опір однієї фази кабелю, Ом / км [16].

Для лінії ЦРП –ТП1. Струм лінії живлення, А:

$$I_{\text{м}} = \frac{S_{\text{м}}}{\sqrt{3} U_{\text{н}}}. \quad (4.25)$$

Виконуємо розрахунок втрат електроенергії в лініях і результати заносимо до табл. 4.10.

Таблиця 4.10 – Втрати електроенергії в лініях

Лінія	К-сть ліній	Довжина, км	$I_{\text{м}}$, А	R , Ом	τ , год/рік	$\Delta E_{\text{л}}$, кВт·год.
ААБЛ-10 кВ 3х120 мм ²	1,00	0,02	8,72	0,01	4591,78	6,70
СПП-5нг 4х120 мм ²	1,00	0,075	8,72	0,02	4591,78	25,14
Разом						31,85

Втрати електроенергії в ТП визначають за формулою, тис. кВт·год/рік:

$$\Delta E_{\text{Т}} = n \cdot \Delta P_{\text{хх}} \cdot T_{\text{р}} + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_{\text{кз}} \cdot \left(\frac{S_{\text{ф}}}{S_{\text{н}}} \right)^2 \cdot \tau, \quad (4.26)$$

де n - кількість трансформаторів;

$\Delta P_{\text{кз}}$ і $\Delta P_{\text{хх}}$ – величини номінальних втрат у трансформаторах, відповідно, при короткому замиканні і холостому ході, кВт;

$T_{\text{р}}$ - час роботи трансформаторів, год/рік (приймається рівним 8760 год/рік);

$S_{\text{ф}}$ - фактична потужність, яка передається через трансформатори, кВА;

$S_{\text{н}}$ - номінальна потужність одного трансформатора, кВА.

Проводимо розрахунок і результати зводимо у табл. 4.11.

Таблиця 4.11 – Втрати енергії в трансформаторах

№	Тип	шт	ΔP_x , кВт	ΔP_k , кВт	S_p , кВА	S_n , кВА	ΔE_T , кВт·год/рік
КТП-1	ТМ-400	1,00	0,95	5,90	145,00	400,00	11881,99

Загальна потреба підприємства в електроенергії, кВт·год/рік:

$$E = E_a + \Delta E_{\text{л}} + \Delta E_T; \quad (4.27)$$

$$E = 870000 + 31,85 + 11881,99 = 881913,84 \text{ (кВт·год/рік)}.$$

Оплата за спожиту електроенергію:

$$\Pi = 6,5 \cdot 881913,84 = 5732439,96 \text{ (грн)}.$$

4.4.2 Розрахунок собівартості електроенергії

Собівартість корисної, споживаної підприємством кіловат-години електроенергії, коп./кВтг:

$$S = \frac{C_{\text{сум}} \cdot 100}{E_a}, \quad (4.28)$$

де $C_{\text{сум}}$ – величина сумарних витрат підприємства на електроенергію, тис.грн/рік;

E_a – річна кількість корисно споживаної підприємством електроенергії, тобто без врахування втрат у лініях і трансформаторах, кВт·год/рік.

Отже, загальні (сумарні) витрати підприємства на електроенергію за рік будуть складати, тис. грн/рік:

$$C_{\text{сум}} = \Pi + C_{\text{п}}, \quad (4.29)$$

де Π – оплата за спожиту електроенергію;

$C_{\text{п}}$ – річні витрати підприємства при передаванні електроенергії.

Річні витрати промислового підприємства, зв'язані з передаванням і розподілом електричної енергії, включають такі складові, тис.грн/рік:

$$C_{\text{п}} = C_{\text{обс}} + C_{\text{пр}} + C_a + C_{\text{ір}}, \quad (4.30)$$

де $C_{\text{обс}}$ – витрати підприємства на матеріали та зарплату персоналу при обслуговуванні електромереж і устаткування, грн/рік.;

$C_{\text{пр}}$ – річні витрати на поточний ремонт устаткування і мереж, грн/рік;

C_a – амортизаційні відрахування при експлуатації електроустановок підприємства, грн/рік;

$$C_{\pi} = 661398,20 + 60197,71 + 28720 + 187577,98 = 937889,89 \text{ (грн/рік)}.$$

Отже, сумарні витрати:

$$C_{\text{сум}} = 5732439,96 + 937889,89 = 6670329,85 \text{ (грн/рік)}.$$

Отже, собівартість електроенергії:

$$S = \frac{6670329,85 \cdot 100}{870000} = 766,70 \text{ (грн/кВт·год)}.$$

Для наочності результати розрахунків зводимо в табл. 4.12.

Таблиця 4.12 –Результати розрахунків

Показники	Позначення	Величина показників	Одиниця вимірювання
Кількість корисно спожитої електроенергії	Еа	870000,00	кВт·год
Річне споживання електроенергії із втратами	Е	881913,84	кВт·год
Плата за електроенергію	П	5732439,96	грн
Витрати на передачу і розподіл електроенергії	С _π	937889,89	грн
Сумарні витрати підприємства	С _{сум}	6670329,85	грн
Собівартість електроенергії	S	766,70	коп/кВт·год

4.5 Висновки до розділу 4

В даному розділі магістерської кваліфікаційної роботи було проведено розрахунок основних техніко-економічних показників спроектованої СЕП та розраховано собівартість електричної енергії, яка склала 766,70коп/кВт·год.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У цьому розділі магістерської кваліфікаційної роботи розробляються заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях під час розробки системи електропостачання офісно-складського приміщення приватного підприємства «Конекс» по вул. Київська, 136г, місто Вінниця. На електротехнічний персонал, що виконує ці роботи з модернізації та подальшої експлуатації системи електропостачання, впливає комплекс небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Тому важливо розглянути питання з охорони праці, що передбачають заходи щодо їхнього виявлення, розроблення заходів зі зниження їхнього впливу, з промислової безпеки, з безпеки в надзвичайних ситуаціях, а також зі створення безпечних та нешкідливих умов праці робітників.

Фізичні фактори: мікроклімат (температура, вологість, швидкість руху повітря, інфрачервоне випромінювання); виробничий шум, ультразвук, інфразвук; вібрація (локальна, загальна); освітлення: природне (недостатність), штучне (недостатня освітленість, прямий і відбитий сліпучий відблиск тощо); іонізація повітря.

Хімічні фактори: речовини хімічного походження, аерозолі фіброгенної дії (пил).

Фактори трудового процесу: важкість (тяжкість) праці; напруженість праці. Важкість праці характеризується рівнем загальних енергозатрат організму або фізичним динамічним навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальною кількістю стереотипних робочих рухів, величиною статичного навантаження, робочою позою, переміщенням у просторі. Напруженість праці характеризують: інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації обладнання

5.1.1 Вимоги до безпечної організації робочих місць оперативно-ремонтного персоналу

Живлення силового обладнання підприємства та системи освітлення здійснюється від чотирьохпровідної трифазної мережі 380 х 220В (фазна напруга (фаза – "0") – 220В, а міжфазна лінійна (фаза – фаза) – 380В).

Категорія умов по небезпеці електротравматизму – підвищеної небезпеки, у зв'язку з наявністю у цехах струмопровідної підлоги.

Оперативно-ремонтний персонал, який обслуговування, ремонт і реконструкцію обладнання підприємства, під час використання електрифікованого інструменту повинен дотримуватися таких правил з охорони праці.

Електрифікований інструмент за умовами безпеки поділяється на такі класи:

I – електроінструмент, у якого всі деталі, що перебувають під напругою, ізолювані і штепсельна вилка має заземлювальний контакт. У електроінструмента класу I всі деталі, що перебувають під напругою, можуть бути з основною, а окремі деталі – з подвійною або посиленою ізоляцією;

II – електроінструмент, у якого всі деталі, що перебувають під напругою, мають подвійну або посилену ізоляцію, Цей електроінструмент не має пристроїв для заземлення. Номінальна напруга для електроінструмента класів I і II має бути не більше 220 В для електроінструмента постійного струму; 380 В – для електроінструмента змінного струму;

III – електроінструмент на номінальну напругу не вище 42 В, у якого ні внутрішні, ні зовнішні кола не перебувають під іншою напругою. Електроінструмент класу III призначений для живлення від безпечної наднизької напруги.

Якщо безпечну наднизьку напругу одержують перетворенням вищої напруги, то це слід здійснювати за допомогою безпечного ізолювального трансформатора, далі за текстом – "розподільчий трансформатор безпеки", або

перетворювача з окремими обмотками. Електроінструмент, який живиться від електромережі, слід обладнувати незнімним гнучким кабелем (шнуром) зі штепсельною вилкою. Незнімний гнучкий кабель електроінструмента класу I повинен мати жилу, яка з'єднує заземлювальний затискач електроінструмента із заземлювальним контактом штепсельної вилки.

Кабель в місці введення до електроінструмента класу I слід захищати від стирань і перегинів еластичною трубкою з ізоляційного матеріалу. Трубку слід закріплювати в корпусних деталях електроінструмента, вона повинна виступати з них на довжину не менше п'яти діаметрів кабелю. Закріплення трубки на кабелі поза інструментом забороняється.

Для приєднання однофазного електроінструмента шланговий кабель повинен мати три жили: дві – для живлення, одну – для заземлення. Для приєднання трифазного електроінструмента застосовується чотирижильний кабель, одна жила якого слугує для заземлення. Ці вимоги стосуються тільки електроінструмента із таким корпусом, який слід заземлювати.

Доступні для доторкання металеві деталі електроінструмента класу I, які можуть опинитись під напругою, у випадку пошкодження ізоляції, повинні бути з'єднані із заземлювальним затискачем. Електроінструмент класів II і III не заземлюють.

Заземлення корпусу електроінструмента слід здійснювати спеціальною жилою живильного кабелю, яка не може одночасно бути провідником робочого струму. Використовувати з цією метою нульовий робочий провід забороняється. Штепсельна вилка повинна мати відповідну кількість робочих і один заземлювальний контакт. Конструкція вилки повинна забезпечувати випереджальне замикання заземлювального контакту під час ввімкнення та більш запізнене розмикання його під час вимикання. Конструкція штепсельних вилок електроінструмента класу III повинна унеможливлувати з'єднання їх з розетками на напругу понад 42 В.

Працівники, допущені до роботи з електроінструментом, повинні спочатку пройти навчання і перевірку знань щодо безпечного виконання робіт з

застосуванням електроінструменту. До роботи з електроінструментом класу I в приміщеннях з підвищеною небезпекою та поза приміщеннями допускаються працівники з II групою електробезпеки. До роботи з електроінструментом II і III класу достатньо I групи з електробезпеки.

У електроінструмента класу I, крім того, має бути перевірена справність кола заземлення між його корпусом і заземлювальним контактом штепсельної вилки. Працівнику мають бути видані засоби індивідуального захисту (діелектричні рукавички, калоші, килими) або розподільчий трансформатор, чи перетворювач із окремими обмотками, чи захисно вимикальне устаткування.

Забороняється видавати для роботи електроінструмент, який не відповідає хоча б одній із перелічених вимог або електроінструмент з протермінованою датою періодичної чергової перевірки.

У приміщеннях без підвищеної небезпеки ураження працівників електричним струмом достатньо застосувати діелектричні рукавиці, а в приміщеннях зі струмопровідними підлогами – також і діелектричні калоші або килими. Електроінструментом класів II і III дозволяється працювати без застосування індивідуальних засобів захисту в приміщеннях без підвищеної небезпеки ураження працівників електричним струмом.

У посудинах, апаратах та інших металевих спорудах в умовах обмеженої можливості переміщення і виходу з них дозволяється працювати електроінструментом класів I і II за умови, якщо тільки один електроінструмент одержує живлення від автономної двигун-генераторної установки, розподільчого трансформатора безпеки або перетворювача частоти із роздільними обмотками, а також електроінструментом класу III. В цьому разі джерело живлення (трансформатор, перетворювач тощо) слід розміщувати поза вказаними посудинами, а вторинне коло джерела не слід заземлювати. Забороняється підключати електроінструмент напругою до 12 В до електричної мережі загального користування через автотрансформатор, резистор або потенціометр.

5.1.2 Електробезпека

Технічні рішення щодо запобігання електротравмам:

1) Для запобігання електротравм від контакту з нормально-струмопровідними елементами електроустаткування, необхідно:

- розміщувати неізольовані струмопровідні елементи в окремих приміщеннях з обмеженим доступом, у металевих шафах;
- використовувати засоби орієнтації в електроустаткуванні - написи, таблички, попереджувальні знаки;
- підвід кабелів до споживачів здійснювати в закритих конструкціях підлоги;

2) При живленні однофазних споживачів струму від трипровідної мережі при напрузі до 1000 В використовується нульовий захисний провідник. При його використанні пробій на корпус призводить до КЗ. Спрацьовує захист від КЗ і пошкоджений споживач відключається від мережі. Згідно з вимогами нормативів, повинна бути забезпечена необхідна кратність струму К.З. залежно від типу запобіжного пристрою, повинна бути забезпечена цілісність нульового захисного провідника.

3) Електрозахисні засоби захисту

Персонал, який обслуговує електроустановки, повинен бути забезпечений випробуваними засобами захисту. Перед застосуванням засобів захисту персонал зобов'язаний перевірити їх справність, відсутність зовнішніх пошкоджень, очистити і протерти від пилу, перевірити за штампом дату наступної перевірки. Користуватися засобами захисту, термін придатності яких вийшов, забороняється.

Використовуються основні та допоміжні електрозахисні засоби. Основними електрозахисними засобами називаються засоби, ізоляція яких тривалий час витримує робочу напругу, що дозволяє дотикатися до струмопровідних частин, які знаходяться під напругою. До них відносяться (до 1000В): ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі; покажчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками.

Додатковими електрозахисними засобами називаються засоби, які захищають персонал від напруги дотику, напруги кроку та попереджають персонал про можливість помилкових дій. До них відносяться (до 1000 В): діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки.

Обладнання повинно бути надійно заземлене. Справність і опір контуру заземлення один раз на рік перевіряється.

Всі обертові частини механізму повинні мати добре закріплену огорожу. Забороняється виконувати всі види ремонту під час роботи установки.

5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

5.2.1 Мікроклімат

Мікроклімат приміщення – це сукупність фізичних параметрів повітря в виробничому приміщенні, які діють на людину в процесі праці на її робочому місці, в робочій зоні.

Параметри мікроклімату характеризуються такими показниками: температурою повітря і відносною вологістю повітря, швидкістю його переміщення, потужністю теплових випромінювань. Допустимі величини показників мікроклімату встановлюють тоді, коли за технологічними умовами, технічними і економічними причинами не забезпечуються оптимальні норми.

Нормуються параметри мікроклімату в виробничих приміщеннях та гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони. Тяжкість роботи розділяється на категорії залежно від загальних енерговитрат організму, ккал/с (Вт). Параметри мікроклімату під час виконання персоналом електромонтажних робіт наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Нормування параметрів мікроклімату на непостійних робочих місцях

Період року	Категорія робіт	Температура, °C	Відносна вологість	Швидкість руху
Теплий	Пб	15-29	70 при 25°C	0,2-0,5
Холодний	Пб	13-23	не більш 75	не більш 0,4

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату на робочих місцях оперативно-ремонтного персоналу передбачається:

- в холодну пору року – використання калорифера;
- в літню пору – застосування кондиціонерів та вентиляторів обдуву.

5.2.2 Склад повітря робочої зони

Робочою зоною вважається простір, який обмежений огорожуючими конструкціями виробничих приміщень, що мають висоту 2 м над рівнем підлоги або площини, на яких знаходяться місця постійного або непостійного перебування працюючих. Склад повітря робочої зони залежить від складу атмосферного повітря і впливу на нього ряду шкідливих виробничих факторів, утворених в процесі трудової діяльності людини. Склад повітря залишається постійним. Забруднення повітря робочої зони регламентується гранично допустимими концентраціями (ГДК) шкідливих речовин в мг/м³. ГДК цих речовин наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Можливі забруднювачі повітря та їх ГДК

Найменування речовини	ГДК, мг/куб.м		Клас безпеки
	Максимально разова	середньодобова	
Окис вуглецю		20	4
Спирт етиловий	5	5	4
Пил рослинного походження	4	4	4

Для підтримки допустимих значень мікроклімату та концентрації шкідливих речовин необхідно передбачати установки або прилади зволоження та/або штучної іонізації, кондиціювання повітря.

5.2.3 Виробниче освітлення

Природне освітлення

В залежності від джерела світла промислове освітлення поділяється на: природне освітлення – освітленість приміщень світлом неба (прямого або відображеного), яке проникає в приміщення через світлові пройми в зовнішніх огорожуючих конструкціях. По своєму спектральному складу воно є найбільш сприятливим. Природне та суміщене освітлення характеризується коефіцієнтом природної освітленості КПО (e_n). КПО – відношення природного освітлення, яке створюється в деякій точці заданої площини всередині приміщення світлом неба, до значення зовнішньої горизонтальної освітленості.

Ті місця, що освітлюється тільки бічним світлом, нормується мінімальне значення КЕО в межах робочої зони, що повинно бути забезпечене в точках, найбільше віддалених від вікна.

Штучне освітлення.

Штучне освітлення використовується двох систем: загальне або комбіноване. Загальне освітлення – освітлення, при якому світильники розміщуються у верхній зоні приміщення рівномірно або пристосовуються до розташування обладнання. Комбіноване освітлення – це додаткове освітлення, при якому до загального освітлення додається ще й місцеве. Місьцеве освітлення – освітлення, яке створюється світильниками, що концентрують світловий потік безпосередньо на робочих місцях.

Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018, роботи з влаштування звукоізоляції внутрішніх стін, потребують освітлення, яке характеризується розрядом зорової роботи III, підрозряд «в». Нормовані значення штучного, природного та суміщеного освітлення наведені в таблиці 5.3.

Для забезпечення достатнього освітлення здійснюють систематичне очищення скла та світильників від пилу (не рідше двох разів на рік),

використовують жалюзі. В разі нестачі природного освітлення, використовують загальне штучне освітленням, що створюється за допомогою світлодіодних ламп E27 LED 15W NW A60 "SG". Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 2,5 метра.

Для загального освітлення приміщень рекомендується використовувати головним чином, світлодіодні лампи, що обумовлюється наступними перевагами: високою світловою віддачею (до 75 лм/Вт і більше); довгим часом використання (до 10000 годин); малою яскравістю поверхні, що світиться; спектральним складом випромінюючого світла (для деяких видів ламп цей склад є близьким до природного світла, що забезпечує гарну передачу кольорів). Разом з тим необхідно врахувати і недоліки цих ламп: висока пульсація світлого потоку та пов'язана з цим можливість стробоскопічного ефекту; для запалювання та горіння лампи необхідно включення послідовно з ним пускорегулюючих апаратів; працездатність ламп залежить від температури оточуючого середовища, до кінця часу роботи світловий потік зменшується більш ніж на половину від номінального.

Таблиця 5.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Харак-ка зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Високої точності	Від 0,3 до 0,5 включно	III	в	малий середній великий	світлий середній темний	600	200	-	3,0

Світильники з світлодіодними лампами розміщують рядами; що дозволяє здійснювати їх послідовне включення (відключення) в залежності від величини природної освітленості.

5.2.4 Виробничий шум

Шум вище гранично допустимих рівнів несприятливо діє на людину. Шум у приміщенні широкосмуговий. Нормуємо шум на робочому місці. Рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях мають відповідати вимогам СН 3223-85 і наведені в таблиці 5.4.

Устаткування, що є джерелом шуму (вентилятори, електроінструмент, технологічне обладнання з переробки деревини), слід розташовувати поза межами приміщень, де встановлені ПК. Для забезпечення допустимих рівнів шуму на робочих місцях слід застосовувати засоби звукопоглинання, вибір яких має обґрунтовуватись спеціальними інженерно-акустичними розрахунками. Акустична обробка приміщень – це облицювання частини внутрішніх поверхонь огорожень звукопоглинаючими матеріалами, а також розміщення в приміщенні штучних звукопоглиначів, які представляють собою вільно підвішені об'ємні поглинаючі тіла довільної форми.

Таблиця 5.4 – Допустимі рівні звуку, еквівалентні рівні звуку і рівні звукового тиску в октавних смугах частот

Вид трудової діяльності, робочі місця	Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах із середньгеометричними частотами, Гц								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Виконання усіх видів робіт на постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях та на території підприємства	107	95	87	82	78	75	73	71	69

Найбільший ефект при акустичній обробці можливо отримати в точках, які розташовані в зоні відбитого звуку; в зоні прямого звуку акустичний ефект від застосування облицювання набагато менший.

Звукопоглинаючі облицювання розміщують на стелі і в верхніх частинах стін при висоті приміщення не більше 6-8 м таким чином, щоб акустично оброблена поверхня складала не менше 60 % від загальної площі обмежуючих приміщення поверхонь. У вузьких і дуже високих приміщеннях доцільно облицювання розміщувати на стінах, залишаючи нижні частини стін (до 2 м висотою) не облицьованими, або проектувати конструкцію звукопоглинаючої підвісної стелі.

5.2.5 Виробничі вібрації

Вібрацією називають механічні коливання пружних тіл або систем, коли відбувається переміщення центра їх ваги в просторі відносно статичного стану. Загальна вібрація передається на тіло через опорні поверхні людини, що стоїть чи сидить (підшви ніг або сидниці).

Допустимі рівні загальної вібрації на постійних місцях у виробничих приміщеннях наведені в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Допустимі рівні вібрації на постійних місцях

Вид вібрації	Октавні смуги з середньгеометричними частотами, Гц									
	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Загальна вібрація: На постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях	$\frac{1,3}{108}$	$\frac{0,45}{99}$	$\frac{0,22}{93}$	$\frac{0,2}{92}$	$\frac{0,2}{92}$	$\frac{0,2}{92}$	-	-	-	-

В чисельнику середньоквадратичне значення вібрації, м/с 10^{-2} , знаменнику - логарифмічні рівні вібрації, дБ.

Основними методами колективного віброзахисту є зниження вібрації шляхом дії на джерело виникнення: відстрочка від режиму резонанс; динамічне гасіння коливань, заміна конструктивних елементів уставок і будівельних

конструкцій. Засоби індивідуального захисту діляться на засоби для ніг, рук та тіла працюючого.

5.2.6 Фактори трудового процесу

Фактори трудового процесу визначаються відповідно до Гігієнічної класифікації праці. Робота електротехнічного персоналу потребує значних фізичних зусиль за важкістю та напруженістю праці.

1. Клас умов праці за показниками важкості праці – допустимий (середньої важкості): загальні енергозатрати організму (кґ/м) – до 290; зовнішнє фізичне динамічне навантаження, виражене в одиницях механічної роботи за зміну, кґ/(Вт): при регіональному навантаженні (для чоловіків) – 13000; при загальному навантаженні (за участю м'язів рук, тулуба, ніг) – до 44000; маса вантажу, що постійно підіймається та переміщується вручну, кґ – до 30 кґ; стереотипні робочі рухи: при локальному навантаженні (участь м'язів кистей та пальців рук)- до 40000; при регіональному навантаженні(участь рук та плечового суглоба) – до 20000; статичне навантаження (кґ/с): двома руками (чоловіки) – до 70000; за участю мязів тулуба та ніг – до 100 000; робоча поза: періодичне перебування в незручній позі (робота з поворотом тулуба, незручним розташуванням кінцівок) та/або фіксованій позі (неможливість зміни взаєморозташування різних частин тіла відносно одна одної) до 25% часу зміни; перебування у вимушеній позі до 10%, в позі «стоячи» – до 60% часу зміни;нахил тулуба: вимушені нахили протягом зміни – 51-100 разів; переміщення у просторі (переходи через виконання технологічного процесу) – по горизонталі більше 8, вертикалі – 4 км.

2. Класи умов праці за показниками напруженості праці:

Інтелектуальні навантаження: зміст роботи - рішення складних завдань з вибором за алгоритмом; сприймання інформації та їх оцінка – сприймання інформації з наступною корекцією дій та операцій; розподіл функцій за ступенем складності завдання – обробка, контроль, перевірка завдання; характер виконуваної роботи – робота за встановленим графіком з можливим його коригуванням під час діяльності

Сенсорні навантаження: зосередження (%за зміну) - більше 75; щільність сигналів (звукові за 1 год) - більше 300; навантаження на голосовий апарат (протягом тижня) – від 20 до 25.

Емоційне навантаження: ступінь відповідальності за результат своєї діяльності – є відповідальним за функціональну якість основної роботи; ступінь ризику для власного життя – вірогідний; ступінь відповідальності за безпеку інших осіб – є відповідальним за безпеку інших.

Режим праці: тривалість робочого дня – 8 год; змінність роботи – однозмінна (без нічної зміни).

5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Визначення області працездатності СЕП офісно-складського приміщення в умовах дії загрозливих чинників НС.

СЕП офісно-складського приміщення може використовуватися різними організаціями у різних частинах України для постачання електроенергії, тому існує ймовірність впливу на пристрій електромагнітних та іонізуючих випромінювань. Вплив іонізуючого випромінювання на електрорадіоелементи викликає зворотні та незворотні процеси, внаслідок яких може бути порушена робота елементів схеми, що призводить до виходу з ладу апаратури.

Надзвичайна ситуація є наслідком сукупності виняткових обставин, що склалися у відповідній зоні в результаті надзвичайної події техногенного, природного, антропогенного та воєнного характеру, а також під впливом можливих надзвичайних умов.

Надзвичайні ситуації, які можуть виникати на території України і здійснювати негативний вплив на функціонування об'єктів економіки та життєдіяльність населення, поділяються за такими основними ознаками: за сферою виникнення; за галузевою ознакою; за масштабами можливих наслідків.

Проникаюча радіація - це гамма-випромінювання і потік нейтронів. Ступінь тяжкості променевого ураження головним чином залежить від поглиненої дози. При дії проникаючої радіації на людей може виникнути променева хвороба

різного ступеня. Матеріали, що володіють захисними властивостями, активно використовуються в будівництві захисних споруд.

Радіоактивне забруднення є четвертим фактором, на який припадає близько 10 % енергії ядерного вибуху. Під час ядерного вибуху утворюється велика кількість радіоактивних речовин, які, осідаючи з димової хмари на поверхню землі, забруднюють повітря, місцевість, воду, а також всі предмети, що знаходяться на ній, споруди, лісові насадження, сільськогосподарські культури, урожай, незахищених людей і тварин.

При проходженні потоку гамма-опромінення через елементи РЕА, в них виникають вільні носії електричних зарядів, внаслідок переміщення яких виникає хибний імпульс, який може призвести до збою в роботі пристрою.

Особливо чутливими до радіації елементами є елементи з високим вмістом металів, яким в свою чергу властива висока концентрація вільних носіїв зарядів.

Таким чином радіація в РЕА викликає зворотні і незворотні процеси, внаслідок яких можлива зміна майже всіх електричних та експлуатаційних характеристик, що залежать від проходження процесів іонізації, порушення структури матеріалів, що призводить до пошкодження апаратури.

Під час дії електромагнітного імпульсу (ЕМІ) у тілах, що проводять електричний струм на частку секунди (час дії ЕМІ) виникає імпульс електричного струму і з'являється різниця потенціалів відносно землі. Під дією цих напруг може відбутись пошкодження РЕА, ліній зв'язку, вихід з ладу запобіжників і т.д.

5.3.1 Визначення області працездатності СЕП офісно-складського приміщення в умовах дії іонізуючого випромінювання

В РЕА використовуються елементи, до складу яких входять матеріали: метали, неорганічні матеріали, напівпровідники та різні органічні сполуки (діелектрики, смоли та інші). Серед цих матеріалів метали найбільш чутливі до радіації, оскільки їм властива висока концентрація вільних носіїв.

Визначаємо потужність експозиційної дози для кожного елементу і знаходимо елемент, який найбільш чуттєвий до дії іонізуючого випромінювання.

Таблиця 5.6 - Стійкість елементів до радіації.

№	Блоки елементів	Елементи РЕА СЕП	Найменування	Ргр.і, р/год	Ргр, р/год
1	Основний пристрій	Конденсатори	K50-35, K10-17	10^5	10^4
		Резистори	C2-23	10^6	
		Транзистори	КТ3102А	10^5	
		Мікросхеми	FT232RL, AT24C512	10^4	
2	Система керування	Діоди	АЛ307	10^5	10^5
		Сенсорна панель	SBL6	10^5	

Аналізуючи дані таблиці, визначаємо, що найбільшого впливу зазнають мікросхеми та діелектричні матеріали. В них незворотні дії виникають при рівні p_i , яка для пристрою в цілому є граничною, отже, $p_{гран}=10^4$ Рад/с.

В якості критерію стійкості роботи РЕА використовують значення рівня радіації гамма-випромінювання, яке розраховується за формулою:

$$p'_{гран} = p_{гран} \cdot K_H \cdot K_{посл} [P / год], \quad (5.1)$$

де $p_{гран}$ – межа стійкості роботи СЕП, Рад/с;

K_H – коефіцієнт надійності елементної бази, $K_H = 0,9 \dots 0,95$,

приймаємо $K_H = 0,92$;

$K_{посл}$ – коефіцієнт послаблення радіації, із завдання: $K_{посл} = 2$.

Тоді:

$$p'_{гран} = 10^4 \cdot 0,92 \cdot 2 = 1,84 \cdot 10^4 (P / год).$$

Визначимо допустимий час роботи РЕА в заданих умовах:

$$t_{доп} = \frac{D_{зр} \cdot K_{посл} + 2P_1 \cdot \sqrt{t_n}}{2P_1} \quad (5.2)$$

$$t_{доп} = \frac{10^4 \cdot 7 + 2 \cdot 17,8 \cdot \sqrt{1}}{2 \cdot 17,8} = 1967,2921 \text{ год}$$

5.3.2 Визначення області працездатності в умовах дії електромагнітного імпульсу

За критерій стійкості роботи пристрою в умовах дії електромагнітних випромінювань можна прийняти коефіцієнт безпеки, який визначається за формулою:

$$K_B = 20 \cdot \lg \frac{U_\partial}{U_\Gamma} \geq 40 \text{ дБ}, \quad (5.3)$$

де U_Γ – напруга наведення за рахунок електромагнітних випромінювань горизонтальних струмопровідних частин плати, В;

U_∂ – допустиме коливання напруги живлення, В.

Визначаємо допустиме коливання напруги живлення

$$U_\partial = U_{\text{ж}} + \frac{U_{\text{ж}}}{100} \cdot \Delta \quad (5.4)$$

де $U_{\text{ж}}$ – напруга живлення СЕП ($U_{\text{ж}} = 30\text{В}$);

N – допустиме коливання напруги живлення ($N \pm 5\%$).

$$U_\partial = 30 + \frac{30}{100} \cdot 5 = 31,5 \text{ (В)}.$$

Плата пристрою розташована в горизонтальній площині. Визначимо максимальну очікувану напругу в горизонтальних лініях з рівності:

$$20 \cdot \lg \frac{U_\partial}{U_\Gamma} = 40 \quad (5.5)$$

$$U_\Gamma = \frac{U_\partial}{100} [\kappa\text{В}], \quad (5.6)$$

$$U_{\Gamma} = \frac{31,5}{100} = 0,315 \text{ (кВ)}.$$

Вертикальна складова напруженості електричного поля визначається як:

$$U_{\Gamma} = E_B \cdot l_{\Gamma}, \quad (5.7)$$

звідки

$$E_B = \frac{U_{\Gamma}}{l_{\Gamma}} [\text{кВ} / \text{м}], \quad (5.8)$$

де l_{Γ} – максимальна довжина горизонтального контуру електричної схеми, м ($l_{\Gamma} = 0,1$ м).

$$E_B = \frac{0,315}{0,1} = 3,15 \text{ (кВ} / \text{м)}.$$

Згідно з розрахунками СЕП офісно-складського приміщення здатний працювати в умовах дії електромагнітного імпульсу при напруженості вертикальної складової електричного поля $E_B \leq 3,15$ кВ/м.

На підставі виконаних розрахунків можна зробити висновок про те, що даний СЕП офісно-складського приміщення здатна стійко працювати в середині будівлі ангарного типу, яка має коефіцієнт послаблення радіації 2, в умовах дії іонізуючого випромінювання при потужності дози випромінювання до $1,84 \cdot 10^4$ Р /год.

Також в даному розділі було визначено область працездатності СЕП офісно-складського приміщення в умовах дії загрозливих чинників НС та в умовах дії іонізуючого випромінювання. Визначено потужність експозиційної дози для кожного елементу, яка в цілому для пристрою є граничною і складає: $p_{\text{гран}} = 10^4$ Р/год.

5.4 Висновки до розділу 5

В даному розділі магістерської кваліфікаційної роботи було розглянуто основні заходи з охорони праці, а саме організаційні і технологічні заходи, що направлені на максимальне зниження загрозливих чинників і створення оптимальних умов роботи на підприємстві.

На підставі виконаних розрахунків можна зробити висновок про те, що дана СЕП офісно-складського приміщення здатна стійко працювати в середині будівлі ангарного типу, яка має коефіцієнт послаблення радіації 2, в умовах дії іонізуючого випромінювання при потужності дози випромінювання до $1,84 \cdot 10^4$ Р /год.

Також в даному розділі було визначено область працездатності СЕП офісно-складського приміщення в умовах дії загрозливих чинників НС та в умовах дії іонізуючого випромінювання. Визначено потужність експозиційної дози для кожного елементу, яка в цілому для пристрою є граничною і складає: $p_{гран} = 10^4$ Р/год.

ВИСНОВКИ

У магістерській кваліфікаційній роботі було проведено розрахунки й прийнято рішення по створенню ефективної системи електропостачання офісно-складського приміщення приватного підприємства «Конекс» по вул. Київська, 136г, місто Вінниця. Загальна встановлена потужність становить 145 кВт. Категорія надійності електропостачання - III. Підключення до мереж АТ «Вінницяобленерго» виконується на кабельних наконечниках ЛЕП-10 кВ «Основна» в РУ-10 кВ ТП №635.

В роботі розроблені наступні рішення з електропостачання:

- побудувати відгалуджувальну КЛ-10 кВ від РУ-10 кВ ТП № 635 до новопроектованої КТП-400/10/0,4 кВ;
- монтаж КТП-400/10/0,4 кВ закритого типу із кабельним вводом високої напруги і повітряним виводом низької напруги;
- встановлення системи обліку ЛУЗОД на вводі 10 кВ нововстановленої КТП;
- улаштування контуру заземлення та захисту від грозових перенапруг новопроектованої КТП-400/10/0,4 кВ;
- будівництво ПЛІ-0,4 кВ до офісно-складського приміщення;
- монтаж конденсаторної установки.

Трансформатори струму та лічильник електроенергії підлягають пломбуванню із обмеженням доступу до відкритих струмоведучих частин.

Для обліку електроенергії передбачено двонаправлений лічильник трансформаторного включення по струму та напрузі типу АСЕ 6000 разом з модемом, класу точності 1,0, що встановлений в РУ-10 кВ нововстановленої КТП.

В РУ-0,4 кВ передбачено встановлення на вводі рубильника та вимикача автоматичного згідно дозволеної потужності. У ВРЩ-0,4 кВ об'єкта для захисту електроустановки встановлені вимикач автоматичний, пристрій захисного відключення, що реагує на диференційний струм та реле захисту від імпульсних

перенапруг РНПП-311М із магнітним пускачем. На відхідні лінії встановлені вимикачі автоматичні.

Для компенсації реактивної потужності передбачається встановлення конденсаторної установки типу УК-Е-0,4-90/6-10-21 УЗ на напругу 0,4 кВ потужністю 90 кВАр у ВРЩ-0,4 кВ господарства.

При монтажі електричного обладнання повинні виконуватися загальні правила техніки безпеки в будівництві згідно ДБН А.3.2-2-2009 і інших нормативних норм і правил по охороні праці і техніки безпеки.

Всі металеві не струмоведучі частини обладнання потрібно заземлити.

Отже, запропонована система електропостачання офісно-складського приміщення приватного підприємства «Конекс» по вул. Київська, 136г, місто Вінниця за рахунок прийняття оптимальних рішень є енергоефективною і це дозволить суттєво покращити технічні й економічні характеристики функціонування СЕП.

В роботі запропоновані шляхи підвищення енергоефективності та енергонезалежності підприємства. Впровадження енергозберігаючих технологій у діяльність аптек та фармацевтичних складів сприяє зниженню енергоспоживання, оптимізації витрат та підвищенню екологічної відповідальності. В результаті дослідження можна запропонувати загальні рекомендації:

- почати з заходів із найшвидшим терміном окупності, таких як LED-освітлення та автоматизація;
- поступово інвестувати в утеплення та модернізацію систем опалення;
- проваджувати енергоменеджмент для моніторингу та оптимізації енерговитрат.

В економічній частині роботи проведено розрахунок основних показників спроектованої СЕП офісно-складського приміщення, визначено величину капітальних вкладень та плати підприємством за електроенергію. Собівартість електроенергії для підприємства складає 766 коп/кВт·год.

У роботі були розглянуті питання охорони праці та безпека в надзвичайних ситуаціях на підприємстві. Були визначені небезпечні та шкідливі фактори, які мають місце в офісно-складському приміщенні та розроблені ефективні заходи для покращення даних показників.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Правила улаштування електроустановок. Харків: Міненерговугілля України, 2017. 617с.
2. ГОСТ 14209-97 «Керівництво з навантаження силових масляних трансформаторів»: веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=77094 (дата звернення 16.11.2024)
3. ГОСТ 13109-97 «Норми якості електричної енергії в системах електропостачання Загальне призначення»: веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=25837 (дата звернення 16.11.2024)
4. РД 153-34.0-15.501-00 «Методичні вказівки по контролю і аналізу якості електричної енергії в системах електропостачання загального призначення. Частина 1. Контроль якості електричної енергії»: веб-сайт. URL: https://standartgost.ru/g/pkey-14294817093/%D0%A0%D0%94_153-34.0-15.501-00 (дата звернення 16.11.2024)
5. Бурбело М.Й. Розрахунок внутрішнього електропостачання: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2017. 122 с.
6. РТМ 36.18.32.4-92 - «Методика розрахунку електричних завантажень». веб-сайт. URL: <https://profsector.com/media/catalogs/57ea1c8c988b2.pdf> (дата звернення 16.11.2024)
7. Бурбело М. Й. Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків: навчальний посібник. Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2005. 148 с.
8. Камінський А. В., Мокін Б. І. Математичне та комп'ютерне моделювання процесів оптимізації центрування електричних мереж: монографія. Вінниця: Універсум Вінниця, 2005. 122с.
9. Каталог конденсаторних установок: веб-сайт. URL: <http://www.kpenri.com.ua/-prod02.php> (дата звернення 16.11.2024)
10. Кабельно-провідникова продукція: веб-сайт. URL: <http://ibud.ua/ua/catalog/kabelno-provodnikovaya-produktsiya-1189> (дата звернення 16.11.2024)
11. Трансформатори силові: веб-сайт. URL: <http://www.budnet.com.ua/aboutcommodity.php?FirmCommodityID=4099> (дата звернення 16.11.2024)
12. Експлуатація освітлювальних установок: веб-сайт. URL: http://life-prog.ru/ukr/1_954_ekspluatatsiya-osvitlyuvalnih-ustanovok.html (дата звернення 16.11.2024)

13. Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования / за ред. Ю.Г.Барыбин. Москва: Энергоатомиздат, 1991. 464 с.

14. Регулювання напруги в електричних системах - Конспект лекцій з курсу Електричні системи і мережі: веб-сайт. URL: http://forca.com.ua/knigi/navchannya/konspekt-lekcii-z-kursu-elektrichni-sistemi-i-merezhi_11.html (дата звернення 16.11.2024)

15. Правила установки электроустановок. Харків: Індустрія, 2007. 416 с.

16. Демов О.Д. Економія електроенергії на промислових підприємствах. Вінниця: ВНТУ, 2006. 95 с.

17. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень: веб-сайт. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972> (дата звернення 16.11.2024)

18. ГОСТ 12.0.003 - 74. Система стандартів безпеки праці. Небезпечні і шкідливі виробничі фактори: веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page.html?id_doc=48127 (дата звернення 16.11.2024)

19. ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартів безпеки праці. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони: веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=6264 (дата звернення 16.11.2024)

20. ДНАОП 0.03-3.01-71. Санітарні норми проектування промислових підприємств: веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=22186 (дата звернення 16.11.2024)

21. ГОСТ 12.1.008-83. Шум. Загальні вимоги безпеки: веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=48130 (дата звернення 16.11.2024)

22. СН 32.23-85. Санітарні норми допустимого шуму на робочих місцях: веб-сайт. URL: https://dnaop.com/html/43077/doc-%D0%94%D0%9D%D0%90%D0%9E%D0%9F_3223-85 (дата звернення 16.11.2024)

23. ГОСТ 12.1.012.-90. Система стандартів безпеки праці. Вібраційна безпека. Загальні вимоги: веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=48132 (дата звернення 16.11.2024)

24. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення. : веб-сайт. URL: <http://kbu.org.ua/assets/app/documents/dbn2/95.1.%20%D0%94%D0%91%D0%9D%20%D0%92.2.5-28-2006.%20%D0%9F%D1%80%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B5%20%D1%96%20%D1%88%D1%82%D1%83%D1%87%D0%BD%D0%B5%>

20%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F.pdf (дата звернення 16.11.2024)

25. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення: веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885 (дата звернення 16.11.2024)

26. ДСТУ 8828:2019. Пожежна безпека: веб-сайт. URL: <https://dwg.ru/dnl/15125> (дата звернення 16.11.2024)

27. ДСТУ 8829:2019. Пожежовибухонебезпечність речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їхнього визначення. Класифікація: веб-сайт. URL: <https://www.alutal.com.ua/wp-content/uploads/2021/02/dstu-8829-2019-1.pdf> (дата звернення 16.11.2024)

28. ДСТУ Б В.1.1-36. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпек: веб-сайт. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759 (дата звернення 16.11.2024)

29. ДБН В.1.1-7. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги: веб-сайт. URL: http://www.poliplast.ua/doc/dbn_v.1.1-7-2002.pdf (дата звернення 16.11.2024)

30. Наказ Міністерства внутрішніх справ України «Про затвердження Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників»: веб-сайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0225-18#Text> (дата звернення 16.11.2024)

31. ГОСТ 12.1.030-81. Електробезпека. Захисне заземлення. Занулення : веб-сайт. URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=7051 (дата звернення 16.11.2024)

32. ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014. [Чинний від 2014-05-30]. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=58073.

33. ДСТУ-Н Б А 3.2-1: 2007. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використання в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. [Чинний від 2007-12-01]. URL: <https://profidom.com.ua/a-3/a-3-2/824-dstu-n-b-a-3-2-12007-nastanova-shhodo-viznachenna-nebezpechnih-i-shkidlivih-faktoriv->.

34. ДБН А.3.2-2-2009. ССБП. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинний від 2009-01-27]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2009. 116 с.

35. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. [Чинний від 2017-04-01]. Вид. офіц. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с.
36. НПАОП 40.1-1.32-01. (ДНАОП 0.00-1.32-01). Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. [Чинний від 2002-01-01]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text>.
37. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Постанова МОЗ № 42 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>.
38. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с.
39. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019-03-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2018. 133 с.
40. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Постанова МОЗ № 37 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>.
41. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. Постанова МОЗ № 39 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>.
42. Сопотніцький Є. М., Шулле Ю.А. Підвищення енергоефективності аптек та фармацевтичних складів. LIV Всеукраїнська науково-технічна конференція факультету електроенергетики та електромеханіки (2025) Веб-сайт. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-feeem/all-feeem-2025/paper/view/22974/18949> (дата звернення: 19.12.2024).

Додатки

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

УЗГОДЖЕНО

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри ЕСЕМ

“ ” 2024р.д.т.н., проф. Бурбело М.Й.
“ ” 2024 р.**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**

до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему:

**РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ОФІСНО-
СКЛАДСЬКОГО ПРИМІЩЕННЯ ПРИВАТНОГО ПІДПРИЄМСТВА
«КОНЕКС» ПО ВУЛ. КИЇВСЬКА, 136Г, МІСТО ВІННИЦЯ**

Науковий керівник:

к.т.н., доц. Шулле Ю. А.

(підпис)

Виконавець: студент гр. ЕСЕ-23м

Сопотніцький Є.М. _____

(підпис)

Вінниця 2024 р.

1. ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (МКР)

Робота виконується на підставі наказу ВНТУ за №310 від 17.09.2024.

Дата початку роботи 17.09.2024р.

Дата закінчення роботи 10.12.2024

2. МЕТА І ПРИЗНАЧЕННЯ МКР. ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ РОЗРОБКИ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

а) мета - розробка системи електропостачання офісно-складського приміщення приватного підприємства «Конекс» по вул. Київська, 136г, місто Вінниця;

б) призначення розробки: виконання магістерської кваліфікаційної роботи;

в) вихідні дані для виконання МКР: відомості про особливості технологічних процесів; відомості про електричні навантаження підприємства; відомості про джерела живлення.

3. ДЖЕРЕЛА РОЗРОБКИ

3.1 Методичні вказівки до виконання магістерських кваліфікаційних робіт для студентів спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (освітня програма «Енергетичний менеджмент») / Уклад. О. В. Бабенко, Ю. А. Шулле. Вінниця : ВНТУ, 2023. 52 с.

3.2 Демов О. Д., Бірюков О. О., Мельничук Л. М. Розрахунок собівартості електроенергії на промисловому підприємстві: Навчальний посібник / О.Д. Демов, О.О. Бірюков, Л.М. Мельничук. Вінниця: ВНТУ, 2008. 92 с.

3.3 Бурбело М. Й. Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків: навчальний посібник. Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2005. 148 с.

3.4 Правила улаштування електроустановок. - 5-те вид., переробл. й доповн. Х : Міненерговугілля України, 2017 р.

4. ЕТАПИ І ТЕРМІН ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Зміст етапу	Термін виконання	
	початок	кінець
4.1 Збір інформації, яка необхідна для проектування	17.09.2024	20.09.2024
4.2 Проведення необхідних розрахунків	20.09.2024	20.10.2024
4.3 Розробка робочих креслень	20.10.2024	17.11.2024
4.4 Написання розрахунково-пояснювальної записки і захист магістерської роботи	17.11.2024	10.12.2024

5. МАТЕРІАЛИ, ЩО ПОДАЮТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ МКР

Пояснювальна записка МКР, графічні і ілюстровані матеріали, анотація до МКР українською та іноземною мовою.

6. ПОРЯДОК КОНТРОЛЮ ВИКОНАННЯ ТА ЗАХИСТУ МКР

Робота приймається на проміжних контрольних перевірках, попередньому захисті та захисті в ДЕК.

7. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

7.1 Дані про патентоспроможність

Не передбачається

8 ОЧІКУВАНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ

Не передбачається

Додаток Б

ВИХІДНІ ДАНІ

Магістерська кваліфікаційна робота присвячена розробці системи електропостачання офісно-складського приміщення приватного підприємства «Конекс» по вул. Київська, 136Г, місто Вінниця.

Об'єкт по категорії надійності електропостачання відноситься до споживачів 3-ї категорії.

Розрахункова потужність – 145 кВт.

Підключення до мереж АТ «Вінницяобленерго» планується виконати на кабельних наконечниках ЛЕП-10 кВ «Основна» в РУ-10 кВ ТП № 635.

В роботі необхідно розробити наступні рішення з електропостачання офісно-складського приміщення:

- побудувати відгалуджувальну КЛ-10 кВ від РУ-10 кВ ТП № 635 до новопроектованої КТП;
- здійснити монтаж КТП закритого типу з кабельним вводом високої напруги та повітряним виводом низької напруги;
- встановити системи обліку ЛУЗОД на вводі 10 кВ нововстановленої КТП;
- улаштування контуру заземлення та захисту від грозових перенапруг новопроектованої КТП;
- будівництво ПЛІ-0,4 кВ до офісно-складського приміщення;
- монтаж конденсаторної установки.

Автор роботи		Сопотніцький Є.М.
	(підпис)	(прізвище, ініціали)
Керівник роботи		Шулле Ю. А.
	(підпис)	(прізвище, ініціали)

Додаток Г

ПРЕЗЕНТАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет електроенергетики та електромеханіки

(повне найменування факультету)

Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту

(повна назва кафедри)

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему:

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ОФІСНО-СКЛАДСЬКОГО ПРИМІЩЕННЯ ПРИВАТНОГО ПІДПРИЄМСТВА «КОНЕКС» ПО ВУЛ. КИІВСЬКА, 136Г, МІСТО ВІННИЦЯ

Виконав: студент 2 курсу, групи ЕМ-23м

Сопотницький Є. М.

(прізвище та ініціали)

Керівник Щулле Ю. А.

(прізвище та ініціали)

Вінниця ВНТУ – 2024

Актуальність теми. Система електропостачання (СЕП) – це сукупність електроустановок пов'язаних єдиним процесом виробництва, передачі, перетворення й розподілу електричної енергії по споживачам. Основними факторами при прийнятті оптимальних рішень, що характеризують систему електропостачання є вартість й трудомісткість її спорудження, надійність й безпечність експлуатації електротехнічних установок, економічність передачі електричної енергії споживачам, а також дотримання у допустимих межах показників якості електричної енергії.

Актуальною задачею є розробка сучасної та енергоефективної системи електропостачання офісно-складського приміщення приватного підприємства «Конекс». Оптимізація системи електропостачання можлива шляхом вибору:

- оптимальної потужності та кількості трансформаторів;
- оптимальних перерізів кабельно-провідникової продукції;
- оптимальних заходів з енергозбереження та енергонезалежності.

Мета і завдання дослідження. Метою магістерської кваліфікаційної роботи є розробка сучасної та енергоефективної системи електропостачання офісно-складського приміщення приватного підприємства «Конекс» шляхом прийняття оптимальних рішень, які дозволять суттєво поліпшити технічні та економічні характеристики функціонування СЕП.

Для досягнення поставленої мети в роботі розв'язуються задачі, які дозволяють:

- виконати розрахунок оптимальної потужності трансформаторів ТП;
- здійснити розрахунок оптимальних перерізів провідників електричних мереж;
- зробити розрахунок оптимальних потужностей конденсаторних установок;
- розробити заходи з енергозбереження та енергонезалежності.

Об'єкт дослідження – система електропостачання офісно-складського приміщення приватного підприємства «Конекс».

Предмет дослідження – елементи схеми та електричні режими роботи в системі електропостачання офісно-складського приміщення приватного підприємства «Конекс».

Наукова новизна одержаних результатів. Розроблено енергоефективну систему електропостачання офісно-складського приміщення приватного підприємства «Конекс», а саме, шляхом вибору оптимальної потужності трансформаторів ТП, перерізів провідників електричних мереж, розрахунку оптимальних потужностей конденсаторних установок та запропонованих шляхів енергозбереження й енергонезалежності.

Практичне значення одержаних результатів: практична реалізація отриманих проектних рішень дозволить оптимізувати електропостачання та підвищити енергоефективність системи електропостачання офісно-складського приміщення приватного підприємства «Конекс»: забезпечити відповідність характеристик елементів СЕП нормальним й аварійним електричним режимам, зменшити витрати електроенергії та стати енергонезалежними.

Загальні відомості про підприємство

Магістерська кваліфікаційна робота присвячена розробці системи електропостачання офісно-складського приміщення приватного підприємства «Конекс» по вул. Київська, 136г, місто Вінниця.

Об'єкт по категорії надійності електропостачання відноситься до споживачів 3-ї категорії.

Розрахункова потужність – 145 кВт.

Підключення до мереж АТ «Вінницяобленерго» планується виконати на кабельних наконечниках ЛЕП-10 кВ «Основна» в РУ-10 кВ ТП № 635.

Приватне підприємство «Конекс» – одне з найбільших фармацевтичних компаній України. Приватне підприємство працює чверть століття. Колектив приватного підприємства «Конекс» налічує понад 1200 співробітників, а аптечна мережа компанії – більше 200 аптек у Вінницькій, Житомирській, Хмельницькій, Черкаській, Чернівецькій, Київській, Івано-Франківській, Кіровоградській, Рівненській, Одеській, Тернопільській областях.

Основні напрямки діяльності підприємства:

- власне виробництво фітопродукції;
- гуртова й роздрібна торгівля лікарськими засобами;
- будівництво і оренда приміщень.

Одним із масштабних напрямків діяльності підприємства «Конекс» є гуртова торгівля лікарськими засобами та предметами медичного призначення, якими впродовж 25 років займається відділ гуртової торгівлі і дистрибуції. У гуртовому асортименті компанії постійно підтримується понад 10000 найменувань медикаментів, лікувальної косметики, товарів медичного призначення, фітопродукції. Все це зберігається на складах. У Вінниці працює аптечний склад, що повністю відповідає усім сучасним вимогам, рекомендованим до фармацевтичних складів, сертифікований по системі GDP в 2019 році.

Великі об'єми складських приміщень і їх безперервний режим роботи дозволяє забезпечувати великим асортиментом продукції не тільки аптеки «Конекс», а і гуртових клієнтів: аптеки, аптечні пункти, лікувальні заклади у різних регіонах України.

3

Відомості про обладнання

Основне обладнання підприємства «Конекс» надзвичайно сучасне і включає в себе обладнання для аптек та фармацевтичних складів.

Обладнання для аптек включає:

1. POS-системи (Point of Sale). Використовуються для автоматизації продажів, обліку товарів, формування чеків, управління касою та контролю запасів.
2. Сканери штрихкодів і QR-кодів. Автоматизація обліку медикаментів, зчитування штрихкодів і QR-кодів для прискорення обслуговування клієнтів.
3. Роботизовані системи зберігання і видачі ліків. Автоматизоване зберігання, сортування та видача медикаментів, контроль термінів придатності.
4. Холодильне обладнання. Зберігання ліків, вакцин і біопрепаратів у температурних умовах, які відповідають нормативам. Фармацевтичні холодильники забезпечують кращі показники температури і мають більш зручні функції керування, у порівнянні зі звичайними.
5. Системи контролю температури та вологості. Моніторинг та підтримка оптимальних умов зберігання медикаментів.
6. Аптечні ваги. Точне зважування медикаментів для рецептурних та лабораторних потреб.
7. Програмне забезпечення для аптек. Управління запасами, контроль продажів, створення звітів, ведення історії клієнтів.

Обладнання, яке використовується на фармакологічних складах:

1. Автоматизовані складські системи (WMS). Автоматизація процесів приймання, зберігання, сортування та відправки медикаментів на складі.
2. Конвеєрні системи. Автоматизація транспортування товарів між зонами складу.
3. Системи кондиціонування та вентиляції. Забезпечення належного температурного режиму та вентиляції у приміщеннях складу.
4. Розумні датчики моніторингу. Контроль температури, вологості, тиску та інших параметрів на складі.
5. Термоконтейнери та термопалети. Забезпечення холодового ланцюга під час транспортування медикаментів.
6. Системи відеоспостереження та безпеки. Забезпечення безпеки складу та контроль доступу до приміщень.
7. Етикетувальні машини. Маркування медикаментів відповідно до вимог простежуваності.
8. Електричні навантажувачі та палетні візки. Транспортування піддонів з медикаментами у складських зонах.

Основні електротехнічні рішення

Вибір трансформаторів струму 10 кВ

У якості трансформаторів струму 10 кВ обрано ТС-10 кВ типу ТОЛУ-10-1 кВ

Технічні характеристики ТС-10 кВ ТОЛУ-10-1 10/5

Найменування параметра	Значення параметра
Номинальна робоча напруга [$U_{ном.ТС}$], кВ	10
Найбільша робоча напруга [$U_{max.ТС}$], кВ	12
Номинальний первинний струм [$I_{1ном}$], А	10
Номинальний вторинний струм [$I_{2ном}$], А	5
Кількість вторинних обмоток:	
· для захисту	1
· для вимірювань	1
Струм термічної стійкості [$I_{терм.ТС}$], кА	1,3
Час протікання струму термічної стійкості, с	3
Струм динамічної стійкості [$I_{дин.ТС}$], кА	6,5
Номинальна гранична кратність вторинної обмотки, А	8
Номинальні вторинні навантаження, ВА:	
а) обмотки для вимірювань:	
1. 0,5s	10
б) обмотки для захисту:	10
- 10P	10

Узагальнені результати перевірки ТС-10 кВ

Розрахункові параметри	Каталожні дані
$U_{ном.м.} = 10 \text{ кВ}$	$U_{ном.ТС} = 10 \text{ кВ}$
$U_{max.м.} = 12 \text{ кВ}$	$U_{max.ТС} = 12 \text{ кВ}$
$I_{max.роб.} = 8,73 \text{ А}$ - для ввідної комірки	$I_{ном} = 10 \text{ А}$ - для ввідної комірки
$i_{уд} = 2,93 \text{ кА}$	$I_{дин.ТС} = 36 \text{ кА}$ - для ввідної комірки
$B_k = 1,61 \text{ кА}^2\text{с}$	$I_{терм.р.}^2 \cdot t_{терм.р.} = 126,75 \text{ кА}^2\text{с}$

6

Основні електротехнічні рішення

Вибір перерізу кабеля напругою 10 кВ

Обираємо переріз кабелю ААБл-10 кВ 3х120 мм², який задовольняє вимогам:

- за нагрівом в нормальному режимі, післяаварійному режимі, а також режимі у період ремонту (фактично допустимий струм I_f для кабелю перерізом 120 мм², складає: $I_f = 209,28 \text{ А}$, $I_p = 8,73 \text{ А}$; умова виконується: $I_f \geq I_p$, $209,28 \geq 8,73$; в післяаварійному режимі умова виконується: $I_f \geq I_{p.ав}$, $209,28 \geq 12,22 \text{ А}$);
- по економічній густині струму для нормального режиму роботи ($S_{ек} = I_p / J_{ек} = 8,73 / 1,2 = 7,28 \text{ мм}^2$; умова виконується: $7,28 \text{ мм}^2 \leq 120 \text{ мм}^2$);
- по нагріванню жил струмом короткого замикання, тобто за термічною стійкістю струму короткого замикання (умова виконується: $120 \text{ мм}^2 \geq 80,2 \text{ мм}^2$);
- за втратою напруги (згідно ГІД 34.20.178:2005 втрата напруги в КЛ-10 кВ не повинна перевищувати 8%; умова виконується: $\Delta U = 0,08\%$);

Вибір потужності силових трансформаторів

Вибір потужності силових трансформаторів здійснюється із врахуванням аварійних та допустимих систематичних перевантажень. Згідно із Держстандартом у аварійному режимі допустиме перевантаження трансформатора на 40% впродовж не більше 5 діб і при цьому коефіцієнт початкового навантаження має бути не більше 0,93 й час перевантаження не більше 6 годин на добу.

На одно або двохтрансформаторній підстанції без зв'язків на вторинній напрузі потужність трансформатора обираємо по максимальному навантаженню при робочому режимі.

Враховуючи дозволена потужність (145 кВт), проведемо розрахунок для даного випадку:

$$S_{т.ном} = \frac{P_n}{k_s \cdot \cos \varphi} = \frac{145}{0,8 \cdot 0,96} = 188,8 \text{ (кВА)}$$

Враховуючи, що офісно-складське господарство найближчим часом планує розширятися, тому обираємо силовий трансформатор ТМ потужністю 400 кВА.

5

Основні електротехнічні рішення

Вибір високовольного нелінійного обмежувача перенапруг 10 кВ

Передбачається встановлення у якості ОПН-10 кВ ввідної, лінійної комірочки й комірочки трансформатора напруги обмежувач перенапруг типу ОПН-10/12.

Технічні характеристики високовольного нелінійного обмежувача перенапруг 10 кВ типу ОПН-10/12

Найменування параметра	Значення параметра
Найбільша тривало-допустима робоча напруга $[U_{пр.опн}]$, кВ	12
Номинальна напруга $[U_{ном.опн}]$, кВ	10
Струм спрацювання протививбухового пристрою ОПН $[I_{зак.ОПН}]$, кА	10
Залишкова напруга при грозовому імпульсі струму 8/20 мкс, кВ, не більше ніж: - з амплітудою 5 кА	36
Залишкова напруга при комутаційному імпульсі струму 30/60 мкс, кВ, не більше ніж: - з амплітудою 500 А	31
Клас розряду лінії	2

Узагальнені результати перевірки характеристик ОПН 10 кВ

Розрахункові значення	Каталожні дані ОПН-10/12
$U_{пр.опн} = 12 \text{ кВ}$	$U_{пр.опн} = 12 \text{ кВ}$
$U_{зак.опн} = 35,6 \text{ кВ}$	$U_{зак.опн} = 36 \text{ кВ}$
$U_{зак.опн} = 29,7 \text{ кВ}$	$U_{зак.опн} = 31 \text{ кВ}$
$I_{зак} = 1,32 \text{ кА}$	$I_{зак} = 10 \text{ кА}$

7

Основні електротехнічні рішення

Вибір запобіжників в КТП-400/10/0,4 кВ

У якості захисних апаратів трансформаторів по стороні 10 кВ пропонується встановити запобіжники типу ПКТ-012-10-31,5-31,5 У1 із характеристиками: $U_n=10 \text{ кВ}$, $I_n=31,5 \text{ А}$, $I_{відк}=31,5 \text{ кА}$.

Виконаємо перевірку:

– за номінальною напругою:

$$U_{ном.м.} \geq U_{ном.р.}; 10 \text{ (кВ)} \geq 10 \text{ (кВ)};$$

– за максимальним струмом навантаження:

$$I_n \geq I_{р.мах}; 31,5 \text{ (А)} \geq 8,73 \text{ (А)};$$

– за струмом відключення:

$$I_{відк} \geq I_{п0}; 31,5 \text{ (кА)} \geq 2,93 \text{ (кА)}.$$

За результатами перевірки запобіжники відповідають характеристикам й потужності.

Ввідні комутаційні апарати 0,4 кВ

З врахуванням, що зі сторони 10 кВ силових трансформаторів встановлено запобіжники, а в лінійних комірках 0,4 кВ власні автоматичні вимикачі, у якості ввідних комутаційних апаратів обрані роз'єднувачі типу РБ-400 із характеристиками: $U_n=1000 \text{ В}$, $I_n=400 \text{ А}$, $I_{відк}=20 \text{ кА}$.

Виконаємо перевірку:

– за номінальною напругою:

$$U_{ном.м.} \geq U_{ном.р.}; 1000 \text{ (В)} \geq 380 \text{ (В)};$$

– за максимальним комутаційним струмом:

$$I_{п0,доп} \geq I_{п0,розр}; 20 \text{ (кА)} \geq 12,8 \text{ (кА)};$$

– за термічною стійкістю:

$$B_K \leq I_{терм.в.}^2 \cdot t_{терм.в.}; 2500 \text{ (кА} \cdot \text{с}^2) \leq 491 \text{ (кА} \cdot \text{с}^2);$$

– за електродинамічною стійкістю:

$$i_{дин.р.} \geq i_{уд.}; 100 \text{ (кА)} \geq 30 \text{ (кА)}.$$

8

Основні електротехнічні рішення

Вибір потужності конденсаторної установки

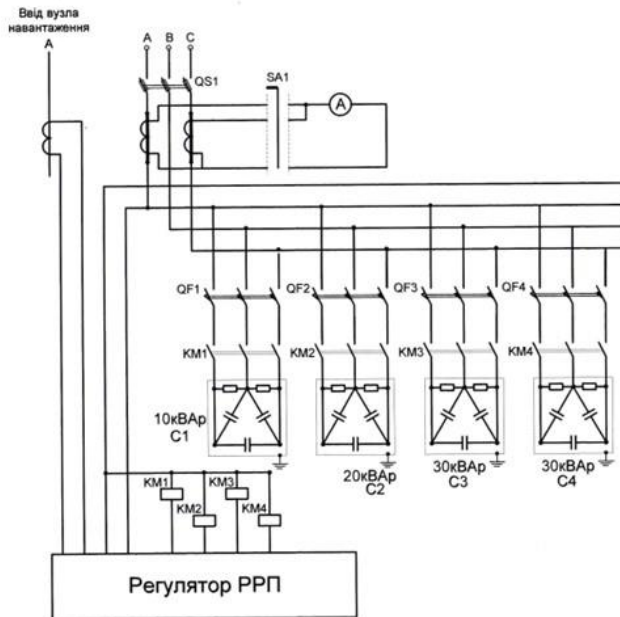


Схема підключення конденсаторної установки

Для визначення ємності реактивної потужності Q_c , необхідної для досягнення заданого $\cos \phi$, використаємо формулу:

$$Q = P_{\text{вст}} \cdot (\tan \phi_1 - \tan \phi_2),$$

де $P_{\text{вст}}$ – встановлена потужність електроприймачів;
 ϕ_1, ϕ_2 – кути здвигу фаз;

$$P_{\text{вст}} = P_{\text{зам}} = 145 \text{ (кВт)}.$$

Визначаємо повну потужність електроприймачів:

$$S_{\text{вст}} = P_{\text{вст}} / \cos \phi = 145 / 0,75 = 193,33 \text{ (кВАр)};$$

$\cos \phi_1 = 0,75$, для нього $\tan \phi_1 = 0,88$.

Прийmemo нормативний $\cos \phi_2 = 0,96$, тоді $\tan \phi_2 = 0,29$.

$$Q_k = 145 \cdot (0,88 - 0,29) = 85,55 \text{ (кВАр)}.$$

Обираємо конденсаторну установку УК-Е-0,4-90/6-10-21УЗ, потужністю 90 кВАр.

9

Електропостачання офісно-складського приміщення приватного підприємства «Конекс» по вул. Київська, 136г, місто Вінниця

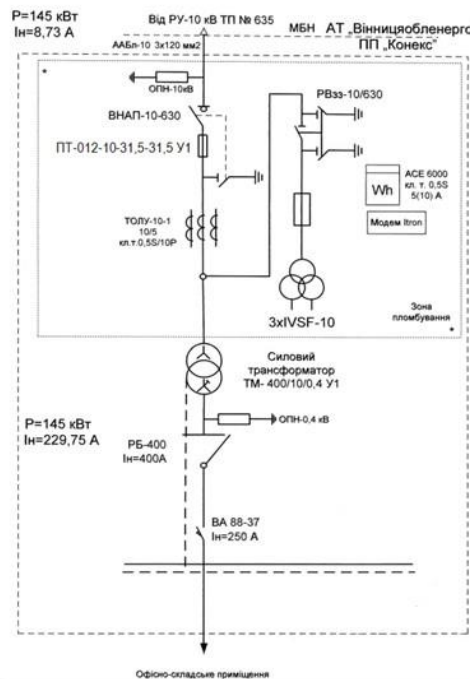


Схема електрична однолінійна КТП-400/10/0,4 кВ

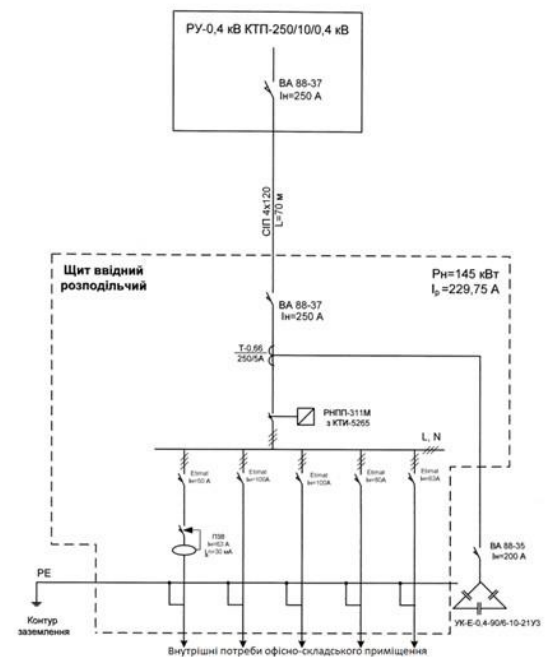


Схема електрична однолінійна ВРЩ-0,4 кВ

10

Шляхи енергозбереження та енергонезалежності для офісно-складського приміщення приватного підприємства «КОНЕКС»

Список заходів з енергозбереження для офісних приміщень та фармацевтичних складів кожен із яких супроводжується техніко-економічним обґрунтуванням.

Установка енергоефективного освітлення Заходи: Замінити лампи розжарювання та люмінесцентні світильники на LED-освітлення. Технічні параметри: Кількість світильників: 100 (офіс площею 500 м²). Потужність одного LED-світильника 20 Вт. Економія енергії: до 50% порівняно зі звичайними лампами. Економічне обґрунтування: Вартість обладнання та монтажу: 100 × 700 грн = 70000 грн. Економія електроенергії: близько 25000 грн/рік. Термін окупності: 2,8 року.
Впровадження систем автоматизації освітлення Заходи: Встановити датчики руху та освітленості в коридорах і зонах загального користування. Технічні параметри: Кількість датчиків: 20. Радіус дії датчика: до 10 м. Зниження споживання енергії: до 30% у зонах загального користування. Економічне обґрунтування: Вартість обладнання та монтажу: 20 × 1500 грн = 30000 грн. Економія електроенергії: 10000 грн/рік. Термін окупності: 3 роки.
Модернізація системи опалення Заходи: Встановлення автоматичних терморегуляторів на радіатори. Оснащення центрального теплового пункту (ЦТП) системою погодозалежного регулювання. Технічні параметри: Кількість терморегуляторів: 50. Скорочення споживання теплової енергії: до 20%. Економічне обґрунтування: Вартість терморегуляторів: 50 × 800 грн = 40000 грн. Вартість системи погодозалежного регулювання: 60000 грн. Економія теплової енергії: 35000 грн/рік. Термін окупності: 3 роки.

Утеплення будівлі Заходи: Утеплення зовнішніх стін, даху та заміна старих вікон на енергоефективні. Технічні параметри: Площа утеплення: 1000 м². Зменшення тепловтрат: до 40%. Економічне обґрунтування: Вартість утеплення: 1,000 м² × 1500 грн/м² = 1500000 грн. Економія на опаленні: 200000 грн/рік. Термін окупності: 7,5 року.
Встановлення сучасних систем кондиціонування Заходи: Замінити старі кондиціонери на інверторні системи. Технічні параметри: Кількість кондиціонерів: 10. Зменшення енергоспоживання: до 30% порівняно зі звичайними системами. Економічне обґрунтування: Вартість обладнання та монтажу: 10 × 25000 грн = 250000 грн. Економія електроенергії: 40000 грн/рік. Термін окупності: 6,25 року.
Встановлення системи рекуперації повітря Заходи: Інтеграція рекуператорів у систему вентиляції. Технічні параметри: Кількість рекуператорів: 5. Ефективність теплообміну: до 80%. Економічне обґрунтування: Вартість обладнання та монтажу: 5 × 80000 грн = 400000 грн. Економія на опаленні та кондиціонуванні: 70000 грн/рік. Термін окупності: 5,7 року.
Впровадження енергоменеджменту Заходи: Встановлення автоматизованої системи моніторингу енергоспоживання. Технічні параметри: Контролери: 10 шт. Скорочення енергоспоживання: до 10%. Економічне обґрунтування: Вартість системи: 150000 грн. Економія електроенергії: 50000 грн/рік. Термін окупності: 3 роки.

11

Технічні рішення та техніко-економічні обґрунтування для забезпечення енергонезалежності

Резервні джерела живлення

Установка дизельного генератора

Технічні параметри:

- Потужність: 150 кВт.
 - Тип: дизельний генератор з автоматичним запуском.
 - Час автономної роботи: 8 годин (паливний бак 200 л).
 - Витрати палива: 6 л/год при середньому навантаженні.
- Вартість обладнання:
- Генератор: 570000 грн.
 - Монтаж і підключення: 76000 грн.
 - Паливо: 38 грн/л.
 - Загальні витрати на запуск: 646000 грн.

Переваги:

- Забезпечує живлення всього складу протягом тривалого блекауту.
- Мінімізація втрат від псування медикаментів у холодильниках.

Джерела безперебійного живлення (ДБЖ)

Технічні параметри:

- Потужність: 10 кВт.
- Час роботи: до 1 години для підтримки холодильників і критичного обладнання.
- Тип: інтерактивний ДБЖ із вбудованим інвертором.

Вартість:

- Вартість ДБЖ: 114000 грн.
- Додаткові витрати: обслуговування (\$200/рік).

Переваги:

- Дозволяє зберігати стабільну температуру в холодильниках до підключення генератора.
- Захист електронного обладнання від перепадів напруги.



Відновлювані джерела енергії

Сонячна електростанція

Технічні параметри:

- Панелі: 30 шт., потужність 330 Вт кожна.
- Інвертор потужністю 10 кВт.
- Акумулятори: 20 кВт·год.
- Вартість системи: 456000 грн.
- Економія: 190000 грн/рік.
- Термін окупності: 2,4 роки.

Переваги:

- Повна автономія у сонячні дні.
- Зниження витрат на електроенергію.



Гібридна система (сонячні панелі + генератор)

Технічні параметри:

- Панелі: 50 шт., потужність 20 кВт.
- Генератор: 30 кВт.
- Інвертор для синхронізації.
- Вартість системи: 950000 грн.
- Економія: 190000 грн/рік.
- Термін окупності: 5 років.

Переваги:

- Надійне живлення навіть при тривалих відключеннях.
- Використання зеленої енергії.



13

Енергоефективне обладнання

LED-освітлення для складу площею 1000 м².

Технічні параметри:

- Освітлення: 200 світильників (50 Вт кожен).
- Енергоспоживання: 10 кВт/год.
- Вартість системи: 380000 грн.
- Економія електроенергії: 114000 грн/рік.
- Термін окупності: 3,3 роки.

Переваги:

- Зниження енергоспоживання на 50% порівняно з традиційними лампами.
- Тривалий термін експлуатації.



Системи енергоменеджменту

Автоматизована система керування енергоспоживанням (SCADA)

Технічні параметри:

- Контролери: 10 шт.
- Програмне забезпечення для моніторингу та аналізу.
- Сенсори споживання енергії.
- Вартість системи: 304,000 грн.
- Економія: 57,000 грн/рік (за рахунок оптимізації).
- Термін окупності: 5,3 роки.

Переваги:

- Визначення неефективних ділянок.
- Автоматичне відключення некритичних систем.



Інфраструктурні заходи

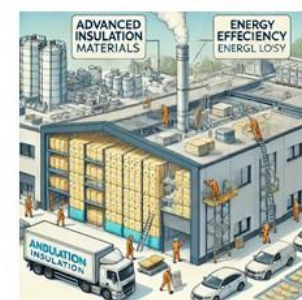
Утеплення складу

Технічні параметри:

- Матеріал: пінополіуретан (товщина 10 см).
- Ефективність: зменшення тепловтрат на 40%.
- Вартість утеплення: 760,000 грн.
- Економія на опаленні: 152,000 грн/рік.
- Термін окупності: 5 років.

Переваги:

- Стабільний температурний режим.
- Зменшення витрат на енергоресурси.



14

Економічна частина роботи

В економічній частині роботи проведено розрахунок основних показників спроектованої системи електропостачання, визначено величину капітальних вкладень та плати підприємства за електроенергію. Собівартість електроенергії складає 766 коп/кВт·год.

Кошторис річних поточних витрат

Стаття витрат	Величина витрат, грн	Структура, % до підсумку
Витрати по експлуатації енергоустановки і мереж	661398,20	70,52
Витрати на поточний ремонт	60197,71	6,42
Витрати на амортизацію	28716,00	3,06
Інші витрати	187577,98	20,00
Разом	937889,89	100,00

Розрахунок собівартості електроенергії

Показники	Позначення	Величина показників	Одиниця вимірювання
Кількість корисно спожитої електроенергії	Еа	870000,00	кВт·год
Річне споживання електроенергії із втратами	Е	881913,84	кВт·год
Плата за електроенергію	П	5732439,96	грн
Витрати на передачу і розподіл електроенергії	С _п	937889,89	грн
Сумарні витрати підприємства	С _{сум}	6670329,85	грн
Собівартість електроенергії	S	766,70	коп/кВт·год

15

Висновок

У магістерській кваліфікаційній роботі було проведено розрахунки й прийнято рішення по створенню ефективної системи електропостачання офісно-складського приміщення приватного підприємства «Конекс» по вул. Київська, 136г, місто Вінниця. Загальна встановлена потужність становить 145 кВт. Категорія надійності електропостачання - III. Підключення до мереж АТ «Вінницяобленерго» виконується на кабельних наконечниках ЛЕП-10 кВ «Основна» в РУ-10 кВ ТП №635.

В роботі розроблені наступні рішення з електропостачання:

- побудувати відгалужувальну КЛ-10 кВ від РУ-10 кВ ТП № 635 до новопроектованої КТП-400/10/0,4 кВ;
- монтаж КТП-400/10/0,4 кВ закритого типу із кабельним вводом високої напруги і повітряним виводом низької напруги;
- встановлення системи обліку ЛУЗОД на вводі 10 кВ нововстановленої КТП;
- улаштування контуру заземлення та захисту від грозових перенапруг новопроектованої КТП-400/10/0,4 кВ;
- будівництво ПЛП-0,4 кВ до офісно-складського приміщення;
- монтаж конденсаторної установки.

Трансформатори струму та лічильник електроенергії підлягають пломбуванню із обмеженням доступу до відкритих струмопроводних частин.

Для обліку електроенергії передбачено двонаправлений лічильник трансформаторного включення по струму та напрузі типу АСЕ 6000 разом з модемом, класу точності 1,0, що встановлений в РУ-10 кВ нововстановленої КТП.

В РУ-0,4 кВ передбачено встановлення на вводі рубильника та вимикача автоматичного згідно дозволеної потужності. У ВРЩ-0,4 кВ об'єкта для захисту електроустановки встановлені вимикач автоматичний, пристрій захисного відключення, що реагує на диференційний струм та реле захисту від імпульсних перенапруг РНПП-311М із магнітним пускателем. На відхідні лінії встановлені вимикачі автоматичні.

Для компенсації реактивної потужності передбачається встановлення конденсаторної установки типу УК-Е-0,4-90/6-10-21 УЗ на напругу 0,4 кВ потужністю 90 кВАр у ВРЩ-0,4 кВ господарства.

При монтажі електричного обладнання повинні виконуватися загальні правила техніки безпеки в будівництві згідно ДБН А.3.2-2-2009 і інших нормативних норм і правил по охороні праці і техніки безпеки.

Всі металеві не струмопроводні частини обладнання потрібно заземлити.

Отже, запропонована система електропостачання офісно-складського приміщення приватного підприємства «Конекс» по вул. Київська, 136г, місто Вінниця за рахунок прийняття оптимальних рішень є енергоефективною і це дозволить суттєво покращити технічні й економічні характеристики функціонування СЕП.

В роботі запропоновані шляхи підвищення енергоефективності та енергонезалежності підприємства. Впровадження енергозберігаючих технологій у діяльність аптек та фармацевтичних складів сприяє зниженню енергоспоживання, оптимізації витрат та підвищенню екологічної відповідальності. В результаті дослідження можна запропонувати загальні рекомендації:

- почати з заходів із найшвидшим терміном окупності, таких як LED-освітлення та автоматизація;
- поступово інвестувати в утеплення та модернізацію систем опалення;
- проваджувати енергоменеджмент для моніторингу та оптимізації енерговитрат.

В економічній частині роботи проведено розрахунок основних показників спроектованої СЕП офісно-складського приміщення, визначено величину капітальних вкладень та плати підприємством за електроенергію. Собівартість електроенергії для заводу складає 766 коп/кВт·год.

У роботі були розглянуті питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях на підприємстві. Були визначені небезпечні та шкідливі фактори, які мають місце в офісно-складському приміщенні та розроблені ефективні заходи для покращення даних показників.