

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет електроенергетики та електромеханіки

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

менеджменту

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«Оцінка енерговикористання Славутського управління водопровідно-каналізаційного господарства Хмельницької області»

Виконав: студент 2 курсу, гр. ЕСЕ-20м
спеціальності 141 – Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

_____ Юрчук В.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., доцент каф. ЕСЕЕМ

_____ Кравець О. М.

(прізвище та ініціали)

« » _____ 2021 р.

Опонент:

_____ .

(прізвище та ініціали)

« » _____ 2021 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ЕСЕЕМ

_____ д.т.н., проф. Бурбело М.Й.

(прізвище та ініціали)

« » _____ 2021 р.

Вінниця – 2021 року

Вінницький національний технічний університет
Факультет Електроенергетики та електромеханіки
Кафедра Електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр
Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕСЕЕМ

проф. М. Й. Бурбело

“___” _____ 2021 року

**З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Юрчуку Владиславу Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Оцінка енерговикористання Славутського управління водопровідно-каналізаційного господарства Хмельницької області

керівник роботи Кравець Олександр Миколайович к.т.н., доцент каф. ЕСЕЕМ

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від
“___” _____ 2021 року № _____

2. Термін подання студентом роботи “___” _____ 2021 року

3. Вихідні дані до роботи Генплан підприємства; план одного із цехів з технологічними плануваннями, відомості про особливості технологічних процесів, відомості про електричні навантаження підприємства та цеху; відомості про джерела живлення та перспективу розвитку підприємства.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. Характеристика підприємства та напрямків досягнення енергоефективності. Визначення оптимальних параметрів системи електропостачання. Підвищення енергоефективності на підприємстві. Економічна частина. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки. Список використаних джерел. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
Генплан підприємства. Однолінійна схема електропостачання підприємства.
Наукова робота. Техніко-економічні характеристики СЕП.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Спеціальна частина	Кравець О. М., доц., каф. ЕСЕЕМ, к.т.н. доцент		
Економічна частина	Шулле Ю.А., доц., каф. ЕСЕЕМ, к.т.н.		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Кобилянський О.В., зав. кафедри БЖДПБ, д.пед.н., професор		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Характеристика підприємства та технологічного процесу		
2	Синтез зовнішньої СЕП		
3	Розрахунок цехової електричної мережі		
4	Науково дослідна частина		
5	Економічна частина		
6	Охорона праці		
7	Графічна частина		

Студент _____
(підпис)

Юрчук В.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Кравець О. М.
(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	6
ВСТУП.....	8
1 ХАРАКТЕРИСТИКИ ПІДПРИЄМСТВА ТА НАПРЯМІВ ДОСЯГНЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ.....	10
1.1 Характеристики технологічного процесу підприємства	10
1.2 Відомості про електричні навантаження підприємства.....	12
1.3 Сучасні методи для здійснення енергоаудиторського аналізу	13
2 ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	17
2.1 Розрахунок електричних навантажень підприємства	17
2.2 Автоматизований пошук оптимальних параметрів ЦТП	21
2.3 Визначення оптимального перерізу ліній живлення.....	23
2.4 Оптимізація і моделювання вибору місця розташування ЦРП.....	25
2.5 Вибір пристроїв для компенсації реактивного навантаження	28
2.6 Захист ліній живлення.....	29
3 АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК НА ПІДПРИЄМСТВІ.....	33
3.1 Оцінка ефективності енерговикористання освітлювальних установок	33
3.2 Характеристики методів розрахунку систем освітлення.....	35
3.3 Розрахунок освітлення промислового приміщення з використанням точкового методу	39
3.4 Характеристики інтелектуальних реле і їх застосування в системах електропостачання.....	41
3.5 Розроблення системи освітлення на базі СД світильників з використанням інтелектуальної системи управління освітленням.....	42
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ	47
4.1 Техніко-економічне обґрунтування роботи	47
4.2 Розрахунок капіталовкладень в систему електропостачання	49

4.3 Розрахунок поточних витрат	51
4.3.1 Розрахунок потреби в робочій силі.....	51
4.3.2 Розрахунок витрат по заробітній платі.....	53
4.3.3 Планування вартості матеріалів, що витрачаються	54
4.3.4 Визначення амортизаційних відрахувань і інших витрат	57
4.4 Розрахунок собівартості електроенергії	58
4.4.1 Розрахунок річного споживання і втрат електроенергії. Розрахунок оплати за електроенергію	58
4.4.2 Розрахунок собівартості електроенергії.....	61
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	63
5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта	64
5.1.1 Електробезпека.....	64
5.1.2 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць	68
5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії	69
5.2.1 Мікроклімат.....	69
5.2.2 Склад повітря робочої зони	70
5.2.3 Штучне та природне виробниче освітлення	71
5.2.4 Виробничий шум	73
5.2.5 Виробничі вібрації	74
5.2.6 Психофізіологічні фактори.....	75
5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Визначення області працездатності системи електроспоживання Славутського управління водопровідно-каналізаційного господарства в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій.....	77
5.3.1 Визначення області працездатності СЕС управління водопровідно-каналізаційного господарства в умовах дії іонізуючих випромінювань.....	78
5.3.2 Визначення області працездатності СЕС управління водопровідно-каналізаційного господарства в умовах дії електромагнітного імпульсу	79
5.3.3 Розробка превентивних заходів по підвищенню стійкості роботи СЕС Славутського управління водопровідно-каналізаційного господарства в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій.....	81

ВИСНОВКИ.....	83
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	84
Додаток А – Технічне завдання	
Додаток А.1 – Вихідні дані для проектування	
Додаток Б – Генплан підприємства із силовими, розподільчими та живильними мережами	
Додаток В – Однолінійна схема електропостачання підприємства	
Додаток Г – Принципова однолінійна електрична схема керування системою освітлення	
Додаток Д – Зовнішній вигляд інтелектуального реле Zelio Logic SR2E240B	
Додаток Є – Візуалізований принцип роботи IPZelioLogicSR2E240B	
Додаток З – Техніко-економічні показники СЕП Підвищення енергоефективності системи	

АНОТАЦІЯ

Юрчук Владислав Володимирович. Оцінка енерговикористання Славутського управління водопровідно-каналізаційного господарства Хмельницької області. МКР. Спеціальність 141 – Вінниця: ВНТУ, ФЕЕМ, кафедра ЕСЕЕМ, 2021 - 86 с.

В магістерській кваліфікаційній роботі розглянуто питання щодо оцінки енерговикористання системи електроспоживання КП «Славутинське УВКГ».

В роботі розглянуті питання по розрахунку електропостачання підприємства, вибір кількості і потужності трансформаторних підстанцій, переріз ліній живлення внутрішньозаводської мережі, потужності батарей статичних конденсаторів, релейного захисту та автоматики.

В науково-дослідній частині роботи розроблена система управління системи освітлення, яка дозволяє максимально використовувати природне освітлення, шляхом комбінування штучного і природного освітлення в різних пропорціях і цим самим економити електричну енергію. Проведено розрахунок економічного ефекту від роботи розробленої системи управління.

Розраховано основні техніко-економічні показники СЕП підприємства.

Розглянуто питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Ключові слова: електричні мережі, електропостачання, енергоефективність.

Рисунків – 26

Таблиць – 33

Бібліографій – 38

АННОТАЦИЯ

Юрчук Владислав Владимирович. Оценка энергоиспользования Славутского управления водопроводно-канализационного хозяйства Хмельницкой области. МКР. Специальность 141 – Винница: ВНТУ, ФЭЭМ, кафедра ЭСЭЭМ, 2021 – 86 с.

В магистерской квалификационной работе рассмотрены вопросы оценки энергоиспользования системы электропотребления КП «Славутинское УВКГ».

В работе рассмотрены вопросы расчета электроснабжения предприятия, выбор количества и мощности трансформаторных подстанций, сечение линий питания внутриводской сети, мощности батарей статических конденсаторов, релейной защиты и автоматики.

В научно-исследовательской части работы разработана система управления системы освещения, позволяющая максимально использовать естественное освещение путем комбинирования искусственного и естественного освещения в различных пропорциях и тем самым экономить электрическую энергию. Произведен расчет экономического эффекта от работы разработанной системы управления.

Рассчитаны основные технико-экономические показатели СЭП предприятия.

Рассмотрены вопросы охраны труда и безопасности в чрезвычайных ситуациях.

Ключевые слова: электрические сети, электроснабжение, энергоэффективность.

Рисунков – 26

таблиц – 33

библиографов – 38

ВСТУП

Актуальність теми. Одним з найпоширеніших та ефективних заходів щодо підвищення енергетичної ефективності є реконструкція системи освітлення, що складається зі світильників з лампами розжарювання (ЛН) та газорозрядних ламп (НІД) різних типів, на енергоефективну систему освітлення зі світлодіодними (СД) світильниками, що в зарубіжній літературі позначаються як LED світильники. Це з кількома чинниками [10]:

1. Швидкий розвиток та доступність світлодіодних технологій для систем освітлення. У зв'язку з тим, що вартість світлодіодів знижується, а зростання тарифів на електроенергію не припиняється, період окупності після впровадження систем освітлення на базі світлодіодних світильників знижується. Що робить перехід на системи висвітлення зі світильниками LED економічно доцільним.

2. Компанії виробники навчилися робити більш потужні світлодіоди, що розширило сферу їхнього застосування. При цьому світлодіодні світильники покращують колірне сприйняття, роблять об'єкт, що освітлюється, більш чітким.

3. Високий термін служби світлодіодів, від 45 000 до 100 000 годин при правильній експлуатації, дозволяє знизити витрати на обслуговування систем освітлення зі світлодіодними світильниками.

Мета і задачі дослідження. Основною метою магістерської кваліфікаційної роботи являється підвищення енергоефективності системи електроспоживання КП «Славутинське УВКГ». Для цього необхідно розробити автоматизовану систему управління освітленням цеху, на базі інтелектуального реле та реле напруги. Провести розрахунок економічного ефекту від роботи розробленої системи управління.

Щоб досягти поставленої мети роботи потрібно детально проаналізувати та в подальшому вирішити наступні практичні задачі:

- детально проаналізувати основні вимоги до освітлювальних установок промислових підприємств;

- проаналізувати характеристики методів розрахунку систем освітлення;
- здійснити, для одного із адміністративних приміщень підприємства розрахунок освітлення з використанням точкового методу;
- розробити автоматизовану систему управління освітленням цеху, на базі інтелектуального реле та реле напруги.

Об'єкт дослідження – система електропостачання КП «Славутинське УВКГ».

Предмет дослідження – підвищення енергоефективності системи електроспоживання КП «Славутинське УВКГ».

Методи досліджень. Для виконання магістерської кваліфікаційної роботи, а також мети поставленої у роботі були використані сучасні оптимальні методи розрахунку які широко застосовуються при проектуванні нових електричних мереж.

Наукова новизна. Розроблена система управління системи освітлення, яка дозволяє максимально використовувати природне освітлення, шляхом комбінування штучного і природного освітлення в різних пропорціях і цим самим економити електричну енергію. Проведено розрахунок економічного ефекту від роботи розробленої системи управління, який показав її високу енергоефективність.

Практична цінність. Впровадження розробленої системи управлінням освітленням цеху дозволить підвищити енергоефективність системи електропостачання цехової мережі. У роботі були розроблені та реалізовані математичні моделі, які можуть використовуватись в подальшому процесі конструктивного проектування електричних мереж споживачів електроенергії.

1 ХАРАКТЕРИСТИКИ ПІДПРИЄМСТВА ТА НАПРЯМІВ ДОСЯГНЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

1.1 Характеристики технологічного процесу підприємства

КП «Славутинське УВКГ» – комунальне підприємство, яке знаходиться за адресою вулиця Ярослава Мудрого, 52, Славута, Хмельницька область, 30000.

Дане підприємство засноване в 1936 року та функціонує по сьогоднішній день. Штатний склад працівників задіяних в роботі підприємства налічує 117 осіб. В основному підприємство здійснює діяльність в сфері – надання послуг з підведення та відведення води, а також її очистка. На даний час водоканал надає свої послуги 13825 фізичним та 390 юридичним особам протягом усієї доби за допомогою наявних на підприємстві двох комплексів по водозабору підземних вод: «Південний» та «Центральний» відповідно до району їх розташування, які живляться від 14 свердловин продуктивність яких в середньому складає 12 тис. м. куб./добу, глибина свердловин досягає 75-150м що свідчить про хорошу якість постачальної води. При чому довжина трубопроводів водопостачання підприємства складає 134,5 км, магістральних та радіальних водогонів.

На підприємстві задіяна сучасна установка знезараження ЕГР-1000 «Сиваш», яка має високу продуктивність та покращує якість питної води для споживачів. Також дана установка здійснює знезараження води від шкідливих для організму хімічних та бактеріологічних елементів, за допомогою хлорування води.

Для води в підземних джерелах проводяться перевірки по державним стандартам – підземних джерел водопостачання питної води ГОСТ 2761-84. При чому після процесу знезалізнення якість води яка буде постачатися споживачам за допомогою наявних на підприємстві насосних станцій відповідає усім вимогам ДСанПН 2.2.4-171-10.

Також водоканал обслуговує каналізаційну мережу. При чому довжина водопровідно-каналізаційного господарства, яка обслуговується підприємством становить - 42,5 км., самопливні колектори без додаткових насосних станцій – 33,3 км, напірні трубопроводи подачі води – 9,2 км, каналізаційно-насосні станції (КНС)

– 8 функціонуючих комплексів та каналізаційних очисних станцій потужністю 10 тис.м.куб/добу. Система централізованої каналізації на балансі у підприємства охоплено майже 70% загальної площі міста.



Рисунок 1.1 – Схема руху води у КП «Славутинське УВКГ»

Експериментальні дослідження якості очищення стоків показали, що очистка стоків по показнику БСК-20 для технічних засобі водоканалу є досить високою і складає 94% з хорошим процесом нітрифікації і відповідає усім нормованим показникам.

КП «Славутинське УВКГ» приймає активну участь у проекті розповсюдження та обміну досвіду по реформуванні в сфері комунальних послуг відповідними організаціями. В свою чергу це сприяло впровадженню та детально розробленому стратегічному плану розвитку підприємства.

1.2 Відомості про електричні навантаження підприємства

Підприємство КП «Славутинське УВКГ» по категорії надійності електропостачання [5] відноситься до споживачів II класу. Генеральний план водоканалу представлено на рисунку 1.2, дані про виробничі потужності споруд та цехів підприємства наведено в таблиці 1.1.

Відстань від підприємства до живлячої підстанції енергосистеми 1,85 км.

Величина потужності КЗ зі сторони 10 кВ складає $S_{кз}=50$ МВА.

Вхідна реактивна потужність складає $Q_{вх}=451$ квар.

Тариф за активну електроенергію $t= 5,3215$ грн/кВт*год.

Таблиця 1.1 – Відомості про електричні навантаження компанії

№	Найменування	Рн,кВт
1	Каналізаційно насосна станція	400
2	Склад №1	50
3	Водонасосна станція	350
4	Склад №2	70
5	Ремонтний цех	280
6	Станція знезараження води	300
7	Очисний комплекс	400
8	Лабораторія	150
9	Котельня	350
10	Пилорама	45
11	Адмінбудівля	42
12	Пожежне депо	37
13	Гаражі	25
14	Майстерні	130

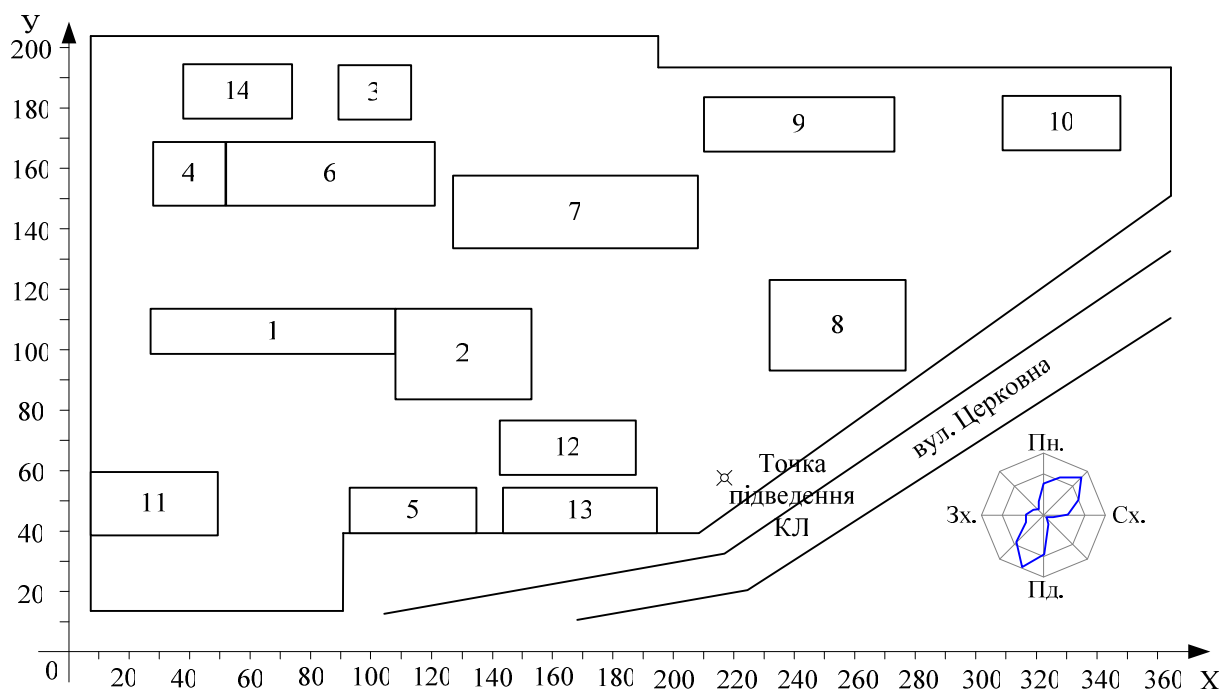


Рисунок 1.2 – Генплан підприємства

1.3 Сучасні методи для здійснення енергоаудиторського аналізу

Використання методу аналізу ієрархій для визначення енергоефективного варіанту проекту. Однією з головних задач для досягнення енергоефективності, досягнення якої здійснюється при управлінні інноваційними проектами і задіяних техніко-економічних програм прийняття рішень. Вибір кращих варіантів сучасного обладнання для досягнення більшої ефективності по безлічі показників, включаючи основні техніко-економічні показники функціонування вказаних об'єктів і процесів пов'язаних із їх експлуатацією [29,30].

Для вирішення завдань кваліметрії відомий ряд методів, одні з яких метод аналізу ієрархій (МАІ) [33], а також використання метод для здійснення аналізу мереж (МАС). При чому абсолютно універсальним не можна назвати жоден з них.

Під час досліджень порівнюваних методів визначені переваги і недоліки, розроблено математичний апарат для їх оцінювання, та подальші практичні рекомендації для їх впровадження та застосування, а також розрахунку та пошуку найкращих варіантів задіяння котлів за критерієм «ефективність – вартість».

Як показує досвід використання технології використання МАІ принципово

заснована на ієрархічному ранжированні елементів шляхом проведення очного порівняння характеристик зразків. Результатом застосування цього методу будуть формуватися матриці за дев'ятибальною шкалою оцінювання ефективності, при подальшому формуванні глобальних пріоритетів для кожного з порівнюваних зразків. Результатом буде вибір найбільш оптимального варіанту.

Для всіх зразків при проведенні розрахунків на основі МАІ виділена чисельність можливих варіантів і критеріїв для їх взаємного порівняння, що порівнювались, попарні порівняння які були отримані використовуючи шкалу Сааті, результати одержаних розрахунків, та значення основних першочергових пріоритетів (ГП) для здійснення порівняльної оцінки і діаграма результатів вибору на основі МАІ (рисунок 1.2). Для більш точного результату виконуємо порівнювальну оцінку чутливості методу за допомогою метрики параметра А:

$$A = ((X_{\max} - X_{\min}) / X_{\max}) \cdot 100 \% ; \quad (1.1)$$

де X_{\max} – максимальне значення ГП з альтернативою;

X_{\min} – мінімальне значення ГП з альтернативою.

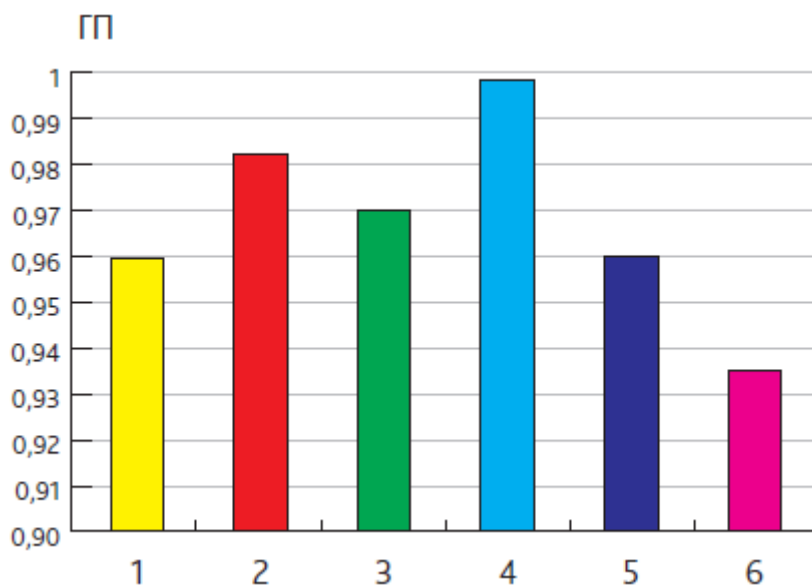


Рисунок 1.2 – Гістограма порівняння варіантів між собою на основі МАІ

Метод оцінки річних зведених витрат в необхідні заходи. Для даного методу основним показником під час порівняння економічної ефективності виробничого

обладнання різних варіантів приймаються зведені річні витрати [3] які визначаються за наступною формулою:

$$Z = E_H \cdot K + B; \quad (1.2)$$

де E_H – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень ($E_H=0,1$);

K – величина необхідних капітальних вкладень;

B – величина річних поточних витрати на експлуатацію та обслуговування систем електропостачання.

Величина капітальних вкладень K являється одноразовою витратою на суму яких здійснюється придбання основних та оборотних фондів підприємства. Ціна обладнання являється погонною величиною, а тому включає в себе витрати на його транспортування, будівництво, монтаж та пусконаладжувальні роботи після їх . Капітальні вкладення у разі реконструкції визначаються за вартістю обладнання із застосуванням деякого коефіцієнта 1,1 [31].

Щорічні поточні витрати в енергетиці, як правило, містять такі складові [30]:

$$B = B_a + B_o + B_{\Delta w}; \quad (1.3)$$

де B_a – відрахування на амортизацію основних фондів, в які не входить їх реновація, (таблиця 1.2);

B_o – витрати на технічне обслуговування і поточні ремонти електрообладнання;

$B_{\Delta w}$ – величина вартості втрат електричної енергії протягом року.

Витрати використані для технічного обслуговування електричних апаратів та проведення ремонтних робіт обладнання визначаються з розрахунку системи ТОР ЕО, які в свою чергу включають в себе витрати на зарплату ремонтного і обслуговуючого персоналу, витрати на необхідні комплектуючі частини, запасні частини і матеріали, які будуть задіяні для здійснення обслуговування і ремонтних

робіт.

Витрати на заробітну плату розраховуються, виходячи з трудомісткості ремонтних робіт і тарифних ставок ремонтного та обслуговуючого персоналу. Витрати на матеріали знаходяться пропорційно витратам задіяних на виплату заробітної плати персоналу по проведенню робіт. В системі ТОР ЕО регламентується графік проведення ремонтів, їх трудомісткість, та основні види задіяного електрообладнання. На етапі техніко-економічного обґрунтування варіантів доцільно розраховувати витрати на поточний ремонт та обслуговування пропорційно капітальним вкладенням, тобто [29]:

$$B_o = E_o \cdot K; \quad (1.4)$$

де E_o – норма витрат на поточний ремонт і обслуговування.

Висновки. Даний розділ магістерської кваліфікаційної роботи був посвячений проведено аналізу технологічного процесу підприємства. Наведено відомості про електричні навантаження підприємства. Запропоновано заходи для досягнення енергоефективності системи електроспоживання підприємства. Проаналізовано зв'язок між економічністю ЕП і заходами з енергозбереженням. Проведено аналіз розрахунку природного освітлення та визначення необхідної площі вікон цеху за державним стандартом. Результати дослідження засвідчують, що оцінки експертів вказують на найвигідніший варіант – світильник Дзвін 60 із світлодіодною лампою. За ним йде світильник ЖСП-05У з натрієвою лампою і останній – світильник РСП 250 з лампою ДРВ. Найбільший вплив на вибір світильника здійснюють два критерії: вартість та потужність. Значною мірою також впливає і критерій порівняння – наробіток до відмови. На кінець здійснено порівняння варіантів для остаточного вибору світильника за методом приведених затрат, при чому значний вплив на ефективність використання системи освітлення. Використання даного методу показує перевагу використання світильника з світлодіодною лампою.

2 ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

2.1 Розрахунок електричних навантажень підприємства

Розрахунок електричних навантажень підприємства виконаємо за допомогою методу коефіцієнтів використання k_v та попиту k_n [8].

Усі отримані дані в процесі розрахунку навантажень підприємства зводяться до табличної форми представленої на рисунку 2.1.

Усі необхідні розрахунки виконуємо за наступними загальновідомими формулами розрахунку електричних навантажень промислових споживачів:

Коефіцієнт реактивної потужності:

$$\operatorname{tg}(\varphi) = \operatorname{tg}(\arg \cos(\varphi)). \quad (2.1)$$

Розрахункова активна потужність освітлення:

$$P_{po} = F \cdot k_{по} \cdot k_{пра} \cdot P_{пито}. \quad (2.2)$$

Розрахункова реактивна потужність освітлення:

$$Q_{po} = P_{po} \cdot \operatorname{tg}(\varphi_o), \quad (2.3)$$

Середня активна потужність:

$$P_c = k_v \cdot P_n + P_{po}. \quad (2.4)$$

Середня реактивна потужність:

$$Q_c = k_v \cdot P_n \cdot \operatorname{tg}(\varphi) + Q_{po}. \quad (2.5)$$

Середня повна потужність:

$$S_c = \sqrt{P_c^2 + Q_c^2}. \quad (2.6)$$

Розрахункова активна потужність:

$$P_p = k_n \cdot P_n + P_{po}. \quad (2.8)$$

Розрахункова реактивна потужність:

$$Q_p = k_n \cdot P_n \cdot \operatorname{tg}(\varphi) + Q_{po}. \quad (2.9)$$

Розрахункова повна потужність:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}. \quad (2.10)$$

Розрахунковий струм:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U}. \quad (2.11)$$

Питома густина навантажень:

$$\rho = \frac{S_p}{F}. \quad (2.12)$$

Сумарна середня активна потужність:

$$P_{c\Sigma} = \sum_1^N P_c, \quad (2.13)$$

Сумарна середня реактивна потужність:

$$Q_{c\Sigma} = \sum_1^N Q_c. \quad (2.14)$$

Сумарна середня повна потужність:

$$S_{c\Sigma} = \sqrt{P_{c\Sigma}^2 + Q_{c\Sigma}^2}. \quad (2.15)$$

Сумарна розрахункова активна потужність освітлення:

$$P_{po\Sigma} = \sum_1^N P_{po} \cdot \quad (2.16)$$

Сумарна розрахункова реактивна потужність освітлення:

$$Q_{po\Sigma} = \sum_1^N Q_{po} \cdot \quad (2.17)$$

Сумарна розрахункова активна потужність:

$$P_{p\Sigma} = k_o \cdot \sum_1^N k_{п} \cdot P_{п} + P_{po\Sigma} \cdot \quad (2.18)$$

Сумарна розрахункова реактивна потужність:

$$Q_{p\Sigma} = k_o \cdot \sum_1^N P_{п} \cdot K_{п} \cdot tg + Q_{po\Sigma} \cdot \quad (2.19)$$

Сумарна розрахункова повна потужність:

$$S_{p\Sigma} = \sqrt{P_{p\Sigma}^2 + Q_{p\Sigma}^2} \cdot \quad (2.20)$$

Сумарна питома густина навантажень:

$$\rho_{\Sigma} = \frac{S_{p\Sigma}}{F_{\Sigma}} \quad (2.21)$$

Отже за допомогою даних формул виконуємо усі необхідні розрахунки, а результати заносимо до таблиці представленої на рисунку 2.1. Для електромережі даного підприємства середнє навантаження рівне $S_{c\Sigma} = 1809,02$ кВА, а розрахункове навантаження $S_{p\Sigma} = 1953,57$ кВА.

A	B	Дані сили										Світло										Середні нав-ня					Розрах. нав-ня					U	V
		C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	Co=	Ip, A	кВА/М											
№	Цех	Рн, кВт	cos	tg	Кп	Кв	Кл0	ит, Вт/м	Клгра	tg0	Qm0, квар	Рр0, кВт	Рс, кВт	Qс, квар	Sc, кВА	Рр, кВт	Qр, квар	Sp, кВА	Ко=	Ip, A	кВА/М												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22												
4	1	400	0,8	0,75	0,7	0,65	1215	0,85	0,014	1,2	0,48	8,33	17,35	277,35	203,33	343,90	297,35	218,33	368,90	560,48	0,30												
5	2	50	0,7	1,02	0,7	0,6	1350	0,85	0,016	1,2	0,48	10,58	22,03	52,03	41,18	66,36	57,03	46,28	73,45	111,59	0,05												
6	3	350	0,65	1,17	0,5	0,45	432	0,85	0,015	1,2	0,48	3,17	6,61	164,11	187,31	249,03	181,61	207,77	275,95	419,27	0,64												
7	4	70	0,9	0,48	0,6	0,5	504	0,85	0,012	1,1	1,73	9,78	5,65	40,65	26,73	48,66	47,65	30,12	56,38	85,66	0,11												
8	5	280	0,65	1,17	0,35	0,3	630	0,85	0,015	1,2	0,48	4,63	9,64	93,64	102,83	139,08	107,64	119,20	160,61	244,02	0,25												
9	6	300	0,8	0,75	0,55	0,5	1449	0,85	0,014	1,2	0,48	9,93	20,69	170,69	122,43	210,06	185,69	133,68	228,81	347,64	0,16												
10	7	400	0,7	1,02	0,5	0,4	1944	0,85	0,013	1,2	0,48	12,37	25,78	185,78	175,61	255,64	225,78	216,41	312,75	475,17	0,16												
11	8	150	0,75	0,88	0,4	0,35	1350	0,85	0,016	1,2	0,48	10,58	22,03	74,53	56,88	93,75	82,03	63,49	103,73	157,60	0,08												
12	9	350	0,8	0,75	0,6	0,5	1134	0,85	0,013	1,2	0,48	7,22	15,04	190,04	138,47	235,13	225,04	164,72	278,88	423,71	0,25												
13	10	45	0,75	0,88	0,3	0,25	702	0,85	0,015	1,2	0,48	5,16	10,74	21,99	15,08	26,66	24,24	17,06	29,64	45,04	0,04												
14	11	42	0,9	0,48	0,4	0,35	882	0,85	0,015	1,2	0,48	6,48	13,49	28,19	13,60	31,30	30,29	14,61	33,64	51,10	0,04												
15	12	37	0,7	1,02	0,35	0,3	810	0,85	0,013	1,2	0,48	5,16	10,74	21,84	16,48	27,36	23,69	18,37	29,98	45,54	0,04												
16	13	25	0,8	0,75	0,45	0,35	765	0,85	0,014	1,2	0,48	5,24	10,92	19,67	11,81	22,94	22,17	13,68	26,06	39,59	0,03												
17	14	130	0,8	0,75	0,4	0,35	648	0,85	0,015	1,2	0,48	4,76	9,91	55,41	38,88	67,70	61,91	43,76	75,82	115,19	0,12												
18	Всього по підприємству	2629					13815					103,37	200,64	1395,94	1150,61	1809,02	1503,56	1247,29	1953,57	2968,14	0,14												

Рисунок 2.1 - Розрахунок навантаження підприємства

2.2 Автоматизований пошук оптимальних параметрів ЦТП

Задачу вибору оптимальної потужності трансформаторів, із стандартного ряду потужностей, доцільно виконати автоматизовано. Оптимальну потужність трансформаторів для ЦТП на території підприємства вибираємо за допомогою параметру мінімальних затрат на встановлення та експлуатацію ЦТП.

Беручи до уваги особливості розподілення навантаження по території підприємства розподіляємо навантаження між ТП рисунку 2.2.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	№ ТП	№ цеху	Назва цеху	Розрахункова активна потужність Pp, кВт	Розрахункова реактивна потужність Qp, кВАр	Повна розрахункова потужність Sp, кВА	Середня активна потужність Pс, кВт	Середня реактивна потужність Qс, кВАр	Повна середня потужність Sc, кВА
2	ТП1	1	Каналізаційно насосна станція	297,3502	218,328096	368,8960544	277,3502	203,328096	343,897438
3		2	Склад №1	57,032	46,2825021	73,44875103	52,032	41,1814818	66,3569399
4		4	Склад №2	47,65488	30,1244708	56,377933	40,65488	26,7342161	48,6573486
5		5	Ремонтний цех	107,639	119,201416	160,6086295	93,639	102,833602	139,079158
6		11	Адмінбудівля	30,2946	14,6140194	33,63528432	28,1946	13,5969429	31,301954
7		12	Пожежне депо	23,6906	18,3671306	29,97659111	21,8406	16,4797531	27,3604472
8		13	Гаражі	22,1742	13,681116	26,05509702	19,6742	11,806116	22,9446839
9			Всього по ТП1	585,83548	460,598751	745,2210537	533,38548	415,960208	676,404439
10		ТП2	3	Водонасосна станція	181,6096	207,770279	275,9538653	164,1096	187,310512
11	6		Станція знезараження води	185,69172	133,682026	228,8062474	170,69172	122,432026	210,060144
12	14		Майстерні	61,9144	43,758912	75,81711751	55,4144	38,883912	67,6957483
13			Всього по ТП2	429,21572	385,211217	576,7268122	390,21572	348,62645	523,26734
14	ТП3	7	Очисний комплекс	225,77744	216,413983	312,7466461	185,77744	175,605821	255,637755
15		8	Лабораторія	82,032	63,4903862	103,7317606	74,532	56,8760079	93,7544628
16		9	Котельня	225,03684	164,717683	278,8789962	190,03684	138,467683	235,132516
17		10	Пилорама	24,2406	17,0613689	29,6428237	21,9906	15,0770554	26,6627847
18			Всього по ТП3	557,08688	461,683422	723,5311837	472,33688	386,026568	610,015278

Рисунок 2.2 - Розподіл цехів між ЦТП

Математична модель пошуку оптимальної потужності цехових ТП підприємства:

$$Z(S_T) = B_{ТП}(S_{ТП}) + B_B(S_{ТП}), \quad (2.22)$$

де $B_{ТП}(S_{ТП})$ - річна приведена вартість капіталовкладень;

$B_B(S_{ТП})$ - вартість річних втрат електроенергії.

$$B_{ТП}(S_{ТП}) = (E_a + E_e) \cdot k_{ТП}(S_T, k_T), \quad (2.23)$$

де $k_{\text{ТП}}(S_T, k_T)$ – капіталовкладення в ТП в залежності від потужності S_T та кількості k_T трансформаторів.

$$B_B(S_T) = \left[\Delta P_{\text{XX}}(S_T) + \Delta P_{\text{КЗ}}(S_T) \cdot k_3^2 \right] \cdot k_T \cdot B_0 \quad (2.24)$$

де $\Delta P_{\text{XX}}(S_T)$ – активні втрати холостого ходу в трансформаторі потужністю S_T ;

$\Delta P_{\text{КЗ}}(S_T)$ – активні втрати короткого замикання в трансформаторі потужністю S_T ;

k_3 - коефіцієнт завантаження трансформатора;

B_0 - питома вартість втрат електроенергії.

$$Z(S_T) = (E_a + E_e) \cdot k_{\text{ТП}}(S_T, k_T) + \left[\Delta P_{\text{XX}}(S_T) + \Delta P_{\text{КЗ}}(S_T) \cdot k_3^2 \right] \cdot k_T \cdot B_0 \quad (2.25)$$

Критерієм оптимальності в даній задачі є мінімум річних приведених затрат.

Запишемо обмеження, які накладаються на керовану змінну:

$$S_T \cdot k_T \cdot k_n \geq S_{\text{ТП}} \quad (2.26)$$

$$k_T > 1 \Rightarrow S_T \cdot k_{\text{па}} \geq S_{\text{ТП}} \cdot k_{\text{ппа}} \quad (2.27)$$

На рисунку 2.3 представлена таблична форма, за допомогою якої автоматизовано процес вибору оптимальної потужності цехової ТП.

Результатами виконаного автоматизованого пошуку оптимальних проектних рішень вибираємо для ЦТП 1,2,3 комплектні ТП з трансформаторами 2x630 кВА.

Усі результати автоматизованого вибору цехових трансформаторних підстанцій зведені до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 Вибір потужності ТП

Ділянка	Sc, кВА	Sp, кВА	Марка ТА	Sn, кВА	Кількість	Приведені затрати тис.грн.
ТП1	745,221	676,404	ТМ-630/10	630	2	166,422
ТП2	576,73	523,27	ТМ-630/10	630	2	135,89
ТП3	723,53	610,02	ТМ-630/10	630	2	162,06

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	
1	Вибір оптимальної потужності ТП1 за мінімумом затрат															
2	Дані нормального режиму															
3	Розрахункова потужність ТП, кВА										Sp=	745,221				
4	Середня потужність ТП, кВА										Sc=	676,404				
5	Кількість трансформаторів										kt=	2				
6	Допустимий коефіцієнт навантаження в нормальному режимі										kn=	1				
7	Дані післяаварійного режиму															
8	Допустимий коефіцієнт навантаження післяаварійному режимі										kpa=	1,3				
9	Доля навантаження в п.а. режимі										knpa=	0,8				
10	Економічні характеристики															
11	Питома вартість втраг, грн/кВт										Bo=	12799,7				
12	Коефіцієнт ефективності капіталовкладень										Ee=	0,1				
13	Коефіцієнт відрахувань на амортизацію										Ea=	0,036				
14																
	*	St, кВА	dPкз, кВт	dPxx, кВт	Kтп, тис. грн.	E*К, тис. грн.	dPзм, кВт	dPпс, кВт	dP, кВт	Вв, тис. грн.	З, тис. грн.	*	X	обмеж. 1	обмеж. 2	
15																
16		63	1,28	0,24	269,381	36,6358	89,5507	0,48	90,0307	1152,37	---		---	---	---	
17		100	1,97	0,33	286,059	38,904	54,7024	0,66	55,3624	708,624	---		---	---	---	
18		160	3,1	0,51	307,828	41,8646	33,625	1,02	34,645	443,446	---		---	---	---	
19		250	4,2	0,74	335,981	45,6934	18,6599	1,48	20,1399	257,785	---		---	---	---	
20		400	5,9	0,95	397,006	53,9928	10,2393	1,9	12,1393	155,38	---		---	+	---	
21	V	630	8,5	1,31	417,428	56,7702	5,94673	2,62	8,56673	109,652	166,422	V	+	+	+	
22		1000	10,5	2,1	561,896	76,4179	2,91561	4,2	7,11561	91,0779	167,496		+	+	+	
23		1600	18	2,8	690,625	93,925	1,95242	5,6	7,55242	96,6689	190,594		+	+	+	
24		2500	23,5	3,85	832,99	113,287	1,04407	7,7	8,74407	111,922	225,208		+	+	+	
25										Змін=	166,422					
26									Опт. Пот. Трансформатора	St*=	630					

Рисунок 2.3 – Вибір потужності ТП1

2.3 Визначення оптимального перерізу ліній живлення

Живлення підприємства від підстанції системи здійснюється на напрузі 10 кВ. ЦРП підприємства знаходиться від ПС 110/10 на відстані 1850 м. Внутрішня мережа підприємства конструктивно виконана по магістральній схемі.

Живлення ЦТП підприємства від ЦРП здійснено кабельними лініями прокладених у землі в траншеях.

Підключення ЦРП водоканалу до підстанції мережі здійснюємо броньованими кабелями з ізоляцією із зшитого поліетилену в ПВХ оболонці типу АПвЭБВ-10 які будуть прокладені в траншеї по схемі “трикутник”. Вибір оптимального перерізу кабельної лінії живлення здійснюємо за допустимим струмом:

$$I_p \leq k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \cdot I_{\text{доп}} ; \quad (2.30)$$

поправочні коефіцієнти які враховують специфіку навколишнього середовища:

k_1 - при температурі зовнішнього середовища;

k_2 - в залежності від глибини прокладання;

k_3 - в залежності від теплового опору ґрунту;

k_4 - в залежності від відстані між фазами;

k_5 - в залежності від прокладених поруч кабелів;

k_6 - при прокладанні в трубах і каналах.

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{2147,44}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 75,92 \text{ (A)};$$

$$I_{p.a.} = \frac{2147,44}{\sqrt{3} \cdot 10} = 151,84 \text{ (A)};$$

$$151,84 \text{ (A)} \leq 1,03 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,99 \cdot 0,97 \cdot 187 = 184,96 \text{ (A)} .$$

Живлення ЦРП здійснює кабель АПвЭБВ-10 перерізом $3 \times 70 + 1 \times 35 \text{ мм}^2$ з $I_{доп} = 187 \text{ А}$ [26]. Для всіх інших приєднань кабельні лінії обираються аналогічно, а всі результати заносимо в таблицю 2.2.

Визначимо I_{max} для нормального та післяаварійного режиму:

а) ТП1:

$$I_p = \frac{876,442}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 30,98 \text{ (A)};$$

$$I_{p.a.} = \frac{876,442}{\sqrt{3} \cdot 10} = 61,97 \text{ (A)};$$

б) ТП2:

$$I_p = \frac{576,727}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 20,39 \text{ (A)};$$

$$I_{p.a.} = \frac{576,727}{\sqrt{3} \cdot 10} = 40,78 \text{ (A)};$$

в) ТП2:

$$I_p = \frac{796,513}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 28,16 \text{ (A)};$$

$$I_{p.a.} = \frac{796,513}{\sqrt{3} \cdot 10} = 56,32 \text{ (A)};$$

$$I_{\max} = \frac{1,3 \cdot S_{\text{н.т}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{1,3 \cdot 630}{\sqrt{3} \cdot 10} = 57,91 \text{ (А)}.$$

Відповідно нормативам високовольтні вимикачі вибираються за номінальною напругою і розрахунковим струмом з врахуванням їх перевірки при роботі в після аварійних режимах.

$$U_{\text{ном.в}} \geq U_{\text{ном.мережі}}, \quad (2.31)$$

$$I_{\text{ном.в}} \geq I_{\max}, \quad (2.32)$$

Отже на стороні 10 кВ ЦРП підприємства встановлюємо вакуумні вимикачі від вітчизняного виробника компанії «Укрелектро» серії ВВ/ТЕЛ 10-12.5-630-044. Номінальний струм вимикачів $I_{\text{ном.в}} = 630 \text{ А} > I_{\text{м.ав}}$. Власний час відключення вимикача 0,075 с.

Таблиця 2.2 – Вибір високовольтного обладнання СЕП

Лінія	Ir, А	Iпа, А	Вимикач	Iном, А	Провідник	S, мм ²	Iдоп, А
С-ЦРП	75,92	151,84	ВВ/ТЕЛ 10-12.5-630	630	АПВЭБВ-10	3×70	187
ЦРП-ТП-1	30,98	61,97	ВВ/ТЕЛ 10-12.5-630	400	АПВЭБВ-10	3×35	119
ЦРП-ТП-2	20,39	61,97	ВВ/ТЕЛ 10-12.5-630	400	АПВЭБВ-10	3×35	119
ЦРП-ТП-3	28,16	61,97	ВВ/ТЕЛ 10-12.5-630	400	АПВЭБВ-10	3×35	119

2.4 Оптимізація задачі вибору місця розташування ЦРП

Місце оптимального спорудження ЦРП СЕП підприємства визначаємо за допомогою даної математичної моделі:

$$\begin{aligned}
 Z(x_0, y_0) = & \left[(E_e + E_{\text{аж}}) \cdot (a_{\text{ж}} + K_0(F_{\text{ж}})) + 3 \cdot I^2 \cdot R_0(F_{\text{ж}}) \cdot B_0 \right] \cdot k_{\text{ж}} \cdot L_{\text{ж}} + \\
 & + \sum_{i=1}^n \left[(E_e + E_a) \cdot (a + K_0(F_i)) + 3 \cdot I^2 \cdot R_0(F_i) \cdot B_0 \cdot k_i \right] \cdot L_i \rightarrow \min, \quad (2.33) \\
 & X_{\min} \leq X_0 \leq X_{\max}, \\
 & Y_{\min} \leq Y_0 \leq Y_{\max}.
 \end{aligned}$$

де $Z(x_0, y_0)$ - річні приведені затрати;

$K_0(F_i)$ - питома вартість КЛ перерізом F_i ;

$L_{ж}$ - довжина живлячої лінії км;

L_i - довжина i -тої розподільної лінії;

Таблична форма за допомогою якої здійснено автоматизований пошук оптимальних координат встановлення ЦРП показано на рисунку 2.4.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
3	Напруга зовнішньої лінії живлення, кВ									Uж=	10		
4	Метрика зовнішньої лінії (Е чи НЕ)									МетрикаЖ =	НЕ		
5	Метрика розподільної мережі (Е чи НЕ)									МетрикаР =	НЕ		
6													
7	Економічні характеристики мережі												
8	Питомі втрати, які не залежать від перерізу КЛ 10кВ, тис.грн/км									a=	10		
9	Питомі втрати, які не залежать від перерізу зовнішньої РЛ тис.грн/км									аж=	8		
10	Питома вартість втрат, грн/кВт									Bo=	12799,73		
11	Коефіцієнт ефективності капіталовкладень									Ee=	0,1		
12	Коефіцієнт відрахувань на амортизацію									Ea=	4,00%		
13	Коефіцієнт відрахувань на амортизацію живлячої лінії									Eаж=	5,00%		
14													
15													
16	Лінії живлення	X, м	Y, м	F, мм ²	k	P, кВт	Q, кВт	I, А	Ro, Ом/км	Ko, т.грн/км	L, м	З, тис. грн	
17	ЖЛ	217	57	150	2	1526,54	1384,50	59,49	0,206	229,74525	37,61	3,447	
18	ТП1	104	93	50	2	594,4	510,04	22,61	0,62	83,0835	111,39	5,459	
19	ТП2	85	181	50	2	435,4	424,93	17,56	0,62	83,0835	218,39	8,594	
20	ТП3	212	152	50	2	565,31	509,73	21,97	0,62	83,0835	62,39	2,973	
21	Сумарні річні приведені затрати в мережу, тис.грн.											20,473	
22	Кординати ЦЕМ, м									Xo =	215	Yo =	93
23	Оптимальні координати ЦЕМ, м									Xo =	194	Yo =	65
24	Сумарні річні приведені затрати в мережу, тис.грн.											17,713	

Рисунок 2.4 – Таблична форма визначення центру мережі

Автоматизований пошук показав що в якості координати розміщення ЦРП доцільно обрати наступні параметри: $x=88$ м, $y=83$ м.

Радіус кіл величини навантаження визначається за формулою:

$$r_i = \sqrt{\frac{P_{Mi}}{\pi \cdot m_p}}, \quad (2.34)$$

Величина сектору освітлювального навантаження окремого цеху складає:

$$\alpha_i = \frac{360 \cdot P_{MOi}}{P_{Mi}}. \quad (2.35)$$

Таблиця 2.3 – Дані для побудови картограми навантажень

№	Назва цеху	P_{PO} , кВт	P_p , кВт	r , м	α_i , °
1	Каналізаційно насосна станція	17,35	297,35	20,7	15,5
2	Склад №1	22,03	57,03	7,8	139,1
3	Водонасосна станція	6,61	181,61	13,9	13,1
4	Склад №2	5,65	47,65	7,1	42,7
5	Ремонтний цех	9,64	107,64	10,7	32,2
6	Станція знезараження води	20,69	185,69	14,0	40,1
7	Очисний комплекс	25,78	225,78	16,3	37,0
8	Лабораторія	22,03	82,03	9,3	96,7
9	Котельня	15,04	225,04	16,5	21,2
10	Пилорама	10,74	24,24	5,1	159,5
11	Адмінбудівля	13,49	30,29	5,7	160,4
12	Пожежне депо	10,74	23,69	5,0	163,2
13	Гаражі	10,92	22,17	4,9	177,4
14	Майстерні	9,91	61,91	8,1	57,6

Генеральний план підприємства на якому нанесені розміщені ЦРП, ТП та картограма навантажень приведений на рисунку 2.5.

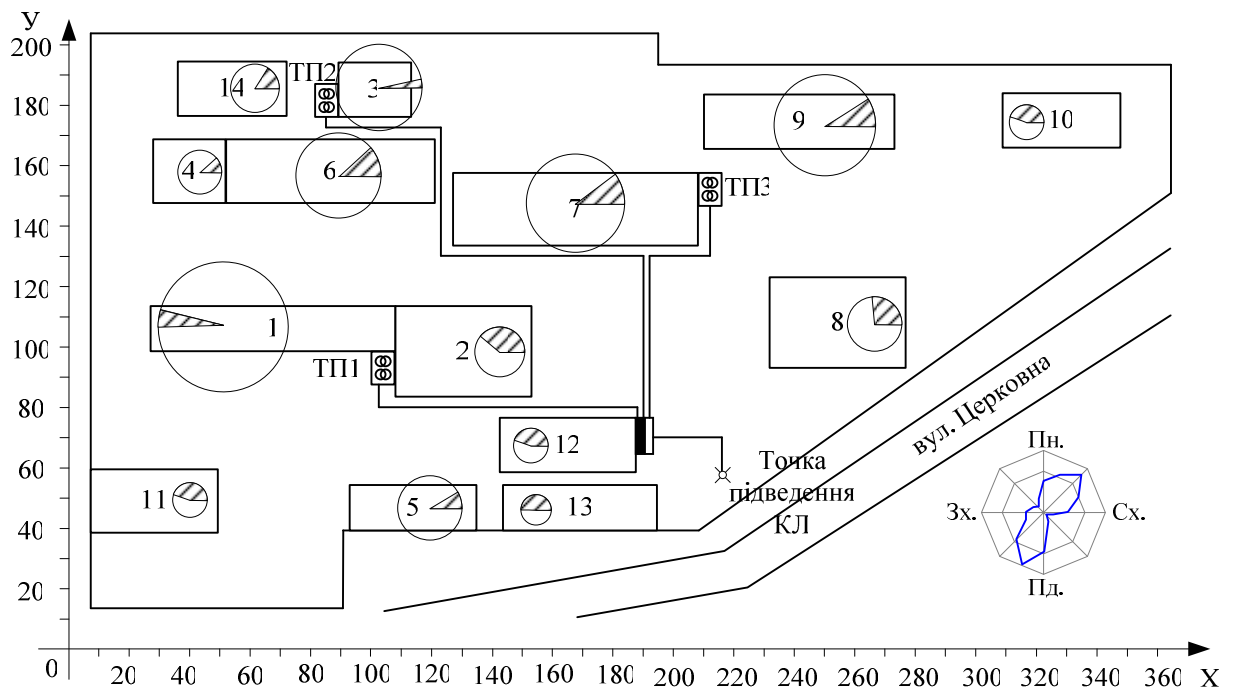


Рисунок 2.5 – Генеральний план підприємства з ЦРП, ТП та картограмою навантаження

2.5 Вибір пристроїв для компенсації реактивного навантаження

Для мережі підприємства на рисунку 2.6 представлена однолінійна схема СЕП, а на рисунку 2.7 представлена схема заміщення однолінійної схеми СЕП. Для вузлів ТП буде вирішуватися балансова задача КРН.

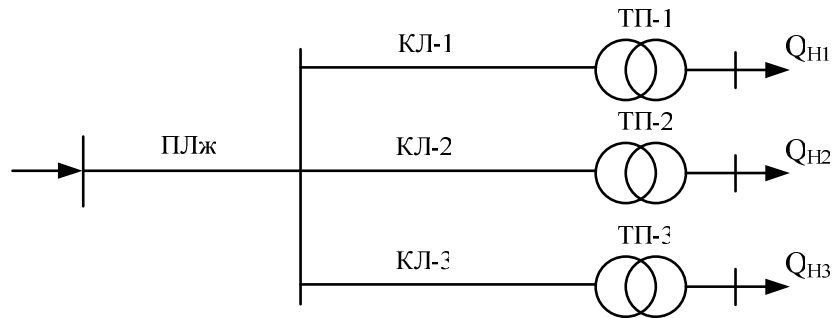


Рисунок 2.6 – Однолінійна схема електропостачання

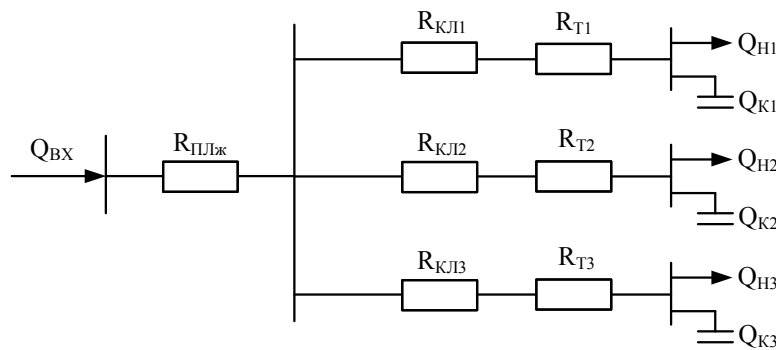


Рисунок 2.7 – Схема заміщення мережі електропостачання підприємства

Математична модель балансової задачі оптимальної КРН [12] має вигляд:

$$\begin{cases} 3(Q_K) = \frac{B_0}{U^2} \times \sum_{i=1}^n \left[(Q_{Hi} - Q_{Ki})^2 (R_{КЛi} + R_{Ti}) \right] \rightarrow \min_{Q_K}; \\ Q_{Ki} \geq 0, i=1,2..n; \\ \sum_{i=1}^n Q_{Ki} = \sum_{i=1}^n Q_{Hi} - Q_{ВХ} \end{cases} \quad (2.36)$$

де B_0 – питома вартість втрат активної потужності;

Q_{Hi} – реактивне навантаження окремої лінії живлення i -тої ЦТП;

Q_{Ki} – потужність КУ окремої секції шин НН i -тої ЦТП;

$Q_{ВХ}$ – вхідна реактивна потужність.

На рисунку 2.8 представлена комп'ютерна модель для пошуку оптимальних потужностей БСК які будуть встановлені у вузлах ТП.

Вхідні дані для розрахунку			
Напруга, кВ:	$U := 10$		
Вхідна реактивна потужність, квар:	$q_{вх} := 451$	Модель балансової задачі компенсації реактивних навантажень	
Коефіцієнт ефективності капіталовкладень	$E_e := 0.1$	$Z(q_{к1}, q_{к2}, q_{к3}) := \frac{B_0}{U^2 \cdot 1000} \left[\begin{aligned} &(q_{н1} - q_{к1})^2 \cdot \left(\frac{r_{л1} + r_{л1}}{2} \right) \dots \\ &+ (q_{н2} - q_{к2})^2 \cdot \left(\frac{r_{л2} + r_{л2}}{2} \right) \dots \\ &+ (q_{н3} - q_{к3})^2 \cdot \left(\frac{r_{л3} + r_{л3}}{2} \right) \dots \\ &+ (q_{н1} + q_{н2} + q_{н3} - q_{к1} - q_{к2} - q_{к3})^2 \cdot \frac{r_{ж}}{2} \end{aligned} \right] \dots$	
Коефіцієнт відрахувань на амортизацію	$E_a := 0.04$		
Питома вартість КУ	$B_{к0} := 100$		
Питомі втрати реактивної потужності в КУ, кВт/Мвар	$\Delta P_k := 4.5$		
Питома вартість втрат активної потужності, грн/кВт	$B_0 := 12799.73$		
Питомі активні опори ліній живлення, Ом/км		Given	
$r_{01} := 0.62$ $r_{02} := 0.62$ $r_{03} := 0.62$		обмеження	
Довжини ліній від ЦРП до ЦТП, км		$q_{к1} \geq 0$ $q_{к2} \geq 0$ $q_{к3} \geq 0$	
$L_{кл1} := 0.111$ $L_{кл2} := 0.218$ $L_{кл3} := 0.063$		$(q_{н1} + q_{н2} + q_{н3}) - (q_{к1} + q_{к2} + q_{к3}) = q_{вх}$	
Опори трансформаторів, Ом		Визначаємо оптимальне проектне рішення:	
$r_{т1} := 2.142$ $r_{т2} := 2.142$ $r_{т3} := 2.142$		$q_k := \text{Minimize}(Z, q_{к1}, q_{к2}, q_{к3}) = \begin{pmatrix} 446.981 \\ 278.206 \\ 409.402 \end{pmatrix}$	
Реактивна потужність у вузлах навантаження, квар:		Річні приведені затрати, грн	
$q_{н1} := 598.08$ $q_{н2} := 424.93$ $q_{н3} := 562.58$		$Z(q_{к1}, q_{к2}, q_{к3}) = 1.741 \times 10^7$	
Довільні початкові потужності БК у вузлах навантаження, квар:		Перевірка, квар	
$q_{к1} := 100$ $q_{к2} := 100$ $q_{к3} := 100$		$(q_{н1} + q_{н2} + q_{н3}) - (q_{к1} + q_{к2} + q_{к3}) = 451.001$ $q_{вх} = 451$	
Довжина та питомий опір ліній живлення:		Визначаємо потужності БК у вузлах навантаження, квар:	
$l_{ж} := 1.8 + 0.087 = 1.887$ $r_{ж0} := 0.206$		$q_{КУ} := \frac{q_k}{2} = \begin{pmatrix} 223.491 \\ 139.103 \\ 204.701 \end{pmatrix}$	
Опір зовнішньої лінії живлення, Ом			
$r_{ж} := l_{ж} \cdot r_{ж0} = 0.389$			
Опір розподільних ліній живлення, Ом			
$r_{л1} := r_{01} \cdot L_{кл1} = 0.069$ $r_{л2} := r_{02} \cdot L_{кл2} = 0.135$ $r_{л3} := r_{03} \cdot L_{кл3} = 0.039$			

Рисунок 2.8 – Комп'ютерна модель для пошуку потужностей БСК

Отже у вузлах трансформаторних підстанцій підприємства на стороні 0,4 кВ доцільно встановити автоматично регульовані КУ типу УКР-0,4 з такими номінальних потужностей відносно ТП їх встановлення [27]:

- ЦТП1: 2 КУ потужністю УКР 0,4-200/50;
- ЦТП2: 2 КУ потужністю УКР 0,4-150/50;
- ЦТП3: 2 КУ потужністю УКР 0,4-200/50.

2.6 Захист ліній живлення

Здійснюємо вибір захисних апаратів для 2 КУ типу УКР 0,4-150/50 які встановлено на ТП-2.

Струмова відсічка.

Струм спрацьовування струмової відсічки для швидкодіючих захистів (наприклад на РНм-1-40) вибирається по умові налагодження від амплітудного струму включення.

$$I_{\text{св}} = k_{\text{н}} \cdot I_{\text{вкл}}; \quad (2.37)$$

де $k_{\text{н}}$ - коефіцієнт надійності, $k_{\text{н}} = 1,5$;

$I_{\text{вкл}}$ - струм включення БСК, розраховується за формулою:

$$I_{\text{вкл.БСК}} = \sqrt{2} \cdot I_{\text{ном.БСК}} \left(k_{\text{у}} + \sqrt{\frac{W_{\text{кз}}}{Q_{\text{ном.БСК}}}} \right); \quad (2.38)$$

де $I_{\text{ном.БСК}}$ - номінальний струм БСК;

$W_{\text{кз}}$ - потужність КЗ на шинах, в місці встановлення БСК;

$Q_{\text{ном.БСК}}$ - номінальна потужність БСК;

$k_{\text{у}}$ - коефіцієнт загрузки конденсаторів по напрузі, визначається за формулою:

$$k_{\text{у}} = \frac{U_{\text{розр}}}{\sqrt{2} \cdot n \cdot U_{\text{н.к.}}} = \frac{0,4}{\sqrt{2} \cdot 6 \cdot 0,4} = 0,118; \quad (2.39)$$

$$I_{\text{вкл.БСК}} = \sqrt{2} \cdot 202 \left(0,118 + \sqrt{\frac{20}{0,15}} \right) = 3,332 \text{ (кА)};$$

$$I_{\text{св}} = 1,5 \cdot 3,332 = 4,99 \text{ (кА)}.$$

Визначимо струм трифазного КЗ.

$$I_{\text{кз}} = \frac{1,3 \cdot S_{\text{н.т}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{1,3 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 11820 \text{ (А)};$$

$$k_{\text{ч}} = \frac{I_{\text{к}}^{(2)}}{I_{\text{сз}}} = \frac{0,865 \cdot 11820}{4990} = 2.$$

Приймається реле типу РНм-1-40/200.

Витримка часу вибирається на ступінь селективності 0,3 – 0,5 с:

$$t_{\text{сзБСК}} = t_{\text{свГр-р}} + \Delta t' = 0,0 + 0,5 = 0,5 \text{ (с)}.$$

Реле часу приймається типу ЭВ-114 з межею уставок за часом 0,1 –1,3 с.

Максимальний струмовий захист.

Уставка по струму вибирається з умов:

а) неспрацьовування захисту при післяаварійних перевантаженнях по виразу:

$$I_{\text{сз}} = \frac{k_{\text{н}} \cdot I_{\text{НОМ.БСК}}}{k_{\text{в}}}; \quad (2.40)$$

де $k_{\text{н}}$ - коефіцієнт надійності, $k_{\text{н}} = 1,2$;

$k_{\text{пов}}$ - коефіцієнт повернення реле ($k_{\text{пов}} = 0,8$).

$$I_{\text{сз}} = \frac{1,2 \cdot 202}{0,8} = 303 \text{ (А)}.$$

б) за узгодженням з попереднім захистом:

$$I_{\text{сз}} = k_{\text{нс}} \cdot I_{\text{сзГр}} = 1,3 \cdot 303 = 393,9 \text{ (А)}.$$

Приймається уставка $I_{\text{сз}} = 393,9 \text{ (А)}$.

в) визначається чутливість захисту при двофазному КЗ на шинах 0,4 кВ ТП1 в мінімальному режимі системи:

$$k_{\text{ч}} = \frac{I_{\text{к}}^{(2)}}{I_{\text{сз}}} = \frac{0,865 \cdot 11820}{393,9} = 14,97 > 1,5.$$

г) струм спрацьовування реле визначається по виразу:

$$I_{\text{сп}} = \frac{I_{\text{сз}}}{n_{\text{ТС}}} = \frac{393,9}{20} = 19,7 \text{ (А)}.$$

де $n_{\text{ТС}}$ – коефіцієнт трансформації ТС.

Приймається реле типу РНм-1-40/100.

д) час спрацьовування захисту.

$$t_{\text{сзКЛ}} = t_{\text{сзМСЗгр}} + \Delta t' = 1,2 + 0,4 = 1,6 \text{ (с)}.$$

Обираємо реле часу типу ЕВ-124 з межами уставок 0,25—3,5с.

Захист від однофазних замикань на землю.

Струм замикання на землю всієї кабельної мережі 10 кВ, яка живить ТП-2:

$$3I_{0\text{КЛ} \text{Мережі}}^{(1)} = \frac{k_{\text{рем}} \cdot U_{\text{мф}} \cdot l}{10} = \frac{0,54 \cdot 0,4 \cdot 0,071}{10} = 0,03 \text{ (A)}.$$

де $U_{\text{мф}}$ – міжфазна напруга, кВ;

l – довжина мережі, км;

Струм спрацьовування захисту визначається таким чином:

$$I_{\text{сз}} = \frac{k_{\text{відл}} \cdot k_{\text{стр}} \cdot 3I_{0\text{КЛ}}^{(1)}}{10} = \frac{1,1 \cdot 4 \cdot 0,03}{10} = 0,0132 \text{ (A)}.$$

де $k_{\text{відл}}$ – коефіцієнт відлаштування, що приймається рівним 1.1—1.2;

$k_{\text{стр}}$ – коефіцієнт стрибка.

Струм спрацьовування захисту $I_{\text{сз}}$:

$$k_{\text{ч}} = \frac{3I_{0\text{КЛ} \text{Мережі}}^{(1)} - 3I_{0\text{КЛ}}^{(1)}}{I_{\text{сз}}} = \frac{0,03 - 0,0108}{0,0132} = 1,45 > 1,25.$$

Отже приймаємо сумове реле РТЗ-51 [5].

Висновки.

В даному розділі МКР було спроектовано СЕП КП «Славутинське УВКГ».

При чому в процесі досягнення поставленої мети було вирішені такі задачі:

- змодельовано та обрано оптимальні параметри для встановлення ЦРП підприємства а саме: кількість, потужність, місце встановлення;
- здійснено вибір перерізів ліній живлення внутрішньої мережі підприємства, а також проведено їх перевірку по необхідним нормам;
- розрахована оптимальна потужність БСК;
- здійснено аналіз засобів захисту електрообладнання.

3 АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК НА ПІДПРИЄМСТВІ

3.1 Оцінка ефективності енерговикористання освітлювальних установок

Виходячи із середньостатистичної структури споживання підприємств та установ, на систему освітлення припадає в середньому 19-20 % загального обсягу споживання електроенергії [29]. Так, наприклад, в офісних будівлях витрачається близько 30-40% від усього обсягу споживаної в них електроенергії, а витрата електрики в громадських будинках на такі потреби становить більше половини [30]. Споживання електроенергії на великих підприємствах сягає значень у вигляді 18-20% [30].

Виходячи з аналізу обсягу споживання електроенергії, що витрачається на цілі освітлення в різних секторах, найцікавішим і найбільш значущим є сектор громадських та адміністративних будівель. В даний час в таких будинках, як правило, майже вся електроенергія, що йде на освітлення, витрачається недостатньо ефективно - використовуються застарілі неекономічні джерела світла та світильники, не приділяється належної уваги вибору систем освітлення, розміщення світильників, питань регулювання та експлуатації освітлювальної установки. До того ж у громадських будинках відсутня персональна зацікавленість в економії електроенергії: користувачі можуть забувати вимикати ОУ наприкінці робочого дня, а також у приміщеннях, що рідко використовуються, за відсутності в них людей. Застосування енергозберігаючих технологій може дозволити заощадити значну частку ЕЕ.

В даний час у загальному управлінні громадських будівель можуть використовуватися такі джерела світла (далі – ДС): люмінесцентні лампи (далі – ЛЛ); компактні люмінесцентні лампи (далі – КЛЛ); світлодіодні ДС (далі - СД) [36].

Штучне освітлення приміщень буває загальним і комбінованим рисунок 3.1.

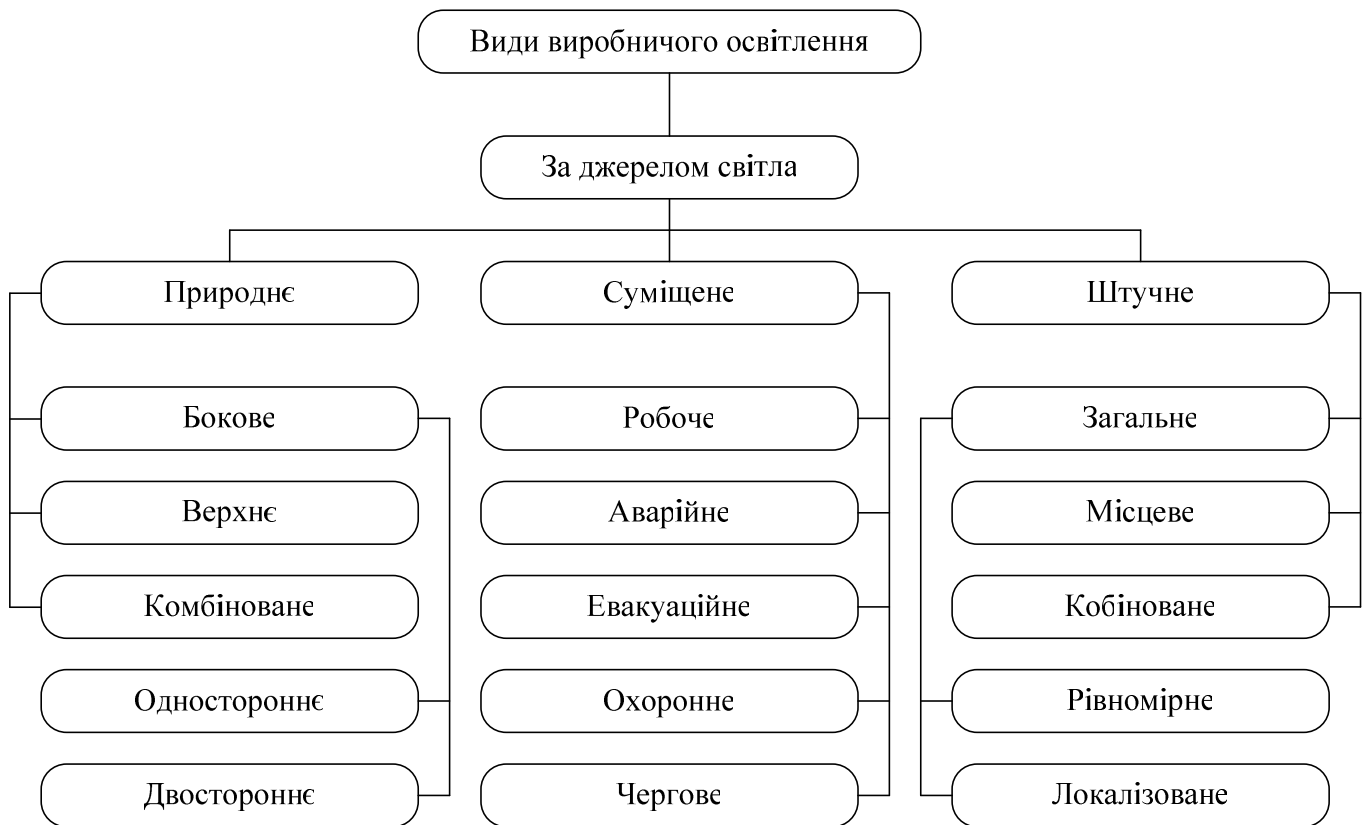


Рисунок 3.1 – Види виробничого освітлення

На сьогоднішній день найбільш перспективними ДС є світлодіоди. Незважаючи на те, що масове виробництво СД почалося понад 40 років тому, використовуватися безпосередньо для освітлення, а не для індикації та підсвічування, вони стали нещодавно. Це пов'язано з декількома факторами:

1. Швидкий розвиток та доступність світлодіодних технологій для систем освітлення у другому десятилітті 21 століття. У зв'язку з тим, що вартість світлодіодів знижується, а зростання тарифів на електроенергію не припиняється, період окупності після впровадження систем освітлення на базі світлодіодних світильників знижується. Що робить перехід на системи освітлення зі світильниками LED економічно доцільним.

2. Компанії виробники навчилися робити потужніші світлодіоди, що розширило сферу їх застосування. При цьому світлодіодні світильники покращують колірне сприйняття, роблять освітлений об'єкт більш чітким.

3. Високий термін служби світлодіодів, від 45 000 до 100 000 годин при правильній експлуатації, дозволяє знизити витрати на обслуговування систем

освітлення зі світлодіодними світильниками. Також світлодіодні (LED) світильники мають безліч переваг у порівнянні з газорозрядними лампами рисунок 3.2:

- Низька споживана потужність з високою світловою віддачею;
- Світлодіоди не містять токсичних речовин;
- Миттєве включення;
- Можливість регулювання яскравості, і т.д.

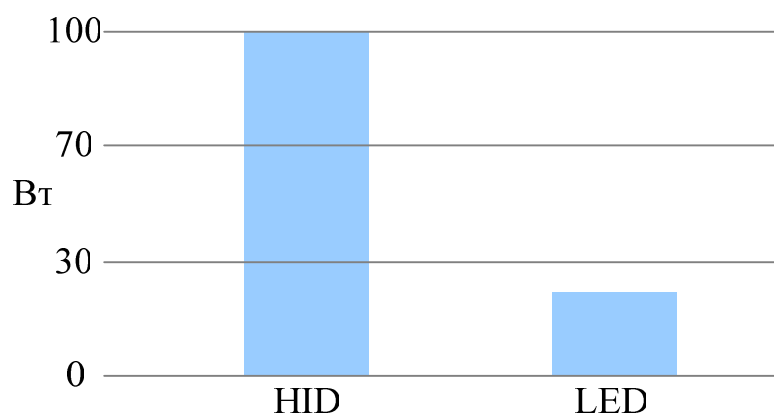


Рисунок 3.2 – Порівняння споживаної потужності газорозрядних ламп з LED лампами, що мають однаковий світловий потік

Як і будь-яке інше джерело штучного освітлення LED лампи мають недоліки, які потрібно розглянути докладніше. Для початку розглянемо економічну ефективність СД світильника і що являє собою світлодіод.

3.2 Характеристики методів розрахунку систем освітлення

Розрахунок штучного освітлення у приміщеннях можна проводити наступними чотирма методами: точковим, ват (за таблицями питомої потужності), графічним та за допомогою методом використання коефіцієнта світлового потоку освітлювальної установки при роботі в системі комбінованого освітлення.

Використання методу коефіцієнта використання світлового потоку найбільш доцільно виконувати для розрахунку загального рівномірного освітлення приміщень в умовах експлуатації промислових підприємств. При розрахунку цим методом

враховується як пряме світло від світильника, так і світло, відбите від стін і стелі:

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{E \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot n \cdot \eta}; \quad (3.1)$$

де E — нормована освітленість, лк;

S — площа приміщення, що освітлюється, м^2 ;

N — кількість світильників;

Показник приміщення i розраховується за формулою [33]:

$$i = \frac{a \cdot b}{h(a + b)}; \quad (3.1)$$

де a і b — довжина і ширина приміщення, м;

Точковий метод застосовується до розрахунку освітлювальної установки при локалізованому розміщенні світильників. Цим методом можна визначити освітлення похилих площин, а також перевірити розрахунок рівномірного загального освітлення (не враховуючи відбитого світлового потоку).

Освітленість E_N в точці A визначається за наступною формулою [33]:

$$E_N = \frac{I_{\alpha}}{r^2}; \quad (3.3)$$

Величина освітленості в точці A на горизонтальній та вертикальній площині відповідно розраховується за наступними формулами [33]:

$$E_r = \frac{I_{\alpha}}{r^2} \cdot \cos \alpha; \quad (3.4)$$

$$E_v = \frac{I_{\alpha}}{r^2} \cdot \sin \alpha; \quad (3.5)$$

Таким чином вище наведені формули можна представити даним відношенням:

$$E_r = \frac{I_r \cdot \cos^3 \alpha}{h^2}; \quad (3.8)$$

$$E_b = \frac{I_\alpha \cdot \cos^2 \alpha \cdot \sin \alpha}{h^2} = E_r \cdot \operatorname{tg} \alpha; \quad (3.9)$$

Остаточна залежність для розрахунку освітленості в точці А буде рівною наступною відношенням:

$$E_r = \frac{c \cdot I_\alpha \cdot \cos^3 \alpha}{h^2 \cdot k_3}; \quad (3.12)$$

де K_3 – коефіцієнт запасу.

Розрахунок вважається закінченим, якщо зберігається умова $E_{\min} \geq \sum E_r$.

Метод-ват (по таблицях питомої потужності) є найпростішим, а й найменш точним із усіх методів розрахунку освітлення, тому застосовується для орієнтовних розрахунків. Цей метод дає можливість визначити потужність кожної лампи (Вт) для забезпечення в приміщенні освітленості, що нормується:

Питома потужність обчислюється за формулою:

$$\omega = \frac{N \cdot P}{S}. \quad (3.13)$$

Слідом необхідно побудувати графіки залежностей $\omega = f(S)$ і розраховується середнє значення ω .

3.3 Розрахунок освітлення промислового приміщення з використанням точкового методу

Першим та головним етапом при розрахунку освітлення за точковим методом

необхідно визначити умовної освітленості за кривими ізолюксів.

В посібнику Кноррінга наведено методики для побудови просторових ізолюксів [33].

Для круглосиметричних світильників ізолюкси будуються за виразом:

$$e = \frac{I_{\alpha} \cos^3 \alpha}{h^2}. \quad (3.14)$$

де I_{α} – значення сили світла для кута α .

Залежність функції сили світла можна представити за допомогою тригонометричним поліномом:

$$I(\alpha) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^N \left(a_n \cos n \frac{2\pi}{\alpha_{\max}} \alpha + b_n \sin n \frac{2\pi}{\alpha_{\max}} \alpha \right). \quad (3.15)$$

де N – кількість членів поліному.

$$b_n = \frac{2}{m} \sum_{k=0}^{m-1} I_k \sin n \frac{2\pi k}{m}. \quad (3.16)$$

Проведемо оцінювання економічного ефекту від освітлювального навантаження виробничого приміщення, в якому використано 18 світильників ЛПО 2Х18, конструкція даного світильник зображений на рисунок 3.3.

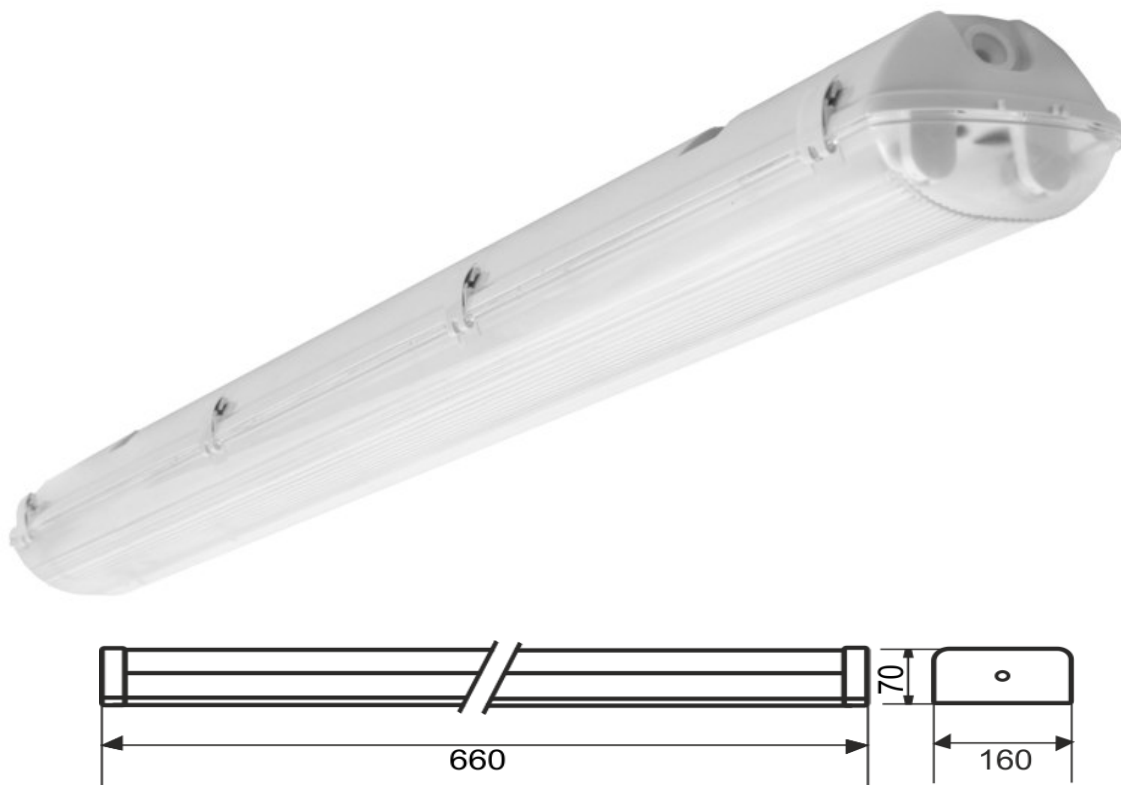


Рисунок 3.3 – Зовнішній вигляд світильника ЛПО 3017 2x18

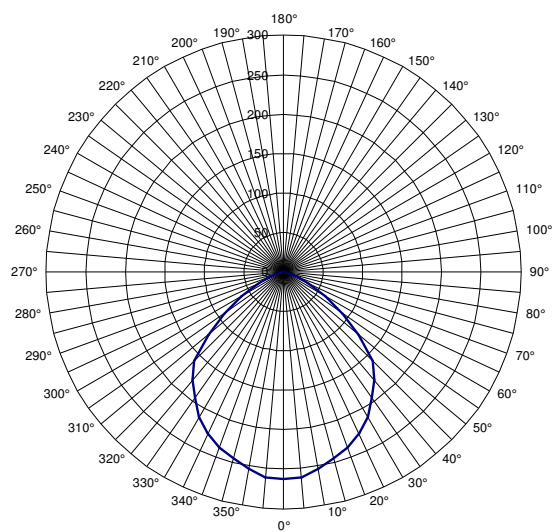


Рисунок 3.4 – Характеристики кривої сили світла ЛПО 3017 2x18

Величини сили світла світильників, що відповідають кривій зображеній на рисунку 3.3, представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Величини сили світла ЛПО 3017 2x18

$\alpha, ^\circ$	0	5	10	15	20	25	30	35
$I_\alpha, \text{кд}$	130	137	137	142	150	167	201	246
$\alpha, ^\circ$	40	45	50	55	60	65	70	75
$I_\alpha, \text{кд}$	267	284	383	439	323	185	34	7,5

Щоб здійснити перевірку вірності отриманих результатів використаємо точковий метод розрахунку, при використанні світильника ЛПО 3017 2x18 на основі значень з дійсної вимірної кривої сили світла (таблиця 3.1) побудовані просторові ізолюкси рисунок 3.5.

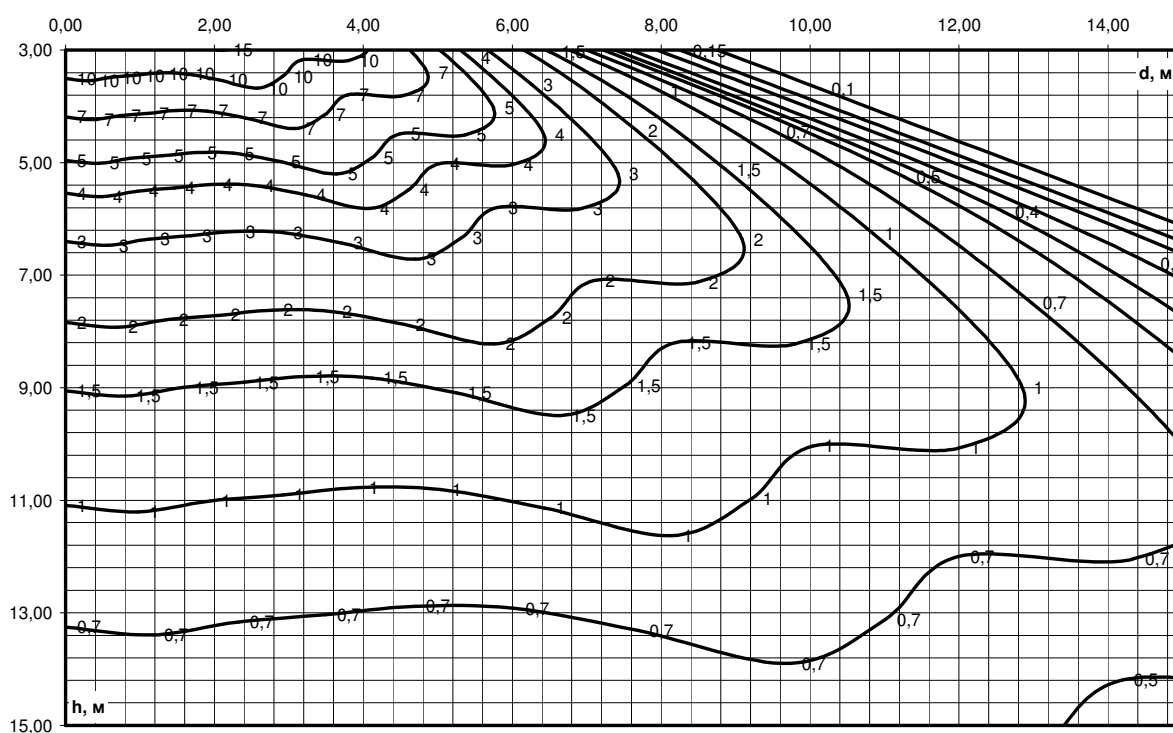


Рисунок 3.4 – Криві просторових ізолюксів світильника ЛПО 3017 2x18

Щоб перевірити ефективність від зменшення кількості світильників в ряду потрібно використати точковий метод для перерахунку системи освітлення, що допоможе побачити наскільки змінюється відстань між світильниками.

Процес автоматизованого визначення умовної горизонтальної освітленості є здійснюємо використовуючи розклад в ряд Фур'є:

$$\begin{aligned}
 I(\alpha) = & 196,6 - 113,2 \cos\left(\frac{2\pi}{75}\alpha\right) - 63,9 \sin\left(\frac{2\pi}{75}\alpha\right) - \\
 & - 28,6 \cos\left(2\frac{2\pi}{75}\alpha\right) + 69 \sin\left(2\frac{2\pi}{75}\alpha\right) + 30,6 \cos\left(3\frac{2\pi}{75}\alpha\right) + \\
 & + 37,8 \sin\left(3\frac{2\pi}{75}\alpha\right) + 13,9 \cos\left(4\frac{2\pi}{75}\alpha\right) - 7,9 \sin\left(4\frac{2\pi}{75}\alpha\right) \dots
 \end{aligned} \tag{3.17}$$

В результаті комп'ютерного моделювання з використанням виразів (3.14) і (3.16) отримано результат який вказує що мінімальна освітленість в 200 лк в найбільш віддаленій точці приміщення від освітлювальної установки досягається шляхом використання світильників зі світловим потоком не менше 19000 лм.

3.4 Використання інтелектуальних реле в системах освітлення

Zelio Logic SR2E240B - інтелектуальне реле [32] призначене для виконання невеликих програмних систем управління. На рисунку 3.6 показано зовнішній вигляд інтелектуального реле Zelio Logic SR2E240B:



Рисунок 3.6 – IP Zelio Logic SR2E240B

Застосовуються в промисловості і невиробничій сфері.

Також ПЛК дозволяє реалізувати додаткові опції представлені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Додаткові опції для Zelio Logic [32]

Продукт	Опис
Багатомовне програмне забезпечення Zelio Soft 2	Компакт-диск (Windows 98, NT, 2000, XP, Windows 7 збірки RC 7100 або вищі)
З'єднувальний кабель для Zelio Logic	COM-порт ПК/реле
З'єднувальний кабель Zelio Logic	USB-порт ПК/реле
Модуль бездротового з'єднування для Zelio Logic	Інтерфейс Bluetooth
Модуль пам'яті для Zelio Logic	EEPROM
Мережевий модуль для Zelio Logic	Modbus
Мережевий модуль для Zelio Logic	Ethernet

3.5 Розроблення системи освітлення на базі СД світильників з використанням інтелектуальної системи управління освітленням

Одним із найперспективніших напрямків в області енергозбереження є енергоефективні системи освітлення на базі СД світильників з використанням інтелектуальної системи управління освітленням (далі – ІСУО). Застосування інтелектуальних систем освітлення дозволяє підвищити енергоефективність системи освітлення зі світлодіодними світильниками до 40-80% за рахунок застосування розкладів автоматичного, пофазного відключення, управління рівнем освітлення в реальному часі, динамічного включення сигналу датчика, а термінові повідомлення про неполадки на лінії допомагають скоротити витрати на обслуговування і підтримувати безперебійну роботу системи освітлення. Інтелектуальна система керування освітленням встановлюється (рисунок 3.7) з наступним обладнанням:

- модуль управління та діагностики освітлення;
- модуль PLC;
- Датчики руху/датчик освітленості;
- Світлодіодні світильники;
- При потребі автоматизоване робоче місце

Спроектвана система освітлення керує групами розбитими по рядах світлодіодних світильників, в залежності до фази живлення до якої підключено ряд

світильників —А,В,С.

Схема підключення інтелектуальної системи освітлення представлена на рисунку 3.7.

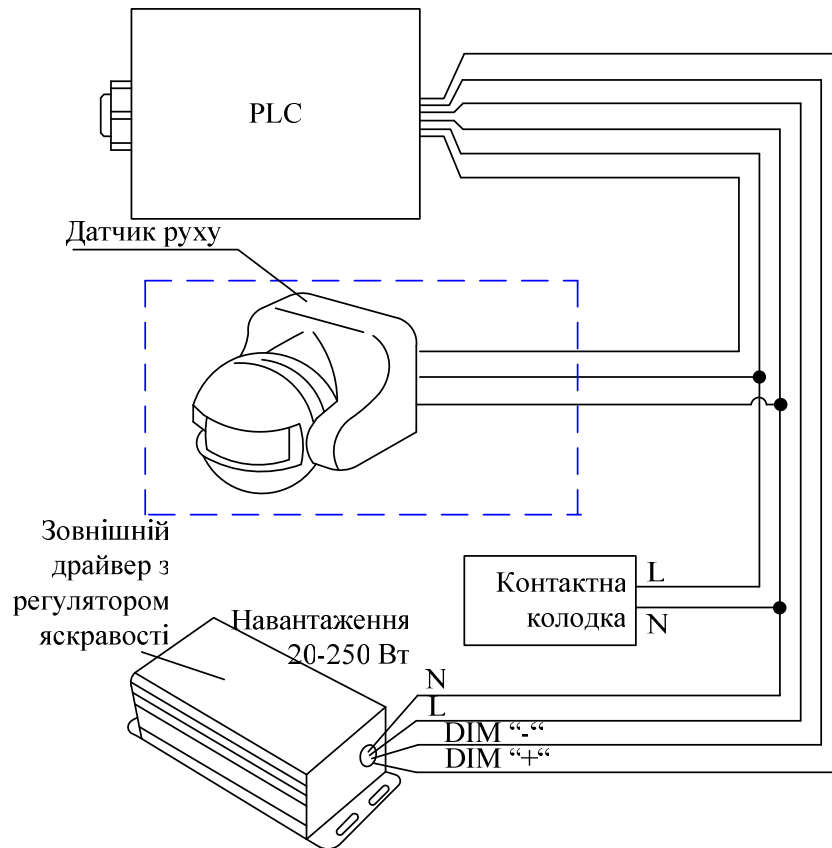


Рисунок 3.7 – Схема підключення інтелектуальної системи освітлення

Для оцінювання доцільності від економічного ефекту необхідно визначити величину витрат на встановлення та експлуатацію даної системи освітлення. Для зручності зводимо всі витрати на апарати та комплектуючі до таблиці 3.3.

Таблиця 3.3-Вартість комплектуючих деталей схеми

Назва пристрою	Ціна(грн.)	К-ть
IPZelioLogicSR2B	3916,6	1
ДО МХ-3L	375	3
Контактор КМИНЭК-1	123	3
Реле напруги	575	3
ЯТП-0,25 220/12 УХЛ4	650	1
ЯТП-0,25 220/10 УХЛ4	750	1
Загальна вартість (IP)	6160,6	
Загальна вартість (реле)	4169	

На рисунку 3.8 представлена принципова однолінійна схема автоматичного керування освітленням приміщення за допомогою IP Zelio Logic SR2E240B.

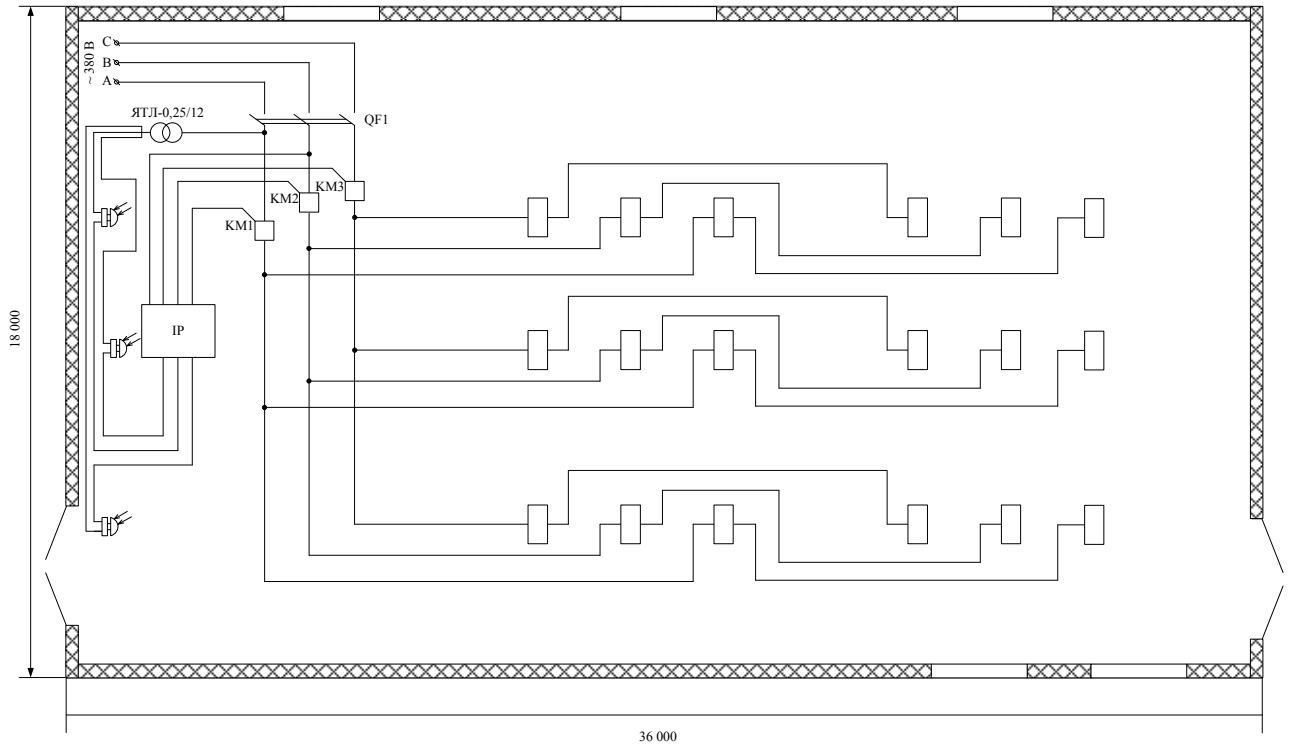


Рисунок 3.8 – Принципова однолінійна електрична схема автоматичного керування освітлення за допомогою IP Zelio Logic SR2E240B

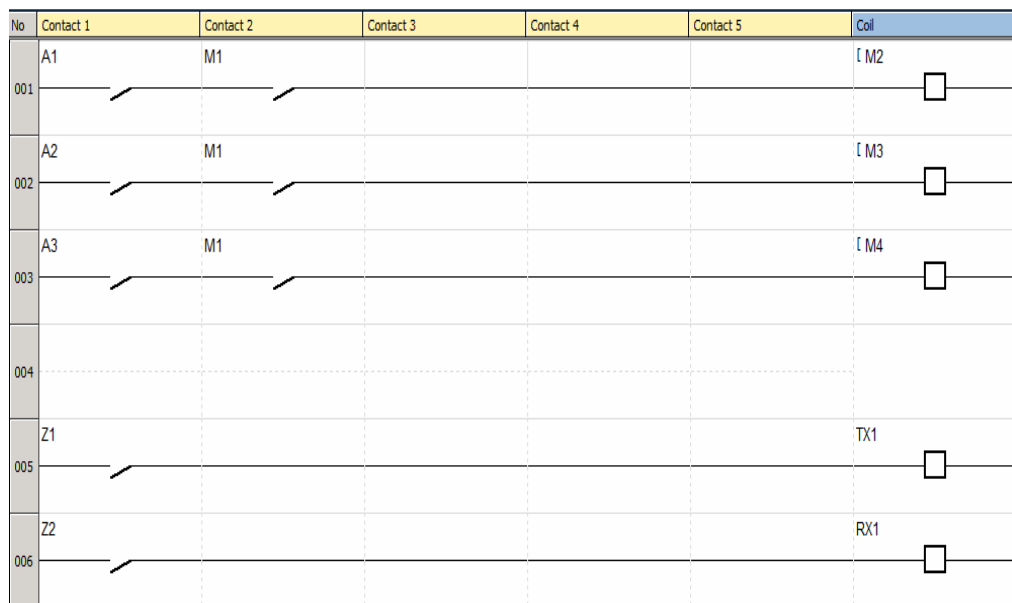


Рисунок 3.9 - Візуалізований принцип роботи IPZelioLogicSR2E240B, що створений в ZelioSoft 2, мовою LD (Автоматичне керування)

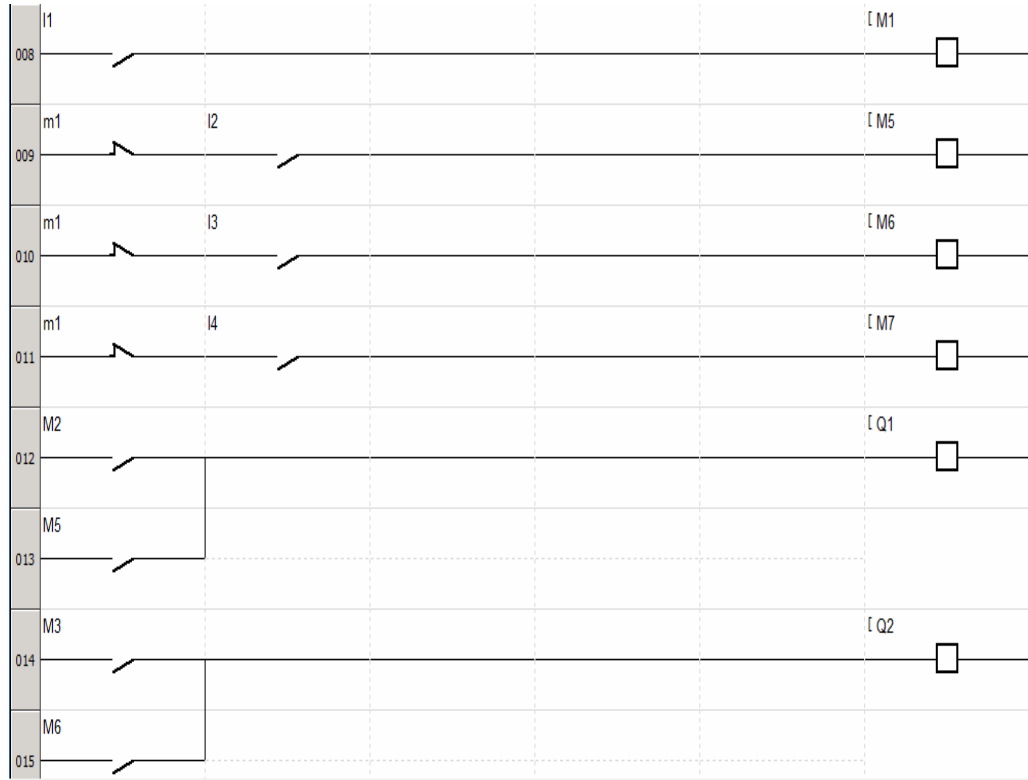


Рисунок 3.10 - Візуалізований принцип роботи IPZelioLogicSR2E240B, що створений в ZelioSoft 2, мовою LD (Ручне керування)

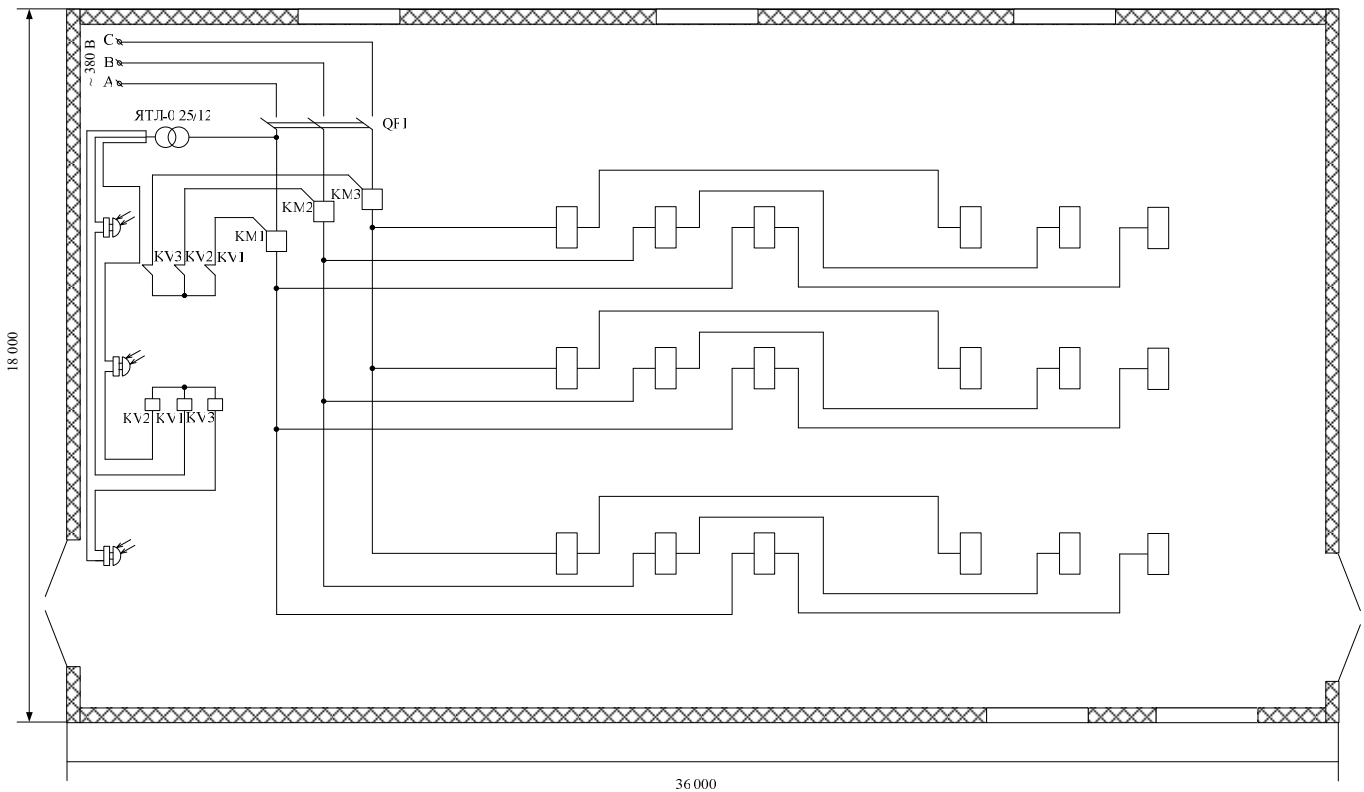


Рисунок 3.11 - Однолінійна принципова електрична схема керування системою освітлення за допомогою реле напруги

Висновки.

В першому пункті даного розділу магістерської роботи було здійснено оцінку ефективності енерговикористання освітлювальних установок. Встановлено що в більшості офісних приміщень електроенергія яка споживається системами освітлення, витрачається недостатньо ефективно - використовуються застарілі неекономічні джерела світла та світильники, не приділяється належної уваги вибору систем освітлення, розміщення світильників, питань регулювання та експлуатації освітлювальної установки.

Було розглянуто діючі методи розрахунку та проектування ефективних систем освітлення.

Докладно розглянуто конструкцію світлодіодної лампи та світлодіодних світильників. Розглянуто конструктивні рішення світлодіодної лампи для створення білого світлового потоку, а також джерела живлення.

Основним результатом науково-дослідної частини роботи являється розроблена автоматизована система управління освітленням цеху, на базі інтелектуального реле Zelio Logic 2. Розроблена система управління дозволяє максимально використовувати природне освітлення, шляхом комбінування штучного і природного освітлення в різних пропорціях і цим самим економити електричну енергію. Проведено розрахунок економічного ефекту від роботи розробленої системи управління, який показав її високу енергоефективність.

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

4.1 Техніко-економічне обґрунтування роботи

Суть техніко-економічного обґрунтування проекту полягає в проведенні попередніх техніко економічних розрахунків, які підтверджуються доцільність капіталовкладень в даний енергетичний об'єкт [10].

Доцільність реалізації проекту обґрунтовується:

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

Вихідні дані для розрахунку:

- виручка від реалізації продукції $V = 157$ (млн. грн./рік);
- середньооблікова чисельність персоналу $Ч = 117$;
- середньорічний фонд заробітної плати одного працівника разом з нарахуванням на соціальні потреби $З_{Пл}$, грн./рік;
- питома заробітна плата в собівартості продукції $d = 10\%$;
- первісна або балансова вартість основних фондів $\Phi = 406$ млн.грн;
- нормований коефіцієнт ефективності капіталовкладень: $E_H = 0,1$;
- нормований термін окупності, років: $T_{ок} = 10$.
- середньомісячна зарплата одного працівника $З = 6000$ грн./міс.

Середньорічний фонд заробітної плати одного працівника:

$$З_{Пл} = З \cdot 12 \cdot 10^{-6} = 6000 \cdot 12 \cdot 10^{-6} = 0,072 \text{ (млн..грн./рік)}, \quad (4.1)$$

Повна собівартість продукції:

$$C = \frac{1,38 \cdot Ч \cdot З_{Пл}}{d} = \frac{1,38 \cdot 117 \cdot 0,072}{0,1} = 116,251 \text{ (млн..грн./рік)}, \quad (4.2)$$

Балансовий прибуток:

$$П = V - C = 157 - 116,251 = 40,749 \text{ (млн..грн./рік)}, \quad (4.3)$$

Визначаємо термін окупності даного підприємства:

$$T_{\text{ор}} = \frac{\Phi}{\Pi} = \frac{406}{40,749} = 9,96 \text{ (років)}, \quad (4.4)$$

$$T_{\text{ор}} = 9,96 < T_{\text{ок}} = 10. \text{ (років).}$$

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

Відповідно до схеми електричної мережі підприємства, показаної на рисунку 4.1, та вихідних даних, приведених у таблицях 4.1, 4,2 1.1, 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 1	ТМ-630	2	745,221
ТП 2	ТМ-630	2	576,73
ТП 3	ТМ-630	2	723,53

Таблиця 4.2 – Відомості про кабельні лінії

Найменування ліній	Довжина лінії від ТП до ГПП, м	Марка кабелю	К-сть
ЦРП - ТП1	111,39	АПвЭБВ-10 3х35	2
ЦРП - ТП2	218,39	АПвЭБВ-10 3х35	2
ЦРП - ТП3	62,39	АПвЭБВ-10 3х35	2

Рекомендації до виконання:

1. Оплату за спожиту електроенергію розраховують по тарифам: 5,3215 коп/кВт·год
2. Прийняти норму амортизації – 6%,
3. Нарахування:
 - в пенсійний фонд – 32%,
 - 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 їх прокладання, які наведені в табл. 4.4 і табл.4.5 [10].

Капітальні вкладення для ліній електропередач:

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

де $K_{пит}$ - питома вартість на 1км лінії, тис. грн./км [10];

$K_{прок}$ - питома вартість прокладання, тис. грн./км;

L - довжина лінії електропередачі, км.

n – кількість кабелів в траншеї, шт.

Визначимо вартість прокладання кабельної лінії від ЦРП до ТП1 (АПвЭБВ 3х35) в ґрунті II категорії без врахування переходів:

$$K_{л1} = (K_{пит} \cdot n + K_{прок}) \cdot L = (83,08 \cdot 2 + 4,22) \cdot 0,111 = 18,98 \text{ (тис.грн).}$$

Для інших ліній розрахунки виконуються аналогічно, результати розрахунків заносимо в таблиця 4.3.

Таблиця 4.3 – Розрахунок капіталовкладень для ліній електропередач

Назва лінії	Марка кабелю	Кіл-ть	Довжина, км	К _{пит} , тис.грн	К _{прок} , тис.грн	К _л , тис.грн
ЦРП-ТП1	АПвЭБВ-10 3x35	2	0,111	83,08	4,22	18,98
ЦРП-ТП2	АПвЭБВ-10 3x35	2	0,218	83,08	4,22	37,21
ЦРП-ТП3	АПвЭБВ-10 3x35	2	0,062	83,08	4,22	10,63
Всього						66,82

Капітальні вкладення для електричних підстанцій будуть:

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

де $K_{псі}$ – вартість однієї трансформаторної підстанції, тис. грн. [10];

$K_{пост}$ - 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.

Визначаємо величину капіталовкладень для трансформаторних підстанцій, наприклад, для ТП–1:

$$K_{псі} = 417,43 + 83,49 = 500,913 \text{ (тис.грн)},$$

Результати розрахунків заносимо в таблицю 4.4.

Таблиця 4.4 – Розрахунок капіталовкладень для електричних підстанцій

№	Тип тр-ра	Кількість т-рів	К _{од} , тис.грн	К _{пост} , тис.грн	К _{пс} , тис.грн
КТП-1	ТМ-630	2	417,43	83,49	500,91
КТП-2	ТМ-630	2	417,43	83,49	500,91
КТП-3	ТМ-630	2	417,43	83,49	500,91
Всього					1502,74

Розрахуємо сумарну вартість вимикачів. Відповідно до схеми, зображеної на рис.1, кількість вимикачів 10 кВ – 7 шт.. Відповідно до рекомендацій приймаємо вартість вимикача 10 кВ рівною (50–65) тис. грн.. Сумарна вартість вимикачів:

$$K_B = 9 \cdot 35 = 315 \text{ (тис. грн.)}, \quad (4.7)$$

Вартість підстанцій з вимикачами:

$$K_{пс} = 1502,74 + 315 = 1817,74 \text{ (тис. грн.)}, \quad (4.8)$$

Відповідно сумарна величина капітальних вкладень в систему електропостачання підприємства.

$$K = 66,82 + 1817,74 = 1884,56 \text{ (тис. грн.)}. \quad (4.9)$$

4.3 Розрахунок поточних витрат

4.3.1 Розрахунок потреби в робочій силі

Планова трудомісткість визначається як, люд.-год./рік:

$$T = \Pi \cdot t_{норм} \cdot h, \quad (4.10)$$

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

$t_{норм}$ – норма трудомісткості поточного ремонту або огляду, люд.-год. [10];

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

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

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

$$T_{то} = 12 \cdot t_{пр} \cdot K_{ср} \cdot K_{зм} \cdot h, \quad (4.11)$$

де 12 – кількість місяців у році;

$t_{пр}$ – планова (таблична) трудомісткість поточного ремонту одиниці устаткування люд.-год [10];

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

h – кількість обладнання в групі.

Проводимо розрахунки трудомісткості технічного обслуговування іншого електрообладнання та заносимо їх результати до таблиця 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. трудомісткість люд.год.	К-сть на одиницю облад. огл/рік	Норма трудомісткості люд.год.	Заг. трудомісткість люд.год.
Вимикач 10кВ	9	1	16	144	12	1	108
ТМ-630	6	0,33	100	198	12	20	1440
Кабельна лінія 35 мм ² , км	0,784	1	54	42,35436	1	13,5	10,588
Разом				384,354			1558,588

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. трудомісткість люд.год.	
Вимикач 10кВ	9	2	0,1	12	345,6	453,6
ТМ-630	6	2	0,1	12	1440	2880
Кабельна лінія 35 мм ² , км	0,78434	2	0,1	12	101,65046	112,239
Разом					1887,25046	3445,839

Відповідно знаходимо кількість експлуатаційних робітників, чол.:

$$N_{\text{обс}} = \frac{3445,839}{1900 \cdot 1,05} = 2,13. \quad (4.12)$$

та персоналу для ремонтних робіт, чол.:

$$N_{\text{тр}} = \frac{384,354}{1900 \cdot 1,1} = 0,18. \quad (4.13)$$

Приймаємо за нормами ПУЕ $N_{\text{тр}} = 3$ чол., $N_{\text{обс}} = 2$ 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:

$$\Phi_e = N_{\text{обс}} \cdot \beta_n \cdot t_{\text{ге}} \cdot \Phi_d, \quad (4.14)$$

Годинну тарифну ставку рекомендується розраховувати за формулою:

$$t_{\text{ге}} = ((K3 + K4) / 2) \cdot C_I, \quad (4.15)$$

де K3, K4 – тарифні коефіцієнти III та IV розрядів, відповідно, [10];

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

$$C_i = \frac{3_{\text{min}} \cdot k_{r,i}}{\Phi_H}, \quad (4.16)$$

$$C_I = 6000 \cdot 1 / 176 = 34,09 \text{ грн./год.}$$

Тоді годинна тарифна ставка 3,5 розряду становитиме:

$$t_{\text{ге}} = ((1,18 + 1,27) / 2) \cdot 34,09 = 41,761 \text{ (грн./год.)}, \quad (4.17)$$

Заробітна плата робітників-погодинників:

$$\Phi_e = 3 \cdot 0,9 \cdot 41,761 \cdot 1900 = 214235,795 \text{ (грн./рік)}, \quad (4.18)$$

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

$$\Phi_p = T_{\text{пр}} \cdot t_{\text{гр}}, \quad (4.19)$$

$$t_{\text{гр}} = (K4 + K5) / 2 \cdot C_I, \quad (4.20)$$

де K4, K5 – тарифні коефіцієнти IV та V розрядів, відповідно, [10].

Розраховуємо годинну тарифну ставку 4,5 розряду:

$$t_{\text{гр}} = ((1,27 + 1,36) / 2) \cdot 41,761 = 44,83 \text{ (грн./год.)},$$

$$\Phi_p = 384,354 \cdot 44,83 = 17230,43 \text{ (грн./рік)}.$$

Фонд основної заробітної плати, грн./рік:

$$\Phi_o = \Phi(1+0.05+0.01+\alpha), \text{ (грн./рік)}, \quad (4.21)$$

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:

$$\Phi_{oe} = 214235,8 \cdot (1+0,05+0,01+0,2) = 269937,1 \text{ (грн./рік)}, \quad (4.22)$$

і для ремонтних:

$$\Phi_{op} = 17230,43 \cdot (1+0,05+0,01+0,25) = 22571,86 \text{ (грн./рік)}. \quad (4.23)$$

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:

$$\Phi_{од} = \Phi_o \cdot 1,15, \quad (4.24)$$

$$\Phi_{оед} = 269937,1 \cdot 1,15 = 310427,67 \text{ (грн./рік)},$$

$$\Phi_{опд} = 22571,86 \cdot 1,15 = 25957,64 \text{ (грн./рік)}.$$

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.

$$C_{зп} = \Phi_{об} \cdot \left(1 + \frac{\beta_{п} + \beta_{з} + \beta_{с}}{100} \right), \quad (4.25)$$

де $\beta_{п}$ - нарахування в пенсійний фонд, $\beta_{п} = 32\%$;

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

β_c - нарахування на соціальне страхування, $\beta_{\bar{n}} = 4\%$.

Відповідно розраховуємо витрати по заробітній платі експлуатаційному персоналу:

$$C_{\text{зн}} = 310427,67 \cdot \left(1 + \frac{32 + 1,5 + 1,5}{100} \right) = 419077,35 \text{ (грн./рік)},$$

і ремонтному персоналу:

$$C_{\text{зпр}} = 25957,64 \cdot \left(1 + \frac{32 + 1,5 + 1,5}{100} \right) = 35042,82 \text{ (грн./рік)}.$$

4.3.3 Планування вартості матеріалів, що витрачаються

Розрахунок трудомісткості спрощується при виконанні його в табличній формі. Оскільки вартість конкретного виду матеріалу можна визначити як добуток норми його витрат на ціну, то доцільно по кожному виду устаткування і мереж визначити підсумкову вартість усіх матеріалів, а потім її помножити на трудомісткість поточного ремонту чи технологічного обслуговування.

Необхідні дані для розрахунку беремо з [10], результати розрахунків заносимо до таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 – Розрахунок вартості матеріалів, включених у норму витрат

Матеріал	Ціна матеріалу, грн.	Норми витрат матер. на 100 люд.-год. трудомісткості ремонту і тех. обслуговування				Вартість матеріалу, грн.			
		1000	1600	2500	10000	1000	1600	2500	10000
Силкові трансформатори		1000	1600	2500	10000	1000	1600	2500	10000
Сталь сортова, кг	7,5	6	7	7	10	44,95	52,44	52,44	74,91
Провід установлюваний, м	3,1	0,5	0,5	0,5	0,5	1,55	1,55	1,55	1,55
Мідь-алюміній (гола), кг	69,8	62	73	73	79	4324,50	5091,75	5091,75	5510,25
Картон електроізоляційний, кг	33,6	1,4	1,6	1,6	1,7	47,08	53,81	53,81	57,17
Лакотканина (ширина 700мм), м	93,3	0,2	0,21	0,21	0,3	18,65	19,59	19,59	27,98
Кабельний папір, кг	27,5	0,6	0,6	0,6	0,6	16,50	16,50	16,50	16,50
Стрчка кіперна, кг	336,3	40	41	41	42	13452,00	13788,30	13788,3	14124,60
Стрчка тафтяна, кг	249,8	18	24	24	28	4497,12	5996,16	5996,16	6995,52
Стрчка азбестова, м	7,4	0,05	0,08	0,08	0,09	0,37	0,59	0,59	0,66
Лаки ізоляційні, кг	40,2	1,5	1,6	1,6	1,8	60,35	64,37	64,37	72,41
Емалі ґрунтові, кг	44,1	2,5	3,1	3,1	3,2	110,33	136,80	136,80	141,22
Масло трансформаторне, кг	13,6	0,58	1,2	1,2	1,3	7,91	16,36	16,36	17,73
Бензин, кг	6,9	0,7	0,9	0,9	1	4,84	6,23	6,23	6,92

Розчинники кг	19,5	0,8	1	1	1,2	15,60	19,50	19,50	23,40
Маслостійка гума, кг	50,0	0,4	0,5	0,5	0,6	20,00	25,01	25,01	30,01
Гума профільна, кг	50,0	0,13	0,09	0,09	0,09	6,50	4,50	4,50	4,50
Припій олов'яно-свинцевий, кг	476,1	0,02	0,02	0,02	-	9,52	9,52	9,52	
Припій мідно-фосфорний, кг	88,5	0,03	0,03	0,03	-	2,66	2,66	2,66	
Електроди, кг	16,4	0,15	0,2	0,2	0,3	2,47	3,29	3,29	4,93
Засоби кріплення, кг	20,9	2	2,5	2,5	3	41,88	52,35	52,35	62,82
Дріт кручений,	2,7	0,3	0,3	0,3	0,37	0,82	0,82	0,82	1,01
Матеріали обтиску, кг	27,3	0,4	0,5	0,5	0,5	10,91	13,64	13,64	13,64
Разом:						22696	25376	25376	27188
Кабельні лінії									
Сталь сортова, кг	7,5		2				15,0		
Електроди, кг	16,5		0,1				1,6		
Разом:							16,6		

Вартість матеріалу на технічну операцію:

$$C_M = 0,01 \cdot \left(\sum_{i=1}^n C_{0i} \cdot T_i + L \cdot C_{ЛЮ} \right), \quad (4.26)$$

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,

$C_{ЛЮ}$ – питома вартість матеріалів на обслуговування кабелів.

Отже, вартість матеріалів на ремонт: $C_{мпр} = 44945,11$ (грн/рік);

і вартість матеріалів на технічне обслуговування: $C_{мто} = 653663,43$ (грн / рік).

Отже, можна розрахувати:

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

$$C_{обс} = C_{зпе} + C_{мто}, \quad (4.27)$$

$$C_{обс} = 419077,35 + 653663,43 = 1072740,78 \text{ (грн/рік);}$$

та витрати на їх поточний ремонт, грн/рік:

$$C_{пр} = C_{зпр} + C_{мпр}, \quad (4.28)$$

$$C_{пр} = 35042,82 + 44945,11 = 79987,93 \text{ (грн/рік).}$$

4.3.4 Визначення амортизаційних відрахувань і інших витрат

Знаходимо амортизаційні відрахування за формулою:

$$C_a = a \cdot K, \quad (4.29)$$

де a – норма амортизації, %

K – капіталовкладення, грн.

$$C_a = 0,06 \cdot 1884561,47 = 113073,688 \text{ (грн/рік)}.$$

Окремою складовою в кошторисі річних поточних витрат виділяються інші витрати. Вони включають витрати на допоміжні матеріали, послуги виробничим підрозділам підприємства, частину загальнозаводських витрат. Їх можна приймати в розмірі 20 - 30% від суми витрат на обслуговування, поточний ремонт і амортизацію, тис. грн/рік:

$$C_{ip} = \beta_{ip} (C_{обс} + C_{пр} + C_a); \quad (4.30)$$

де β_{ip} - коефіцієнт відрахувань на інші витрати.

$$C_{ip} = 0,25 \cdot (1072740,78 + 79987,93 + 113073,688) = 316450,6 \text{ (грн/рік)}.$$

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

Таблиця 4.8 – Кошторис річних поточних витрат

Стаття витрат	Величина витрат, грн	Структура, % до підсумку
Витрати по експлуатації енергоустановок і мереж	1072740,78	67,80
Витрати на поточний ремонт	79987,93	5,06
Витрати на амортизацію	113073,69	7,15
Інші витрати	316450,60	20,00
Разом	1582253,00	100

4.4. Розрахунок собівартості електроенергії

4.4.1 Розрахунок річного споживання і втрат 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:

$$E_{ai} = P_p \cdot T_{mi}, = K_p \cdot P_{ном} \cdot T_{mi}, \quad (4.31)$$

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

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

K_p – коефіцієнт попиту.

Для прикладу визначимо річні витрати активної електроенергії для цеху №1:

$$E_{a1} = 297,35 \cdot 4000 = 1189400 \text{ (кВт год./ рік)}.$$

Аналогічно визначаємо річні витрати активної електроенергії для інших цехів. Результати розрахунків заносимо в таблицю 4.9.

Таблиця 4.9 – Річні витрати активної електроенергії по цехах

№	Назва цеху	К-сть змін	S_p , кВА	T_m , год.	$\cos \phi$	P_p , кВт	E_a , кВт·год./рік
1	Каналізаційно насосна станція	2	368,9	4000	0,8	297,35	1189400
2	Склад №1	2	73,45	4000	0,7	57,03	228120
3	Водонасосна станція	2	275,95	4000	0,65	181,61	726440
4	Склад №2	2	56,38	4000	0,9	47,65	190600
5	Ремонтний цех	2	160,61	4000	0,65	107,64	430560
6	Станція знезараження води	2	228,81	4000	0,8	185,69	742760
7	Очисний комплекс	2	312,75	4000	0,7	225,78	903120
8	Лабораторія	2	103,73	4000	0,75	82,03	328120
9	Котельня	2	278,88	4000	0,8	225,04	900160
10	Пилорама	2	29,64	4000	0,75	24,24	96960
11	Адмінбудівля	2	33,64	4000	0,9	30,29	121160
12	Пожежне депо	2	29,98	4000	0,7	23,69	94760
13	Гаражі	2	26,06	4000	0,8	22,17	88680
14	Майстерні	2	75,82	4000	0,8	61,91	247640
	Разом					1572,12	6288480

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

$$\Delta E_T = n \cdot \Delta P_{xx} \cdot T_p + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_{кз} \cdot \left(\frac{S_\phi}{S_H} \right)^2 \cdot \tau, \quad (4.36)$$

де n - кількість трансформаторів;

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

T_p - час роботи трансформаторів, год./рік (приймається рівним 8760 год./рік);

S_ϕ - фактична потужність, яка передається через трансформатори, кВА;

S_H - номінальна потужність одного трансформатора, кВА.

Відповідно втрати енергії в трансформаторах ТП-1:

$$\Delta E_T = 2 \cdot 1,31 \cdot 8760 + (1/2) \cdot 8,5 \cdot \left(\frac{745,221}{630} \right)^2 \cdot 2405,3 = 37254,78 \text{ (кВт·год/рік)}.$$

Для інших ТП проводимо аналогічні розрахунки і їх результати зводимо у табл. 4.11.

Таблиця 4.11 – Втрати енергії в трансформаторах

№	Тип т-ра	К-сть	ΔP_x , кВт	ΔP_k , кВт	S_p , кВА	S_H , кВА	ΔE_T , кВт·год./рік
КТП-1	ТМ-630	2	1,31	8,5	745,221	630	37254,78
КТП-2	ТМ-630	2	1,31	8,5	576,73	630	31518,02
КТП-3	ТМ-630	2	1,31	8,5	723,53	630	36434,23
Разом							105207,03

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

$$E = E_a + \Delta E_{л} + \Delta E_T; \quad (4.37)$$

$$E = 6288480 + 1246,43 + 105207,03 = 6394933,46 \text{ (кВт·год./рік)}.$$

Оплата за спожиту електроенергію:

$$\Pi_1 = 5,3215 \cdot 6394933,46 = 34030638,38 \text{ (грн.);} \quad (4.38)$$

4.4.2 Розрахунок собівартості електроенергії

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

$$S = \frac{C_{\text{сум}} \cdot 100}{E_a}, \quad (4.39)$$

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:

$$C_{\text{сум}} = \Pi + C_{\text{п}}, \quad (4.40)$$

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:

$$C_{\text{п}} = C_{\text{обс}} + C_{\text{пр}} + C_a + C_{\text{іпр}}, \quad (4.41)$$

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;

$$C_{\text{п}} = 1072740,78 + 79987,93 + 113073,688 + 316450,6 = 1582253 \text{ (грн/рік).}$$

Отже, сумарні витрати визначаються так:

$$C_{\text{сум}} = 34030638,38 + 1582253 = 35612891,39 \text{ (грн/рік).}$$

Отже, собівартість електроенергії

$$S = \frac{35612891,39 \cdot 100}{6288480} = 566,32 \text{ (коп./кВтгод.)}.$$

Для наочності результати розрахунків зводимо в таблицю 4.12.

Таблиця 4.12 –Результати розрахунків

Показники	Позна-чення	Величина показників	Одиниця вимірювання
К-сть корисно спожитої ел.енергії	Е _а	6288480	кВт·год.
Річне споживання ел.енергії із втратами	Е	6394933,46	кВт·год.
Плата за електроенергію	П	34030638,38	грн.
Витрати на передачу і розподіл ел.ен.	С _п	1582253,00	грн.
Сумарні витрати під-ва	С _{сум}	35612891,39	грн.
Собівартість ел.енергії	S	566,32	коп/кВт·год.

В даному розділі дипломної роботи було проведено розрахунок основних техніко-економічних показників спроектованої СЕП підприємства та розраховано собівартість електричної енергії.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У випускній магістерській роботі розглянуті заходи з оцінювання енерговикористання Славутського управління водопровідно-каналізаційного господарства Хмельницької області, де встановлено сучасне автоматизоване електрообладнання, яке має високі технологічні і функціональні можливості.

Згідно ГОСТ 12.003-74, при роботі оперативного-ремонтного електротехнічного персоналу, який обслуговує обладнання водопровідно-каналізаційної системи, на нього впливають наступні шкідливі та небезпечні виробничі фактори.

Фізичні:

- рухомі машини і механізми;
- рухомі частини виробничого обладнання;
- вироби, заготовки, матеріали, що пересуваються;
- підвищена та знижена температура поверхонь обладнання;
- підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони;
- підвищена та знижена температура повітря робочої зони;
- підвищена та знижена рухомість повітря;
- підвищена та знижена вологість повітря;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищений рівень вібрації;
- небезпечне значення напруги в електричному колі, замикання якого може відбутись через тіло людини;
- підвищений рівень інфрачервоної радіації;
- нестача природного освітлення;
- недостатнє освітлення робочої зони;
- розташування робочого місця на значній висоті відносно поверхні землі (підлоги);
- гострі кромки, задирки та шорсткість на поверхнях заготовок, інструментів та обладнання.

Хімічні:

по характеру дії на організм людини:

- токсичні (оксид вуглецю);

Психофізіологічні:

- фізичні перевантаження (динамічні);

- нервово-психічні перевантаження (монотонність праці, перенапруга аналізаторів, емоційне перевантаження).

5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта

5.1.1 Електробезпека

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

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

Улаштування та експлуатація електроустановок повинні здійснюватися відповідно до Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів (наказ від 25.07.2006 № 258 Мінпаливенерго України), Правил улаштування електроустановок (наказ від 28.08.2006 № 305 Мінпаливенерго України), НПАОП 0.00-1.29, НПАОП 40.1-1.01, НПАОП 40.1-1.07, НПАОП 40.1-1.21, НПАОП 40.1-1.32. Електробезпека на будівельному майданчику повинна забезпечуватися відповідно до вимог ГОСТ 12.1.013.

Улаштування і технічне обслуговування тимчасових і постійних електричних мереж на виробничій території повинен здійснювати персонал, що має відповідну кваліфікаційну групу з електробезпеки.

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 у 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.

Перевіряти відсутність напруги необхідно показчиком напруги заводського виготовлення, справність якого перед застосуванням слід перевірити за допомогою призначених для цього спеціальних приладів або наближенням до струмопровідних частин, розташованих поблизу, які явно перебувають під напругою.

В електроустановках напругою понад 1000 В користуватися показчиком напруги необхідно в діелектричних рукавичках.

Якщо показчик напруги падав або був підданий механічним ударам, то користуватися ним без повторної перевірки забороняється.

У ВРУ напругою до 220 кВ перевіряти відсутність напруги показчиком дозволяється тільки в суху погоду.

Під час туману, дощу, снігопаду відсутність напруги допускається перевіряти ретельним простежуванням схеми в натурі. У цьому випадку відсутність напруги на лінії, що відходить, підтверджується оперативними працівниками.

Якщо під час перевірки схеми будуть помічені ознаки наявності напруги (корона на ошиновці та іншому устаткуванні або іскріння під час комутації роз'єднувачів), то схему слід перевірити повторно, про свої зауваження щодо стану устаткування повідомити оперативних працівників.

Перевірку відсутності напруги на відключеному устаткуванні повинен провадити допускар після вивішування попереджувальних плакатів.

Перевірку відсутності напруги слід провадити між усіма фазами та між кожною фазою і землею, а також кожною фазою і нульовим проводом, а на вимикачі і роз'єднувачі – на всіх шести вводах, затискачах.

Якщо на місці робіт є розрив електричного кола, то відсутність напруги перевіряється на струмопровідних частинах з обидвох боків розриву.

Постійні обгородження знімаються або відкриваються безпосередньо перед перевіркою відсутності напруги.

Перевіряти відсутність напруги вивіренням схеми у натурі дозволяється у ВРУ, КРУ і КТП зовнішньої установки, а також на ПЛ під час туману, дощу, снігопаду у випадку відсутності спеціальних показчиків напруги.

Під час вивірення схеми у натурі відсутність напруги на вводах ПЛ і КЛ підтверджується черговим, в оперативному управлінні якого перебувають лінії.

На ПЛ вивірення схеми у натурі полягає в перевірці напрямку і зовнішніх ознак лінії, а також позначень на опорах, які мають відповідати диспетчерським найменуванням ліній.

Перевіряти відсутність напруги в електроустановках підстанцій та в РУ дозволяється одному працівнику зі складу оперативних або оперативно-ремонтних працівників з групою IV в електроустановках понад 1000 В і з групою III - в установках до 1000 В.

На ПЛ перевірку відсутності напруги мають виконувати два працівники : на ПЛ напругою понад 1000 В з групами не нижче IV і III, на напругою до 1000В – з групою III.

На дерев'яних та залізобетонних опорах напругою від 6 до 20 кВ, а також під час роботи з телескопічної вишки в разі перевірки відсутності напруги показчиком, заснованим на принципі проходження ємнісного струму, має бути забезпечена його необхідна чутливість. Для цього показчик необхідно заземлити проводом з поперечним перерізом не менше 4мм^2 , якщо інше не вимагається заводською інструкцією.

На ПЛ в разі підвішування проводів на різних рівнях перевіряти відсутність напруги показчиком і встановлювати заземлення слід пофазно знизу догори, починаючи з нижнього проводу. В разі горизонтального підвішування перевірку слід починати з найближчого проводу.

В електроустановках напругою до 1000 В із заземленою нейтраллю в разі застосування двополюсного показчика перевіряти відсутність напруги потрібно як між фазами, так і між кожною фазою та зануленим корпусом устаткування або нульовим проводом. Допускається застосовувати попередньо перевірений вольтметр. Користуватися "контрольними" лампами забороняється.

Пристрої, що сигналізують про відключений стан апаратів, блокувальні пристрої, постійно ввімкнені вольтметри тощо є тільки допоміжними засобами, на

підставі показань або дії яких не допускається робити висновки про відсутність напруги.

Показання сигнальних пристроїв про наявність напруги є безумовною ознакою неприпустимості наближення до даного устаткування.

Перевірку відсутності напруги слід провадити між усіма фазами та між кожною фазою і землею, а також кожною фазою і нульовим проводом, а на вимикачі і роз'єднувачі - на всіх шести вводах, затискачах.

Якщо на місці робіт є розрив електричного кола, то відсутність напруги перевіряється на струмопровідних частинах з обидвох боків розриву. Постійні огороження знімаються або відкриваються безпосередньо перед перевіркою відсутності напруги.

Перевіряти відсутність напруги вивіренням схеми у натурі дозволяється у ВРУ, КРУ і КТП зовнішньої установки, а також на ПЛ під час туману, дощу, снігопаду у випадку відсутності спеціальних покажчиків напруги. Під час вивірення схеми у натурі відсутність напруги на вводах ПЛ і КЛ підтверджується черговим, в оперативному управлінні якого перебувають лінії.

5.1.2 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

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

Для надання першої медичної допомоги при нещасних випадках повинна бути аптечка з набором необхідних перев'язочних матеріалів та медикаментів.

Під час роботи, пов'язаної з дотиком до струмовідних частин електродвигуна, що обертаються, і механізму, який вони приводять в рух, необхідно зупинити двигун і на його пусковому пристрої або ключі керування, якщо можливе обертання електродвигунів від з'єднаних з ним механізмів, слід зачинити і замкнути на замок засуви і шибери цих механізмів, а також вивісити плакат «Не вмикати! Працюють люди».

Забороняється знімати огороження тих частин електродвигунів, що обертаються під час їх роботи.

Під час роботи електродвигунів заземлення може бути встановлене на будь-якій ділянці кабельної лінії, що з'єднують електродвигуни з РУ (збіркою). Під час роботи на механізмі, не пов'язаної з доторканням до частин, що обертаються, і у випадку роз'єднання з'єднувальної муфти, заземлювати кабельну лінію не слід.

На однотипних або близьких за габаритом електродвигунах, встановлюють поряд з тим, на якому проводять роботи, слід вивісити плакат «Стій! Напруга» незалежно від того, чи перебувають вони у роботі чи у резерві.

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. При цьому слід розрізняти оптимальні та допустимі мікрокліматичні умови.

Допустимі мікрокліматичні умови - поєднання кількісних показників мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливові на людину можуть викликати скороминучі зміни, що швидко нормалізують тепловий стан організму, і які супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції, не виходячи за межі фізіологічних пристосувальних можливостей. При цьому виникає пошкодження або порушення стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності.

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). Робота оператора силової установки відноситься до легкої фізичної роботи категорія Іа, бо людина-оператор практично весь свій робочий день проводить сидячи.

Параметри мікроклімату наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Нормування параметрів мікроклімату

Період року	Категорія робіт	Температура, °С	Відносна вологість	Швидкість руху
Теплий	Іа	22-28	55 при 28°С	0,1-0,2
Холодний	Іа	21-25	75 при 25°С	Не більше 0,1

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату на робочому місці оператора крану передбачається:

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

5.2.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується концентраціями (ГДК) в мг/м. В умовах роботи на граничнодопустимих концентраціях можливими забруднювачами повітря робочої зони можуть бути пил та шкідливі гази, їх ГДК наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі ' робочої зони в кабіні оператора установки

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Вуглецю оксид (СО)	3	1	4
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4

Для забезпечення складу повітря робочої зони передбачено:

Провітрювання;

Цілісність конструкції кабіни та вікон для перешкоджання попадання пилу в приміщення кабіни під час роботи установки;

Встановлення пиловловлюючих засобів.

5.2.3 Штучне та природне виробниче освітлення

Природне освітлення.

В залежності від джерела світла промислове освітлення поділяється на: - природне освітлення – освітленість приміщень світлом неба (прямого або відображеного), яке проникає через світлові пройми в зовнішніх огорожених конструкціях. По своєму спектральному складу воно є найбільш сприятливим. Природне 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.

Основною величиною для розрахунку і нормування природного освітлення є коефіцієнт природної освітленості (КПО). Прийняте роздільне нормування КЕО для бічного і верхнього освітлення. 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 пристосувальне до розташування обладнання. Комбіноване освітлення - додаткове освітлення, при якому до загального освітлення додається ще й місцеве. Місьцеве освітлення - освітлення, яке створюється світильниками, які концентрують світловий потік безпосередньо на робочих місцях.

Характеристика зорових робіт - середньої точності.

Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 розряд зорової роботи IV, підрозряд «г». Параметри виробничого освітлення наведено в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Харакка 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		
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0 включно	IV	г	середній великий великий	світлий світлий середній	-	200	4	2,4

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 4,5 метра.

При експлуатації здійснюється контроль за рівнем напруги освітлювальної мережі, своєчасна заміна перегорілих ламп, забезпечується чистота повітря у приміщенні.

5.2.4 Виробничий шум

Рівень звуку вимірюється в децибелах і визначається по формулі:

$$L = 20 \cdot \lg\left(\frac{P}{P_0}\right) = 20 \cdot \lg\left(\frac{U}{U_0}\right), \quad (5.1)$$

де L - рівень шуму, дБ;

P - звуковий тиск, Па;

U_0 - коливальна швидкість, $5 \cdot 10^{-8}$ м/с;

P_0 - нульове значення звукового тиску на нижньому порозі чутності в октавній смузі зі середньгеометричною частотою 1000 Гц, умовно прийняте рівним $2 \cdot 10^{-5}$ Па.

Для відносної логарифмічної шкали в якості нульових рівнів обрані показники, що характеризують мінімальний поріг сприйняття звуку людським вухом на частоті 1000 Гц. Нормативним документом, який регламентує рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є «ССБТ. Шум Загальні вимоги безпеки».

Параметри виробничого шуму наведено в таблиці 5.4.

Шум порушує нормальну роботу шлунка, особливо впливає на центральну нервову систему. Для забезпечення допустимих параметрів шуму в приміщенні, проектом передбачено засоби колективного захисту: акустичні, архітектурно-планувальні й організаційно-технічні.

Таблиця 5.4 – Рівень звукового тиску

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц								
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Постійні робочі місця в промислових приміщеннях	107	95	87	82	78	75	73	71	69

Засоби боротьби із шумом в залежності від числа осіб, для яких вони призначені, поділяються на засоби індивідуального захисту і на засоби колективного захисту - «ССБТ. Засоби індивідуального захисту органів слуху. Загальні технічні умови і методи випробувань» і «Засоби і методи захисту від шуму. Класифікація».

Для зниження шуму в приміщенні, необхідно:

- безпосередньо біля джерел шуму використовувати звукопоглинаючі матеріали для покриття стелі, стін, застосовувати підвісні звукопоглиначі.
- для боротьби з вентиляційним шумом потрібно застосовувати мало шумові

вентилятори.

5.2.5 Виробничі вібрації

Вібрація відноситься до факторів, які мають велику біологічну активність. Як загальна, так і локальна вібрація несприятливо впливає на організм людини, викликає зміну у функціональному стані вестибулярного апарату, центральної нервової, серцево-судинної систем, погіршує самопочуття та може призвести до розвитку професійних захворювань.

У нашому цеху присутня вібрація типу – За Тобто технологічна вібрація діюча на персонал цеху, або яка передається на робочі місця, не маючи джерел випромінювання.

Основні параметри вібрації, такі як середньоквадратичне значення віброприскорення та віброшвидкості, логарифмічні рівні приведені у таблиці 5.5

Таблиця 5.5 – Середньоквадратичні значення віброприскорення та віброшвидкості

Категорія вібрації по санітарним нормам	Напрямок дії	Нормативні, корекційовані по частоті та еквівалентні корекційовані значення			
		Віброприскорення		Віброшвидкість	
		$\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$	дБ	$\text{m}\cdot\text{s}^{-2}\cdot 10^{-2}$	дБ
Загальна	Z_0, Y_0, X_0	0,1	100	0,2	92

Для зменшення дії вібрацій на працюючих проектом передбачено:

- динамічне погашення вібрації - приєднання до захисного об'єкту системи, реакції якої зменшують розмах вібрації об'єкта в точках приєднання системи;

- зміна конструктивних елементів машин;

- застосування засобів індивідуального захисту, а саме рукавиці, вкладиші і прокладки, віброзахисне взуття з пружнодемпферуючою основою.

5.2.6 Психофізіологічні фактори

Психофізіологічні фактори вибираються відповідно з Гігієнічною класифікацією праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу, затвердженої Наказом Міністерства охорони здоров'я № 528 від 27 грудня 2001 року.

Фізичні навантаження.

Робоча поза: Періодичне перебування в незручній позі (робота з поворотом тулуба, незручним розташуванням кінцівок) та/або фіксованій позі (неможливість зміни взаємного розташування різних частин тіла відносно одна одної) до 25% часу зміни. Знаходження в позі стоячи до 60% часу зміни.

Сумарна маса вантажів, що переміщуються протягом кожної години зміни: з робочої поверхні (чоловіки): до 870

Нахили корпуса (вимушені, більше 30), кількість за зміну: 51 – 100

Переміщення у просторі (переходи, обумовлені технологічним процесом протягом зміни), км

По горизонталі: до 8

По вертикалі: до 4

Інтелектуальні навантаження: Рішення простих альтернативних завдань згідно з інструкцією

Зміст роботи: Сприймання сигналів з наступною корекцією дій та операцій, Обробка, виконання завдання та його перевірка, Робота за встановленим графіком з можливим його коректуванням у ході діяльності

Сенсорні навантаження:

Тривалість зосередженого спостереження (в % від часу зміни) 25-50

Щільність сигналів (світлових, звукових) та повідомлень в середньому за годину роботи 75-175

Кількість виробничих об'єктів одночасного спостереження 5- 10

Навантаження на зоровий аналізатор (Спостереження за екранами відеотерміналів (годин на зміну) 2-3

Навантаження на слуховий аналізатор (при виробничій необхідності сприйняття мови чи диференційованих сигналів) Розбірливість слів та сигналів від 90% до 70%

Навантаження на голосовий апарат (сумарна кількість годин, що наговорюються протягом тижня) 16-20

Емоційне навантаження:

Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності. Значущість помилки – Несе відповідальність за функціональну якість допоміжних робіт (завдань). Вимагає додаткових зусиль з боку керівництва (бригадира, майстра та ін.)

Ступінь ризику для власного життя

Ступінь відповідальності за безпеку інших осіб

Монотонність навантажень:

Кількість елементів (приймів), необхідних для реалізації простого завдання або в операціях, які повторюються багаторазово 10-6

Тривалість виконання простих виробничих завдань чи операцій, що повторюються (сек.) 100-25

Монотонність виробничої обстановки (час пасивного спостереження за технологічним процесом в % від часу зміни) 76-90

Режим праці

Фактична тривалість робочого дня (год.) 8 – 9

Змінність роботи Двозмінна робота (без нічної зміни)

Наявність регламентованих перерв та їх тривалість Перерви регламентовані, недостатньої тривалості: від 3% до 7% часу зміни

5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Визначення області працездатності системи електроспоживання Славутського управління водопровідно-каналізаційного господарства в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій

Загальними ознаками надзвичайних ситуацій є: матеріальні збитки, істотне погіршення стану довкілля, наявність або загроза загибелі людей, чи суттєві погіршення умов їх життєдіяльності. Надзвичайні ситуації можуть мати природний та техногенний характер. Зростання кількості надзвичайних ситуацій, важкість їх наслідків змушують розглядати їх як серйозну загрозу безпеці окремої людини, суспільству та довкіллю, а також як загрозу електричним системам.

Вплив радіації на матеріал і деталі обладнання залежить від виду випромінювань, дози радіації і умов оточуючого середовища. В елементній базі системи електропостачання під дією іонізуючих випромінювань можливі зміни електричних і експлуатаційних характеристик, що залежать від порушення структури матеріалів.

Органічні матеріали є дуже чутливими до радіації. Дія останньої призводить до перетворення молекул в цих матеріалах, яка супроводжується хімічними реакціями, в яких виникають незворотні зміни структури речовин та їх механічних властивостей. До даних речовин належать полімерні матеріали, зокрема лавсанова плівка, якою здійснено ізоляцію. Дія іонізуючих і електромагнітних випромінювань на електричні системи може призвести до згорання чутливих електронних і електричних елементів, пов'язаних з великими антенами чи відкритими провідниками. В радіоелектронній апаратурі іонізуючі випромінювання викликають зворотні і незворотні процеси, внаслідок яких можуть виникнути порушення в роботі електричних елементів схеми, що приведе до виходу з ладу апаратури.

Обладнання має в своєму складі ряд радіоелементів, серед яких резистори, конденсатори, діоди та мікросхеми. Останні особливо піддаються дії електромагнітного імпульсу та іонізуючого випромінювання, оскільки в них найменша границя стійкості до іонізуючого випромінювання. Цей фактор буде врахований при подальших розрахунках.

При оцінці впливу електромагнітного імпульсу на струмопровідні елементи необхідно враховувати, що електромагнітний імпульс мають горизонтальну і вертикальну складові напруженостей електричного поля і тому повинні визначатися значення напруг, які наводяться як на вертикальних, так і на горизонтальних ділянках ліній. Основну небезпеку при наземних і повітряних вибухах являє вертикальна складова напруженості електричного поля, яка перевищує горизонтальну складову приблизно на три порядки.

5.3.1 Визначення області працездатності СЕС Славутського управління водопровідно-каналізаційного господарства в умовах дії іонізуючих випромінювань

В якості критерію стійкості роботи СЕС використовується граничне значення рівня радіації.

Основними елементами в даному дипломному проекті, від яких залежить робота системи електропостачання, є транзистори, мікросхеми, діоди загального призначення, резистори, конденсатори. Для кожного з цих елементів визначається максимальне значення потужності експозиційних доз, при яких можуть відбутися зворотні зміни. Дані заносяться до таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 — Максимально-допустимі значення потужності дози γ – випромінювання

№	Блоки	Елементи СЕС	Потужність дози γ - випромінювання $P_{\text{гр}}, P/\text{год}$	Границя стійкості $P_{\text{гр}},$ $P/\text{год}$
1	Блок живлення	Резистори, R12	10^6	10^4
		Конденсатори, K21У-4	10^6	
2	Блок управління	Транзистори, Т-123	10^5	
		Діоди, Т143-1000	10^5	
		Мікросхеми, LW1521	10^4	

Із таблиці 5.1 визначимо найбільш уразливий елемент. Такими елементами є мікросхеми, $P_{\text{звор}} = 10^4 P/\text{год}$.

Тоді визначаємо граничне значення рівня радіації із врахуванням $K_{\text{посл}}$

$$p'_{\text{гран}} = p_{\text{гран}} \cdot K_{\text{Н}} \cdot K_{\text{посл}} [Pад / с], \quad (5.1)$$

де $p_{\text{гран}}$ – межа стійкості роботи приладу, Рад/с;

K_H – коефіцієнт надійності елементної бази, $K_H = 0,9 \dots 0,95$, приймаємо $K_H = 0,92$;

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

Тоді:

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

Визначимо допустимий час роботи РЕА в заданих умовах:

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

$$t_{\text{доп}} = \frac{10^4 \cdot 2 + 2 \cdot 1,84 \cdot \sqrt{1}}{2 \cdot 1,84} = 5435,78 \text{ год}$$

Отже, область працездатності системи електропостачання системи електроспоживання Славутського управління водопровідно-каналізаційного господарства в умовах дії іонізуючих випромінювань лежить в межах від 0 до $1,84 \cdot 10^4$ Р/год.

5.3.2 Визначення області працездатності СЕС Славутського управління водопровідно-каналізаційного господарства в умовах дії електромагнітного імпульсу

Початкові дані: $U_{\text{ж}} = 220$ В - напруга живлення пристрою;

$L_{\Gamma} = 2,5$ м - довжина горизонтальних струмоведучих частин.

Область працездатності системи електроспоживання в умовах дії електромагнітного імпульсу коефіцієнтом безпечної роботи K_6

$$K_6 = 20 \lg \frac{U_d}{U_{B(\Gamma)}} \geq 40 \text{ [дБ]}, \quad (5.6)$$

де U_d - допустимі коливання напруги живлення пристрою, В;

$U_{B(\Gamma)}$ - напруга наведена за рахунок електромагнітного імпульсу у вертикальних (горизонтальних) струмопровідних частинах, В.

Визначаємо допустимі коливання напруги живлення

$$U_{\text{д}} = U_{\text{ж}} + \frac{U_{\text{ж}}}{100} \cdot N \text{ [В]}, \quad (5.4)$$

де $U_{\text{ж}} = 5\text{В}$ - напруга живлення пристрою;

$N = 10\%$ - коливання напруги живлення.

Підставивши значення для $U_{\text{ж}}$ і N в (5.3), отримуємо:

5.3 Дослідження області працездатності оптико-частотного витратоміра газових сумішей в умовах дії електромагнітного імпульсу.

За критерій стійкості роботи оптико-частотного витратоміра газових сумішей в умовах дії електромагнітного імпульсу можна прийняти коефіцієнт безпеки [38], який визначається за формулою:

$$K_{\text{Б}} = 20 \cdot \lg \frac{U_{\text{д}}}{U_{\text{Г}}} \geq 40 \text{ дБ}, \quad (5.3)$$

де $U_{\text{Г}}$ – напруга наведення за рахунок електромагнітних випромінювань горизонтальних струмопровідних частин плати, В;

$U_{\text{д}}$ – допустиме коливання напруги живлення, В.

Визначаємо допустиме коливання напруги живлення

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

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

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

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

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

$$20 \cdot \lg \frac{U_{\text{д}}}{U_{\text{Г}}} = 40 \quad (5.5)$$

$$U_{\text{Г}} = \frac{U_{\text{д}}}{100} \text{ [В]}, \quad (5.6)$$

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

Вертикальна складова напруженості електричного поля визначається як:

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

звідки

$$E_B = \frac{U_{\Gamma}}{l_{\Gamma}} [B / m], \quad (5.8)$$

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

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

Отже, область працездатності системи електропостачання Славутського управління водопровідно-каналізаційного господарства в умовах дії електромагнітного імпульсу визначається вертикальною складовою напруженості електричного поля в межах від 0 до 3,15 кВ/м.

5.3.3 Розробка превентивних заходів по підвищенню стійкості роботи СЕС Славутського управління водопровідно-каналізаційного господарства в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій

Для підвищення стійкості роботи системи електроспоживання до дії іонізуючого випромінювання можна застосувати більш якісні електричні елементи, або використовувати захисне покриття з сплавів на основі тугоплавких і рідкоземельних металів та використовувати спеціальні екрани для збільшення $K_{\text{посл}}$.

Для підвищення безпеки роботи системи електропостачання до дії електромагнітного імпульсу слід застосувати пасивний екран. Щоб визначити якої товщини необхідна його стінка, знайдемо перехідне затухання екрану:

$$A = K_{\text{Бном}} - K_{\text{Бмін}}, \quad (5.7)$$

де $K_{\text{Бном}}$ - номінальний коефіцієнт безпеки ($K_{\text{Бном}}=40$ дБ);

$K_{\text{Бмін}}$ - мінімальний коефіцієнт безпеки, отриманий під час розрахунків. Для блоку живлення ($U_{\text{ж}}=220$ В)

$$A = 40 + 12,25 = 52,25 \text{ (дБ)}.$$

Для блоку управління ($U_{жк}=220\text{В}$)

$$A = 40+14,13 = 54,13 \text{ (дБ)}.$$

Товщину захисного екрану знайдемо за формулою

$$t = \frac{A}{5,2 \cdot \sqrt{f}} \text{ [см]}. \quad (5.8)$$

де t – товщина стінки екрана, см;

$$f=15000 \text{ Гц}.$$

Для блоку живлення товщина екрану:

$$t_1 = \frac{52,25}{5,2 \cdot \sqrt{15000}} = 0,076 \text{ (см)} .$$

Для блоку управління товщина екрану:

$$t_2 = \frac{54,13}{5,2 \cdot \sqrt{15000}} = 0,0847 \text{ (см)} .$$

Отже, із застосуванням сталевих пасивних екранів товщиною не менше 1 мм робота системи електроспоживання Славутського управління водопровідно-каналізаційного господарства буде стійкою.

Також, у даному розділі було визначено область працездатності СЕС Славутського управління водопровідно-каналізаційного господарства в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій і доведено, що в умовах дії іонізуючих випромінювань система електропостачання буде стабільно працювати при рівні радіації, який знаходиться в межах від 0 до $1,84 \cdot 10^4$ Р/год та при дії електромагнітного імпульсу, якщо вертикальна складова напруженості електричного поля буде знаходитись в межах від 0 до 3,15 кВ/м.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання МКР щодо оцінки енерговикористання в системі електроспоживання КП «Славутинське УВКГ», в процесі пошуку оптимальних рішень виконання СЕП підприємства здійснено наступні проектні рішення:

Для усіх цехів та підприємства в цілому було розраховано навантаження споживачів та освітлювальних установок. Спроековано внутрішню заводську мережу 10 кВ для якої було обрано трансформатори марки ТМ – 630/10. Для радіальної схеми живлення ЦТП від ЦРП 10 кВ обрано кабельні лінії АПвЭБВ-10 перерізом 35 мм². Для живлення самого підприємства від ПС 110/10 мережі доцільно використати кабельні лінії марки АПвЭБВ-10 3x70+1x35 мм² L = 1,8 км

Для спорудження ЦРП було розраховано координати центру енергетичних навантажень. Що дає змогу встановити ЦРП в найбільш оптимальному місці з мінімальною величиною перетоків потужності.

В науковій частині магістерської кваліфікаційної роботи розроблено автоматизовану систему управління освітленням приміщення, на базі інтелектуального реле та реле напруги. Розроблена система управління дозволяє максимально використовувати природне освітлення, шляхом комбінування штучного і природного освітлення в різних пропорціях і цим самим економити електричну енергію. Проведено розрахунок економічного ефекту від роботи розробленої системи управління, який показав її високу енергоефективність. Проведено розрахунок економічного ефекту від роботи розробленої системи управління, який показав її високу енергоефективність.

Четвертий розділ МКР був присвячений економічному розрахунку. А саме економічній доцільності спорудження спроектованій СЕП. Розраховано собівартість електроенергії для спроектованої СЕП.

Проведено аналіз нормування цеху по санітарії та електробезпеки. Було виконано аналіз стійкості роботи СЕП цеху підприємства в умовах дії іонізуючих випромінювань та від дії електромагнітного імпульсу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Правила улаштування електроустановок. - 5-те вид., переробл. й доповн. - Х.: Міненерговугілля України, 2014.
2. ГОСТ 14209-97 «Руководство по нагрузке силовых масляных трансформаторов».
3. ГОСТ 839-80 «Провода неизолированные для воздушных линий электропередачи. Технические условия».
4. РД 153-34.0-15.501-00 «Методические указания по контролю и анализу качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. Часть 1. Контроль качества электрической энергии».
5. М.Й. Бурбело «Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків» Вінниця: ВНТУ, 2005р.
6. ДБН В2.5. 28:2018 – «Природне і штучне освітлення».
7. ДСТУ Б EN 15232:2011 – «Енергоефективність будівель. Вплив автоматизації, моніторингу та управління будівлями (EN 15232:2007, IDT)».
8. Справочная книга для проектирования электрического освещения/Под ред. Г.М. Кнорринга. -Л.: Энергия, 1976.-384с.
9. РТМ 36.18.32.4-92 – «Методика расчёта электрических нагрузок».
10. Демов О.Д. Економія електроенергії на промислових підприємствах. – Вінниця: ВНТУ, 2006. – 95 с.
11. Электроснабжение: учебное пособие по дипломному проектированию / Л.С. Синенко, Т.П. Рубан, Ю.П. Попов.– Красноярск : ИПК СФУ, 2008.
12. Камінський А. В. Математичне та комп'ютерне моделювання процесів оптимізації центрування електричних мереж : монографія / А. В. Камінський, Б. І. Мокін – Вінниця: УНІВЕРСУМ - Вінниця, 2005. –122с.
13. Електропостачання промислових підприємств (Курсове проектування). Навч., посібник/М. Й.Бурбело .- Вінниця:ВДТУ ,1998-104с.
14. ГОСТ 12.0.003-74 – «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».

15. ДНАОП 0.03-3.01-71 – «Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий».
16. ГОСТ 12.1.008-83 - «Шум. Общие требования безопасности».
17. ГОСТ 12.1.012.-90 - «Система стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования».
18. Методичні вказівки щодо опрацювання розділу “Охорона праці” в дипломних проектах і роботах студентів електротехнічних спеціальностей /Уклад. О.В. Кобилянський , О.П. Терещенко – В .: ВНТУ, 2003.- 46 с.
19. ГОСТ 12.0.003 – 74. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы.
20. ГОСТ 12.1.030 – 81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
21. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
22. ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
23. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення.
24. Тарифи на електроенергію для споживачів ПАТ "Хмельницькобленерго" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.hoe.com.ua/index_21.html
25. Каталог конденсаторних установок [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kpenri.com.ua/-prod02.php>
26. Кабельно-провідникова продукція [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ibud.ua/ua/catalog/kabelno-provodnikovaya-produktsiya-1189>
27. Трансформатори силові [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.budnet.com.ua/aboutcommodity.php?FirmCommodityID=4099>
28. Експлуатація освітлювальних установок [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://life-prog.ru/ukr/1_954_ekspluatatsiya-osvitlyuvalnih-ustanovok.html
29. Підвищення енергоефективності [Электронный ресурс] Режим доступа: http://nbuviap.gov.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=745:pidvishchennya-energoefektivnosti&catid=8&Itemid=350
30. Енергозбереження [Электронный ресурс] Режим доступа:

<http://www.marazm.org.ua/document/termin/index.php?file=%C5%ED%E5%F0%E3%E E%E7%E1%E5%F0%E5%E6%E5%ED%ED%FF.txt>

31. Гольстрем В. А. Справочник по экономии топливно-энергетических ресурсов / В. А. Гольстрем, Ю. Л. Кузнецов. – К. : Техніка, 1985. – 383 с.
32. Интеллектуальные реле для небольших систем автоматизации: Головна сторінка [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.schneider-electric.ua/ru/product-range/531-zelio-logic/>
33. Кнорринг Г.М. Справочная книга для проектирования электрического освещения. - СПб.: Энергоатомиздат. Санкт-Петербургское отделение, 1992.
34. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю.Б. Айзенберга. - М.: Энергоатомиздат, 1995.
35. КП «Славутиньське УВКГ»: Головна сторінка [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://sl-vodokanal.info/>
36. Проектування робочого освітлення [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://bezremonta.net/elektrika/2380-.html>
37. СН 32.23-85 "Санитарные нормы допустимого шума на рабочих местах".
38. ГОСТ 13109-97. Межгосударственный стандарт. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – Введ. в Украине с 01. 01. 99.

Додатки

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

УЗГОДЖЕНО

“ ____ ” _____ 2021р.

ЗАТВЕРДЖЕНО
Зав. кафедри ЕСЕМ

д.т.н., проф. Бурбело М.Й. _____
“ ____ ” _____ 2021р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

до магістерської кваліфікаційної роботи
на тему:

Оцінка енерговикористання у Славутському управлінні водопровідно-каналізаційного господарства Хмельницької обл. з детальним аналізом ефективності освітлювальних установок

08-17.МКР.000.00.000 ТЗ

Науковий керівник:

к.т.н., доц. Кравець О.М. _____
(підпис)

Виконавець: студент гр. ЕСЕ - 20м

Юрчук В.В. _____
(підпис)

Вінниця 2021 р.

1. ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (МКР)

Робота виконується на підставі наказу ВНТУ за № ____ від ____ . ____ .21р.

Дата початку роботи ____ . ____ .21р.

Дата закінчення роботи ____ . ____ .21р.

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

а) мета – підвищення енергоефективності системи електроспоживання КП «Славутинське УВКГ»;

б) призначення розробки – виконання магістерської кваліфікаційної роботи.

в) вихідні дані для виконання МКР:

генплан підприємства (об'єкта); відомості про особливості технологічних процесів та навоколишнього середовища (внутрішнього та зовнішнього); відомості про електричні навантаження підприємства (цеха, об'єкта, ділянки, приміщення); відомості про джерела живлення, їх віддаленість; графіки електричних навантажень (для діючого підприємства, енергетичного району); основні техніко-економічні показники.

3. ДЖЕРЕЛА РОЗРОБКИ

3.1 Методичні вказівки до оформлення дипломних проектів (робіт) у Вінницькому національному технічному університеті / Уклад. Г.Л. Лисенко, А.Г. Буда, Р.Р. Обертюх. – Вінниця: ВНТУ, 2006. – 60 с,

3.2 Правила улаштування електроустановок. - 5-те вид., переробл. й доповн. - X .: Міненерговугілля України, 2014.

3.3. М.Й. Бурбело «Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків».- Вінниця: ВНТУ, 2005р.

3.4 ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення.

3.5 Демов О. Д. «Економія електроенергії на промислових підприємствах». – Вінниця: ВНТУ, 2006р.

4. ЕТАПИ І ТЕРМІН ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Зміст етапу	Термін виконання	
	початок	кінець
4.1 Збір інформації, яка необхідна для дослідження		
4.2 Проведення дослідних розрахунків		
4.3 Розробка робочих креслень		
4.4 Написання розрахунково-пояснювальної записки і захист магістерської роботи		

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

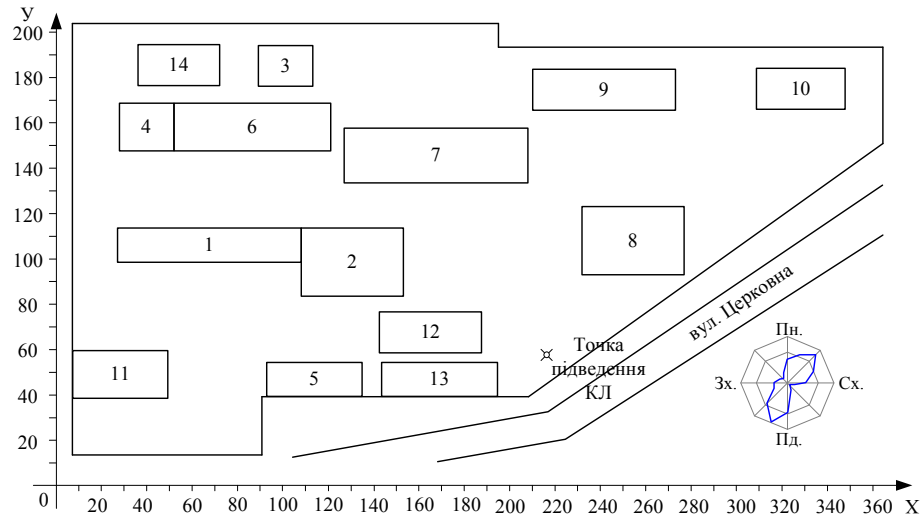
7.1 Дані про патентоспроможність

Не передбачається

8 ОЧІКУВАНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ

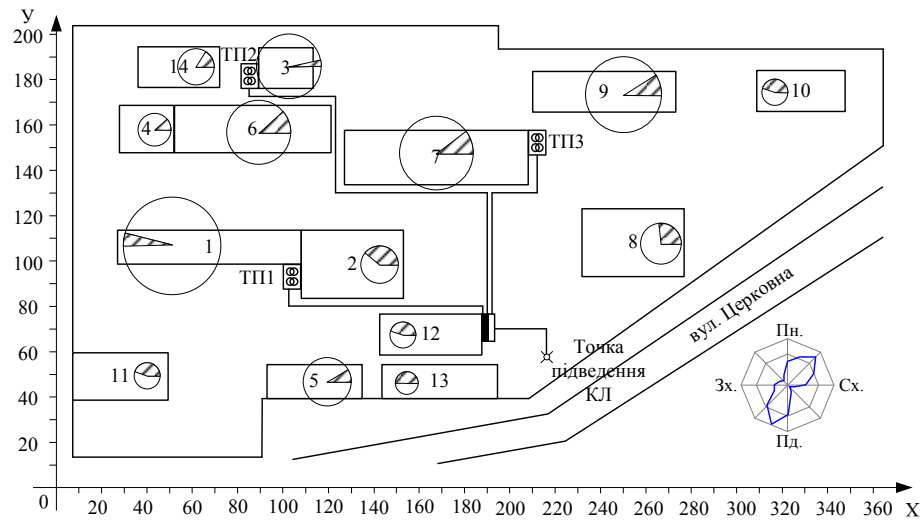
Не передбачається

Додаток А.1 – Вихідні дані для проектування



№ по генплану	Найменування	Примітка Рн, кВт
1	Каналізаційно насосна станція	400
2	Склад №1	50
3	Водонасосна станція	350
4	Склад №2	70
5	Ремонтний цех	280
6	Станція знезараження води	300
7	Очисний комплекс	400
8	Лабораторія	150
9	Котельня	400
10	Пилорама	350
11	Адмінбудівля	42
12	Пожежне депо	37
13	Гаражі	25
14	Майстерні	130

Додаток Б – Генплан підприємства

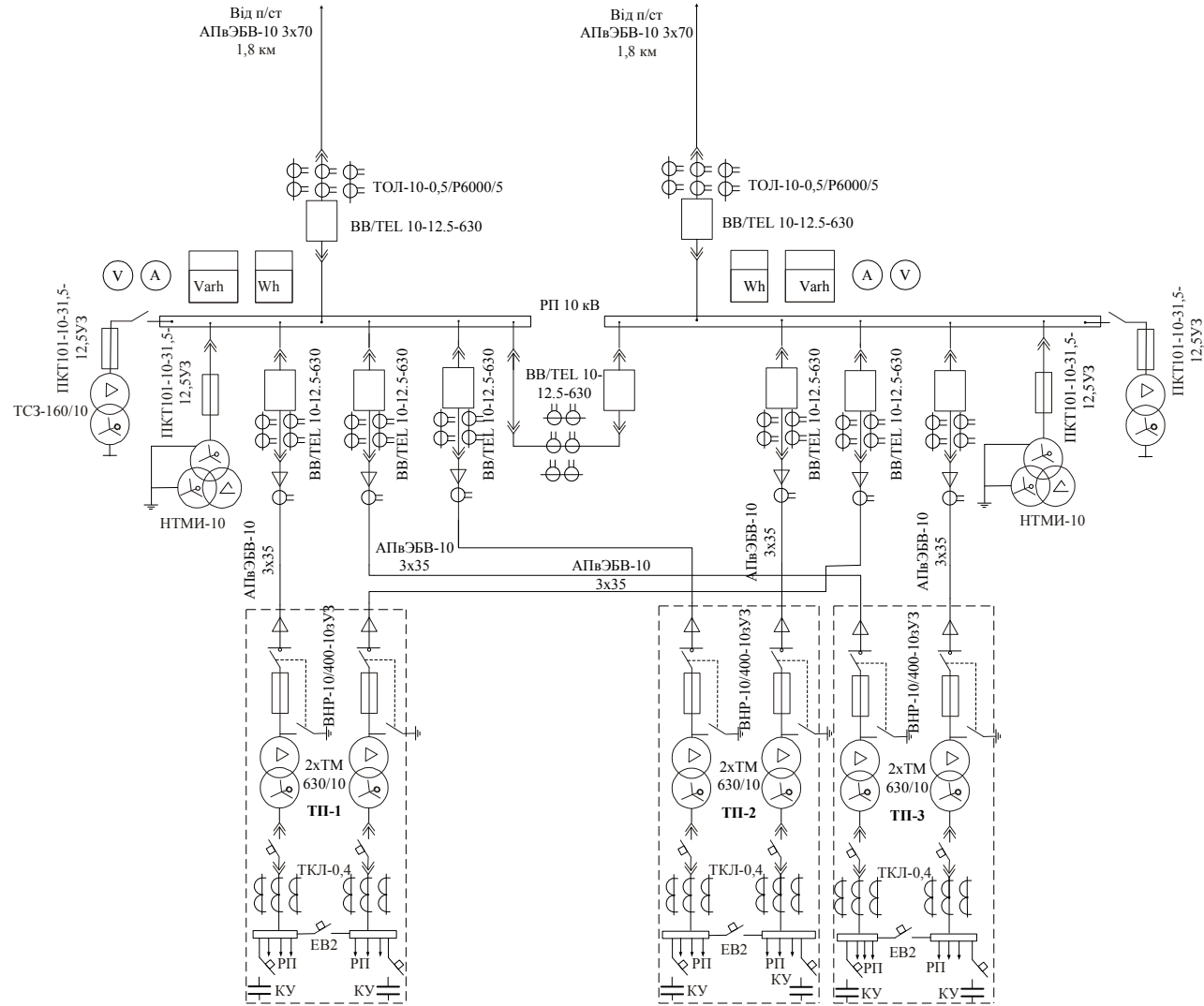


Таблиця умовних позначень

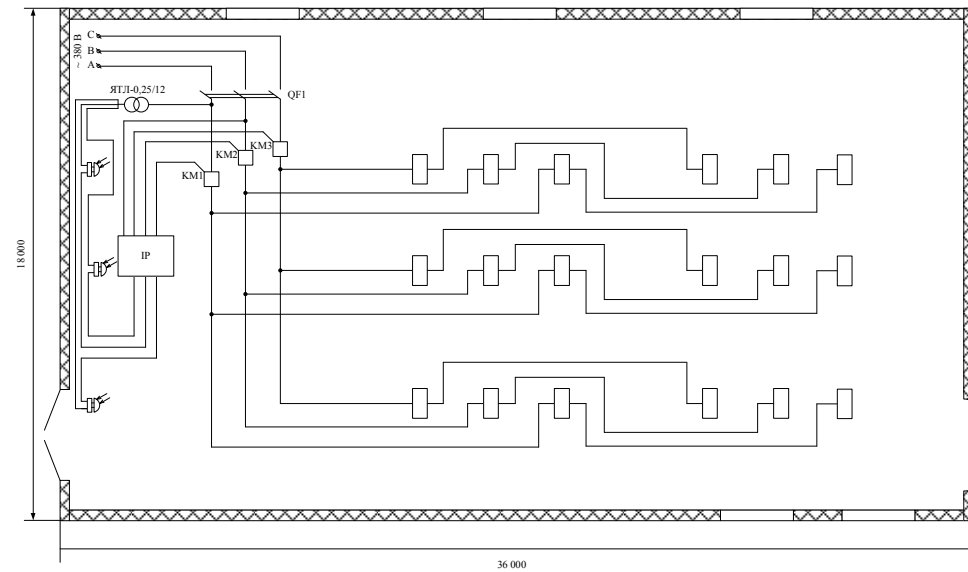
Позначення	Найменування
	Трансформаторна підстанція
	Розподільчий пристрій
	Кабельні лінії 10 кВ
	Кабельні лінії 0,4 кВ

№ по генплану	Найменування	Примітка Рн, кВт
1	Каналізаційно насосна станція	550
2	Склад №1	50
3	Водонасосна станція	350
4	Склад №2	70
5	Ремонтний цех	280
6	Станція знезараження води	300
7	Очисний комплекс	450
8	Лабораторія	150
9	Котельня	400
10	Пилорама	45
11	Адмінбудівля	42
12	Пожежне депо	37
13	Гаражі	25
14	Майстерні	130
	ЦРП	
	ТП-1	ТМ 2х630
	ТП-2	ТМ 2х630
	ТП-3	ТМ 2х630

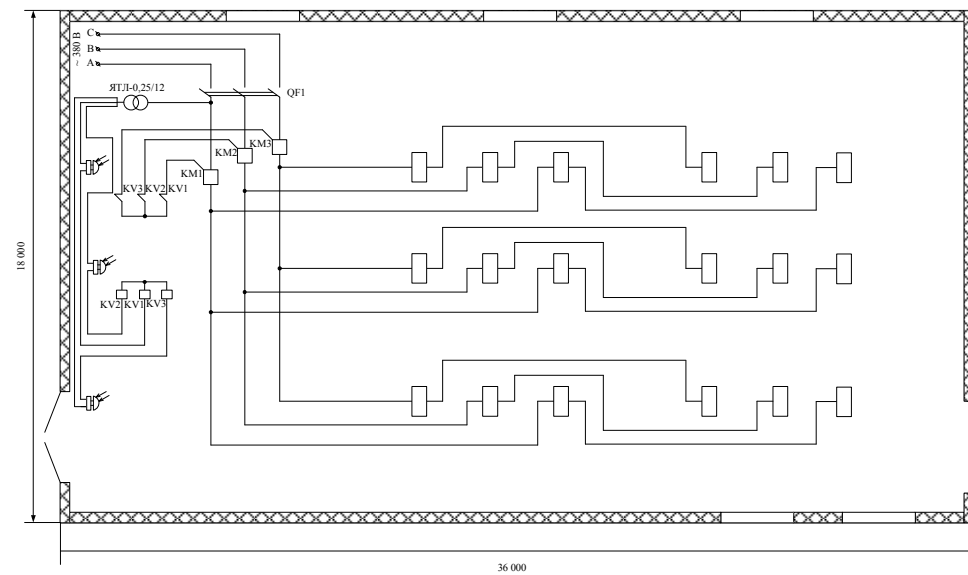
Додаток В – Однолінійна схема живлення підприємства



Додаток Г – Принципова однолінійна електрична схема керування системою освітлення



Принципова однолінійна електрична схема автоматичного керування освітлення за допомогою IP Zelio Logic SR2E240B



Принципова однолінійна електрична схема керування системою освітлення за допомогою реле напруги

Додаток Д – Зовнішній вигляд інтелектуального реле Zelio Logic SR2E240B

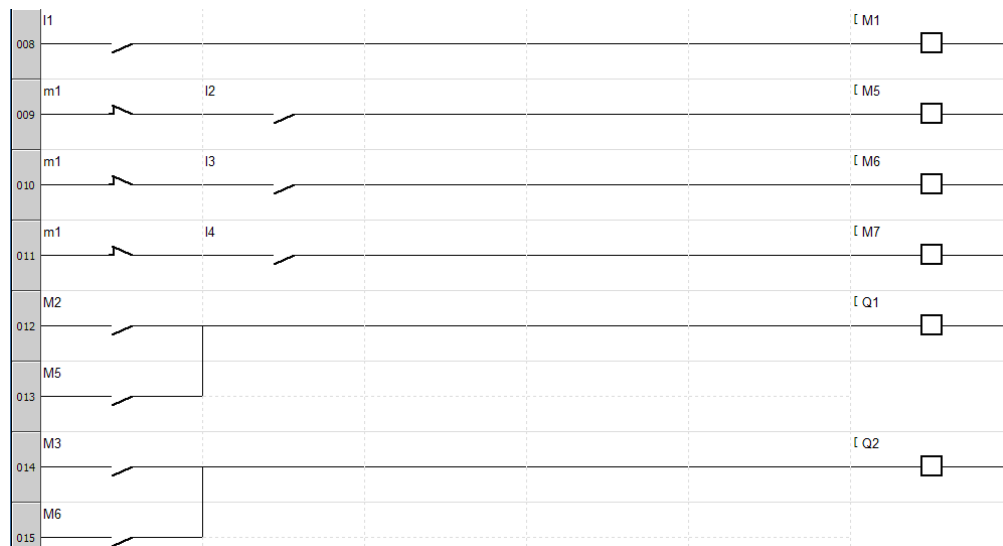


IP Zelio Logic SR2E240B

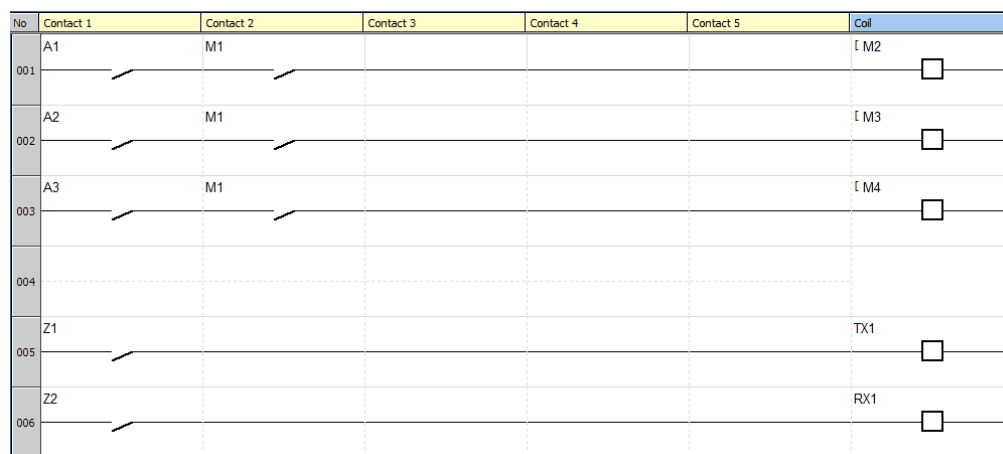
Додаткові опції для Zelio Logic

Продукт	Опис
Багатомовне програмне забезпечення Zelio Soft 2	Компакт-диск (Windows 98, NT, 2000, XP, Windows 7 збірки RC 7100 або вищі)
З'єднувальний кабель для Zelio Logic	COM-порт ПК/реле
З'єднувальний кабель Zelio Logic	USB-порт ПК/реле
Модуль бездротового з'єднання для Zelio Logic	Інтерфейс Bluetooth
Модуль пам'яті для Zelio Logic	EEPROM
Мережевий модуль для Zelio Logic	Modbus
Мережевий модуль для Zelio Logic	Ethernet

Додаток Є – Візуалізований принцип роботи IPZelioLogicSR2E240B



Візуалізований принцип роботи IPZelioLogicSR2E240B, що створений в ZelioSoft 2, мовою LD (Ручне керування)



Візуалізований принцип роботи IPZelioLogicSR2E240B, що створений в ZelioSoft 2, мовою LD (Автоматичне керування)

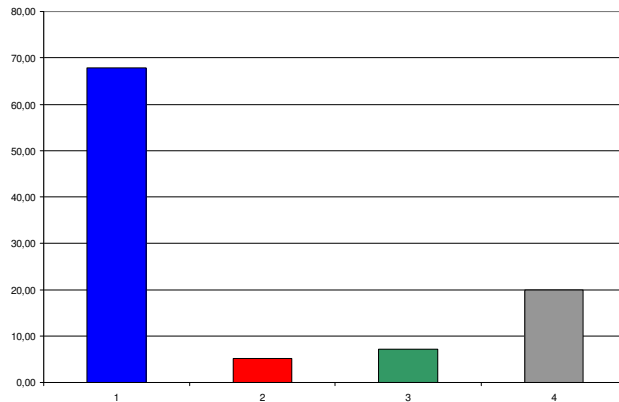
Додаток 3 – Техніко-економічні показники СЕП

Сумарна величина капітальних вкладень в систему електропостачання підприємства	1884,56 тис грн
Загальна потреба підприємства в електроенергії	6394933,46 кВт*год/рік
Тариф	5,3215 грн/кВт*год
Оплата за спожиту електроенергію	34030638,38 грн
Собівартість спожитої електроенергії	5,6632 грн/кВт*год

Підсумкова таблиця

Показники	Позначення	Величина показників	Одиниця вимірювання
К-сть корисно спожитої ел.енергії	Еа	6288480	кВт·год.
Річне споживання ел.енергії із втратами	Е	6394933,46	кВт·год.
Плата за електроенергію	П ₁	34030638,38	грн.
Витрати на передачу і розподіл ел.ен.	С _п	1582253,00	грн.
Сумарні витрати під-ва	С _{сум}	35612891,39	грн.
Собівартість ел.енергії	S	566,32	коп/кВт·год.

Гістограма кошторису річних поточних витрат



Таблиця кошторису річних поточних витрат

Стаття витрат	Величина витрат, грн.	Р _н , кВт
Витрати по експлуатації обладнання	1072740,78	67,80
Витрати на поточний ремонт	79987,93	5,06
Витрати на амортизацію	113073,69	7,15
Інші витрати	316450,60	20,00
Разом	1582253,00	100

08-17.МКР.000.00.000 ПЗ

					08-17.МКР.000.00.000 ПЗ				
					Вихідні дані для проектування Оцінка енерговикористання Славутського управління водопровідно-каналізаційного господарства Хмельницької області	Літер.		Маса	Маштаб
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата					1:2000
Розробив		Юрчук В.В.							
Перевірив		Кравець О.М.							
						Аркуш 1		Аркушів 1	
Рецензент					ВНТУ гр. ЕСЕ-20м				
Н.контр		Войтюк Ю.П.							
Затвердив		Бурбело М.Й.							

08-17.МКР.009.00.000 ПЗ

					08-17.МКР.009.00.000 ПЗ				
					Генплан підприємства із силовими, розподільчими та живильними мережами Оцінка енерговикористання Славутського управління водопровідно-каналізаційного господарства Хмельницької області	Літер.		Маса	Маштаб
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата					1:2000
Розробив		Юрчук В.В.							
Перевірив		Кравець О.М.							
						Аркуш 1		Аркушів 1	
Рецензент					ВНТУ гр. ЕСЕ-20м				
Н.контр		Войтюк Ю.П.							
Затвердив		Бурбело М.Й.							

08-17.МКР.000.00.000 ПЗ

					08-17.МКР.000.00.000 ПЗ			
					Однолінійна схема електропостачання Оцінка енерговикористання Славутського управління водопровідно-каналізаційного господарства Хмельницької області	Літер.	Маса	Маштаб
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата				
Розробив		Юрчук В.В.						
Перевірив		Кравець О.М.						
						Аркуш 1	Аркушів 1	
Рецензент					ВНТУ гр. ЕСЕ-20м			
Н.контр		Войтюк Ю.П.						
Затвердив		Бурбело М.Й.						

08-17.МКР.000.00.000 ПЗ

					08-17.МКР.000.00.000 ПЗ			
					Принципова однолінійна електрична схема керування системою освітлення Оцінка енерговикористання Славутського управління водопровідно-каналізаційного господарства Хмельницької області	Літер.	Маса	Маштаб
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата				500
Розробив		Юрчук В.В.						
Перевірив		Кравець О.М.						
						Аркуш 1	Аркушів 1	
Рецензент						ВНТУ гр. ЕСЕ-20м		
Н.контр		Войтюк Ю.П.						
Затвердив		Бурбело М.Й.						

08-17.МКР.000.00.000 ПЗ

					08-17.МКР.000.00.000 ПЗ			
					Зовнішній вигляд інтелектуального реле Zelio Logic SR2E240B Оцінка енерговикористання Славутського управління водопровідно-каналізаційного господарства Хмельницької області	Літер.	Маса	Маштаб
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата				
Розробив		Юрчук В.В.						
Перевірив		Кравець О.М.						
						Аркуш 1	Аркушів 1	
Рецензент					ВНТУ гр. ЕСЕ-20м			
Н.контр		Войтюк Ю.П.						
Затвердив		Бурбело М.Й.						

08-17.МКР.000.00.000 ПЗ

Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	Візуалізований принцип роботи IPZelioLogicSR2E240B Оцінка енерговикористання Славутського управління водопровідно-каналізаційного господарства Хмельницької області	Літер.	Маса	Маштаб
Розробив		Юрчук В.В.				Аркуш 1	Аркушів 1	
Перевірів		Кравець О.М.			ВНТУ гр. ЕСЕ-20м			
Рецензент								
Н.контр		Войтюк Ю.П.						
Затвердив		Бурбело М.Й.						

08-17.МКР.000.00.000 ПЗ

Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	Техніко-економічні показники СЕП Оцінка енерговикористання Славутського управління водопровідно-каналізаційного господарства Хмельницької області	Літер.	Маса	Маштаб
Розробив		Юрчук В.В.						
Перевірів		Кравець О.М.						
Рецензент						Аркуш 1	Аркушів 1	
Н.контр		Войтюк Ю.П.				ВНТУ гр. ЕСЕ-20м		
Затвердив		Бурбело М.Й.						

Оцінка енерговикористання Славутського управління водопровідно-каналізаційного господарства Хмельницької області

Юрчук Владислав Володимирович

Спеціальність 141 -“Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка”

Науковий керівник:

Кравець Олександр Миколайович ,
кандидат технічних наук, доцент

Мета та задачі магістерської кваліфікаційної роботи

Основною метою магістерської кваліфікаційної роботи являється підвищення енергоефективності системи електроспоживання КП «Славутинське УВКГ». Для цього необхідно розробити автоматизовану систему управління освітленням цеху, на базі інтелектуального реле та реле напруги. Провести розрахунок економічного ефекту від роботи розробленої системи управління.

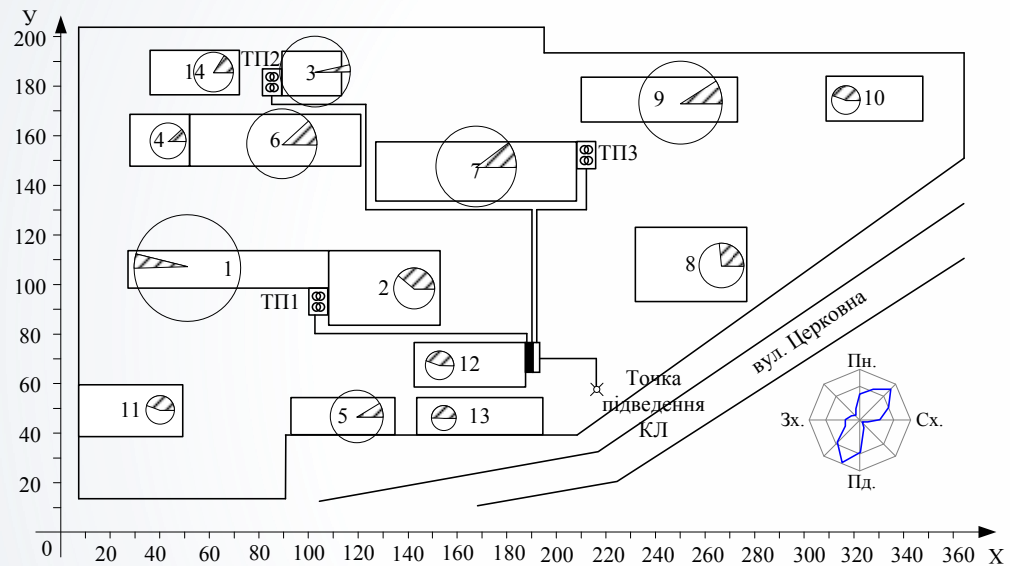
Об'єкт дослідження – система електропостачання КП «Славутинське УВКГ».

Предмет дослідження – підвищення енергоефективності системи електроспоживання КП «Славутинське УВКГ».

Для досягнення мети у роботі розв'язанні наступні задачі:

- * - детально проаналізовано основні вимоги до освітлювальних установок промислових підприємств;
- * - проаналізовано характеристики методів розрахунку систем освітлення;
- * - здійснено, для одного із адміністративних приміщень підприємства розрахунок освітлення з використанням точкового методу;
- * - розроблено автоматизовану систему управління освітленням цеху, на базі інтелектуального реле та реле напруги.

План підприємства із силовими розподільчими, та живильними мережами

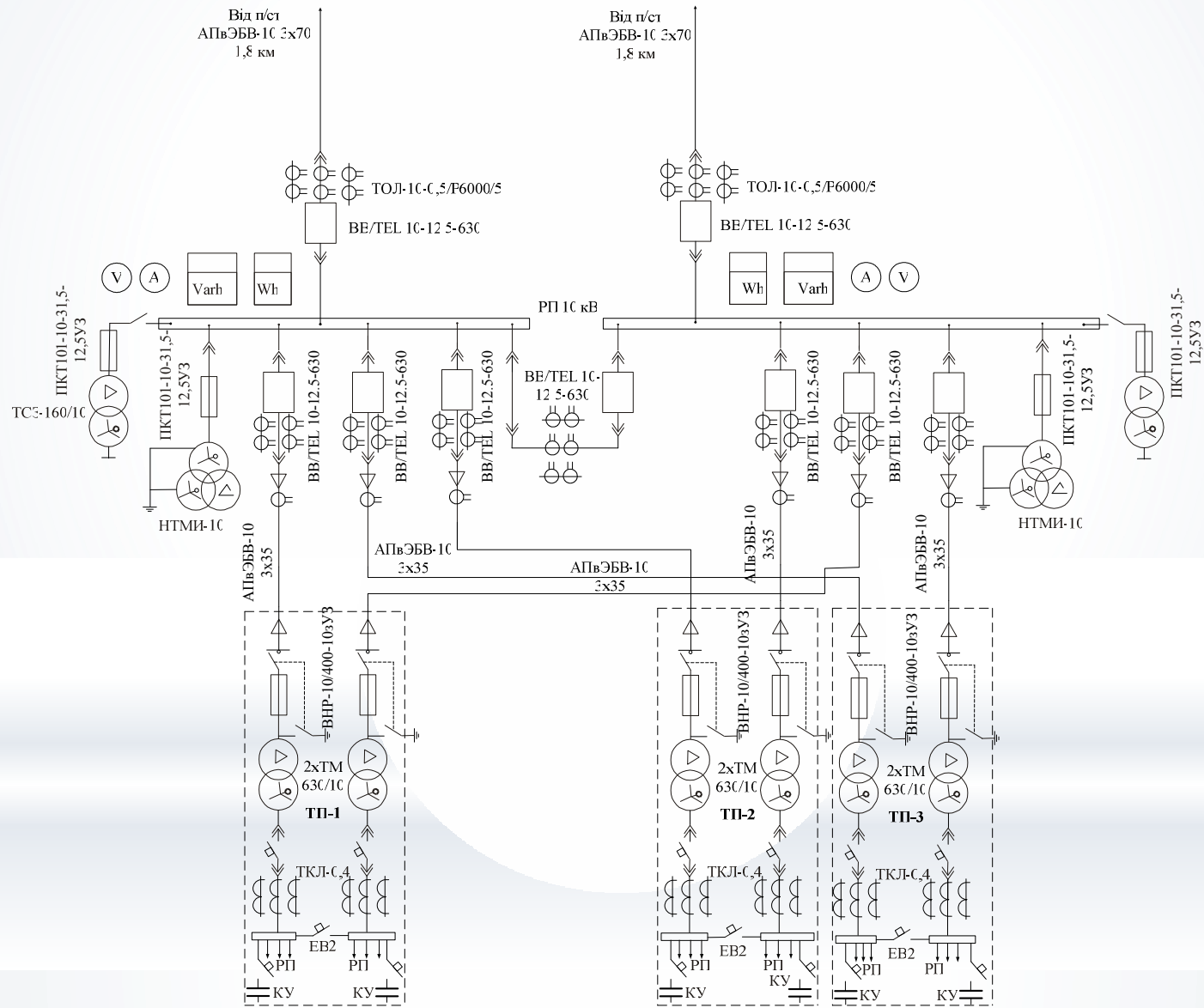


№ по генплану	Найменування	Примітка Рн, кВт
1	Каналізаційно насосна станція	550
2	Склад №1	50
3	Водонасосна станція	350
4	Склад №2	70
5	Ремонтний цех	280
6	Станція знезараження води	300
7	Очисний комплекс	450
8	Лабораторія	150
9	Котельня	400
10	Пилорама	45
11	Адмінбудівля	42
12	Пожежне депо	37
13	Гаражі	25
14	Майстерні	130
	ЦРП	
	ТП-1	ТМ 2х630
	ТП-2	ТМ 2х630
	ТП-3	ТМ 2х630

Таблиця умовних позначень

Позначення	Найменування
	Трансформаторна підстанція
	Розподільчий пристрій
	Кабельні лінії 10 кВ
	Кабельні лінії 0,4 кВ

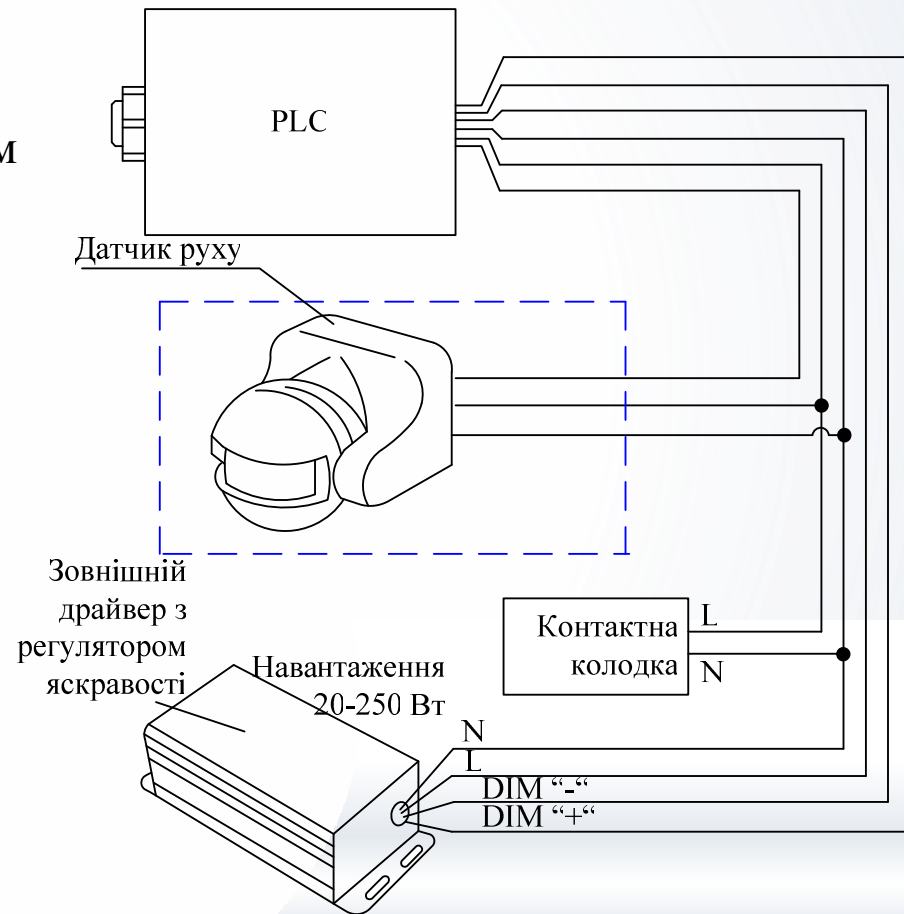
Однолінійна схема живлення підприємства



Принципова схема підключення інтелектуальної системи освітлення

Інтелектуальна система керування освітленням встановлюється з наступним задіяним обладнанням:

- модуль управління та діагностики освітлення;
- модуль PLC;
- датчики руху/датчик освітленості;
- світлодіодні світильники;
- при потребі автоматизоване робоче місце.



Зовнішній вигляд інтелектуального реле Zelio Logic SR2E240B

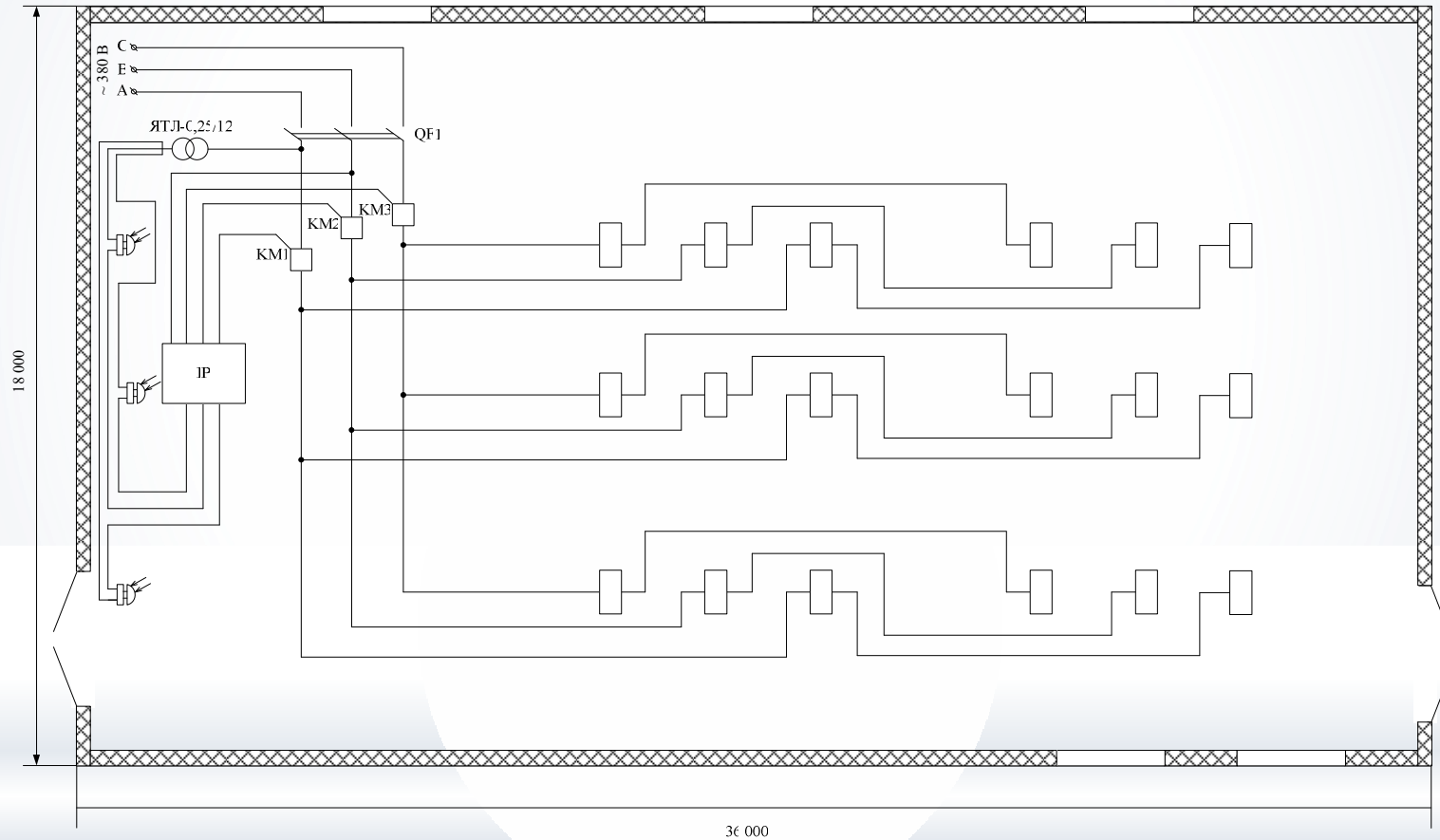
Додаткові опції для Zelio Logic



IP Zelio Logic SR2E240B

Продукт	Опис
Багатомовне програмне забезпечення Zelio Soft 2	Компакт-диск (Windows 98, NT, 2000, XP, Windows 7 збірки RC 7100 або вищі)
З'єднувальний кабель для Zelio Logic	COM-порт ПК/реле
З'єднувальний кабель Zelio Logic	USB-порт ПК/реле
Модуль бездротового з'єднання для Zelio Logic	Інтерфейс Bluetooth
Модуль пам'яті для Zelio Logic	EEPROM
Мережевий модуль для Zelio Logic	Modbus
Мережевий модуль для Zelio Logic	Ethernet

Принципова однолінійна електрична схема автоматичного керування освітлення за допомогою IP Zelio Logic SR2E240B



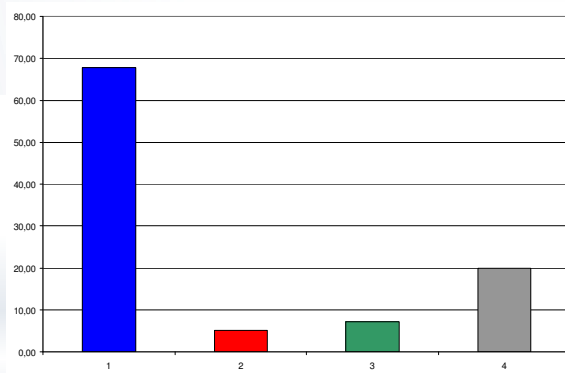
Техніко-економічні показники СЕП

Сумарна величина капітальних вкладень в систему електропостачання підприємства	1884,56 тис грн
Загальна потреба підприємства в електроенергії	6394933,46 кВт*год/рік
Тариф	5,3215 грн/кВт*год
Оплата за спожиту електроенергію	34030638,38 грн
Собівартість спожитої електроенергії	5,6632 грн/кВт*год

Підсумкова таблиця

Показники	Позначення	Величина показників	Одиниця вимірювання
К-сть корисно спожитої ел.енергії	Е _а	6288480	кВт·год.
Річне споживання ел.енергії із втратами	Е	6394933,46	кВт·год.
Плата за електроенергію	П ₁	34030638,38	грн.
Витрати на передачу і розподіл ел.ен.	С _п	1582253,00	грн.
Сумарні витрати під-ва	С _{сум}	35612891,39	грн.
Собівартість ел.енергії	S	566,32	коп/кВт·год.

Гістограма кошторису річних поточних витрат



Таблиця кошторису річних поточних витрат

Стаття витрат	Величина витрат, грн.	Рн, кВт
Витрати по експлуатації обладнання	1072740,78	67,80
Витрати на поточний ремонт	79987,93	5,06
Витрати на амортизацію	113073,69	7,15
Інші витрати	316450,60	20,00
Разом	1582253,00	100

Висновки по роботі

Для усіх цехів та підприємства в цілому було розраховано навантаження споживачів та освітлювальних установок. Спроектовано внутрішню заводську мережу 10 кВ.

В науковій частині магістерської кваліфікаційної роботи розроблено автоматизовану систему управління освітленням приміщення, на базі інтелектуального реле та реле напруги.

В економічному розділі МКР показано доцільність спорудження спроектованої СЕП. Розраховано собівартість електроенергії для спроектованої СЕП.

В розділі охорони праці проведено аналіз нормування цеху по санітарії та електробезпеки. Було виконано аналіз стійкості роботи СЕП цеху підприємства в умовах дії іонізуючих випромінювань та від дії електромагнітного імпульсу.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!