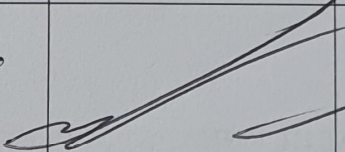
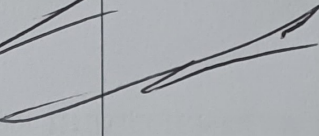


5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
План підприємства із силовими розподільчими та живильними мережами
Однолінійна схема електропостачання підприємства. План електропостачання
цеху. Розрахунково-монтажна таблиця електропостачання цеху. Науково
дослідна робота.

6. Консультанти розділів роботи

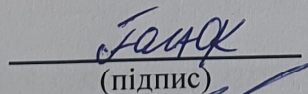
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Кобилянський О.В., зав. кафедри БЖДПБ, д.п.н., професор		

7. Дата видачі завдання «11» __03__ 2024 року.

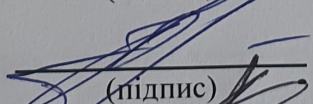
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання		Примітки
		початок	закінчення	
1	Аналіз системи електропостачання підприємства	15.03.24	30.03.24	Вик.
2	Дослідження з актуальної для підприємства тематики	05.04.24	20.04.24	Вик.
3	Охорона праці	25.04.24	10.05.24	Вик.
4	Графічна частина роботи	15.05.24	30.05.24	Вик.

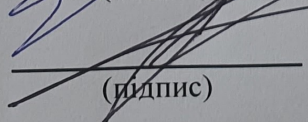
Студент


(підпис)

Керівник роботи


(підпис)

Нормоконтроль


(підпис)

Голюк О.О.
(прізвище та ініціали)

Шулє Ю.А.
(прізвище та ініціали)

Войтюк Ю. П.
(прізвище та ініціали)

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

БАКАЛАВРСЬКА ДИПЛОМНА РОБОТА НА ТЕМУ:
РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРИВАТНОГО
АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА «ГНІВАНСЬКИЙ ЗАВОД
СПЕЦЗАЛІЗОБЕТОН»

Виконав: студент 4 курсу, гр. ЗЕЕ-206
спеціальності 141 – «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»
Голюк О.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. каф. ЕСЕЕМ
Шулє Ю.А.
(прізвище та ініціали)
« 17 » 06 2024 р.

Рецензент доц. каф. ЕС
Нестребський В.В.
(прізвище та ініціали)
« 17 » 06 2024 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ЕСЕЕМ
Бурбело М.Й.
(прізвище та ініціали)

« 17 » 06 2024 р.

Факультет електроенергетики та електромеханіки

Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Галузь знань – 14 Електрична інженерія

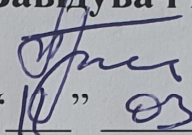
Освітній ступінь – бакалавр

Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітньо-професійна програма - Електроенергетика та електротехніка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕСЕМ

 проф. М. Й. Бурбело
“10” 03 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА БАКАЛАВРСЬКУ ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Голюку Олександр Олександровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка системи електропостачання приватного акціонерного товариства «Гніванський завод спеціалізований»

Керівник роботи Шулле Юлія Андріївна к.т.н., доцент каф. ЕСЕМ
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по ВНТУ від «11» 03 2024 року, №80.

2. Термін подання студентом роботи «11» 06 2024 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 (Додаток А).

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. Загальні відомості про підприємство. Аналіз системи електропостачання підприємства. Науково-дослідна частина. Охорона праці. Висновки. Список використаних джерел. Додатки.

БАКАЛАВРСЬКА ДИПЛОМНА РОБОТА НА ТЕМУ:
РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПРИВАТНОГО
АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА «ГНІВАНСЬКИЙ ЗАВОД
СПЕЦЗАЛІЗОБЕТОН»

Виконав: студент 4 курсу, гр. ЗЕЕ-206
спеціальності 141 – «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»
Голюк О.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. каф. ЕСЕМ
Шулле Ю.А.
(прізвище та ініціали)
« » 2024 р.

Рецензент _____

 (прізвище та ініціали)
 « _____ » _____ 2024 р.

Допущено до захисту
Завідувач кафедри ЕСЕМ
д.т.н., проф. Бурбело М.Й.

(прізвище та ініціали)
« » **2024 р.**

Вінниця ВНТУ – 2024 року

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет електроенергетики та електромеханіки
Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту
Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
Галузь знань – 14 Електрична інженерія
Освітній ступінь – бакалавр
Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Освітньо-професійна програма - Електроенергетика та електротехніка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕСЕМ

проф. М. Й. Бурбело

“ ” 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА БАКАЛАВРСЬКУ ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ
Голюку Олександру Олександровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка системи електропостачання приватного акціонерного товариства «Гніванський завод спецзалізобетон»

Керівник роботи Шуллє Юлія Андріївна к.т.н., доцент каф. ЕСЕМ
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по ВНТУ від «11» 03 2024 року, №80.

2. Термін подання студентом роботи «11» 06 2024 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 (Додаток А).

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. Загальні відомості про підприємство. Аналіз системи електропостачання підприємства. Науково-дослідна частина. Охорона праці. Висновки. Список використаних джерел. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
План підприємства із силовими розподільчими та живильними мережами.
Однолінійна схема електропостачання підприємства. План електропостачання
цеху. Розрахунково-монтажна таблиця електропостачання цеху. Науково-
дослідна робота.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Кобилянський О.В., зав. кафедри БЖДПБ, д.п.н., професор		

7. Дата видачі завдання «11» __03__ 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання		Примітка
		початок	закінчення	
1	Аналіз системи електропостачання підприємства			
2	Дослідження з актуальної для підприємства тематики			
3	Охорона праці			
4	Графічна частина роботи			

Студент

(підпис)

Голюк О.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Шулє Ю.А.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Войтюк Ю. П.
(прізвище та ініціали)

УДК 621.311

АНОТАЦІЯ

Голюк Олександр Олександрович. Розробка системи електропостачання приватного акціонерного товариства «Гніванський завод спецзалізобетон». Бакалаврська дипломна робота. Спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Кафедра ЕСЕЕМ. Вінниця: ВНТУ, ФЕЕЕМ, 2024. 73 с.

В роботі розглянуті питання розрахунку електропостачання підприємства та одного із виробничих цехів, здійснено вибір кількості і потужності трансформаторних підстанцій, переріз ліній живлення внутрішньозаводської мережі та мережі цеху, проведено вибір і перевірку захисних апаратів та автоматики. Розраховано основні техніко-економічні показники СЕП підприємства.

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.

Розглянуто питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Ключові слова: електричні мережі, електропостачання, енергоефективність.

Рисунків – 20

Таблиць – 25

Бібліографій – 37

ABSTRACT

Golyuk Oleksandr Oleksandrovych. Development of the power supply system of the private joint-stock company «Gnivansky special reinforced concrete plant». Bachelor thesis. Specialties 141 – Power engineering, electrical engineering and electromechanics. ESEEM Department. Vinnytsia: VNTU, FEEEM, 2024. 73 p.

In the work, the issues of calculating the electricity supply of the enterprise and one of the production shops were considered, the number and power of transformer substations were selected, the cross-section of the power lines of the intra-plant network and the network of the shop, and the selection and verification of protective devices and automation were carried out. The main technical and economic indicators of the SEP of the enterprise are calculated.

In the scientific and research part of the work, a lighting control system was developed, which allows you to use natural lighting as much as possible by combining artificial and natural lighting in different proportions and thereby save electrical energy. The calculation of the economic effect of the work of the developed management system was carried out.

The issue of occupational health and safety in emergency situations was considered.

Keywords: electrical networks, power supply, energy efficiency.

Figures – 20

Tables - 25

Bibliographies – 37

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 ХАРАКТЕРИСТИКА СПОЖИВАЧІВ ПІДПРИЄМСТВА.....	7
1.1 Характеристики технологічних процесів підприємства	7
1.2 Відомості про електричні навантаження підприємства.....	8
2 АНАЛІЗ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА	11
2.1 Розрахунок навантажень цехової мережі	11
2.2 Вибір схеми цехової мережі	14
2.3 Вибір комутаційно-захисної апаратури та провідників цехової мережі.....	14
2.4 Розрахунок струмів КЗ в мережах напругою до 1000 В	17
2.5 Розрахунок навантажень підприємства	20
2.6 Вибір оптимальної напруги живлення.....	21
2.7 Техніко-економічне порівняння класів напруги живлення.....	21
2.8 Вибір і розміщення цехових ТП.....	24
2.9 Вибір схеми та основних елементів заводської мережі.....	29
2.10 Розрахунок струмів КЗ загальнозаводської мережі	33
3 АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК НА ПІДПРИЄМСТВІ.....	35
3.1 Оцінка ефективності енерговикористання освітлювальних установок	35
3.2 Характеристики методів розрахунку систем освітлення.....	37
3.3 Розрахунок освітлення з використанням точкового методу	39
3.4 Використання інтелектуальних реле в системах освітлення	42
3.5 Розроблення системи освітлення на базі СД світильників з використанням інтелектуальної системи управління освітленням.....	43
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	48
4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта	48
4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії	50
4.2.1 Мікроклімат.....	50
4.2.2 Склад повітря робочої зони	50
4.2.3 Виробниче освітлення	51

4.2.4 Виробничий шум	51
4.2.5 Виробничі вібрації	52
4.3 Пожежна безпека	52
ВИСНОВКИ	59
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	60
ДОДАТКИ	64
Додаток А – Вихідні дані.....	65
Додаток Б – План підприємства із силовими розподільчими, та живильними мережами.....	67
Додаток В – Однолінійна схема електропостачання підприємства.....	68
Додаток Г – План електропостачання цеху	69
Додаток Д – Розрахунково-монтажна таблиця електропостачання цеху.....	70
Додаток Є – Капіталовкладення в спорудження ФЕС	71
Додаток Ж – Повна схема підключення СЕС 23,1 кВт	72
Додаток З – Протокол перевірки навчальної (кваліфікаційної) роботи.....	73

ВСТУП

Актуальність роботи. 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. Пов'язано це з кількома чинниками наведеними нижче [10].

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. Це робить перехід на системи освітлення зі світильниками LED економічно доцільним.

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.

Високий термін служби світлодіодів, від 45000 до 100000 годин при правильній експлуатації, дозволяє знизити витрати на обслуговування систем освітлення зі світлодіодними світильниками.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є розробка проекту системи електропостачання ПрАТ «Гніванський завод спецзалізобетон». Необхідно здійснити аналіз системи електропостачання підприємства на основі існуючих найбільш енергоефективних методів розрахунку, розрахувати електричні навантаження зовнішніх та внутрішніх електромереж, визначити оптимальні місця розташування трансформаторних підстанцій. Необхідно розробити автоматизовану систему управління освітленням цеху на базі інтелектуального реле та реле напруги. Потрібно 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 ПрАТ «Гніванський завод спеціалізований».

Предмет дослідження – методи та засоби для підвищення енергоефективності системи електроспоживання ПрАТ «Гніванський завод спеціалізований».

Методи досліджень. Для виконання дипломної роботи, а також досягнення 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 управління 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 ХАРАКТЕРИСТИКА СПОЖИВАЧІВ ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Характеристики технологічних процесів підприємства

ПрАТ «Гніванський завод спецзалізобетон» знаходиться за юридичною адресою: 23310, Україна, Вінницький р-н, Вінницька обл., місто Гнівань, вул. Промислова, будинок, 15.

Підприємство виробляє:

- шпали залізобетонні;
- труби залізобетонні напірні вібро-гідропресовані;
- труби залізобетонні безнапірні;
- опори контактної мережі залізниць;
- панелі перекриття;
- фундаментні блоки та ін.

Проектна потужність підприємства 214,4 тис. м³. збірного залізобетону на рік, в тому числі: шпали залізобетонні - 114,0 тис. м³, труби напірні - 45,7 тис. м³, труби безнапірні - 10,2 тис. м³, опори контактної мережі - 12,0 тис. м³, панелі перекриття - 32,5 тис. м³.

Виробництво залізобетонних виробів регулюється стандартами і державними нормами і включає в себе такі процеси як: армування, формування і цементизація. Армування це процес розміщення арматури в формі або готовому виробі; процес формування включає в себе розміщення і ущільнення бетонної суміші в формі; затвердіння відбувається під впливом термічної обробки.

Цим основним процесам завжди передують допоміжні процеси, такі як виготовлення форм, виготовлення бетонних сумішей та виготовлення армуючих матеріалів.

На цьому підприємстві використовується агрегований поточний метод. Він полягає в тому, що формування виробу здійснюється на 1 робочому місці, а перенесення форми до місця застигання і місця відшаровування здійснюється підйомно-транспортними машинами (кранами, тельферами і т.д.). При такому способі кожен виріб переміщається незалежно від стану інших продуктів. Тобто ритм потоку не є форсованим.

1.2 Відомості про електричні навантаження підприємства

Генеральний план ПрАТ «Гніванський завод спецзалізобетон» («ГЗС») з необхідними для проекту СЕП даними представлено на рис. 1.1. В табл. 1.1 наявні дані електричних навантажень об'єктів проектування підприємства. Також на генплані зображено точку звідки в СЕП підприємства підведено зовнішнє живлення від підстанції 110/35/10, яка знаходиться від підприємства на відстані 1,3 км.

На підприємстві є три виробничі корпуси, шість допоміжних заготівель-підготовчих цехів та два побутові приміщення.

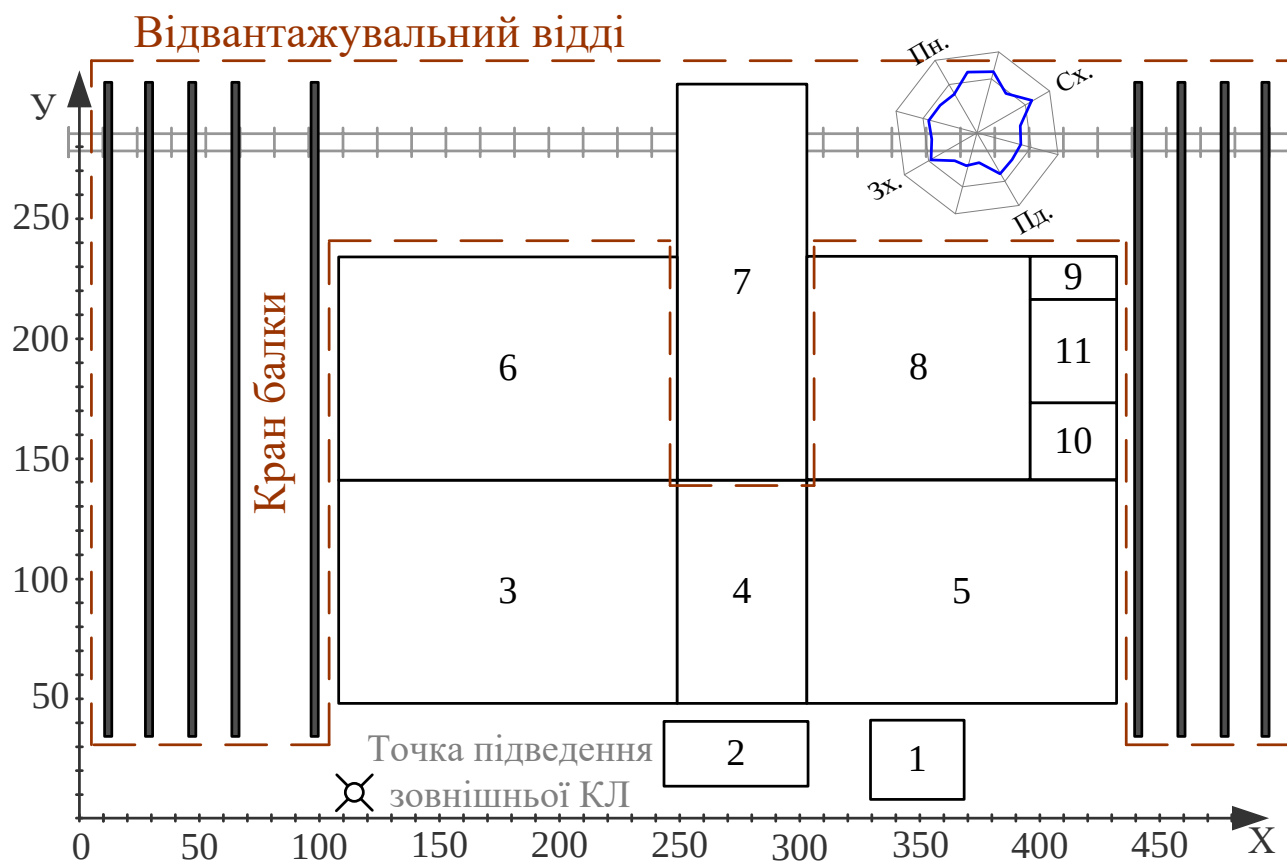


Рисунок 1.1 – Генплан ПрАТ «ГЗС»

При розробці системи електропостачання використовують основні вихідні дані: активні і реактивні навантаження. Залежно від величини електричного навантаження визначаються компоненти системи електропостачання. Точність визначення електричного навантаження дуже важлива при проектуванні.

Таблиця 1.1 – Електричні навантаження виробничих потужностей
ПрАТ «ГЗС»

№	Назва	Р, кВт	Площа м ²	Х, м	У, м
1	Адміністративна будівля	48	1287	350	24
2	Службове приміщення/Їдальня	64	1620	274	26
3	Виробничий корпус №1	750	13113	179	94
4	Арматурний цех	180	5022	276	94
5	Виробничий корпус №2	700	11997	368	94
6	Виробничий корпус №3	730	13113	178	187
7	Відвантажувальний відділ	185	8910	276	223
8	Склад матеріалів	95	8649	350	187
9	Заготівельно-механічний цех	334	648	414	225
10	Котельня	115	1152	414	157
11	Компресорна	125	1512	414	194

Відомості про навантаження електроприймачів заготівельно-механічного цеху представлено в табл. 1.2, план цеху зображено на рис. 1.2.

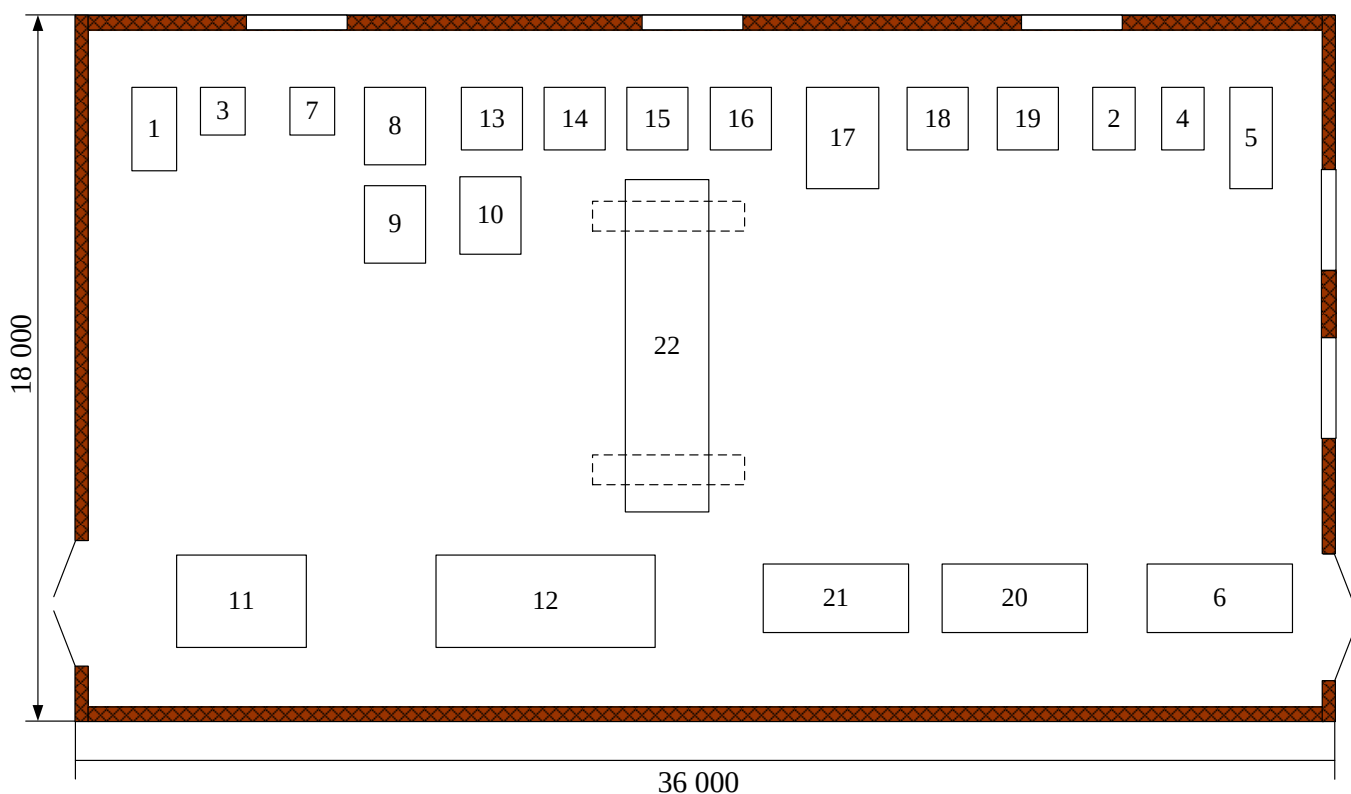


Рисунок 1.2 – План заготівельно-механічного цеху

Таблиця 1.2 – Відомості про навантаження електроприймачів цеху

№	Назва	Кількість, шт	Рн, кВт
1,2	Свердлильний станок	2	8
3-6	Зварювальний апарат	4	40
7	Вальци	1	15
8-12	Прес-ножниці	5	13
13-16	Гідравлічний прес	4	3
17	Радіально-свердлильний станок	1	8
18	Обирочно-шліфувальний станок	1	3
19	Кривошипний прес	1	30
20	Токарний апарат 6092	1	5
21	Токарний апарат ТС-70	1	15
22	Кран балка	1	5

Висновки. В даному розділі було проведено аналіз технологічних процесів та електричних навантажень ПрАТ «Гніванський завод спецзалізобетон». Наведено відомості про електричні навантаження підприємства та заготівельно-механічного цеху. Ефективна робота виробничого підприємства може бути досягнута правильним вибором новітніх методів та засобів для реалізації системи електропостачання. Тому, актуальним питанням є використання заходів, які дають змогу підбирати раціональні системи електропостачання, сучасне електрообладнання, кабельно-провідникову продукцію, підвищувати надійність електропостачання, покращувати використання існуючих мереж, знижувати втрати активної енергії [1].

2 АНАЛІЗ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА

2.1 Розрахунок навантажень цехової мережі

Вибір схеми мережі цеху є першим та дуже важливим етапом проектування системи електропостачання цехової мережі 0,4 кВ. При виборі оптимальної схеми слід враховувати наступні фактори які будуть впливати на подальшу роботу системи живлення: тривалість навантаження груп електроприймачів (ЕП), номінальна потужність ЕП та розрахункове навантаження на РП, розташування апаратів, надійність та економічність.

Розрахунок мережі цеху проводимо відповідно [6] використовуючи табличну форму (форма Ф636-92). Результат даного розрахунку показано в табл. 2.1. Також враховуючи навантаження ЕП доцільно розподіляти потужність рівномірно між РП.

Для живлення усіх ЕП заготівельно-механічного цеху буде використано три розподільчих пунктів РП 1,2,3. (рис.2.1).

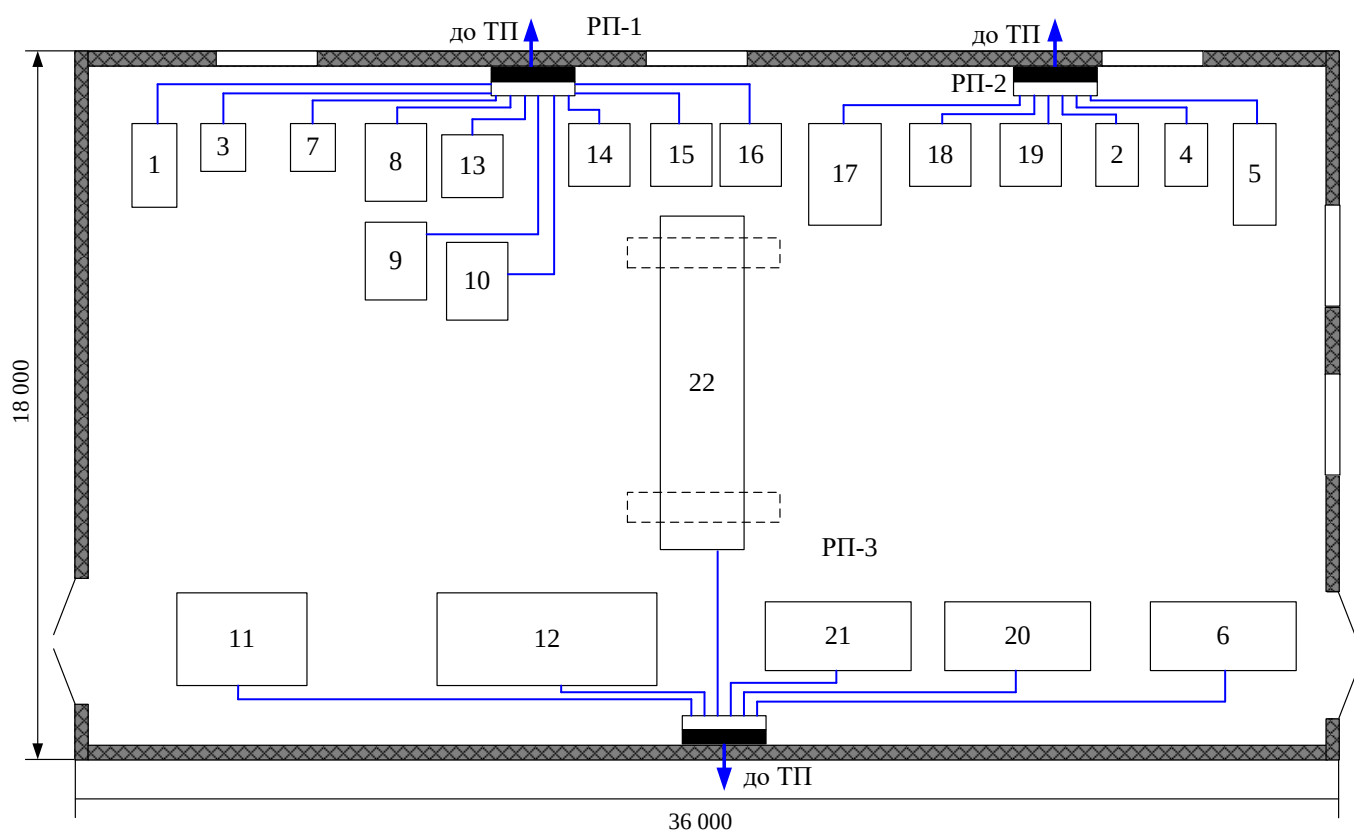


Рисунок 2.1 – План електропостачання цеху

Розрахункові навантаження окремих ЕП:

$$P_p = P_H, \quad Q_p = P_H \cdot \operatorname{tg} \varphi_H; \quad (2.2)$$

де P_H - номінальна активна потужність (АП) окремого ЕП, кВт;

Розрахункові навантаження:

$$P_p = K_p \cdot \sum_{i=1}^n k_{Bi} \cdot P_{Hi}; \quad (2.3)$$

$$Q_p = \begin{cases} 1,1 \cdot \sum_{i=1}^n k_{Bi} \cdot P_{Hi} \operatorname{tg} \varphi_{Ci}, & \text{при } n_e \leq 10, \\ \sum_{i=1}^n k_{Bi} \cdot P_{Hi} \operatorname{tg} \varphi_{Ci}, & \text{при } n_e > 10; \end{cases} \quad (2.4)$$

Для ШРА:

$$P_p = K_p \cdot \sum_{i=1}^n k_{Bi} \cdot P_{Hi}; \quad (2.5)$$

$$Q_p = K_p \cdot \sum_{i=1}^n k_{Bi} \cdot P_{Hi} \operatorname{tg} \varphi_{Ci}; \quad (2.6)$$

Середні потужності:

$$P_C = K_B \cdot P_H; \quad Q_C = P_C \cdot \operatorname{tg} \phi, \quad (2.7)$$

Коефіцієнт використання для розподільчих пунктів:

$$K_B = \frac{\sum_{i=1}^n k_{Bi} \cdot P_{Hi}}{\sum_{i=1}^n P_{Hi}}; \quad (2.8)$$

$$n_e = \frac{\left(\sum_{i=1}^n P_{Hi} \right)^2}{\sum_{i=1}^n P_{Hi}^2}; \quad (2.9)$$

Розрахункова потужність:

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

Знаходимо розрахунковий струм:

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

Розрахунок силового навантаження для РП 3:

$$P_C = 40 \cdot 0,2 + 2 \cdot 13 \cdot 0,13 + 5 \cdot 0,15 + 15 \cdot 0,14 + 5 \cdot 0,1 = 14,73 \text{ (кВт)};$$

$$Q_C = 40 \cdot 0,2 \cdot 2,29 + 2 \cdot 13 \cdot 0,13 \cdot 1,98 + 5 \cdot 0,15 \cdot 1,73 + 15 \cdot 0,14 \cdot 1,73 + 5 \cdot 0,1 \cdot 1,73 = 30,84 \text{ (квар)};$$

$$K_B = \frac{91}{14,73} = 0,16; \quad n_e = \frac{(40 + 2 \cdot 13 + 5 + 15 + 5)^2}{40^2 + 2 \cdot 13^2 + 15^2 + 5^2 + 5^2} = 3 \text{ (шт.)}.$$

Із [1, таблиця 1.1] визначаємо $K_p = 2,89$, звідси:

$$P_p = 2,89 \cdot 14,73 = 42,57 \text{ (кВт)},$$

$$Q_p = 1,1 \cdot 30,84 = 33,92 \text{ (квар)},$$

$$S_p = \sqrt{42,57^2 + 33,92^2} = 54,43 \text{ (кВА)},$$

$$I_p = \frac{54,43 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380} = 82,7 \text{ (А)}.$$

Результати розрахунків для РП 1,2 та усього цеху представлено у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Електричні навантаження цехової мережі

Назва	п	$P_{ном}$	кВт	Кв	tgφ	Pсм	Qсм	$n \cdot p_n^2$	n_e	Км	P_m	Q_m	S_m	I_m
		одн.	заг.								кВт	кВАР	кВА	А
Свердильний станок	1	8	8	0,16	1,52	1,28	1,94	64						
Зварювальний апарат	1	40	40	0,2	2,29	8,00	18,33	1600						
Вальці	1	15	15	0,17	1,17	2,55	2,98	225						
Прес-ножниці	3	13	39	0,13	1,98	5,07	10,06	507						
Гідравлічний прес	4	3	12	0,12	1,98	1,44	2,86	36						
Всього по РП-1	10		114	0,16		18,34	36,17	2432,00	5	2,09	38,33	39,79	55,25	83,94
Свердильний станок	1	8	8	0,16	1,52	1,28	1,94	64						
Зварювальний апарат	2	40	80	0,2	2,29	16,00	36,66	3200						
Радіально-свердильний станок	1	8	8	0,13	1,73	1,04	1,80	64						
Обирочно-шліфувальний станок	1	3	3	0,14	1,73	0,42	0,73	9						
Кривошипний прес	1	30	30	0,17	1,17	5,10	5,96	900						
Всього по РП-2	6		129	0,18		23,84	47,10	4237,00	3	2,31	55,07	51,81	75,61	114,87
Зварювальний апарат	1	40	40	0,2	2,29	8,00	18,33	1600,00						
Прес-ножниці	2	13	26	0,13	1,98	3,38	6,71	338,00						
Токарний апарат 6092	1	5	5	0,15	1,73	0,75	1,30	25,00						
Токарний апарат ТС-70	1	15	15	0,14	1,73	2,10	3,64	225,00						
Кран балка	1	5	5	0,1	1,73	0,50	0,87	25,00						
Всього по РП-3	6		91	0,16		14,73	30,84	2213,00	3	2,89	42,57	33,92	54,43	82,7
Всього по цеху	22		334	0,17		56,91	114,11	8882,00	12	1,56	88,78	114,1	144,5	219,6

2.2 Вибір схеми цехової мережі

Оскільки радіальні схеми забезпечують високу надійність електропостачання, тому вибираємо радіальну схему цехової мережі, що було показано на рисунку 1.1.

В якості вимикачів на лініях будить встановлені автоматичні вимикачі від виробника ЕТІ типу ЕВ та ЕВ2 з напівпровідниковим чи тепловими і електромагнітним розчіплювачем.

Відповідно вимог ПУЕ вибираємо такі способи прокладки кабельних ліній ліній:

від ТП до РП-1-3 кабель із алюмінієвими жилами марки АВВГ прокладених відкрито;

від РП до ЕП до ЕП за допомогою провідників АПВ покладених в підлозі в трубі

2.3 Вибір комутаційно-захисної апаратури та провідників цехової мережі

Вибір АВ здійснюємо дотримуючись наступних вимог:

$$I_{н.розч} \geq K_{відс} \cdot I_p; \quad (2.12)$$

$$I_{с.в} = K_n \cdot I_n. \quad (2.13)$$

$$I_{н.в\dot{д}к} \geq I_{к.маx}^{(3)}. \quad (2.14)$$

Виберемо АВ для захисту ЕП-1.

$$I_p = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi_n}; \quad (2.15)$$

$$I_p = \frac{8}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,55 \cdot 0,8} = 27,6(A).$$

Пусковий струм визначаємо від типу та кратності пускових струмів приводу:

$$I_n = 5 \cdot I_p = 5 \cdot 27,6 = 138 (A). \quad (2.16)$$

Для захисту ЕП-1 доцільно використати АВ з електронним розчіплювачем. Величина номінального струму розчіплювача для ЕП-1:

$$I_{н.розчип} \geq 1 \cdot 27,6 = 27,6 \text{ (A)};$$

$$I_{с.відс} \geq 2,1 \cdot 138 = 289,8 \text{ (A)}.$$

За розрахованими значеннями струмів приймаємо ЕВ100/3L63А3р.

Відповідно вибираємо АВ для усіх інших ЕП даного цеху а результат заносимо до табл. 2.2. Також в даній таблиці будуть представлені лінії живлення.

Приймаємо АВ для захисту РП-1.

$$I_p = 83,94 \text{ (A)}.$$

Пусковий струм для групи ЕП під'єднаних до РП-1:

$$I_{п} = I_p - K_{в} \cdot I_{н.мах} + I_{п.мах} ; \quad (2.17)$$

$$I_{п} = 83,94 - 0,2 \cdot 189,9 + 949,6 = 1026,5 \text{ (A)}.$$

Вибираємо для захисту РП-2 вимикач від виробника ЕТІ марки ЕВ2 250/3Е 250А 4р. Розрахуємо номінальний струм розчіплювача та струм спрацювання відсічки для РП-1:

$$I_{н.розчип} \geq 1,1 \cdot 83,94 = 91,33 \text{ (A)};$$

$$I_{с.відс} \geq 1,1 \cdot 1026,5 = 1129,1 \text{ (A)}.$$

Переріз ліній живлення для мереж на напругою до 1000 В необхідно вибирати за допустимим нагрівом жил.

$$I_{доп} \geq \begin{cases} I_p - \text{для невибухонебезпечних приміщень,} \\ 1,25 \cdot I_p - \text{для вибухонебезпечних приміщень.} \end{cases} \quad (2.18)$$

Для лінії, яка буде з'єднувати ТП з РП-2 обираємо силові КЛ з алюмінієвими СПЖ, з ізоляцією з ПВХ пластикату, із зовнішньою оболонкою з ПВХ пластикату зниженої горючості АВВГзнг прокладений у землі перерізом 3х95+1х50 з допустимим струмом $I_{доп} = 273 > I_p = 83,94 \text{ А}$.

Перевіримо втрату напруги в лінії, що живить ЕП-1:

$$\Delta U = \frac{P_p \cdot R_{\text{пит}} + Q_p \cdot X_{\text{пит}}}{U_H} \cdot l; \quad (2.19)$$

$$\Delta U_{\text{РП-ЕП}} = \frac{8 \cdot 1,54 + 8 \cdot 1,52 \cdot 0,072}{380} \cdot 10 = 0,347 - (\text{В});$$

$$\Delta U_{\text{ТП-РП-1}} = \frac{18,34 \cdot 0,405 + 36,17 \cdot 0,064}{380} \cdot 100 = 2,56 (\text{В});$$

$$\Delta U = \Delta U_{\text{ТП-РП-1}} + \Delta U_{\text{РП-1-ЕП}} = 0,347 + 2,564 = 2,911 (\text{В});$$

$$\Delta U_{\%} = \frac{\Delta U_{\text{ТП-ЕП-1}}}{U_H} \cdot 100\% = \frac{2,911}{380} \cdot 100\% = 0,77 \% . \quad (2.20)$$

Така втрата напруги на лінії електропередачі допустима. Для інших споживачів виконайте розрахунок аналогічним чином. Результати розрахунків занесіть в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – КЛ та АВ вибрані для цехової мережі

Найменування ЕП	I _p , А	I _п , А	Тип АВ	I _{ном} , А	I _{розч} , А	I _{св} , А	Тип ЛЖ	S, мм ²	спос. прок.	Тип труби	I _{доп} , А
РП1	83,94	995,6	ЕВ2 250/3Е 250А 4р	250	250	1200	АВВГ	3x95+1x50	відкрито		273
РП2	114,8	1026	ЕВ2 250/3Е 250А 4р	250	250	1200	АВВГ	3x95+1x50	відкрито		273
РП3	82,7	994,3	ЕВ2 250/3Е 250А 4р	250	250	1200	АВВГ	3x95+1x50	відкрито		273
Свердильний станок	27,6	138,1	ЕВ 100/3Л 32А 3р	32	32	150	АПВ	4(1x10)	в трубі	ТТØ16	39
Зварювальний апарат	189,9	949,6	ЕВ2 250/3Е 200А 4р	200	200	1000	АВВГ	3x70+1x35	відкрито		205
Вальци	43,8	219,1	ЕВ 100/3Л 63А 3р	63	63	300	АПВ	4(1x25)	в трубі	ТТØ32	70
Прес-ножниці	54,9	274,3	ЕВ 100/3Л 63А 3р	63	63	300	АПВ	4(1x25)	в трубі	ТТØ32	70
Гідравлічний прес	12,7	63,3	ЕВ 100/3Л 16А 3р	16	16	80	АПВ	4(1x4)	в трубі	ТТØ10	23
Радіально-свердильний станок	30,4	151,9	ЕВ 100/3Л 32А 3р	32	32	150	АПВ	4(1x10)	в трубі	ТТØ16	39
Обирочно-шліфувальний станок	11,4	57,0	ЕВ 100/3Л 16А 3р	16	16	80	АПВ	4(1x4)	в трубі	ТТØ10	23
Кривошипний прес	87,7	438,3	ЕВ 100/3Л 100А 3р	100	100	500	АПВ	4(1x50)	в трубі	ТТØ60	120
Токарний апарат 6092	19,0	95,0	ЕВ 100/3Л 32А 3р	32	32	150	АПВ	4(1x10)	в трубі	ТТØ16	39
Токарний апарат ТС-70	57,0	284,9	ЕВ 100/3Л 63А 3р	63	63	300	АПВ	4(1x25)	в трубі	ТТØ32	70
Кран балка	19,0	95,0	ЕВ 100/3Л 32А 3р	32	32	150	АПВ	4(1x10)	в трубі	ТТØ16	39

Отже, в даній частині роботи було здійснено розрахунок навантаження та вибір основного обладнання для реалізації цехової мережі Загтівельно-механічного цеху (№9 на генплані підприємства).

2.4 Розрахунок струмів КЗ в мережах напругою до 1000 В

Необхідно провести розрахунок струмів які виникають під час КЗ для перевірки раніше обраних АВ та КЛ.

Виконаємо розрахунок струмів короткого замикання для ділянки, що живить ЕП-7. Складемо розрахункову схему як це показано на рисунку 2.2.

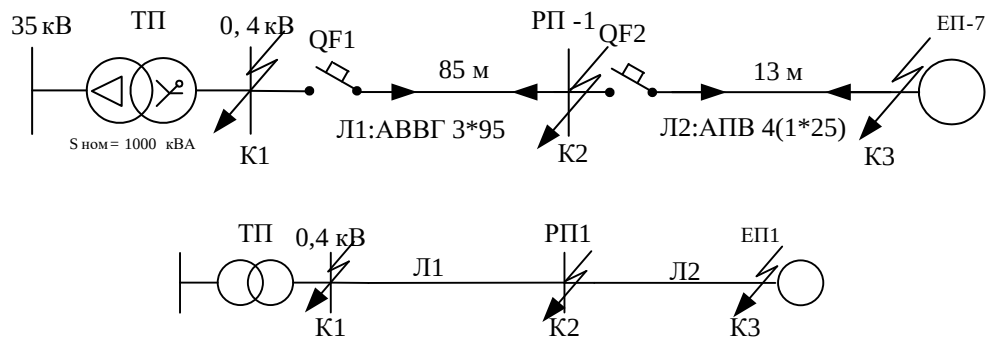


Рисунок 2.2 – Схема електропостачання ЕП-1 та схема заміщення

Визначимо опір трансформатора:

$$Z_T = \frac{U_{K\%}}{100} \cdot \frac{U^2}{S_{\text{ном.Т}}} = \frac{6,5}{100} \cdot \frac{400^2}{1000 \cdot 10^3} = 10,4 \text{ (мОм)}. \quad (2.21)$$

Визначаємо опори ліній Л1, Л2, :

$$Z_{Л1} = \sqrt{R_o^2 + X_o^2} \cdot L = \sqrt{6,4^2 + 0,094^2} \cdot 85 \cdot 10^{-3} = 0,544 \text{ (Ом)}; \quad (2.22)$$

$$Z_{Л2} = \sqrt{R_o^2 + X_o^2} \cdot L = \sqrt{10^2 + 0,098^2} \cdot 13 \cdot 10^{-3} = 0,13 \text{ (Ом)}; \quad (2.23)$$

Вихідні дані для розрахунку струмів КЗ та коефіцієнта чутливості наведені в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 - Вихідні дані для розрахунку струмів КЗ та коефіцієнта чутливості

Ділянка кола	L, м	R0, мОм/м	X0, мОм/м	R, мОм	X, мОм	Z, мОм	Zф-0, мОм
ТМ 1000/35/0,4	-	-	-	3,48	9,8	10,4	180
Л1	85	6,4	0,094	543	7,99	544	12,34
Л2	13	10	0,098	100	0,98	130	18,52

Розрахуємо значення струму при трифазному металічному КЗ за формулою:

$$I_{\text{к.макс}}^{(3)} = \frac{1,05 \cdot U_{\text{н}}}{\sqrt{3} \cdot Z_{\Sigma}}; \quad (2.24)$$

де Z_{Σ} - загальний повний опір елементів цехової мережі до точки КЗ.

- для точки К1

$$I_{\text{к.макс}}^{(3)} = \frac{1,05 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot 10,4} = 7,5 \text{ (кА)};$$

- для точки К2

$$I_{\text{к.макс}}^{(3)} = \frac{1,05 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot (10,4 + 544)} = 0,42 \text{ (кА)};$$

Перевіримо вибрані вимикачі на комутаційну здатність:

$$I_{\text{н.відк}} > I_{\text{к.макс}}^{(3)}; \quad (2.25)$$

QF1: EB2 250/3E 250A 4р з $I_{\text{н.відк}}=80 \text{ (кА)}$

$$I_{\text{н.відк}} = 63(\text{кА}) > I_{\text{к.макс}}^{(3)} = 7,5(\text{кА});$$

Для точки К1 умова перевірки комутаційної здатності виконується.

QF2: EB2 250/3E 160A 4р з $I_{\text{н.відк}}=8 \text{ (кА)}$

$$I_{\text{н.відк}} = 8(\text{кА}) > I_{\text{к.макс}}^{(3)} = 0,42(\text{кА});$$

Для точки К2 умова перевірки комутаційної здатності виконується.

Для перевірки чутливості захисту необхідно визначити струми однофазних КЗ для точок, зображених на рис. 2.2.

$$I_{\text{к}}^{(1)} = \frac{U_{\text{ф.ном}}}{\frac{Z_{\text{т}}^{(1)}}{3} + Z_{\text{ф-н}} \cdot l}, \quad (2.26)$$

- для точки К2

$$I_{\text{к}}^{(1)} = \frac{220}{\frac{180}{3} + 12,34 \cdot 85} = 0,2(\text{кА});$$

- для точки К3

$$I_K^{(1)} = \frac{220}{\frac{180}{3} + 12,34 \cdot 85 + 18,52 \cdot 13} = 0,169(\text{кА});$$

Перевіримо чи виконується умова чутливості захисту:

$$I_{н.розч} \leq \frac{I_{к.мін}^{(1)}}{3}; \quad (2.27)$$

- для точки К2

$$I_{н.розч} = 250(\text{А}) > \frac{I_K^{(1)}}{3} = \frac{200}{3} = 66,6(\text{А});$$

- для точки К3

$$I_{н.розч} = 160(\text{А}) > \frac{I_K^{(1)}}{3} = \frac{169}{3} = 52(\text{А});$$

Умови перевірки чутливості автоматичних вимикачів не виконуються.

Селективність автоматичних вимикачів перевіряємо за умовами:

$$\begin{cases} I_{c.B1} > (1,3..1,5)I_{c.B2}, \\ t_{c.B1} > t_{c.B2} + \Delta t. \end{cases} \quad (2.28)$$

Виконаємо перевірку на селективність для вимикачів, що захищають лінії ТП1 - РП1 та РП1 – ЕП1 (дані про вимикачі знаходяться в табл. 2.2).

$$\begin{cases} I_{c.B1} = 250(\text{А}) > (1,3..1,5) \cdot 302,4 = 325 \div 375(\text{А}), \\ t_{c.B1} = t_{c.B2} + \Delta t = 0,015 + 0,1 = 0,115(\text{с}). \end{cases}$$

Умови селективності виконуються.

Побудуємо карту селективності дії захисту. Зображено на рисунку 2.3.

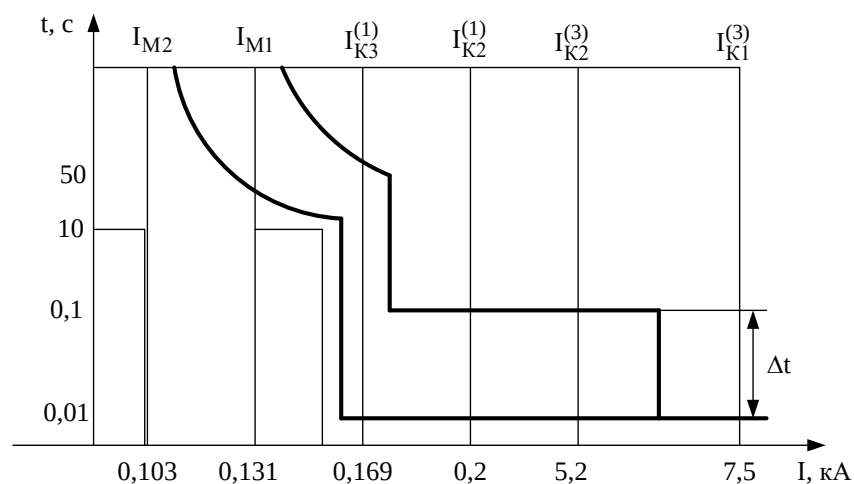


Рисунок 2.3 – Карта селективності дії захисту

2.5 Розрахунок навантажень підприємства

Активна та реактивна потужності окремого об'єкту визначається як:

$$P_C = K_{\Pi} \cdot P_H; \quad Q_C = P_C \cdot \operatorname{tg} \varphi; \quad (2.35)$$

Розрахункова потужність систем освітлення [5] в залежності від площі цеху:

$$P_O = P_{\text{ПІТ.О}} \cdot K_{\text{ПО}} \cdot K_{\text{ПРА}} \cdot F; \quad (2.36)$$

$$Q_O = P_O \cdot \operatorname{tg} \phi_O; \quad (2.37)$$

Розрахункові потужності:

$$P_P = P_C + P_O; \quad Q_P = Q_C + Q_O; \quad (2.38)$$

Розрахункові максимальні навантаження:

$$P_{P\Sigma} = K_O \left(\sum_{i=1}^N P_{Pi} + P_{\text{ПЦі}} + P_{P3} \right) + P_{O\Sigma}; \quad Q_{P\Sigma} = K_O \left(\sum_{i=1}^N Q_{Pi} + Q_{\text{ПЦі}} + Q_{P3} \right); \quad (2.39)$$

Сумарне навантаження усіх цехів підприємства:

$$S_{P\Sigma} = \sqrt{P_{P\Sigma}^2 + Q_{P\Sigma}^2}; \quad (2.40)$$

Для прикладу проведемо розрахунок для Адміністративної будівлі (№1 на генплані):

$$P_C = K_{\Pi} \cdot P_H = 0,5 \cdot 48 = 24 \text{ (кВт)};$$

$$Q_C = P_C \cdot \operatorname{tg} \varphi = 24 \cdot 0,62 = 14,87 \text{ (кВт)};$$

$$P_O = 0,016 \cdot 0,9 \cdot 1,2 \cdot 1287 = 22,24 \text{ (кВт)};$$

$$P_P = 24 + 22,24 = 46,24 \text{ (кВт)};$$

$$Q_P = 14,87 + 0,43 \cdot 22,24 = 24,44 \text{ (кВт)};$$

$$S_P = \sqrt{46,24^2 + 24,44^2} = 52,3 \text{ (кВА)}.$$

Результати розрахунку навантаження підприємства зводимо у табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Розрахунок електричних навантажень підприємства

№	Назва цеху	Силове навантаження						Освітлювальне навантаження					Сумарне навантаження		
		P _н , кВт	K _п	cosφ	tgφ	P _с , кВт	Q _с , квар	F, м ²	P _{плт.} , Вт/м ²	K _{по}	K _{пр} , А	P _о , кВт	P _р , кВт	Q _р , квар	S _р , кВА
1	Адміністративна будівля	48	0,5	0,8	0,6	24	14,87	1287	0,01	0,9	1,2	22,24	46,24	24,44	52,30
2	Службове	64	0,5	0,8	0,6	35,2	21,82	1620	0,01	0,9	1,2	27,99	63,19	33,85	71,69
3	Виробничий корпус №1	750	0,3	0,7	0,9	262	245,7	1311	0,01	0,9	1,2	198,2	460,7	331,0	567,3
4	Арматурний цех	180	0,5	0,6	1,1	90	105,2	5022	0,01	0,8	1,2	67,50	157,5	134,2	206,9
5	Виробничий корпус №2	700	0,4	0,7	0,8	280	246,9	1199	0,01	0,9	1,2	181,3	461,3	324,9	564,3
6	Виробничий корпус №3	730	0,3	0,7	0,8	270	216,7	1311	0,01	0,9	1,2	198,2	468,3	301,9	557,2
7	Відвантажувальний відділ	185	0,4	0,7	1,0	74	75,50	8910	0,01	0,8	1,2	102,6	176,6	119,6	213,3
8	Склад матеріалів	95	0,4	0,8	0,6	38	23,55	8649	0,01	0,8	1,2	99,64	137,6	66,39	152,8
9	Заготівельно-механічний	334	0,2	0,6	1,2	88,7	114,1	648	0,01	0,8	1,2	8,71	97,49	117,8	152,9
1	Котельня	115	0,5	0,8	0,7	63,2	47,44	1152	0,01	0,8	1,2	17,63	80,88	55,02	97,81
1	Компресорна	125	0,4	0,7	0,8	56,2	49,61	1512	0,01	0,9	1,2	26,13	82,38	60,84	102,4
1	Адміністративна будівля	48	0,5	0,8	0,6	24	14,87	1287	0,01	0,9	1,2	22,24	46,24	24,44	52,30
	Всього по підприємству	332				1282	1161	6702				950,4	2168	1491	2631

2.6 Вибір оптимальної напруги живлення

Вибір класу напруги живлення СЕП являється техніко-економічною задачею, яке повинне вирішуватися в сукупності з вибором схеми електропостачання з урахуванням можливих варіантів [12]. Для визначення класу напруги лінії зовнішнього живлення можна використовувати наступну формулу:

$$U_{ек} = 4,34\sqrt{L + 16 \cdot P_p}; \quad (2.41)$$

Значення напруги для СЕП підприємства:

$$U_{ек} = 4,34\sqrt{1,3 + 16 \cdot 2,168} = 26,04 \text{ (кВ)}.$$

Отже, необхідно прийняти, для подальшого порівняння, два варіанти схеми зовнішнього електропостачання величиною напруги 10 кВ та 35 кВ.

2.7 Техніко-економічне порівняння класів напруги живлення

Виконання техніко-економічних розрахунків полягає в розрахунку витрат на капіталовкладення для виконання СЕП обох класів напруг [13].

Попередній вибір КЛ здійснюємо за допустимим струмом.

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3}U_{\text{ном}}} \text{ (A);} \quad (2.42)$$

$$I_{p35} = \frac{2631,9 / 2}{\sqrt{3} \cdot 35} = 21,71 \text{ (A);}$$

$$I_{p10} = \frac{2631,9 / 2}{\sqrt{3} \cdot 10} = 75,98 \text{ (A).}$$

Для КЛ 10 кВ доцільно обрати кабель типу АПвЭгаПу-10 3×35 [16], величина допустимого струму складає 129 А.

Для КЛ 35 кВ доцільно обрати кабель типу АПвЭгаПу-35 3х50 [16], величина допустимого струму складає 140 А.

Визначаємо величину капітальних а результат показано в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Капіталовкладення в СЕП 10 або 35 кВ

Перелік елементів схем	Вартість	10 кВ		35 кВ	
		Кількість	Вартість	Кількість	Вартість
Лінії електропередавання, км	тис.грн. за 1 км КЛ	км	тис.грн.	км	тис.грн.
КЛ 10 кВ АПвЭгаПу 3×35	419,00	2,6	1089,40		
КЛ 35 кВ АПвЭгаПу 3×50	592,20			2,6	1539,71
ВСЬОГО по лініях			1089,40		1539,71
Підстанції	тис.грн. за одиницю ПС.	штук	тис.грн.	штук	тис.грн.
Спорудження ПС 35 кВ 2х1000 кВ*А	1450			2	2900
Спорудження ПС 10 кВ 2х1000 кВ*А	1142	2	2284		
ВСЬОГО по ПС			0		2900
ВСЬОГО			3373,40		4439,71

Навантажувальні втрати активної електроенергії визначають як:

$$\Delta W_a = \Delta P_m \cdot \tau = 3I_m^2 R_e \cdot 10^{-3} \cdot \tau \text{ (кВт·год/рік);} \quad (2.43)$$

Вартість втрат електроенергії в лініях живлення відповідно класу напруг:

$$C_{\Delta W10} = 3 \cdot 2 \cdot 75,98^2 \cdot 0,868 \cdot 1,3 \cdot 10^{-6} \cdot 2886,21 \cdot 6,649 = 749,99 \text{ (тис.грн./рік);}$$

$$C_{\Delta W35} = 3 \cdot 2 \cdot 21,71^2 \cdot 0,641 \cdot 1,3 \cdot 10^{-6} \cdot 2886,2 \cdot 5,195 = 35,33 \text{ (тис.грн./рік).}$$

Зведені річні витрати доцільно визначити за наступною формулою:

$$З = E_H \cdot K + B; \quad (2.44)$$

де E_n – коефіцієнт ефективності капітальних вкладень в об'єкти СЕП ($E_n = 0,1$ [12]); K – капітальні вкладення; B – річні витрати на експлуатацію СЕП.

Щорічні витрати представлено в табл. 2.6.

Таблиця 2.6 – Щорічні витрати відповідно класу напруг

Перелік поточних витрат	Варіанти	
	10 кВ	35 кВ
Щорічні витрати на технічне обслуговування і ремонт, в тому числі:		
ПЛ – 35 кВ, 1,2% від K		18,48
ПЛ 10 кВ, 3,8% від K	26,15	
ПС 35 кВ, 2,4% від K		69,60
ПС 10 кВ, 4,3% від K	145,06	
Всього щорічні витрати на обслуговування, ВО тис.грн.	171,20	88,08
Амортизація, в тому числі:		
ПЛ – 35 кВ, 2% від K		30,79
ПЛ 10 кВ, 3% від K	21,79	
ПС 35 кВ, 3,6% від K		159,83
ПС 10 кВ, 3,6% від K	121,44	
Всього щорічні витрати на амортизацію, Ва тис.грн.	143,23	190,62
Тариф на ЕЕ, грн./кВт*год	6,649	5,195
Вартість втрат електроенергії в ЛЕП, ВΔW тис.грн.	749,99	35,33
ВСЬОГО щорічні витрати (В) тис.грн.	1064,42	314,03

Враховуючи різницю цін на електроенергію згідно класу напруги [15] ($6,649 - 5,195 = 1,454$ грн./кВт·год.) величина різниці в оплаті за спожиту електроенергію рівна $1,454 \cdot 2168,38 \cdot 4500 = 14187,71$ тис.грн..

$$Z_{10} = 0,1 \cdot 3373,4 + 1064,42 + 14187,71 = 15589,47 \text{ (тис.грн.)};$$

$$Z_{35} = 0,1 \cdot 4439,71 + 314,03 = 758,0 \text{ (тис.грн.)};$$

Термін окупності вигіднішого варіанту відносно іншого:

$$T_{ок} = \frac{K_2 - K_1}{B_1 - B_2} = \frac{443971 - 3373,4}{(1064,42 + 14187,71) - 314,03} = 0,7 \text{ (років)}. \quad (2.45)$$

Розрахунок показав, що вигіднішим є варіант живлення підприємства на напрузі 35 кВ. Отже, зовнішня лінія живлення буде спроектована в даній роботі кабелем марки АПвЭгаПу-35 3х50 довжиною 1,3 км на напрузі 35 кВ.

2.8 Вибір і розміщення цехових ТП

Значення густини питомого навантаження на 1 м² площі цеху [10]:

$$S_{\text{пит}} = \frac{S_{\Sigma}}{F_{\Sigma}}; \quad (2.45)$$

Кількості необхідних двотрансформаторних підстанцій які здатні забезпечити навантаження підприємства визначається за наступною формулою [10]:

$$N_{\text{ек}} \geq \frac{S_{\Sigma}}{2 \cdot S_{\text{ном.т.}} \cdot k_3}; \quad (2.46)$$

де $k_3 = 0,7 - 0,75$ – для споживачів I категорії [14];

$k_3 = 0,8 - 0,85$ – для споживачів II, III категорій [14];

Повна розрахункова потужність всіх цехів підприємства:

$$S_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n S_{Pi} = 2631,9 \text{ (кВА)}.$$

Сумарна площа всіх цехів підприємства:

$$F_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n F_i = 67023 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Значення питомої густини навантаження підприємства на 1м² площі цехів:

$$S_{\text{пит}} = \frac{S_{\Sigma}}{F_{\Sigma}} = \frac{2631,9}{67023} = 0,05 \text{ (кВ} \cdot \text{А/м}^2\text{)}.$$

Для даної густини доцільно обрати двотрансформаторні підстанції з номінальною потужністю $S_{\text{ном.т.}} = 630$ чи 1000 кВА. Розглянемо обидва варіанти та проведемо їх техніко-економічне порівняння:

1. При $S_{\text{ном.т.}} = 630$ кВА, враховуючи, що підприємство належить до споживачів II категорії з надійності електропостачання, число ТП:

$$N_{\text{ек}} = \frac{S_{\Sigma}}{S_{\text{ек}} \cdot k_3} = \frac{2631,9}{2 \cdot 630 \cdot (0,8 \div 0,85)} = 2,45 \div 2,61 \text{ (шт.)};$$

2. При $S_{\text{ном.т.}} = 1000$ кВА число ТП:

$$N_{\text{ек}} = \frac{S_{\Sigma}}{S_{\text{ек}} \cdot k_3} = \frac{2631,9}{2 \cdot 1000 \cdot (0,8 \div 0,85)} = 1,55 \div 1,64 \text{ (шт.)}.$$

Отже, щоб задовольнити виробничі потужності підприємства необхідно в СЕП використати три двотрансформаторних підстанцій з потужністю 630 кВА, або дві з потужністю 1000 кВА [17].

Дані про фактичний коефіцієнт завантаження приведені в табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Розподіл трансформаторних підстанцій між цехами

Варіант 1				Варіант 2			
Цех	S _м , кВА	630 кВА		Цех	S _м , кВА	1000 кВА	
		N, шт	k ₃			N, шт	k ₃
1-3	690,43	2	0,55	1-5	1460,78	2	0,73
6,7	770,57	2	0,61	6-11	1268,66	2	0,63
4,8-11	705,44	2	0,56				

Робота цехових трансформаторів виробничих підприємств характеризується виникненням втрат, для яких характерним є збільшення величини в період часу неробочого навантаження, за рахунок збільшення величини втрат холостого ходу [13], а також зниження навантаження за рахунок збільшення споживання реактивної енергії. Здійснюємо розрахунок даних втрат для вибору кращого варіанту живлення підприємства.

2.9 Техніко-економічне порівняння спорудженої системи електропостачання підприємства

Параметри трансформаторів подано в табл. 2.8 [10].

Таблиця 2.8 – Параметри трансформаторів

S _{н.тр} , кВА	U _{н.т} , кВ	ΔP _{xx} , кВт	ΔP _к , кВт	U _{к%}
630	35	1,2	9	6,5
1000	35	2	11,6	6,5

Однолінійна схема електропостачання ПрАТ «ГЗС» є радіальною на напрузі 35 кВ. Виконуємо економічне порівняння варіантів спорудження двотрансформаторних підстанцій потужністю 630 кВА і 1000 кВА методом зведених річних витрат. На рис. 2.4 представлено варіанти виконання СЕП підприємства відповідно потужності задіяних трансформаторів.

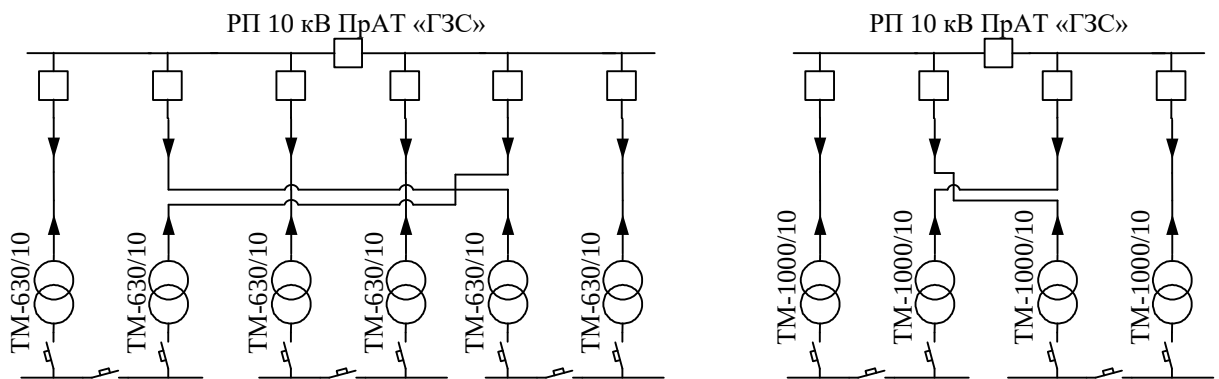


Рисунок 2.4 – Варіанти схем внутрішньозаводського електропостачання

Для найкращого варіанта ТП є найменші приведені витрати, що визначаються за формулою:

$$B_{\text{пр}} = (E_n + E_a)K + m\Delta P + Z_{\text{пер}}; \quad (2.47)$$

де E_n – нормативний коефіцієнт відррахувань (0,1);

E_a – коефіцієнти амортизаційних відррахувань ($E_a = 0,063$ [12]);

K – капітальні вкладення, грн;

Втрати потужності в трансформаторах визначаються за формулою [5,7]:

$$\Delta P_{\text{тр}} = n \cdot \Delta P_{\text{xx}} + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_{\text{кз}} \left(\frac{S_M}{S_{\text{ном.т.}}} \right)^2; \quad (2.48)$$

Комплексне використання заходів для зниження втрат потужності дозволяє довести ККД трансформаторів до 85-90%.

Вартість річних втрат потужності визначають за діючими тарифами

$$m = t \cdot \tau; \quad (2.49)$$

де t – тариф за електроенергією, грн/кВт·год;

Визначаємо, що $t = 5,195 \text{ грн/кВт}\cdot\text{год}$, а 4500 (двозмінний графік роботи). Тоді питома вартість річних витрат активної потужності

$$m = 5,195 \cdot \left(0,124 + \frac{4500}{10000} \right)^2 \cdot 8760 = 14993,8 \text{ (грн/рік)}.$$

Втрати потужності для трансформаторів 630 кВА:

$$\Delta P_{630} = 6 \cdot 1,2 + \frac{1}{6} \cdot 9 \cdot \left(\frac{2631,9}{630} \right)^2 = 33,379 \text{ (кВт)};$$

Втрати потужності для трансформаторів 1000 кВА:

$$\Delta P_{1000} = 4 \cdot 2 + \frac{1}{4} \cdot 11,6 \cdot \left(\frac{2631,9}{1000} \right)^2 = 28,088 \text{ (кВт)}.$$

Вартість спорудження двотрансформаторних ТП [10]:

$$K_{630} = 838000 \text{ (грн)};$$

$$K_{1000} = 1142000 \text{ (грн)}.$$

Приведені річні витрати при спорудженні двотрансформаторних підстанцій з трансформаторами, потужністю відповідно 630 і 1000 кВА:

$$B_{\text{пр}630} = 3 \cdot (0,1 + 0,063) \cdot 838000 + 14993,8 \cdot 33,379 = 910260,05 \text{ (грн)};$$

$$B_{\text{пр}1000} = 2 \cdot (0,1 + 0,063) \cdot 1142000 + 14993,8 \cdot 28,088 = 793437,854 \text{ (грн)}.$$

Термін протягом якого буде отримана окупність додаткових капіталовкладень буде складати:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_2 - K_1}{B_1 - B_2} = \frac{1142000 - 838000}{14993,8(33,379 - 28,088)} = 3,83 \text{ (років)}.$$

Отже, обираємо варіант спорудження СЕП з двома двотрансформаторними підстанціями так як даний варіант є більш економічний, а термін окупності додаткових витрат менший за нормований.

2.10 Побудова картограми електричних навантажень підприємства

Інформація про розподіл навантаження між ТП підприємства а також дані про завантаження трансформаторів наведено в табл. 2.9. Розподіл навантаження доцільно здійснювати таким чином, щоб зменшити перетоки потужностей, що веде до зменшення втрат в лініях живлення. Чим нижчий клас напруги і чим довші лінії живлення тим виникають більші втрати електроенергії. Тому доцільно розподілити навантаження між ТП таким чином, щоб мінімізувати довжину ліній 0,4 кВ.

Таблиця 2.9 – Номінальні параметри трансформаторів

№ ТП	№ цеху	Назва цеху	Pr, кВт	Qp, кВАр	Sp, кВА	St, кВА	N, шт.	Kз, в.о.
ТП1	1	Адміністративна будівля	46,24	24,44	52,30	1000	2	0,73
	2	Службове приміщення/Їдальня	63,19	33,85	71,69			
	3	Виробничий корпус №1	460,77	331,02	567,34			
	4	Арматурний цех	157,50	134,24	206,95			
	5	Виробничий корпус №2	461,39	324,94	564,33			
	Всього по ТП1		1189,09	848,49	1460,78			
ТП2	6	Виробничий корпус №3	468,37	301,95	557,26	1000	2	0,63
	7	Відвантажувальний відділ	176,64	119,63	213,34			
	8	Склад матеріалів	137,64	66,39	152,81			
	9	Заготівельно-механічний цех	97,49	117,84	152,94			
	10	Котельня	80,88	55,02	97,81			
	11	Компресорна	82,38	60,84	102,41			
	Всього по ТП2		1043,39	721,68	1268,66			

Місце розташування цехових ТП можна визначити за наступними формулами:

$$X_{\text{ТП}} = \frac{\sum_{i=1}^N P_{\text{Mi}} \cdot X_i}{\sum_{i=1}^N P_{\text{Mi}}}, \quad Y_{\text{ТП}} = \frac{\sum_{i=1}^N P_{\text{Mi}} \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^N P_{\text{Mi}}}; \quad (2.50)$$

Результат даного розрахунку дозволяє наочно оцінити ефективність розташування ТП та характеру навантаження, окремо на освітлення та обладнання.

Дані для даного розрахунку беремо з табл. 2.10.

Таблиця 2.10 – Координати розміщення ЕП

№	Цех	ТП	Р _p , кВт	X, м	Y, м	Р _p *X, кВт*м	Р _p *Y, кВт*м
1	Адміністративна будівля	1	46,24	350	24	16183,78	1109,74
2	Службове приміщення/Ідальня	1	63,19	274	26	17315,05	1643,03
3	Виробничий корпус №1	1	460,77	179	94	82477,57	43312,24
2	Арматурний цех	1	157,50	276	94	43468,81	14804,59
5	Виробничий корпус №2	1	461,39	368	94	169793,23	43371,10
6	Виробничий корпус №3	2	468,37	178	187	83369,60	87584,92
7	Відвантажувальний відділ	2	176,64	276	223	48753,52	39391,43
8	Склад матеріалів	2	137,64	350	187	48172,77	25738,02
9	Заготівельно-механічний цех	2	97,49	414	225	40360,50	21935,05
10	Котельня	2	80,88	414	157	33482,50	12697,47
11	Компресорна	2	82,38	414	194	34104,23	15981,21
			ΣР _p , кВт	ΣР _p *X/ΣР _p	ΣР _p *Y/ΣР _p	ΣР _p *X, кВт*м	ΣР _p *Y, кВт*м
	Сумарно по ТП1		1189,09	276,88	87,66	329238,43	104240,71
	Сумарно по ТП2		1043,39	276,26	194,87	288243,12	203328,11
	Координати ЦЕН		2232,48	276,59	137,77	617481,55	307568,82

Розміщувати трансформаторні підстанції не завжди є змога в точці з оптимальним координатами та перетоком потужності. В місці з оптимальними координатами можуть знаходитися споруди, дороги чи лінії комунікацій. Отже, встановлюємо ТП максимально близько до оптимальних координат враховуючи при цьому специфіку забудови на території даного підприємства. Вибір оптимальних координат розміщення ТП відносно розрахованих показано у табл. 2.11.

Таблиця 2.11 – Координати оптимального розміщення ТП

	Розраховані		Оптимальні на генплані	
	X, м	Y, м	X, м	Y, м
ТП-1	276,88	87,66	255	55
ТП-2	276,26	194,87	243	148
ЦРП	276,59	137,77	117	40

Будуємо картограму навантажень на генплані підприємства. Радіус кола пропорційно навантаженню цеху буде визначатися за формулою:

$$r_i = \sqrt{\frac{P_{Pi}}{\pi \cdot m_p}}; \quad (2.51)$$

Величина сектору, яке характеризує освітлювальне навантаження цеху:

$$\alpha_i = \frac{360 \cdot P_{Oi}}{P_{Pi}}; \quad (2.52)$$

Результати розрахунків зводимо до табл. 2.12.

Таблиця 2.12 – Дані для побудови картограми навантажень

№	Цех	X, м	Y, м	P _p , кВт	P _o , кВт	r, м	α°	d, м
1	Адміністративна будівля	350	24	46,24	22,24	12,14	173,1	24,27
2	Службове приміщення/їдальня	274	26	63,19	27,99	14,19	159,5	28,37
3	Виробничий корпус №1	179	94	460,77	198,27	38,31	154,9	76,61
4	Арматурний цех	276	94	157,50	67,50	22,40	154,3	44,79
5	Виробничий корпус №2	368	94	461,39	181,39	38,33	141,5	76,67
6	Виробничий корпус №3	178	187	468,37	198,27	38,62	152,4	77,24
7	Відвантажувальний відділ	276	223	176,64	102,64	23,72	209,2	47,44
8	Склад матеріалів	350	187	137,64	99,64	20,94	260,6	41,87
9	Заготівельно-механічний цех	414	225	97,49	8,71	17,62	32,2	35,24
10	Котельня	414	157	80,88	17,63	16,05	78,5	32,10
11	Компресорна	414	194	82,38	26,13	16,20	114,2	32,39

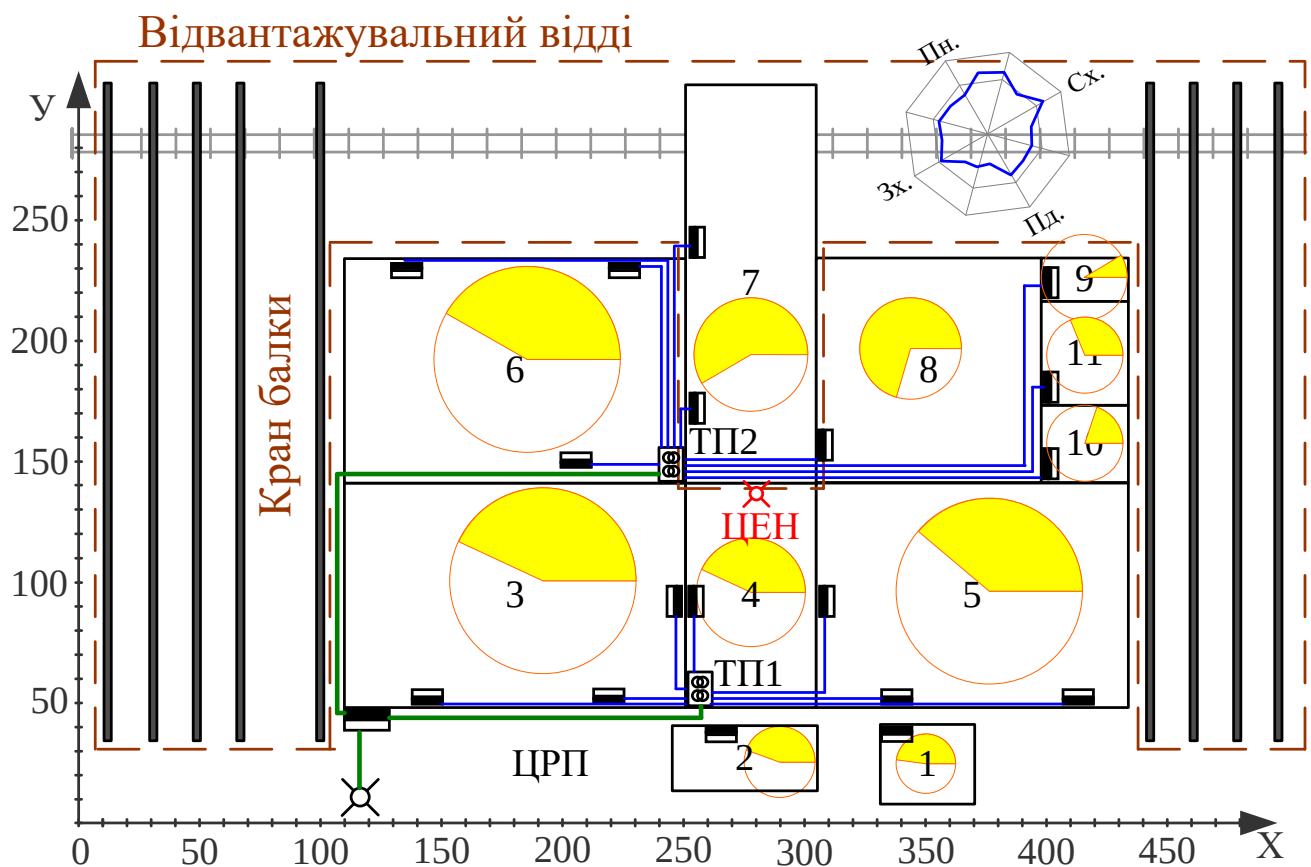


Рисунок 2.5 – Генеральний план підприємства

2.9 Вибір схеми та основних елементів заводської мережі

Згідно з ПУЕ [1], електрообладнання необхідно підбирати за типом установки, величиною номінального струму і номінальною напругою та перевіряється на термічну і динамічну стійкість при аварійних режимах роботи.

Високовольтний вимикач вибирається відповідно до номінальною напругою і струмом з урахуванням можливості протидії величинам струму короткого замикання.:

$$U_{\text{ном.в}} \geq U_{\text{ном.мережі}} ; \quad (2.53)$$

$$I_{\text{ном.в}} \geq I_{\text{мах}} ; \quad (2.54)$$

Визначимо $I_{\text{мах}}$ для нормального режиму роботи ЦРП:

$$I_p = \frac{S_p}{k \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{2631,9}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 35} = 21,7 \text{ (A)} ;$$

$$I_{\text{ра}} = \frac{S_p \cdot k_{\text{н.па}}}{k \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{3090,06}{\sqrt{3} \cdot 35} = 43,4 \text{ (A)} ;$$

$$I_{\text{мах}} = \frac{1,4 \cdot S_{\text{н.т}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{1,4 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 35} = 23,1 \text{ (A)}.$$

Для встановлення на стороні 35 кВ вибираємо вакуумні вимикачі ВВ-ЕЛ-35 [18]. Номінальний струм даних вимикачів $I_{\text{ном.в}} = 125 \text{ A} > I_{\text{м.ав}} = 43,4$. Час відключення вимикача складає 0,075 с.

Для живлення заводу вибираємо броньовані кабелі з ізоляцією із зшитого поліетилену в ПВХ оболонці типу АПвЭгаПу-35 3х50 [16] прокладені в траншеї.

Перевірка допустимого нагрівання з урахуваннях умов прокладки [12]:

$$I_p \leq k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \cdot I_{\text{доп}} ; \quad (2.55)$$

де $k_1 - k_6$ - коефіцієнти, що характеризують умови прокладання кабелю [12];

$$43,4 \text{ (A)} \leq 1,0 \cdot 0,98 \cdot 0,89 \cdot 0,69 \cdot 1,0 \cdot 0,98 \cdot 140 = 82,5 \text{ (A69)}.$$

2.10 Розрахунок струмів КЗ загальнозаводської мережі

З метою перевірки раніше обраних силових вимикачів та ліній живлення необхідно здійснити розрахунок струмів КЗ [9]. Розрахункова схема представлена на рисунку 2.7.

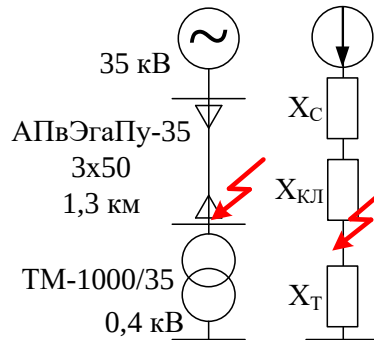


Рисунок 2.7 – Розрахункова та заступна схеми

Усі потрібні формули та результати розрахунку приведені в табл. 2.14.

Таблиця 2.14 – Формули для розрахунку струмів КЗ на початку лінії

Назва параметра	Формула	Розрахунок
Опір системи, Ом	$X_c = \frac{U_{c.н.}}{\sqrt{3} \cdot I_k}$	$X_c = \frac{37 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 6329} = 3,375$
Опір лінії живлення, Ом	$X_{л} = X_0 l \left(\frac{U_{c.н.}}{U_{c.н.л.}} \right)^2$	$X_{л} = 0,641 \cdot 1,3 \cdot \left(\frac{37}{35} \right)^2 = 0,931$
Сумарний опір від системи до точки К, Ом	$X_{\Sigma} = X_c$	$X_{\Sigma} = 3,375 + 0,931 = 4,307$
Періодична складова струму трифазного КЗ в початковий момент часу, кА	$I_{п0} = \frac{U_{c.н.}}{\sqrt{3} \cdot X_{\Sigma}}$	$I_{п0} = \frac{37}{\sqrt{3} \cdot 4,307} = 4,96$
Постійна часу затухання аперіодичної складової струму, с	$T_{ac} = \frac{X_{\Sigma}}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot R_{\Sigma}}$	$T_{ac} = \frac{5}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 0,5} = 0,032$
Час вимкнення КЗ, с	$t_{вим} = t_{pz.min} + t_{в.в.}$	$t_{вим} = 0,5 + 0,1 = 0,6$
Аперіодична складова струму КЗ	$i_{ат.с} = \sqrt{2} \cdot I_{ПО} \cdot e^{\frac{-t_{вим}}{T_{ac}}}$	$i_{ат.с} = \sqrt{2} \cdot 4,96 e^{\frac{-0,065}{0,03}} = 0,804$
Ударний струм КЗ, кА	$i_{уд} = \sqrt{2} \cdot I_{ПО} \cdot \left(1 + e^{\frac{-\tau}{T_{ac}}} \right)$	$i_{уд} = \sqrt{2} \cdot 4,96 \cdot \left(1 + e^{\frac{-0,01}{0,03}} \right) = 12,1$
Тепловий імпульс, $кА^2 \cdot с$	$B_k = I_{ПО}^2 \cdot (t_{від} + T_{ac})$	$B_k = 4,96^2 (0,6 + 0,03) = 15,5 (кА^2 \cdot с).$

Здійснюємо перевірки згідно [9] раніше обраних вимикачі типу ВВ-ЕL-35 на необхідні параметри роботи, а результати даної перевірки в табл. 2.15.

Таблиця 2.15 – Формули для перевірки обраного типу вимикачів

Умова вибору	Номінальні параметри	Розрахункові параметри
$I_{\text{ном.від}} = I_{\text{Пт.}}$	$I_{\text{ном.від}} = 10 \text{ кА}$	$I_{\text{Пт}} = I_{\text{ПтС}} = 4,96 \text{ кА}$
$\sqrt{2} \cdot I_{\text{ном.від}} \cdot \left(1 + \frac{\beta_{\text{Н}}}{100}\right) \geq \sqrt{2} \cdot I_{\text{Пт}} + i_{\text{ат}}$	$\sqrt{2} \cdot 10 \cdot \left(1 + \frac{21}{100}\right) = 17,11 \text{ кА}$	$\sqrt{2} \cdot 4,96 + 0,8 = 7,8$
$i_{\text{дин}} \geq i_{\text{уд}}$	$i_{\text{дин}} = 25 \text{ кА}$	$i_{\text{уд.С}} = 12,1 \text{ кА}$
$I_{\text{дин}} \geq I_{\text{ПО}}$	$I_{\text{дин}} = 10 \text{ кА}$	$I_{\text{ПО}} = 4,96 \text{ кА}$
$I_{\text{Т}}^2 \cdot t_{\text{Т}} \geq B_{\text{к}}$	$I_{\text{Т}}^2 \cdot t_{\text{Т}} = 10^2 \cdot 4 = 400 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	$B_{\text{к}} = 15,5 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$

Отже, необхідні умови перевірки силових вимикачів виконуються.

Переріз жил кабелів за термічною стійкістю до дії струмів КЗ [10]:

$$s \geq s_{\min} = \frac{I_{\text{к}} \sqrt{t_{\text{вим}}}}{C_{\text{т}}}; \quad (2.56)$$

$$s = 50 \text{ (мм}^2\text{)} \geq s_{\min} = \frac{4,96 \sqrt{0,6}}{94} = 40,9 \text{ (мм}^2\text{)}.$$

Отже, обрані КЛ задовольняють умовам перевірки на допустимий переріз.

Висновки. Даний розділ бакалаврської кваліфікаційної роботи був присвячений проведенню аналізу системи електропостачання ПрАТ «ГЗС». Для цього було виконано наступні задачі:

- розраховано систему електропостачання заготівельно-механічного цеху та підприємства в цілому;
- обрано кількість, потужність та місце розташування трансформаторних підстанцій, за критерієм економічності;
- обрано оптимальний клас напруги для зовнішньої лінії живлення підприємства.
- обрано перерізи та марки ліній живлення а також здійснено їх перевірку;
- здійснено аналіз засобів захисту електрообладнання;
- розраховано значення капіталовкладень в спроектовану СЕП.

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 [12]. 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 [13]. Споживання електроенергії на великих підприємствах сягає значень у вигляді 18-20% [12].

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 рис. 3.1.

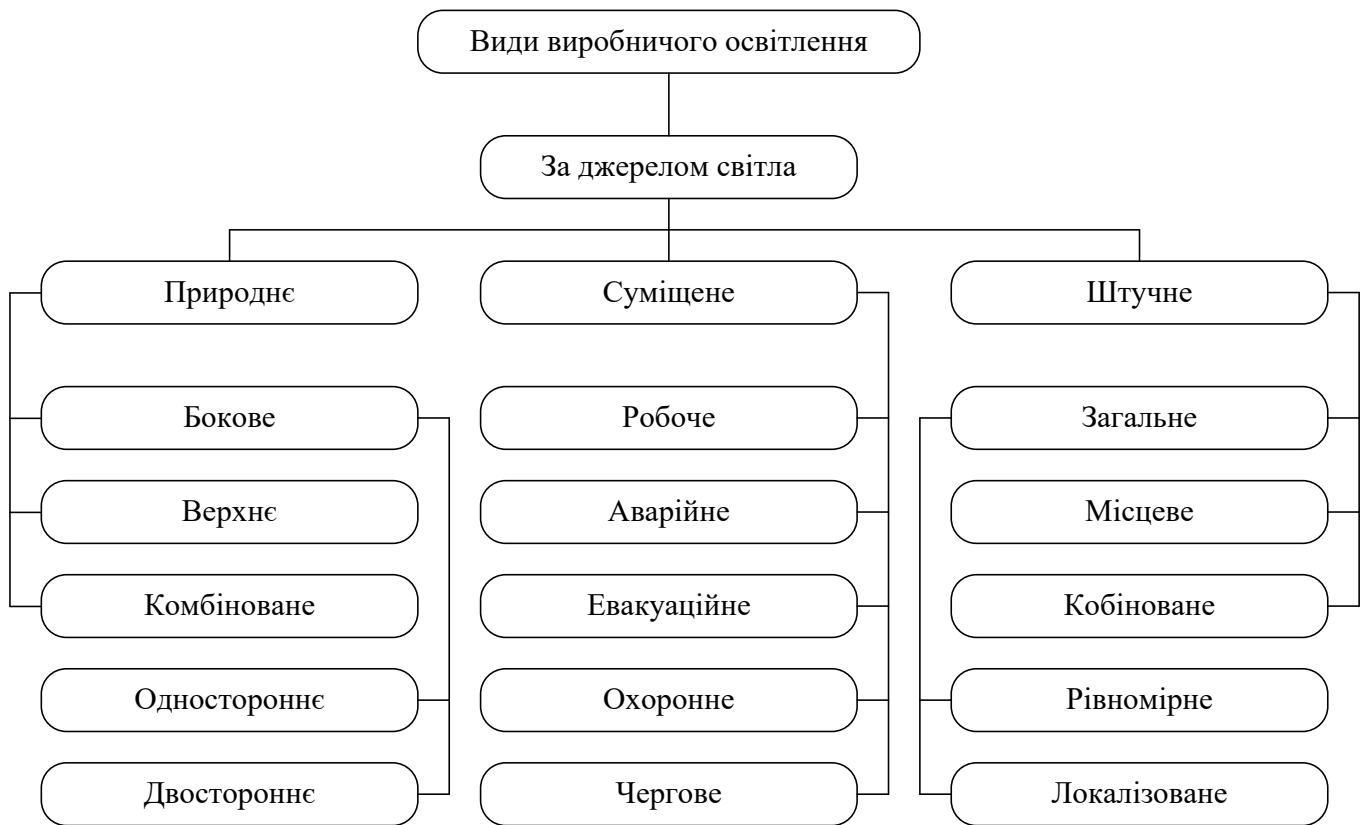


Рисунок 3.1 – Види виробничого освітлення

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 рис. 3.2:

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

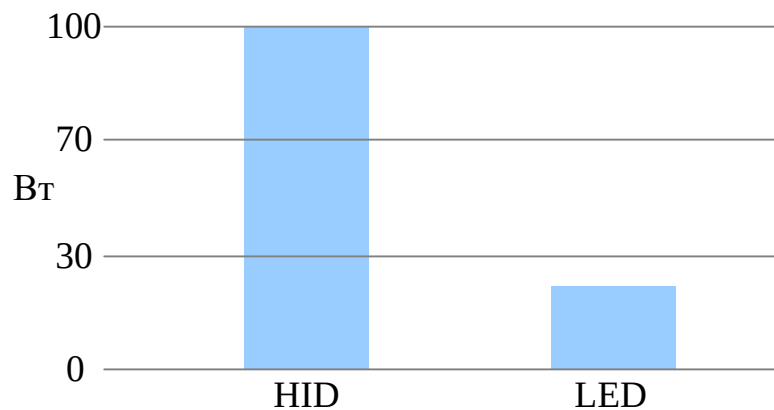


Рисунок 3.2 – Порівняння споживаної потужності газорозрядних ламп з LED лампами, що мають однаковий світловий потік

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 і розраховується за формулою [33]:

$$i = \frac{a \cdot b}{h(a + b)}; \quad (3.2)$$

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]:

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

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

Таким чином вище наведені формули можна представити даним відношенням:

$$E_r = \frac{I_{\alpha} \cdot \cos^3 \alpha}{h^2}; \quad (3.6)$$

$$E_b = \frac{I_{\alpha} \cdot \cos^2 \alpha \cdot \sin \alpha}{h^2} = E_r \cdot \operatorname{tg} \alpha; \quad (3.7)$$

Остаточна залежність для розрахунку освітленості в точці A буде рівною

наступною відношенню:

$$E_r = \frac{c \cdot I_\alpha \cdot \cos^3 \alpha}{h^2 \cdot k_3}; \quad (3.8)$$

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:

$$\omega = \frac{N \cdot P}{S}. \quad (3.9)$$

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:

$$e = \frac{I_\alpha \cos^3 \alpha}{h^2}. \quad (3.10)$$

де I_α – значення сили світла для кута α .

Залежність функції сили світла можна представити за допомогою тригонометричним поліномом:

$$I(\alpha) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^N \left(a_n \cos n \frac{2\pi}{\alpha_{\max}} \alpha + b_n \sin n \frac{2\pi}{\alpha_{\max}} \alpha \right). \quad (3.11)$$

де N – кількість членів поліному.

$$b_n = \frac{2}{m} \sum_{k=0}^{m-1} I_k \sin n \frac{2\pi k}{m}. \quad (3.12)$$

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

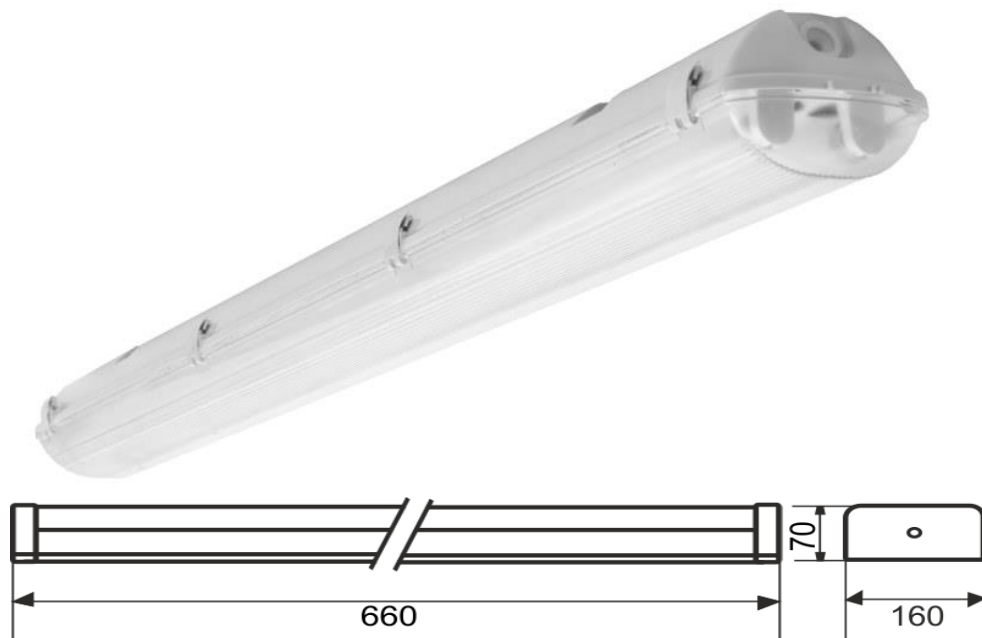


Рисунок 3.3 – Зовнішній вигляд світильника ЛПО 3017 2х18

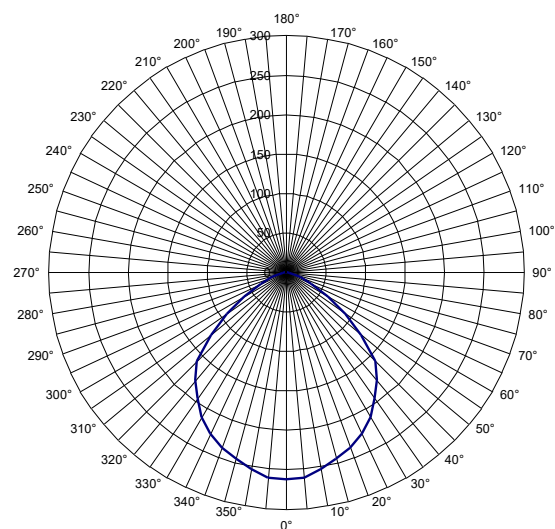


Рисунок 3.4 – Характеристики кривої сили світла ЛПО 3017 2х18

Величини сили світла світильників, що відповідають кривій зображених на рис. 3.5, 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 (табл.3.1) побудовані просторові ізолюкси рис. 3.5.

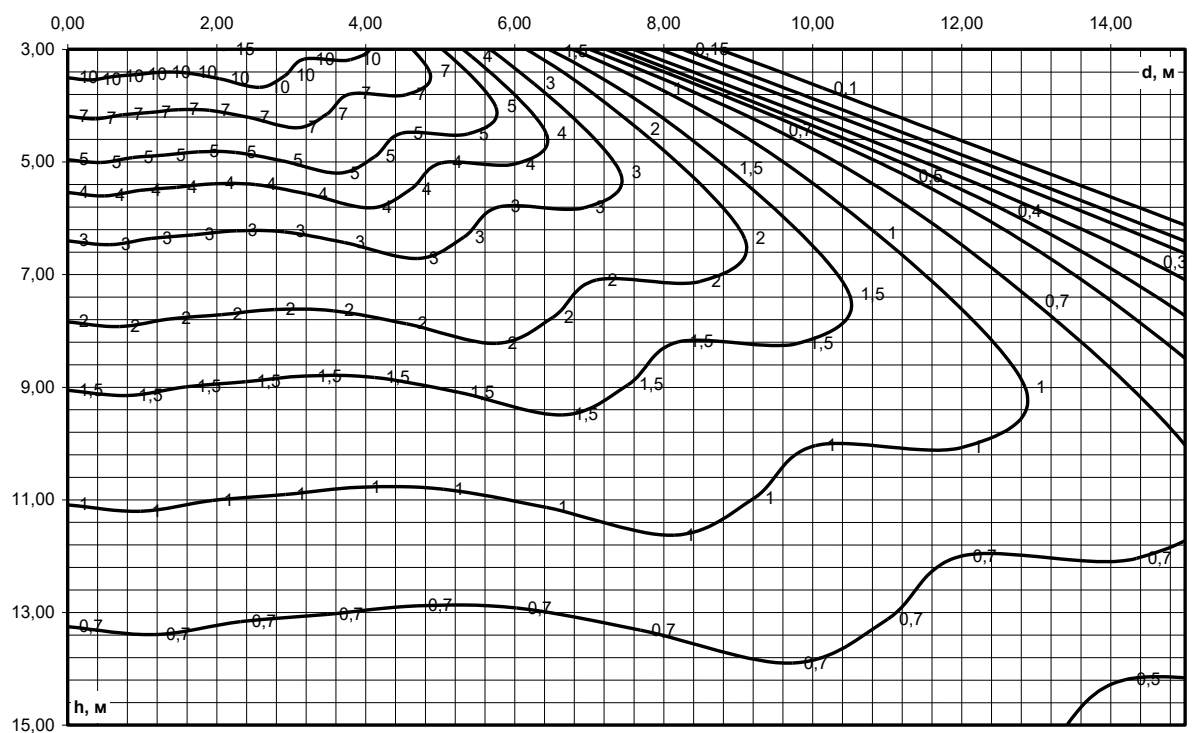


Рисунок 3.5 – Криві просторових ізолюксів світильника ЛПО 3017 2x18

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:

$$\begin{aligned}
 I(\alpha) = & 196,6 - 113,2 \cos\left(\frac{2\pi}{75}\alpha\right) - 63,9 \sin\left(\frac{2\pi}{75}\alpha\right) - \\
 & - 28,6 \cos\left(2\frac{2\pi}{75}\alpha\right) + 69 \sin\left(2\frac{2\pi}{75}\alpha\right) + 30,6 \cos\left(3\frac{2\pi}{75}\alpha\right) + \\
 & + 37,8 \sin\left(3\frac{2\pi}{75}\alpha\right) + 13,9 \cos\left(4\frac{2\pi}{75}\alpha\right) - 7,9 \sin\left(4\frac{2\pi}{75}\alpha\right) \dots
 \end{aligned} \quad (3.13)$$

В результаті комп'ютерного моделювання 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 рис. 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 табл.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'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

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 (рис. 3.7) з наступним обладнанням:

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

Спроектowana система освітлення керує групами розбитими по рядам

світлодіодних світильників, в залежності до фази живлення до якої підключено ряд світильників — А,В,С.

Схема підключення інтелектуальної системи освітлення представлена на рис. 3.7.

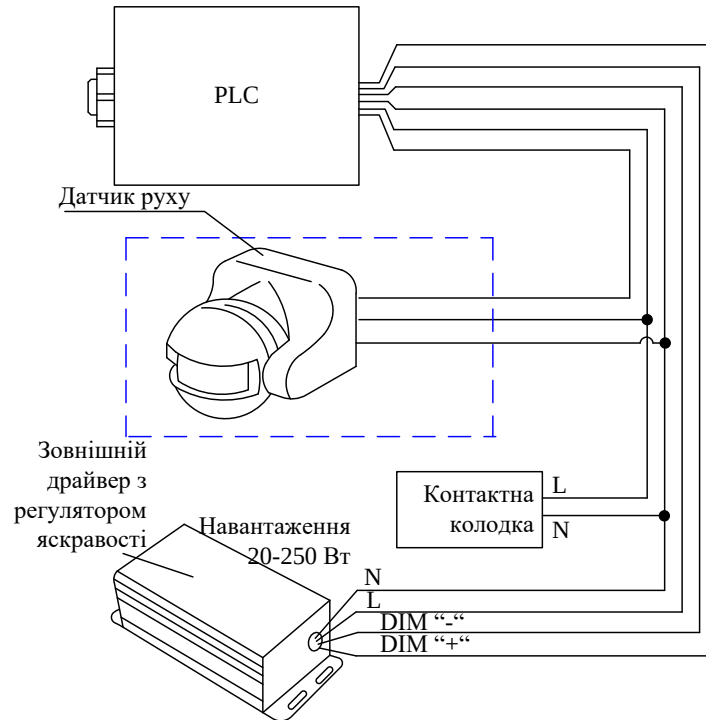


Рисунок 3.7 – Схема підключення інтелектуальної системи освітлення

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

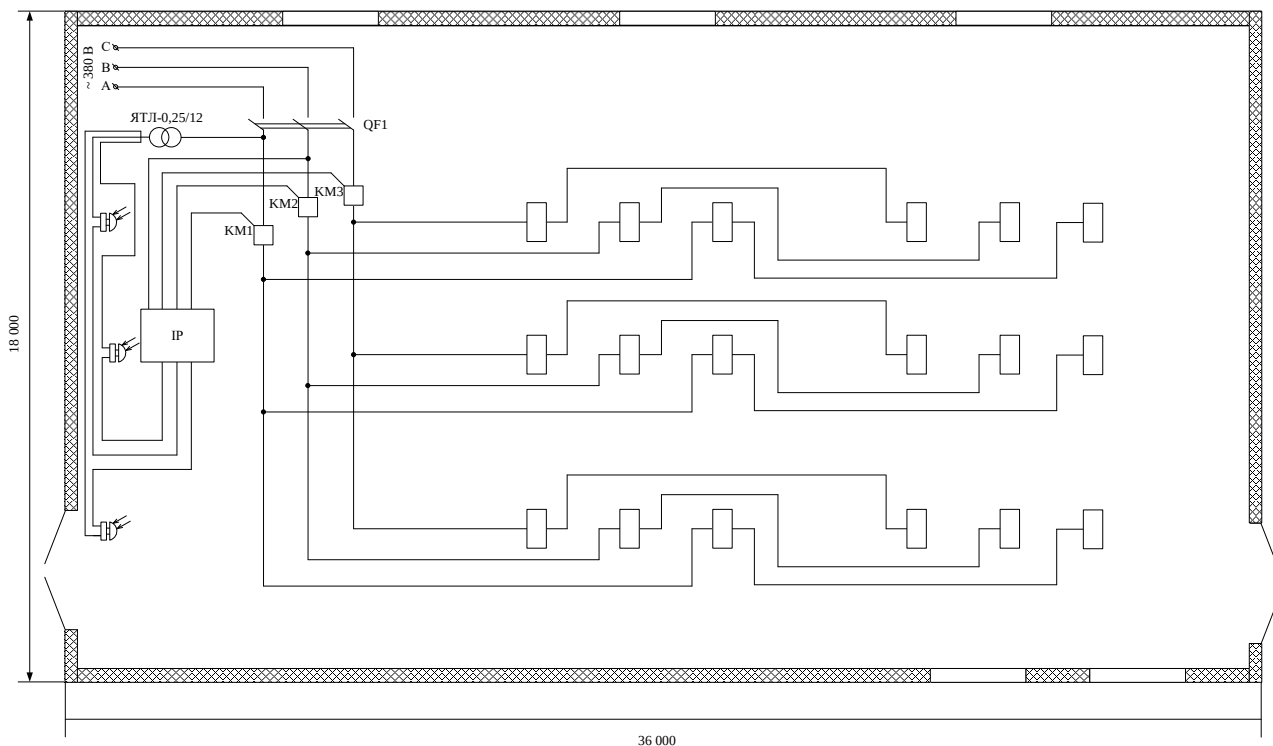


Рисунок 3.8 – Принципова однолінійна електрична схема автоматичного керування освітлення за допомогою IP Zelio Logic SR2E240B

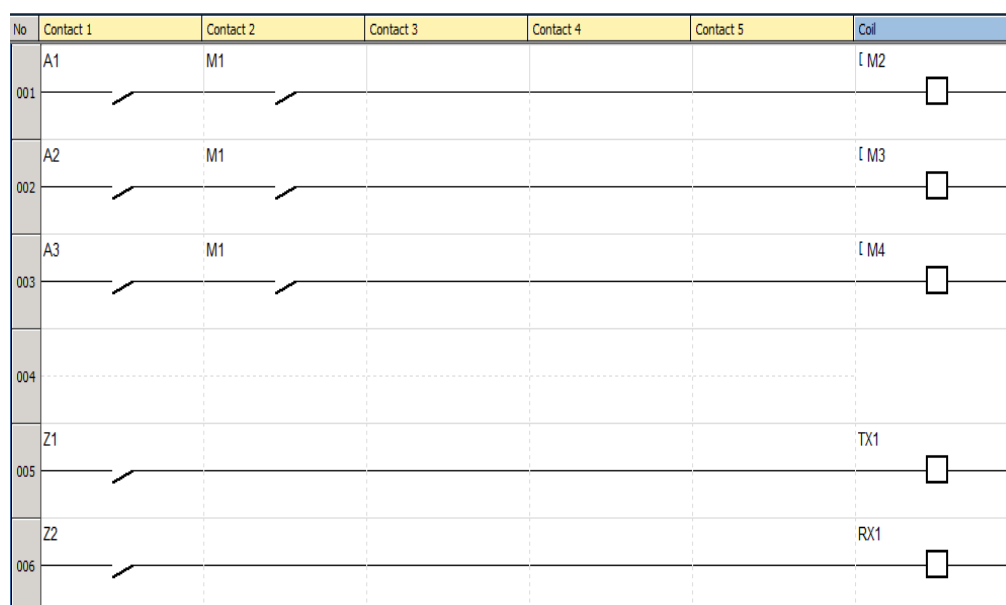


Рисунок 3.9 – Візуалізований принцип роботи IPZelioLogicSR2E240B, що створений в ZelioSoft 2, мовою LD (Автоматичне керування)

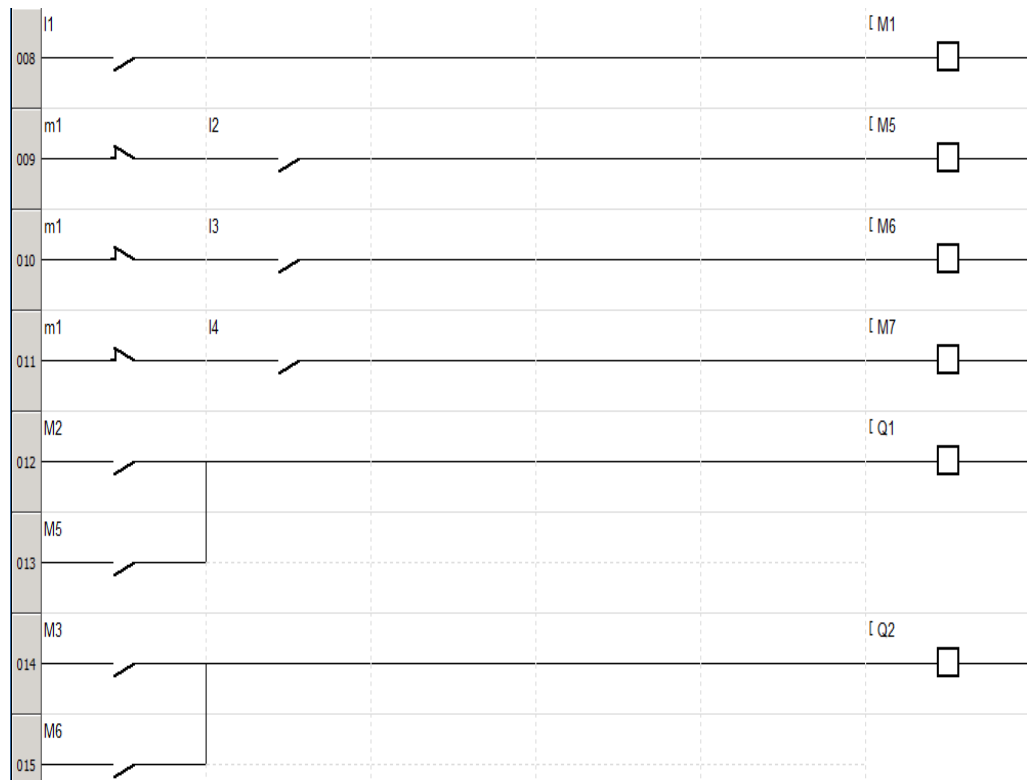


Рисунок 3.10 – Візуалізований принцип роботи IPZelioLogicSR2E240B, що створений в ZelioSoft 2, мовою LD (Ручне керування)

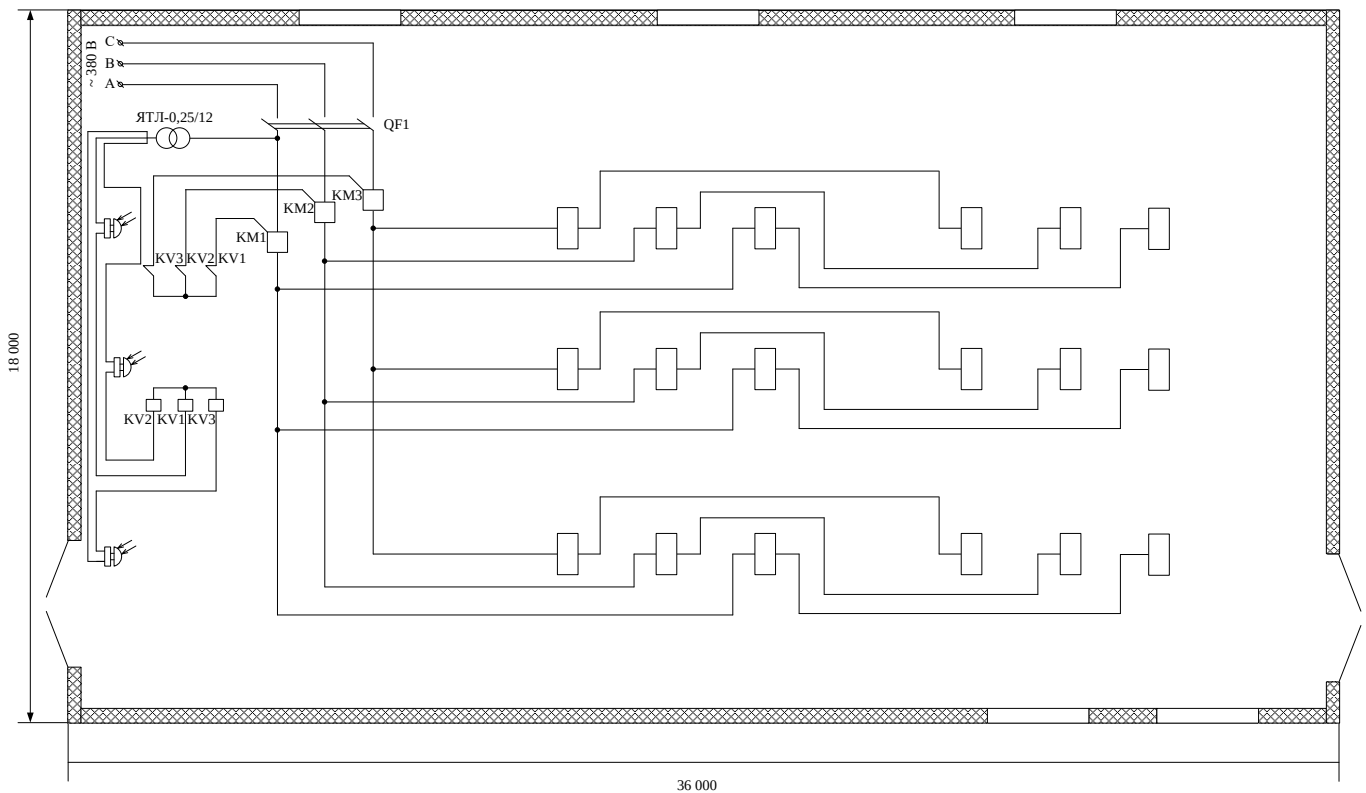


Рисунок 3.11 – Однолінійна принципова електрична схема керування системою освітлення за допомогою реле напруги

Висновки.

В першому пункті даного розділу бакалаврської 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 заготівельно-механічного 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 ОХОРОНА ПРАЦІ

У цьому розділі бакалаврської роботи розробляються заходи з охорони праці під час монтажу та обслуговування обладнання системи електрозабезпечення ПАТ «Гніванський завод спеціалізований бетон». На будівельно-монтажний персонал, що здійснює монтаж системи електропостачання, впливають такі шкідливі виробничі фактори: фізичні фактори: мікроклімат (температура, вологість, швидкість руху повітря, інфрачервоне випромінювання); виробничий шум, ультразвук, інфразвук; вібрація (локальна, загальна); освітлення: природне (недостатність), штучне (недостатня освітленість, прямий і відбитий сліпучий відблиск тощо); хімічні фактори: речовини хімічного походження, аерозолі фіброгенної дії (пил); фактори трудового процесу: важкість (тяжкість) праці; напруженість праці. Важкість праці характеризується рівнем загальних енергозатрат організму або фізичним динамічним навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальною кількістю стереотипних робочих рухів, величиною статичного навантаження, робочою позою, переміщенням у просторі. Напруженість праці характеризують: інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації обладнання

4.1.1 Вимоги до організації робочих місць монтажного персоналу, який здійснює монтаж обладнання системи електропостачання ПАТ «Гніванський завод спеціалізований бетон»

Оперативно-ремонтний персонал, який здійснює монтаж електричного обладнання, під час використання електрифікованого інструменту повинен дотримуватися таких правил з охорони праці. Електрифікований інструмент за умовами безпеки поділяється на такі класи: I – електроінструмент, у якого всі деталі, що перебувають під напругою, ізольовані і штепсельна вилка має заземлювальний контакт. У електроінструмента класу I всі деталі, що перебувають під напругою, можуть бути з основною, а окремі деталі – з подвійною або посиленою ізоляцією; II

– електроінструмент, у якого всі деталі, що перебувають під напругою, мають подвійну або посилену ізоляцію, Цей електроінструмент не має пристроїв для заземлення. Номінальна напруга для електроінструмента класів I і II має бути не більше 220 В для електроінструмента постійного струму; 380 В – для електроінструмента змінного струму; III – електроінструмент на номінальну напругу не вище 42 В, у якого ні внутрішні, ні зовнішні кола не перебувають під іншою напругою. Електроінструмент класу III призначений для живлення від безпечної наднизької напруги.

Якщо безпечну наднизьку напругу одержують перетворенням вищої напруги, то це слід здійснювати за допомогою безпечного ізолювального трансформатора, далі за текстом – "розподільчий трансформатор безпеки", або перетворювача з окремими обмотками. Електроінструмент, який живиться від електромережі, слід обладнувати незнімним гнучким кабелем (шнуром) зі штепсельною вилкою. Незнімний гнучкий кабель електроінструмента класу I повинен мати жилу, яка з'єднує заземлювальний затискач електроінструмента із заземлювальним контактом штепсельної вилки.

Кабель в місці введення до електроінструмента класу I слід захищати від стирань і перегинів еластичною трубкою з ізоляційного матеріалу. Трубку слід закріплювати в корпусних деталях електроінструмента, вона повинна виступати з них на довжину не менше п'яти діаметрів кабелю. Закріплення трубки на кабелі поза інструментом забороняється. Для приєднання однофазного електроінструмента шланговий кабель повинен мати три жили: дві – для живлення, одну – для заземлення. Для приєднання трифазного електроінструмента застосовується чотирижильний кабель, одна жила якого слугує для заземлення. Ці вимоги стосуються тільки електроінструмента із таким корпусом, який слід заземлювати.

Доступні для доторкання металеві деталі електроінструмента класу I, які можуть опинитись під напругою, у випадку пошкодження ізоляції, повинні бути з'єднані із заземлювальним затискачем. Електроінструмент класів II і III не заземлюють. Заземлення корпусу електроінструмента слід здійснювати спеціальною жилою живильного кабелю, яка не може одночасно бути провідником робочого

струму. Використовувати з цією метою нульовий робочий провід забороняється. Штепсельна вилка повинна мати відповідну кількість робочих і один заземлювальний контакт. Конструкція вилки повинна забезпечувати випереджальне замикання заземлювального контакту під час ввімкнення та більш запізнене розмикання його під час вимикання. Конструкція штепсельних вилок електроінструмента класу III повинна унеможливлувати з'єднання їх з розетками на напругу понад 42 В.

Працівники, допущені до роботи з електроінструментом, повинні спочатку пройти навчання і перевірку знань щодо безпечного виконання робіт з застосуванням електроінструменту. До роботи з електроінструментом класу I в приміщеннях з підвищеною небезпекою та поза приміщеннями допускаються працівники з II групою електробезпеки. До роботи з електроінструментом II і III класу достатньо I групи з електробезпеки.

У електроінструмента класу I, крім того, має бути перевірена справність кола заземлення між його корпусом і заземлювальним контактом штепсельної вилки. Працівнику мають бути видані засоби індивідуального захисту (діелектричні рукавички, калоші, килими) або розподільчий трансформатор, чи перетворювач із окремими обмотками, чи захисно вимикальне устаткування. Забороняється видавати для роботи електроінструмент, який не відповідає хоча б одній із перелічених вимог або електроінструмент з протермінованою датою періодичної чергової перевірки.

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

У посудинах, апаратах та інших металевих спорудах в умовах обмеженої можливості переміщення і виходу з них дозволяється працювати електроінструментом класів I та II за умови, якщо тільки один електроінструмент одержує живлення від автономної двигун-генераторної установки, розподільчого

трансформатора безпеки або перетворювача частоти із роздільними обмотками, а також електроінструментом класу III. В цьому разі джерело живлення (трансформатор, перетворювач тощо) слід розміщувати поза вказаними посудинами, а вторинне коло джерела не слід заземлювати. Забороняється підключати електроінструмент напругою до 12 В до електричної мережі загального користування через автотрансформатор, резистор або потенціометр.

4.1.2 Електробезпека

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

Категорія умов по небезпеці електротравматизму – підвищеної небезпеки, у зв'язку з наявністю у цехах струмопровідної підлоги. Технічні рішення щодо запобігання електротравмам:

1) Для запобігання електротравм від контакту з нормально-струмопровідними елементами електроустаткування, необхідно: розміщувати неізольовані струмопровідні елементи в окремих приміщеннях з обмеженим доступом, у металевих шафах; використовувати засоби орієнтації в електроустаткуванні - написи, таблички, попереджувальні знаки; - підвід кабелів до споживачів здійснювати в закритих конструкціях підлоги;

2) При живленні однофазних споживачів струму від трипровідної мережі при напрузі до 1000 В використовується нульовий захисний провідник. При його використанні пробій на корпус призводить до КЗ. Спрацьовує захист від КЗ і пошкоджений споживач відключається від мережі.

Згідно з вимогами нормативів, повинна бути забезпечена необхідна кратність струму К.З. залежно від типу запобіжного пристрою, повинна бути забезпечена цілісність нульового захисного провідника.

3) Електрозахисні засоби захисту

Персонал, який обслуговує електроустановки, повинен бути забезпечений випробуваними засобами захисту. Перед застосуванням засобів захисту персонал

зобов'язаний перевірити їх справність, відсутність зовнішніх пошкоджень, очистити і протерти від пилу, перевірити за штампом дату наступної перевірки. Користуватися засобами захисту, термін придатності яких вийшов, забороняється.

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

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

Обладнання повинно бути надійно заземлене. Справність і опір контуру заземлення один раз на рік перевіряється. Всі обертові частини механізму повинні мати добре закріплену огорожу. Забороняється виконувати всі види ремонту під час роботи установки.

4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

4.2.1 Мікроклімат

Нормуються параметри мікроклімату в виробничих приміщеннях та гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони. Тяжкість роботи розділяється на категорії залежно від загальних енерговитрат організму, ккал/с (Вт). Параметри мікроклімату під час виконання персоналом електромонтажних робіт наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Нормування параметрів мікроклімату на непостійних робочих місцях

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

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

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

4.2.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується концентраціями (ГДК) в мг/м³. 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 4.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони оперативного персоналу

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

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

4.2.3 Виробниче освітлення

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

Таблиця 4.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

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

Для забезпечення достатнього освітлення здійснюють систематичне очищення скла та світильників від пилу (не рідше двох разів на рік), використовують жалюзі. В разі нестачі природного освітлення, використовують загальне штучне освітленням, що створюється за допомогою світлодіодних ламп E27 LED 15W NW A60 "SG". Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 2,5 метра.

4.2.4 Виробничий шум

Шум вище гранично допустимих рівнів несприятливо діє на людину. Шум у приміщенні широкопasmовий. Нормуємо шум на робочому місці. Рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях мають відповідати вимогам СН 3223-85, ГОСТ 12.1.003-85, ГР 2411-81 і наведені в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Допустимі рівні звуку, еквівалентні рівні звуку і рівні звукового тиску в октавних смугах частот

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

Устаткування, що є джерелом шуму (вентилятори, електроінструмент, технологічне обладнання з переробки деревини), слід розташовувати поза межами приміщень, де встановлені ПК.

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

4.3 Пожежна безпека

Пожежну безпеку промислових і інших об'єктів регламентують Правила пожежної безпеки в Україні [11, 12]. Пожежо- вибухонебезпечність речовин і матеріалів визначається за ДСТУ 8829: 2019 [13], за якою визначається категорія приміщень за вибуховою та пожежною безпекою [14].

Приміщення ПАТ «Гніванський завод спецзалізобетон», де здійснюється обслуговування системи електропостачання, за вибухонебезпечною та пожежонебезпечною відноситься до категорії Д – речовини і/або матеріали, що зазначені вище для категорій приміщень В (крім горючих газів, горючих пилу і/або волокон), а також негорючі речовини і/або матеріали в холодному стані (за

температури навколишнього середовища), за умов, що приміщення, в яких знаходяться (зберігаються, переробляються, транспортуються) зазначені вище речовини і/або матеріали, не відносяться до категорій А, Б або В, з зонами П-Ш (місця за межами приміщень, де зберігаються тверді горючі речовини).

Будівля характеризується III ступенем вогнестійкості.

До III ступеня вогнестійкості відносяться будинки з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону. Для перекриттів дозволяється застосовувати дерев'яні конструкції, захищені штукатуркою або негорючими листовими, плитними матеріалами, або матеріалами груп горючості Г1 (низької горючості), Г2 (помірної горючості). До елементів покриттів не висуваються вимоги щодо межі вогнестійкості, поширення вогню, при цьому елементи горищного покриття з деревини повинні мати вогнезахисну обробку. Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвиликах) та максимальні межі поширення вогню по них (см) за ДБН В.1.1.7-2002 наведено в таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій та максимальні межі поширення вогню по них

Ступінь вогнестійкості будинків	Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвиликах) і максимальні межі поширення вогню по них (см)								
	стіни				коло-ни	сходові площад-ки, костури, сходи, балки, марші сходових кліток	пере-криття між поверхові (у т.ч. горищні та над підвалами	елементи суміщених покриттів	
	несучі та сходових кліток	само-несучі	зовнішні не-несучі	внутрішні не-несучі (перегородки				плити, настили, прого-ни	балки, ферми, арки, рами
III	REI 120 M0	REI 60 M0	E 15 M0	E1 15 M1	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M1	Не нормуються	

Протипожежні перешкоди і мінімальні межі їх вогнестійкості за ДБН В.1.1.7-2002 наведено в таблиці 4.7.

Протипожежні відстані між житловими, громадськими, адміністративно-побутовими будинками промислових підприємств, гаражами слід приймати за таблицею 5.8 (чисельник). В умовах забудови, що склалася, протипожежні відстані

між житловими будинками та від житлових будинків до будівель і споруд іншого призначення слід визначати згідно з протипожежними вимогами даних норм, наведеними у таблиці 5.8. Протипожежні відстані від житлових, громадських, адміністративно-побутових будинків промислових підприємств, гаражів до виробничих, складських, сільськогосподарських будинків і споруд слід приймати за таблицею 5.8 (знаменник).

Таблиця 4.7 – Протипожежні перешкоди та мінімальні межі їх вогнестійкості

Протипожежні перешкоди	Типи проти-пожежних перешкод або їх елементів	Мінімальна межа вогнестійкості протипожежної перешкоди (у хвиликах)	Тип заповнення прорізів, не нижче	Тип протипожежного тамбур-шлюзу, не нижче
Стіни	3	REI 45	2	2
Перегородки	2	EI 15	3	2
Перекриття	3	REI 45	2	1

Таблиця 4.8 – Протипожежні відстані між житловими, громадськими, адміністративно-побутовими будинками промислових підприємств, гаражами, а також до виробничих будівель і споруд

Ступінь вогнестійкості будинку	Відстані при ступені вогнестійкості будинків, м		
	I, II	III	IV, V
III	8/9	8/12	10/15

На території ПАТ «Гніванський завод спецзалізобетон» встановлено 27 порошкових вогнегасників ВП-5(8).

ВИСНОВКИ

В результаті виконання бакалаврської дипломної роботи щодо розробки системи електропостачання ПрАТ «Гніванський завод спецзалізобетон», в процесі пошуку оптимальних рішень виконання СЕП підприємства здійснено наступні проектні рішення.

Розраховано та спроектовано мережу заготівельно-механічного цеху для якого було обрано радіальне живлення від трьох розподільчих пристроїв. Обрано усе необхідне обладнання та здійснено його перевірку.

Для усіх цехів та підприємства в цілому було розраховано навантаження споживачів та освітлювальних установок. Спроектовано внутрішню заводську мережу 35 кВ для якої було обрано трансформатори марки ТМ – 1000/35. Для радіальної схеми живлення ТП від ЦРП 35 кВ обрано кабельні лінії АПвЭгаПу-35 перерізом 3х50 мм². Для живлення самого підприємства від ПС 110/35 мережі доцільно використати кабельні лінії марки АПвЭгаПу-35 3х50 мм² L = 1,3 км, так як для даного кабелю такий переріз є мінімальним при даному класі напруги.

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

В науковій частині дипломної 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.

Проаналізовано норми охорони праці та техніки безпеки.

Проведені розрахунки забезпечили максимально надійне електропостачання підприємства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Правила улаштування електроустановок (перше переглянуте, перероблене, доповнене та адаптоване до умов України видання). – Міністерство енергетики та вугільної промисловості України, 2017, 617 с.
2. Півняк Г. Г., Жежеленко І. В., Папаїка Ю. А. Енергетична ефективність систем електропостачання : монографія. Дніпро : НТУ «Дніпровська політехніка», 2018. 148 с.
3. ПАТ “МАЯК” : веб-сайт. URL: <https://energyline.com.ua/uk/tarif-elektroenerg/mozhlivi-sposobi-ekonomi-elektroenergi-na-pidprimstvi/> (дата звернення: 15.05.2024).
4. Способи економії електроенергії на підприємстві. URL: <http://vinmayak.pat.ua/> (дата звернення: 05.06.2024).
5. СОУ НЕК 03.120.4-14:2021 Норми якості електричної енергії в магістральних та міждержавних електричних мережах НЕК Укренерго. [Чинний від 03.02.2021]. Науково-технічний центр електроенергетики «НЕК «Укренерго», 2021. 316 с. (Інформація та документація).
6. РТМ 36.18.32.4-92: 1993. Методика розрахунку електричного навантаження. 9с.
7. Промислові автоматичні вимикачі EB та EB2. URL: <https://www.eti.ua/produktsiya-ua/etibreak/eb2/> (дата звернення: 16.05.2024).
8. Кабельно-провідникова продукція. URL: <http://ibud.ua/ua/catalog/kabelno-provodnikovaya-produktsiya-1189/> (дата звернення: 06.06.2024).
9. ДСТУ ІЕС/TR 60909-4:2008 (ІЕС/TR 60909-4:2000, IDT): 2008. Національний стандарт України. Струми короткого замикання в трифазних системах змінного струму. Частина 4. Приклади обчислення сили струму короткого замикання. . [Чинний від 01.01.2008]. Київ, 2008. 82 с. (Інформація та документація).
10. Бурбело, М. Й. Розрахунок внутрішнього електропостачання : навчальний посібник / Бурбело М. Й. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 123 с.

11. Бурбело М. Й. Електромагнітна сумісність і керування якістю електроенергії в системах електропостачання : електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання. Вінниця : ВНТУ, 2024. 159 с.
12. Бурбело, М. Й. Спеціальні питання електропостачання: електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання / Бурбело М. Й. – Вінниця : ВНТУ, 2024. – 89 с.
13. Демов О.Д. Економія електроенергії на промислових підприємствах : монографія. Вінниця : ВНТУ, 2006. 95 с.
14. ДСТУ 3463-96: 1999. Керівництво з навантаження силових масляних трансформаторів. [Чинний від 01.01.1999]. Київ, 1999. 204 с. (Інформація та документація).
15. Тарифи ПАТ "Вінницяобленерго". URL: <http://www.voe.com.ua/consumers/individuals/fees/> (дата звернення: 15.05.2024).
16. Офіційний сайт ПАТ «Завод Південкабель». URL: <http://www.yuzhcable.info> / (дата звернення: 06.06.2024).
17. Трансформатори силові ПАТ «Завод Південкабель». URL: <http://www.budnet.com.ua/aboutcommodity.php?FirmCommodityID=4099/> (дата звернення: 07.06.2024).
18. Вимикачі навантаження. URL: <http://001.com.ua/uk/vymykachi-navantazhennya-c756/> (дата звернення: 07.06.2024).
19. Способи економії електроенергії на підприємстві. URL: <http://vinmayak.pat.ua/> (дата звернення: 08.06.2024).
20. Каталог ламп та світильників . URL: <http://avtonom.com.ua/osveshchenie/diodnye-lampy> (дата звернення: 08.06.2024).
21. Кобилянський О.В., Терещенко О.П. Методичні вказівки відносно опрацювання розділу "Охорона праці" в дипломних проектах и роботах студентів електротехнічних спеціальностей: навч. Посіб. Вінниця, ВНТУ, 2003. 46 с.
22. ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості

трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014.

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

24. ДБН А.3.2-2-2009. ССБП. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_a322_2009/1-1-0-945.

25. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с.

26. НПАОП 40.1-1.32-01 (ДНАОП 0.00-1.32-01) Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок (Правила устройства электроустановок. Электрооборудование специальных установок). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text>.

27. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>.

28. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с.

29. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885

30. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>.

31. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>.

32. НАПБ А.01.001-14. Правила пожежної безпеки в Україні. К. : МВС України, 2014. 47 с.

33. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення. URL:

<https://dwg.ru/dnl/15125>.

34. ДСТУ 8829:2019 Пожежовибухонебезпечність речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їхнього визначення. Класифікація. URL: <https://www.alutal.com.ua/wp-content/uploads/2021/02/dstu-8829-2019-1.pdf>.

35. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпек. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759.

36. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. URL: http://www.poliplast.ua/doc/dbn_v.1.1-7-2002.pdf.

37. Наказ Міністерства внутрішніх справ України «Про затвердження Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0225-18#Text>.

ДОДАТКИ

Додаток А

Вихідні дані

Таблиця А.1 – Електричні навантаження виробничих потужностей

№	Назва	Р, кВт	Площа м ²	X, м	У, м
1	Адміністративна будівля	48	1287	350	24
2	Службове приміщення/Їдальня	64	1620	274	26
3	Виробничий корпус №1	750	13113	179	94
4	Арматурний цех	180	5022	276	94
5	Виробничий корпус №2	700	11997	368	94
6	Виробничий корпус №3	730	13113	178	187
7	Відвантажувальний відділ	185	8910	276	223
8	Склад матеріалів	95	8649	350	187
9	Заготівельно-механічний цех	334	648	414	225
10	Котельня	115	1152	414	157
11	Компресорна	125	1512	414	194

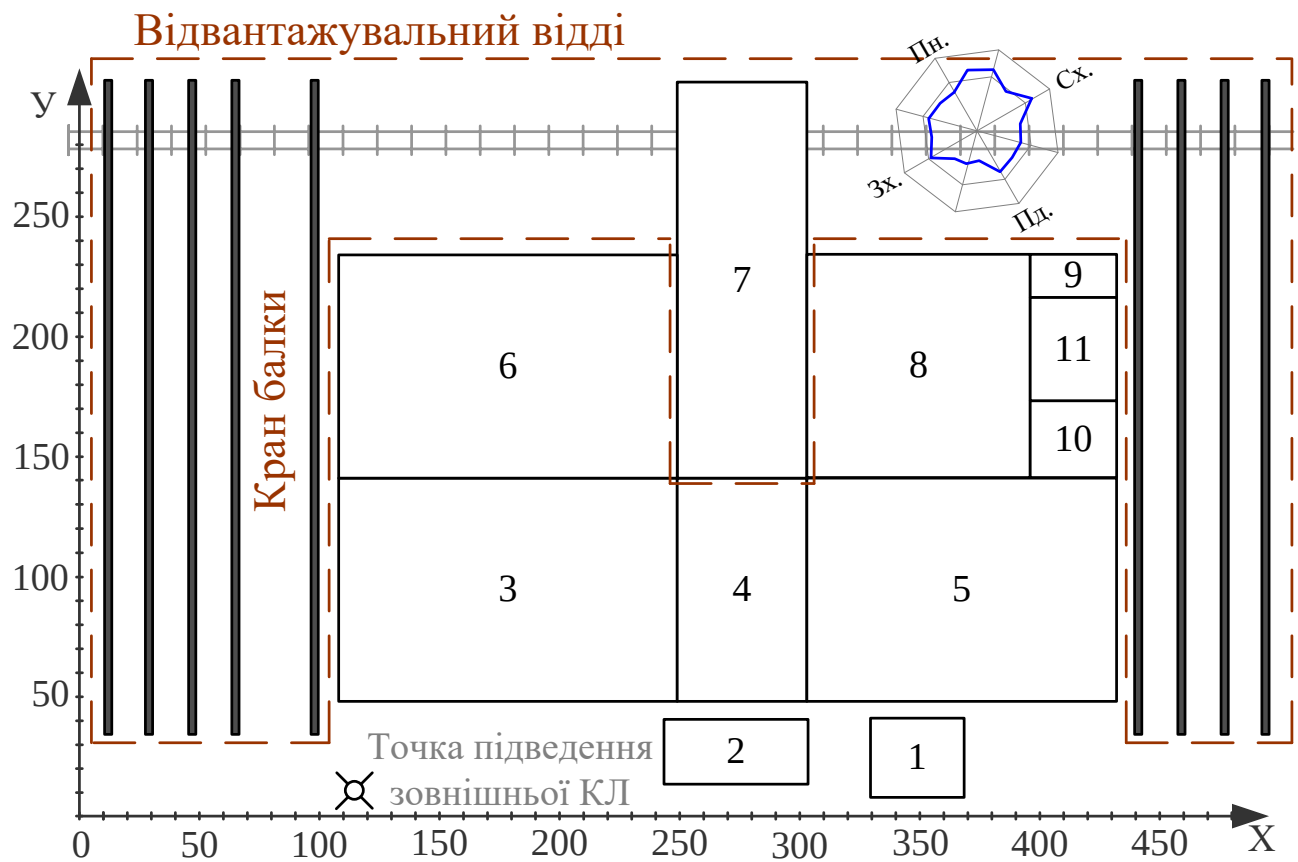


Рисунок А.1 – Генплан ПрАТ «ГЗС»

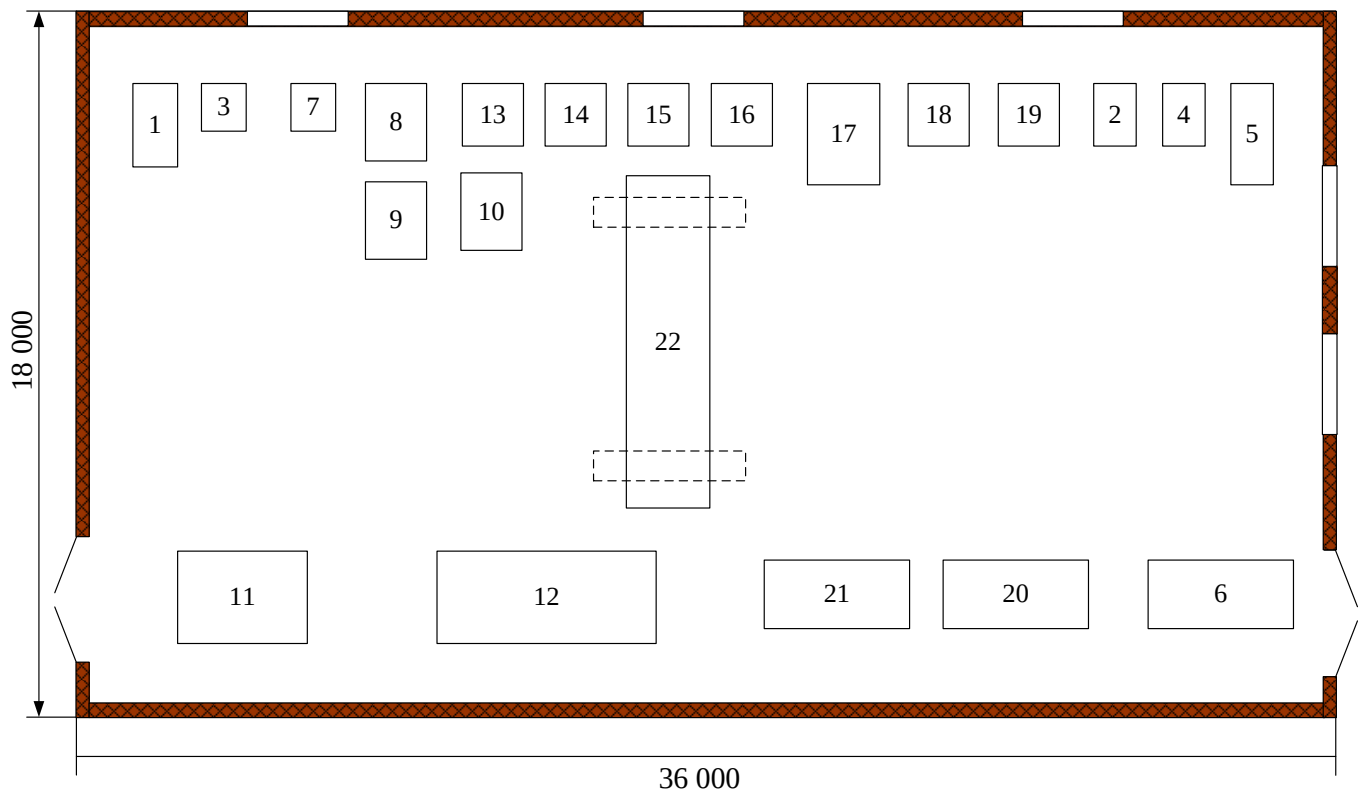
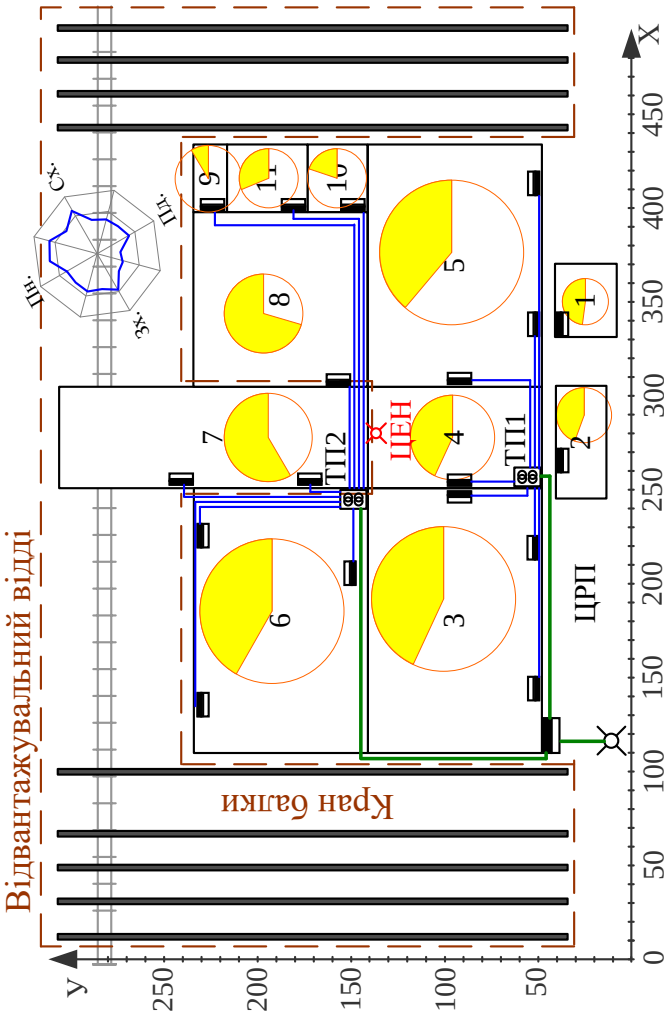


Рисунок А.2 – План Заготівельно-механічного цеху

Таблиця А.2 – Відомості про ЕП цеху

№	Назва	Кількість, шт	Р _н , кВт
1,2	Свердлильний станок	2	8
3-6	Зварювальний апарат	4	40
7	Вальци	1	15
8-12	Прес-ножниці	5	13
13-16	Гідравлічний прес	4	3
17	Радіально-свердлильний станок	1	8
18	Обирочно-шліфувальний станок	1	3
19	Кривошипний прес	1	30
20	Токарний апарат 6092	1	5
21	Токарний апарат ТС-70	1	15
22	Кран балка	1	5

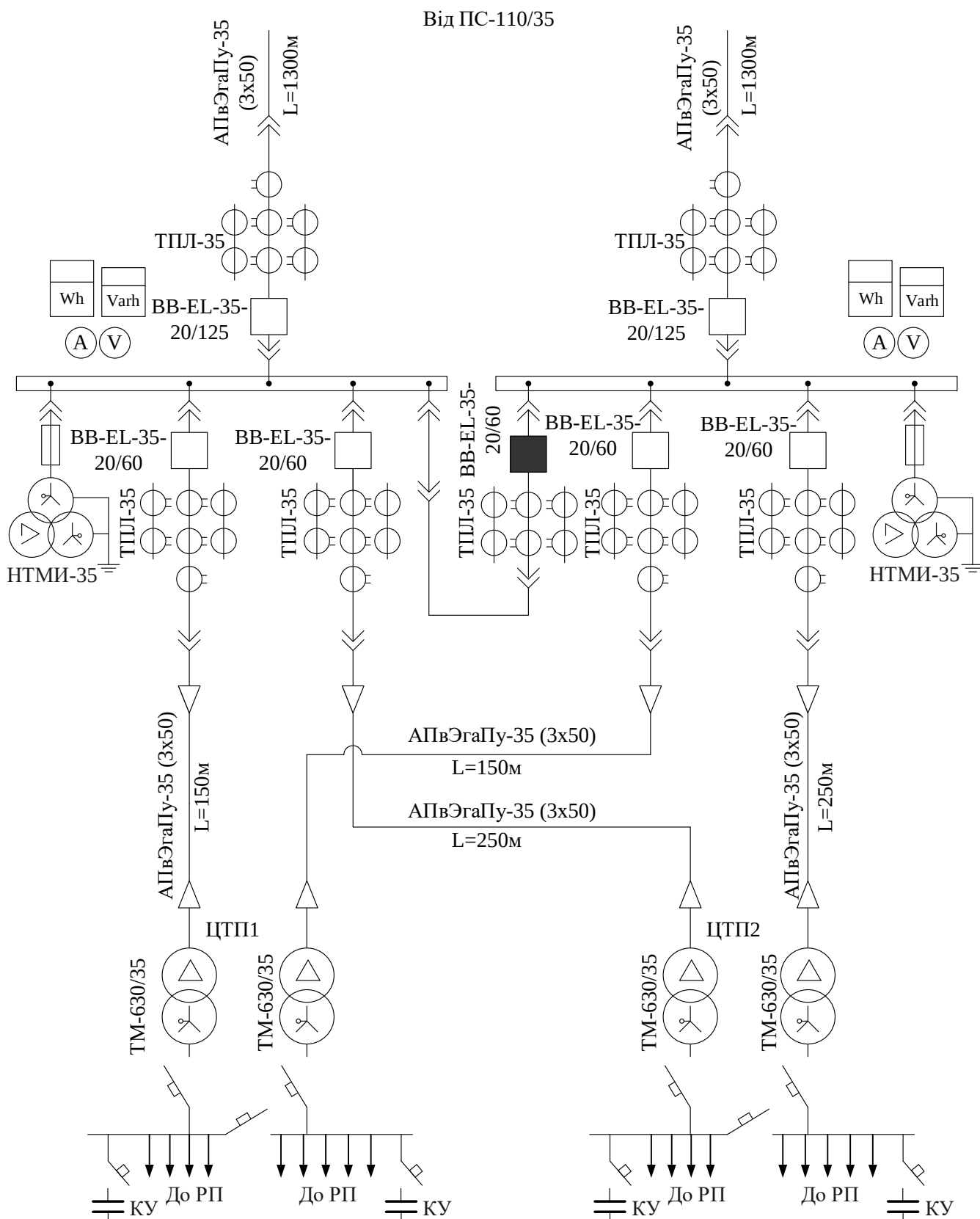
Додаток Б – План підприємства із силовими розподільчими, та живильними мережами



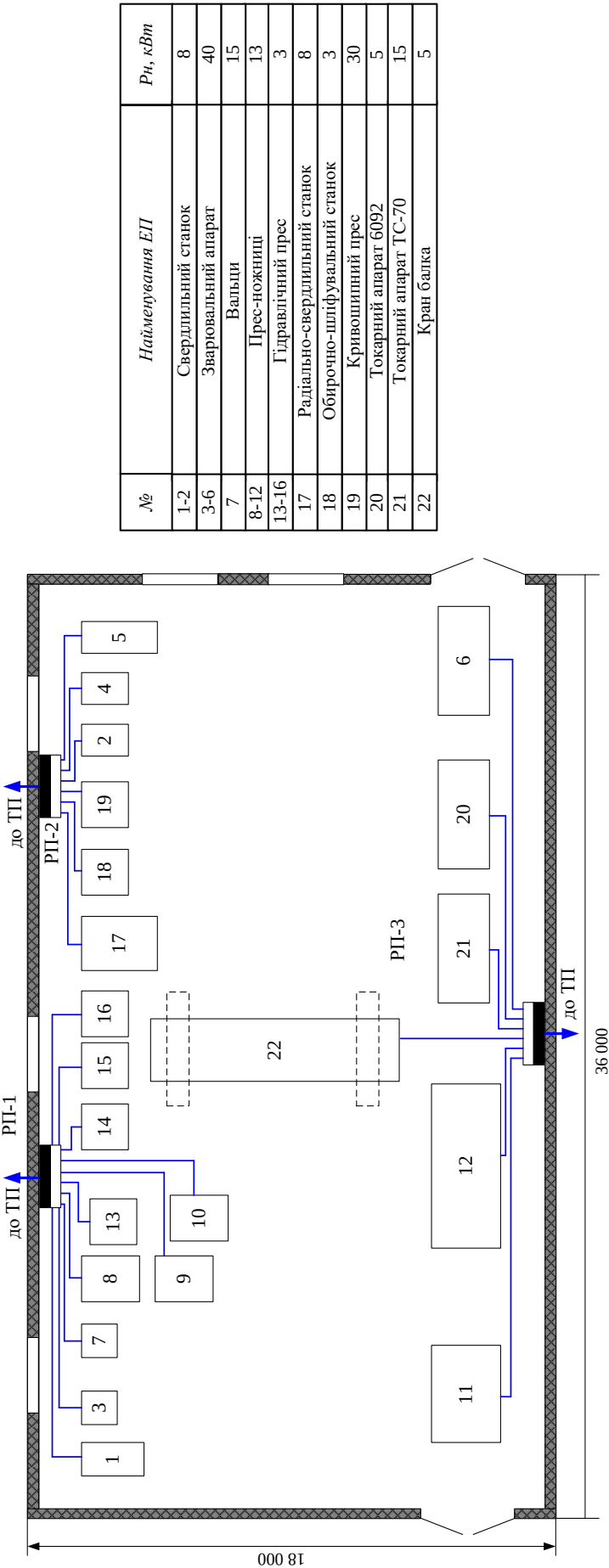
Таблиця умовних позначень

Позначення	Найменування
	ТП
	ЦРП, РП
	Кабельні лінії 35 кВ
	Кабельні лінії 0,4 кВ

Додаток В – Однолінійна схема електропостачання підприємства



Додаток Г – План електропостачання цеху

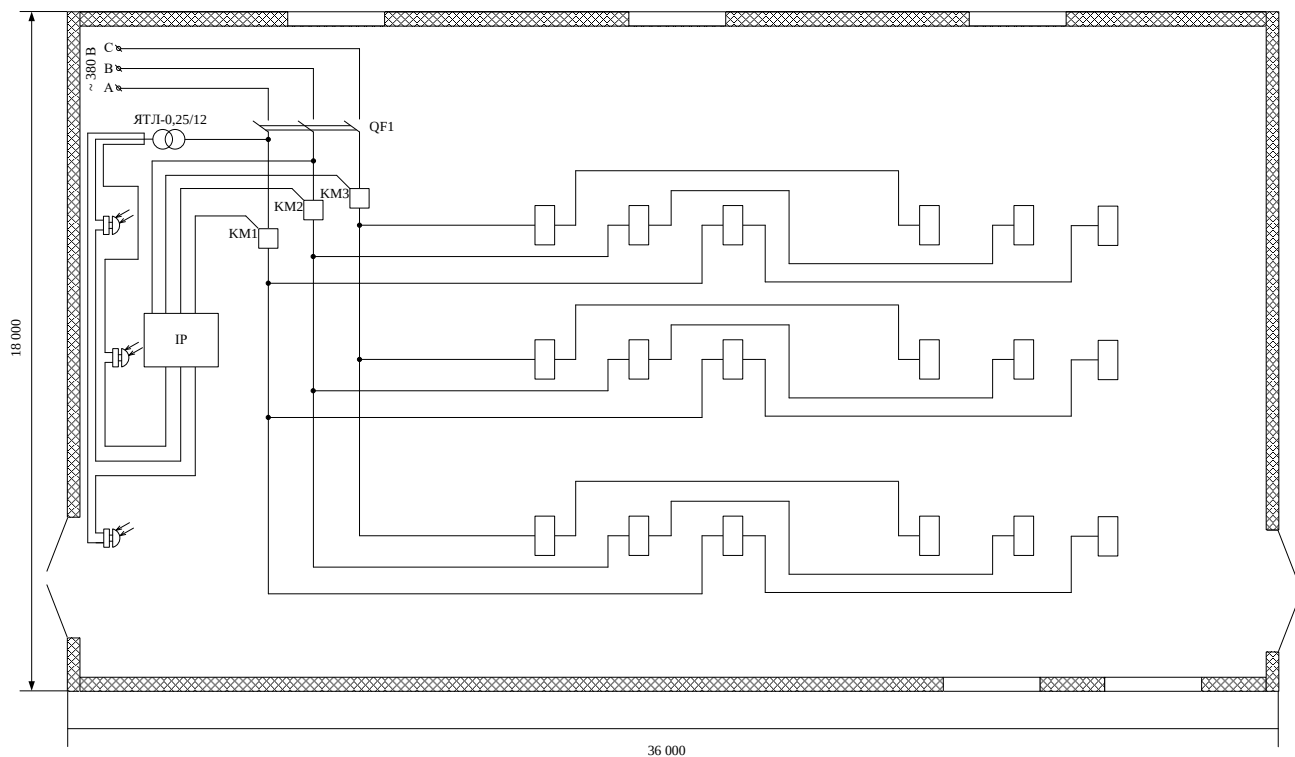


№	Найменування ЕП	Р _н , кВт
1-2	Свердильний станок	8
3-6	Зварювальний апарат	40
7	Вальці	15
8-12	Прес-ножиці	13
13-16	Гідравлічний прес	3
17	Радіально-свердильний станок	8
18	Обирочно-шліфувальний станок	3
19	Кривошипний прес	30
20	Токарний апарат 6092	5
21	Токарний апарат ТС-70	15
22	Кран балка	5

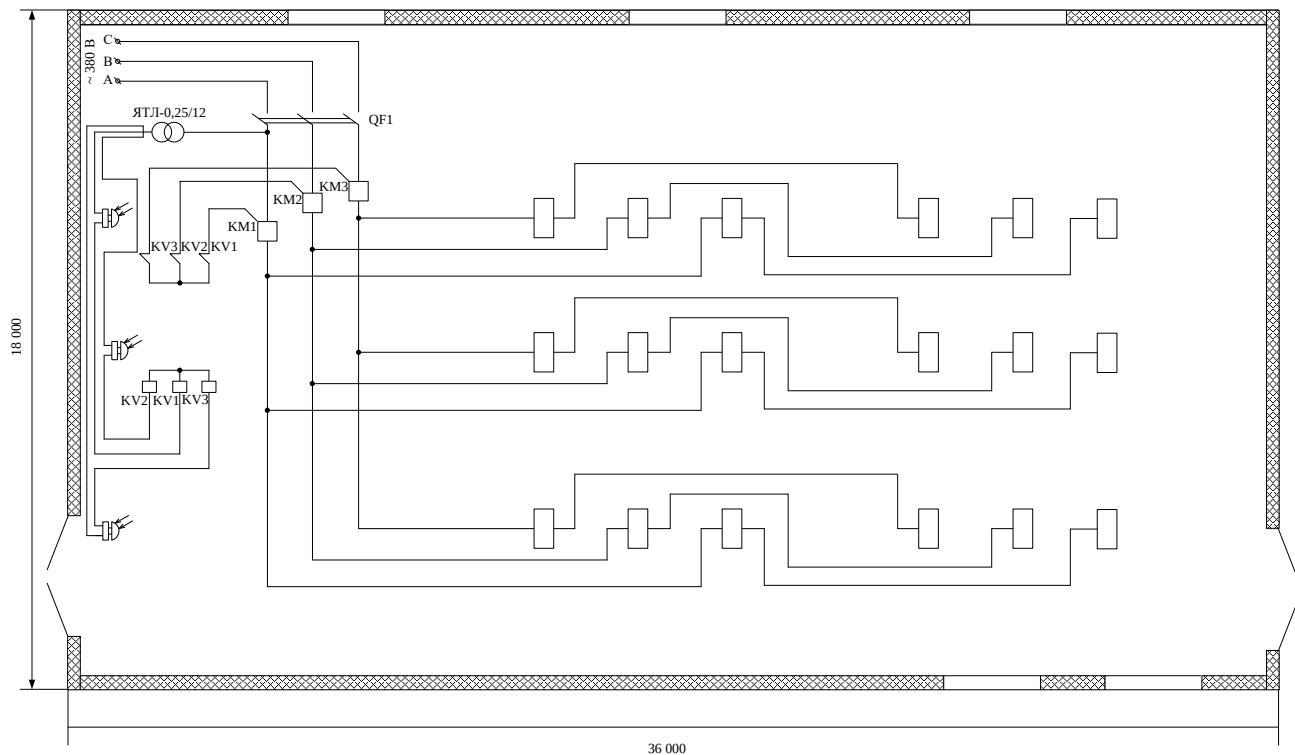
Додаток Д – Розрахунково-монтажна таблиця електропостачання цеху

ТП	Захист				Струмоведача лінія				Захист				Розподільча лінія				Електроприймачі				Найменування приймача
	Тип авт	I _н , А	I _{н.р.} , А	I _{св} , А	I _м , А	Спосіб прокладки	Марка і переріз	I _{доп} , А	РП	Тип авт	I _н , А	I _{св} , А	I _{н.р.} , А	I _м , А	Спосіб прокладки	Марка і переріз	I _{доп} , А	I _{пуск} , А	P _{ном} , кВт	№ верстата	
РП НН ТП1	ЕВ2 250/ ЗЕ 250А 4р	250	250	1200	83,94	По стіпах на скобах	АВВГ 3х95 + 1х50	273	PI-1	ЕВ 100/3Л 32А 3р	32	150	32	27,6	В трубах	АПВ-4(1х10)	39	138,1	8	1	Свердильний станок Зварювальний апарат Вальци Прес-ножиці Прес-ножиці Прес-ножиці Прес-ножиці Прес-ножиці Гідравлічний прес Гідравлічний прес Гідравлічний прес Гідравлічний прес
										ЕВ2 250/ЗЕ 200А 4р	200	1000	200	189,9	Відкрито	АВВГ-(4х70)	205	949,6	40	3	
										ЕВ2 250/ЗЕ 160А 4р	63	300	63	43,8	В трубах	АПВ-4(1х25)	70	219,1	15	7	
										ЕВ 100/3Л 63А 3р	63	300	63	54,9	В трубах	АПВ-4(1х25)	70	274,3	13	8	
										ЕВ 100/3Л 63А 3р	63	300	63	54,9	В трубах	АПВ-4(1х25)	70	274,3	13	9	
										ЕВ 100/3Л 63А 3р	63	300	63	54,9	В трубах	АПВ-4(1х25)	70	274,3	13	10	
										ЕВ 100/3Л 16А 3р	16	80	16	12,7	В трубах	АПВ-4(1х4)	23	63,3	3	13	
										ЕВ 100/3Л 16А 3р	16	80	16	12,7	В трубах	АПВ-4(1х4)	23	63,3	3	14	
										ЕВ 100/3Л 16А 3р	16	80	16	12,7	В трубах	АПВ-4(1х4)	23	63,3	3	15	
										ЕВ 100/3Л 16А 3р	16	80	16	12,7	В трубах	АПВ-4(1х4)	23	63,3	3	16	
	ЕВ2 250/ ЗЕ 250А 4р	250	250	1200	114,8	По стіпах на скобах	АВВГ 3х95 + 1х50	273	PI-2	ЕВ 100/3Л 32А 3р	32	150	32	27,6	В трубах	АПВ-4(1х10)	39	138,1	8	2	Свердильний станок Зварювальний апарат Зварювальний апарат Радіально-свердильний станок Оборотно-шліфувальний станок Кривошипний прес Зварювальний апарат Прес-ножиці Прес-ножиці Точарний апарат 6092 Точарний апарат ТС-70 Кран балка
										ЕВ2 250/ЗЕ 200А 4р	200	1000	200	189,9	Відкрито	АВВГ-(4х70)	205	949,6	40	4	
										ЕВ2 250/ЗЕ 200А 4р	200	1000	200	189,9	Відкрито	АВВГ-(4х70)	205	949,6	40	5	
										ЕВ 100/3Л 32А 3р	32	150	32	30,4	В трубах	АПВ-4(1х10)	39	151,9	8	17	
										ЕВ 100/3Л 32А 3р	32	150	32	11,4	В трубах	АПВ-4(1х4)	23	57,0	3	18	
										ЕВ 100/3Л 100А 3р	100	500	100	87,7	В трубах	АПВ-4(1х50)	120	438,3	30	19	
										ЕВ2 250/ЗЕ 200А 4р	200	1000	200	189,9	Відкрито	АВВГ-(4х70)	205	949,6	40	6	
										ЕВ 100/3Л 63А 3р	63	300	63	54,9	В трубах	АПВ-4(1х25)	70	274,3	13	11	
										ЕВ 100/3Л 63А 3р	63	300	63	54,9	В трубах	АПВ-4(1х25)	70	274,3	13	12	
										ЕВ 100/3Л 32А 3р	32	150	32	27,6	В трубах	АПВ-4(1х10)	19	95	5	20	
	ЕВ2 250/ ЗЕ 250А 4р	250	250	1200	82,7	По стіпах на скобах	АВВГ 3х95 + 1х50	273	PI-3	ЕВ2 250/ЗЕ 160А 4р	63	300	63	43,8	В трубах	АПВ-4(1х25)	70	219,1	15	21	
										ЕВ 100/3Л 32А 3р	32	150	32	27,6	В трубах	АПВ-4(1х10)	19	95	5	22	

Додаток Є – 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 Ж – 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 3

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ НАВЧАЛЬНОЇ (КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ) РОБОТИ

Назва роботи: Розробка системи електропостачання приватного акціонерного товариства «Гніванський завод спецзалізобетон»

Тип роботи: Бакалаврська дипломна робота.

Підрозділ: Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту.

Науковий керівник: к.т.н., доцент Шулле Ю.А.

Показники звіту подібності

Unicheck	
Оригінальність	72,3
Схожість	27,7

Аналіз звіту подібності

Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.

Заявляю, що ознайомлений з повним звітом подібності, який був згенерований Системою щодо роботи.

Автор _____ Голюк О.О.

Опис прийнятого рішення

Бакалаврська дипломна робота допускається до захисту

Особа відповідальна за перевірку _____ Лобода Ю.В.

Керівник роботи _____ Шулле Ю.А.

Експерт _____ Бурбело М.Й., зав кафедри ЕСЕЕМ