

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

Пояснювальна записка до магістерської кваліфікаційної роботи

магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

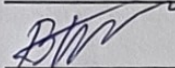
на тему: Підвищення ефективності системи електропостачання Товариства
з обмеженою відповідальністю – підприємство «Авіс», місто Вінниця

08-23.МКР.005.01.022 ПЗ

Виконав: студент 2 курсу, гр. ЕСЕ-21м

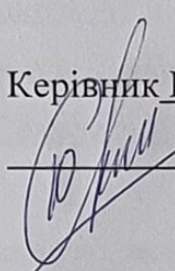
Спеціальність 141 –
Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка

Освітня програма – Електротехнічні
системи електроспоживання

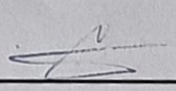
 Кошелєв В. Ю.

(прізвище та ініціали)

Керівник Ph. D., ст. викл. каф. ЕСЕЕМ.

 Лобода Ю. В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент  Собчук В. В.

(прізвище та ініціали)

опущено до захисту

відувач кафедри ЕСЕЕМ

проф. Бурбело М.Й.

(прізвище та ініціали)

«19» 12 2022 р

Вінниця – 2022 року

Вінницький національний технічний університет

Факультет Електроенергетики та електромеханіки

Кафедра Електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту

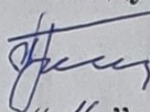
Освітньо-кваліфікаційний рівень _____ магістр _____

спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма – Електротехнічні системи електроспоживання

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕСЕМ

 проф. М. Й. Бурбело
"14" вересня 2022 року

З А В Д А Н Н Я

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Кошелєву Валентину Юрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення ефективності системи електропостачання Товариства з обмеженою відповідальністю – підприємство «Авіс», місто Вінниця
керівник роботи Лобода Юрій Васильович, Ph. D., ст. викладач.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від "14" 09 2022 року № 205

2. Термін подання студентом роботи "12" грудня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи (Додаток А) Генплан підприємства; відомості про особливості технологічних процесів, відомості про електричні навантаження підприємства; відомості про джерела живлення та перспективу розвитку підприємства.

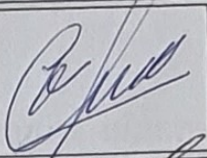
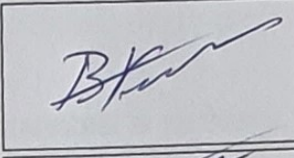
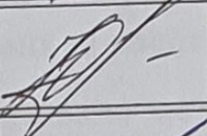
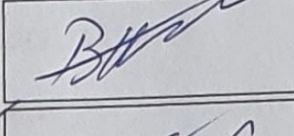
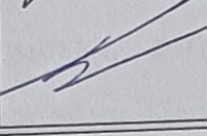
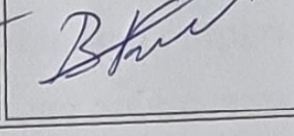
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загальні відомості про підприємство. 2 Математичне моделювання СЕП. 3 Підвищення ефективності системи електропостачання Товариства з обмеженою відповідальністю – підприємство «Авіс», місто Вінниця 4 Економічна частина дипломної роботи. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки. Список використаних джерел. Додатки.

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







Генплан підприємства. Однолінійна схема електропостачання. Структурна схема УКРМ-0,4. Розрахунок втрат напруги з урахуванням засобів КРП. Схема РПН. Схема ПБЗ. Вибір відпайок для зустрічного регулювання напруги.

6. Консультанти розділів роботи

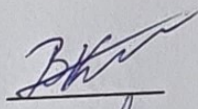
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Спеціальний розділ роботи	Лобода Ю. В., ст. викл. каф. ЕСЕМ, Ph. D.		
Економічна частина	Шулле Ю. А., доц., каф. ЕСЕМ, к. т. н.		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Кобилянський О. В., зав. кафедри БЖДПБ, д. пед. н., професор		

7. Дата видачі завдання 03.09.2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Характеристика підприємства та технологічного процесу	03.09.22	
2	Синтез зовнішньої СЕП	29.09.22	
3	Науково дослідна частина	25.10.22	
4	Економічна частина	22.11.22	
5	Охорона праці	29.11.22	
6	Графічна частина	30.11.22	

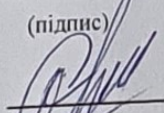
Студент


(підпис)

Кошелєв В. Ю.

(прізвище та ініціали)

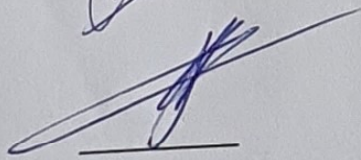
Керівник магістерської кваліфікаційної роботи


(підпис)

Лобода Ю. В.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль


(підпис)

Войтюк Ю. П.

(прізвище та ініціали)

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

Пояснювальна записка до магістерської кваліфікаційної роботи

_____магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: Підвищення ефективності системи електропостачання Товариства
з обмеженою відповідальністю – підприємство «Авіс», місто Вінниця
08-23.МКР.005.01.022 ПЗ

Виконав: студент 2 курсу, гр. ЕСЕ-21м

Спеціальність 141 _____

Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка

Освітня програма – Електротехнічні
системи електроспоживання

_____Кошелєв В. Ю.

(прізвище та ініціали)

Керівник Ph. D., ст. викл. каф. ЕСЕЕМ.

_____Лобода Ю. В.

(прізвище та ініціали)

Допущено до захисту

Завідувач кафедри ЕСЕЕМ

_____проф. Бурбело М.Й.

(прізвище та ініціали)

« » _____ 2022 р

Рецензент _____

(прізвище та ініціали)

Вінниця – 2022 року

Вінницький національний технічний університет

Факультет Електроенергетики та електромеханіки

Кафедра Електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту

Освітньо-кваліфікаційний рівень _____ магістр _____

спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Освітня програма – Електротехнічні системи електроспоживання

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕСЕМ

проф. М. Й. Бурбело _____

“ ____ ” _____ 2022року

З А В Д А Н Н Я

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Кошелєву Валентину Юрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення ефективності системи електропостачання Товариства з обмеженою відповідальністю – підприємство «Авіс», місто Вінниця
керівник роботи Лобода Юрій Васильович, Ph. D., ст. викладач.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “ ____ ” _____ 2022року № ____

2. Термін подання студентом роботи “12” грудня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи (Додаток А) Генплан підприємства; відомості про особливості технологічних процесів, відомості про електричні навантаження підприємства; відомості про джерела живлення та перспективу розвитку підприємства.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загальні відомості про підприємство. 2 Математичне моделювання СЕП. 3 Підвищення ефективності системи електропостачання Товариства з обмеженою відповідальністю – підприємство «Авіс», місто Вінниця 4 Економічна частина дипломної роботи. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки. Список використаних джерел. Додатки.

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

Генплан підприємства. Однолінійна схема електропостачання. Структурна схема УКРМ-0,4. Розрахунок втрат напруги з урахуванням засобів КРП. Схема РПН. Схема ПБЗ. Вибір відпайок для зустрічного регулювання напруги.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Спеціальний розділ роботи	Лобода Ю. В, ст. викл. каф. ЕСЕМ, Ph. D.		
Економічна частина	Шулле Ю.А., доц., каф. ЕСЕМ, к.т.н.		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Кобилянський О.В., зав. кафедри БЖДПБ, д.пед.н., професор		

7. Дата видачі завдання 03.09.2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Характеристика підприємства та технологічного процесу	03.09.22	
2	Синтез зовнішньої СЕП	29.09.22	
3	Науково дослідна частина	25.10.22	
4	Економічна частина	22.11.22	
5	Охорона праці	29.11.22	
6	Графічна частина	30.11.22	

Студент

(підпис)

Кошелєв В. Ю.

(прізвище та ініціали)

Керівник магістерської
кваліфікаційної роботи

(підпис)

Лобода Ю. В.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Войтюк Ю. П.

(прізвище та ініціали)

АНОТОЦІЯ

Кошелєв В. Ю. Підвищення ефективності системи електропостачання Товариства з обмеженою відповідальністю – підприємство «Авіс», місто Вінниця. МКР. Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. – Вінниця : ВНТУ, ФЕЕЕМ, кафедра ЕСЕЕМ, 2022. – 97 с.

В магістерській кваліфікаційній роботі проаналізовано питання щодо підвищення ефективності системи електропостачання Товариства з обмеженою відповідальністю «Авіс».

В роботі розглянуто систему електропостачання підприємства в цілому, вибір кількості і потужності ТП з урахуванням річних приведених затрат.

В спеціальній частині роботи було проаналізовано методи регулювання напруги в системі електропостачання підприємства, розраховано втрати напруги в мережі 0,4 кВ та обрано оптимальні відпайки ПБЗ, що забезпечить нормовані значення напруги в різних режимах роботи підприємства.

Розглянуто питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Ключові слова: система електропостачання, електропостачання, втрати напруги, перемикання без збудження, регулюванням під навантаженням.

ANNOTATION

Koshelev V. Yu. Increasing the efficiency of the power supply system of the Limited Liability Company - Enterprise "Avis", Vinnytsia city. MKR. Specialty 141 – Power engineering, electrical engineering and electromechanics. – Vinnytsia: VNTU, FEEEM, Department of ESEEM, 2022. – 9 p.

The master's qualification work analyzed the issue of increasing the efficiency of the power supply system of the Avis Limited Liability Company.

The work examines the power supply system of the enterprise as a whole, the selection of the number and power of the TP, taking into account the annual reduced costs.

In a special part of the work, methods of voltage regulation in the enterprise's power supply system were analyzed, voltage losses in the 0.4 kV network were calculated, and optimal switching without excitation desoldering was chosen, which would ensure normalized voltage values in different operating modes of the enterprise.

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

Key words: power supply system, power supply, voltage loss, switching without excitation, adjustment under load.

ЗМІСТ

ВСТУП	9
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ	10
1.1 Характеристика ТОВ «АВІС»	10
1.2 Відомості про електроспоживачів та їх характеристика	12
2 ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	15
2.1 Розрахунок електричних навантажень	15
2.2 Вибір схеми живлення підприємства	15
2.3 Математична модель вибору цехових трансформаторних підстанцій	22
2.4 Визначення оптимального перерізу лінії живлення резервної лінії живлення	26
2.5 Визначення перерізів кабельних ліній внутрішньозаводської мережі	29
2.6 Визначення центру електричної мережі	30
3 ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВО «АВІС»	34
3.1 Аналіз засобів регулювання напруги	34
3.2 Регулювання напруги шляхом зміни перетоків реактивної потужності	35
3.4 Використання ПБЗ	39
3.5 Розрахунок втрат напруги в СЕП	42
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ	47
4.1 Розрахунок капіталовкладень в систему електропостачання	47
4.2 Розрахунок поточних витрат	49
4.2.1 Розрахунок потреби в робочій силі	49
4.2.2 Розрахунок витрат по заробітній платі	52
4.2.3 Планування вартості матеріалів, що витрачаються	55
4.2.4 Визначення амортизаційних відрахувань і інших витрат	58
4.3 Розрахунок собівартості електроенергії	60

4.3.1 Розрахунок річного споживання і втрат електроенергії. Розрахунок оплати за електроенергію	60
4.3.2 Розрахунок собівартості електроенергії	63
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	65
5.1 Технічні рішення з безпечної організації будівельно-монтажних робіт на об'єкті	65
5.1.1 Технічні рішення щодо безпечної організації робочих місць під час робіт на комутаційних апаратах і комплектному розподільчому устаткуванні.....	65
5.1.2 Електробезпека	66
5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії	68
5.2.1 Мікроклімат	68
5.2.2 Склад повітря робочої зони.....	69
5.2.3 Виробниче освітлення	70
5.2.4 Виробничий шум.....	71
5.2.5 Виробничі вібрації	72
5.2.6 Психофізіологічні фактори	73
5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Визначення області працездатності системи електропостачання ТОВ «Авіс» м. Вінниця в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій.....	74
5.3.1 Визначення області працездатності системи електропостачання ТОВ «Авіс» м. Вінниця в умовах дії іонізуючих випромінювань	76
5.3.2 Визначення області працездатності СЕП ТОВ «Авіс» м. Вінниця в умовах дії електромагнітного імпульсу	77
5.3.3 Розробка превентивних заходів по підвищенню стійкості роботи СЕП ТОВ «Авіс» м. Вінниця в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій	79
ВИСНОВОК.....	81
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	82
Додаток А.....	86
Додаток Б – Генплан підприємства	91

Додаток В – Однолінійна схема підприємства	92
Додаток Г – Методи регулювання напруги в СЕП.....	93
Додаток Д – Використання засобів КРП для регулювання напруги	94
Додаток Е – Регулювання напруги з використанням ПБЗ.....	95
Додаток Є – Регулювання напруги з використанням РПН.....	96
Додаток Ж – Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень	97

ВСТУП

Актуальність теми. На даний час для промислових підприємств особливо актуальне використання сучасних засобів для покращення його ефективності. Використання засобів математичного моделювання які здатні підвищити ефективність роботи інженера проектувальника при проектуванні, технічній модернізації або технічному переоснащенню є актуальним питанням. Дані системи та засоби сприяють покращенню проектних рішень і в свою чергу зменшують капіталовкладення та експлуатаційні затрати в системі електропостачання.

Мета і задачі дослідження. Метою магістерської кваліфікаційної роботи є створення математичних моделей для автоматизованого вибору обладнання системи електропостачання, що забезпечить зменшення експлуатаційних, амортизаційних та будівельних витрат в СЕП. Провести аналіз сучасних засобів регулювання напруги в системі електропостачання підприємства та привести заходи для її оптимізації.

Об'єкт дослідження – система електропостачання Товариства з обмеженою відповідальністю «Авіс».

Предмет дослідження – є методи та засоби регулювання напруги в системі електропостачання.

Методи досліджень. У магістерській роботі використовуються загально прийняті методи розрахунку.

Практична цінність. Проаналізовано засоби регулювання напруги в системі електропостачання підприємства та наведено заходи для її оптимізації.

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

1.1 Характеристика ТОВ «АВІС»

Підприємство створено у 1991 році в місті Вінниця [1]. Товариство з обмеженою відповідальністю «АВІС» - великий виробник легких маргаринів, майонезів, олії безалкогольних напоїв.

На підприємстві розгорненні 5 виробничих підрозділів:

- Авіс-ОРГАНІК;
- Авіс-АГРО;
- Оліє-пресовий завод;
- АВІС-АКВА;
- Масло-жирова продукція.

У 2015 році, компанія "Авіс" відкрила нову сторінку історії, почали виробництво органічної продукції виробничий підрозділ – Авіс-ОРГАНІК.

Під час нашого виробничого процесу, не використовуються методи екстракції і виробляється олія лише методами пресування. Даний підрозділ націлений на світовий ринок як традиційні, так і органічні продукти.

Продукти, які виробляє Авіс-ОРГАНІК:

Органічні олійні:

- Соняшникова олія, нерафінована не виморожена, пресована (віджимна) (Лінолева і Високо олеїнова);
- Соняшникова олія, нерафінована не виморожена, пресована (віджимна) (Лінолева і Високо олеїнова), упакована в ємності різного розміру (800 мл, 1л, 3л, 5л), наливом;
- Соняшникова олія, рафінована, дезадорирована, пресована, виморожена (Лінолева і Високо олеїнова), наливом;
- Соняшникова олія, рафінована, дезадорирована, пресована, виморожена (Лінолева і Високо олеїнова), упакована в ємності різного розміру (800 мл, 1л, 3л, 5л);

- Соева олія нерафінована не виморожена пресована (віджимна), наливом;

- Льняна олія нерафінована пресована (віджимна), наливом.

Традиційні олійні:

- Нерафінована соняшникова олія, не виморожена пресована (віджимна) (Високо олеїнова);

- Нерафінована соняшникова олія, не виморожена пресована (віджимна) (Висотою олеїнова), упакована в ємності різного розміру (800 мл, 1л, 3л, 5л);

- Соняшникова олія, рафінована, виморожена, дезадорирована, пресована (віджимна) (Високо олеїнова), наливом;

- Соняшникова олія, рафінована, виморожена, дезадорирована, пресована (віджимна) (Високо олеїнова), упакована в ємності різного розміру (800 мл, 1л, 3л, 5л).

Безалкогольні напої компанії "Авіс-Аква"

Виробництво безалкогольних напоїв було освоєно компанією «АВІС» в 2000-му році. З тих пір асортимент продукції постійно розширювався, а напої завойовували все більшу популярність серед споживачів. Цьому сприяє як оригінальна рецептура прохолодних напоїв, так і висока якість води, яка використовується для їх приготування.

Перш за все, мова йде про соковмісні напої «Шипс», «Чоррі», «Айпі-Оранж», «Айпі-Лімо» виготовляються зі вмістом натурального яблучного соку та екстрактом шипшини, натурального соку вишні, настоянки ехінацеї та багато інших речовин. Ретельно підібрані поєднання підтримують тонус організму, покращують настрій. Крім цього, наша продукція надзвичайно смачна - її із задоволенням п'ють не тільки дорослі, а й діти.

Виробництво безалкогольних напоїв на основі мінеральної та льодовикової води

Другим найважливішим напрямком нашої діяльності є розлив питної води. «АВІС» - одне з небагатьох підприємств, яке використовує у виробництві

унікальну воду з власної артезіанської свердловини, пробуреної в скелястому гранітному масиві. Завдяки цьому з'явилися такі наші бренди, як «Джерельна» та «Льодовиковий період». У напоях використовується цілюща волога з водоносного горизонту докембрійських льодовикових відкладень, яка не змінила свій склад з часів танення льодовиків. Технологія передбачає багатоступеневу фільтрацію рідини, що робить воду максимально наближеною до талої.

Безалкогольні напої, вироблені компанією «АВІС-Аква», відрізняються не тільки бездоганною якістю, а й оригінальністю. Кожна серія напоїв має свою родзинку, завдяки чому наші лимонади, фруктові та мінеральні води чудово втамовують спрагу та завжди знаходять своїх споживачів.

Напої «АВІС-Аква» мають чудовий смак, за що не раз удостоювалися професійних нагород на міжнародних конкурсах і виставках. Наприклад, серія «Фруктова» отримала найвищу золоту медаль на самому авторитетному в Україні дегустаційному конкурсі в номінації «Безалкогольні напої» в рамках виставки «Food & Drinks». Всі напої виготовляються із вмістом натуральних соків і артезіанської води, видобутої з водоносного горизонту докембрійського періоду.

Безалкогольні напої компанії «Авіс-Аква»

Досить популярні, підбадьорливі напої «Шипс», «Чоррі», «Айпі-Оранж» та «Айпі-Лімо». Їх рецептура розроблена спеціально для людей, що ведуть активний спосіб життя. Стрімко набирає популярність на ринку і серія «Фруктова». До складу напоїв входять натуральні соки, унікальна артезіанська вода. Це справжні природні напої, що дарують прекрасне самопочуття, працездатність і енергію.

1.2 Відомості про електроспоживачів та їх характеристика

Вінницький ТОВ «АВІС» живиться від «Вінницької ПС-110/35/10 кВ «Південна»» яка знаходиться на відстані 2,6 км.

Таблиця 1.1 – Відомості про потужності цехів

№пп	Споживачі	Рн кВт
1.	Завод полімерного упакування	250
2.	Цех (друкарня)	60,0
3.	Завод безалкогольних напоїв	260,0
4.	Очисні споруди	140,0
5.	Очисні споруди	140,0
6.	Котельня	60,0
7.	Склад № 1	125,0
8.	Склад № 2	125,0
9.	Склад № 3(гот.прод)	160,0
10.	Склад № 4(гот.прод)	170,0
11.	Оліє-очисний завод	160,0
12.	Цех фасування олії	170,0
13.	Цех по виробництву майонезу	180,0
14.	Холодильно-компресорна станція	80,0
15.	Завод по виготовленню печива	250,0

Таблиця 1.2 – Категорії надійності електропостачання

№	Назва цеху	Категорія
1	Завод полімерного упакування	II
2	Цех (друкарня)	III
3	Завод безалкогольних напоїв	II
4	Очисні споруди	II
5	Очисні споруди	II
6	Котельня	II
7	Склад № 1	III
8	Склад № 2	III
9	Склад № 3(гот.прод)	III
10	Склад № 4(гот.прод)	III
11	Оліє-очисний завод	II
12	Цех фасування олії	II
13	Цех по виробництву майонезу	II
14	Холодильно-компресорна станція	II
15	Завод по виготовленню печива	II

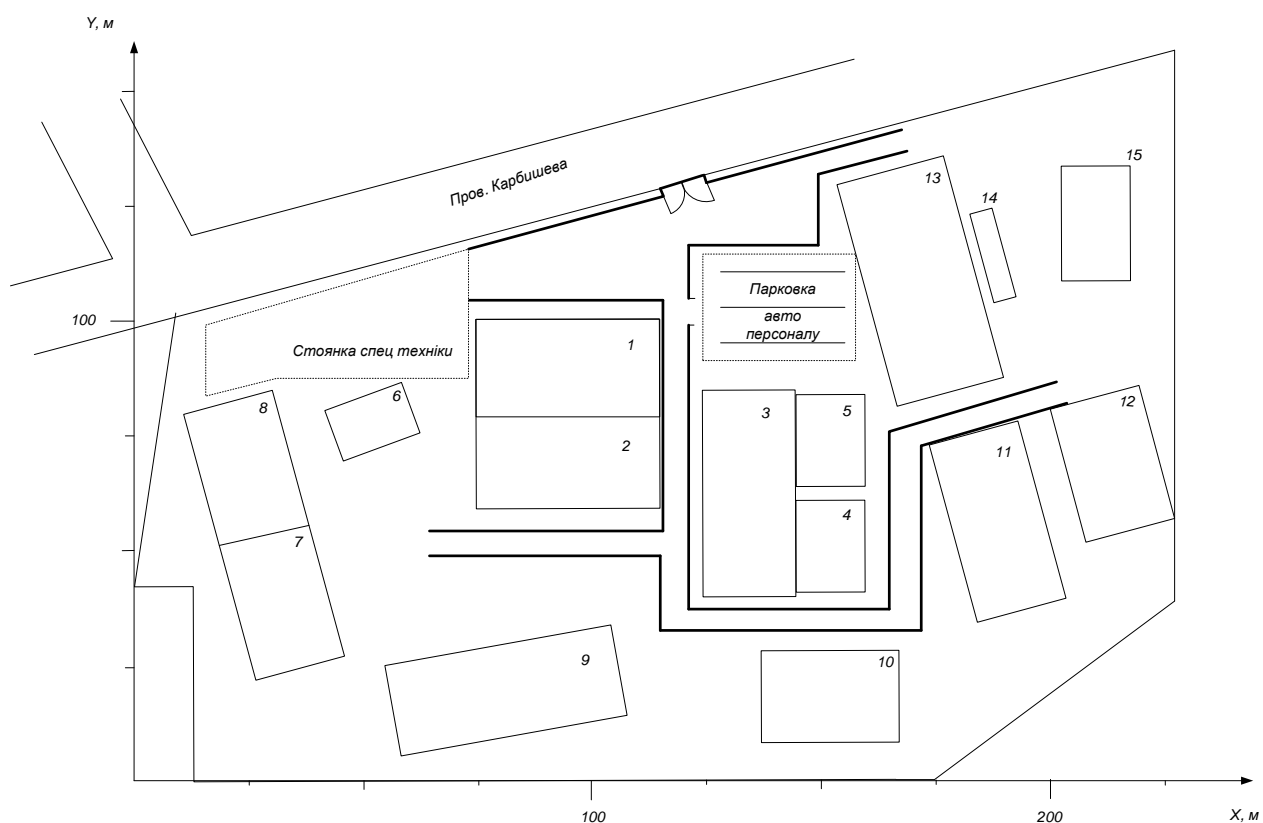


Рисунок 1.1 – Генплан підприємства

2 ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

2.1 Розрахунок електричних навантажень

Розрахунок проводимо методом коефіцієнтів використання та попиту [2].

№	Цех	Дані сили					Розрахунок навантаження освітлювальної мережі							Середні нав-ня				Розрах. нав-ня			K _{ср} =0,95	
		Рн, кВт	cos	tg	Кп	Кв	Площа, м ²	Кп0	Р _{пвт} , Вт/м ²	Кпра	tg0	Qт0, квар	Рр0, кВт	Рс, кВт	Qс, квар	Sc, кВА	Рр, кВт	Qр, квар	Sp, кВА	Ip, А		ρ0, кВА/м ²
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
1	Завод полімерного упакованн	250	0,8	0,75	0,40	0,5075	840	0,85	0,016	1,2	0,43	5,89	13,71	140,58	101,05	173,13	154,29	106,95	187,73	285,23	0,22	
2	Цех (друкарня)	160	0,8	0,75	0,45	0,3625	1056	0,6	0,012	1,1	0,43	3,60	8,36	66,36	47,10	81,38	74,73	50,69	90,30	137,19	0,09	
3	Завод безалкогольних напоїв	460	0,8	0,75	0,50	0,5075	1936	0,85	0,012	1,2	0,43	10,19	23,70	257,15	185,28	316,94	280,84	195,47	342,17	519,87	0,18	
4	Очисні споруди	240	0,76	0,86	0,90	0,6525	1763	0,85	0,014	1,2	0,43	10,83	25,18	181,78	144,74	232,36	206,95	155,57	258,90	393,36	0,15	
5	Очисні споруди	240	0,76	0,86	0,90	0,6525	960	0,85	0,012	1,2	0,43	5,05	11,75	98,75	79,45	126,74	110,50	84,50	139,11	211,35	0,14	
6	Котельня	260	0,8	0,75	0,60	0,3625	720	1	0,017	1,2	0,43	6,32	14,69	108,94	77,00	133,41	123,63	83,32	149,08	226,51	0,21	
7	Склад № 1	125	0,5	1,73	0,35	0,3625	2240	0,85	0,016	1,2	0,43	15,72	36,56	81,87	94,20	124,81	118,43	109,92	161,58	245,49	0,07	
8	Склад № 2	125	0,7	1,02	0,35	0,3625	800	0,85	0,015	1,2	0,43	5,26	12,24	57,55	51,49	77,22	69,79	56,75	89,96	136,67	0,11	
9	Склад № 3(гот.прод)	160	0,8	0,75	0,40	0,3625	6064	0,85	0,015	1,2	0,43	39,90	92,78	150,78	83,40	172,31	243,56	123,29	272,99	414,76	0,05	
10	Склад № 4(гот.прод)	170	0,8	0,75	0,40	0,3625	950	0,6	0,012	1,1	0,43	3,24	7,52	69,15	49,45	85,01	76,67	52,69	93,03	141,35	0,10	
11	Оліє-очисний завод	360	0,6	1,33	0,56	0,6525	4600	0,85	0,015	1,2	0,43	30,26	70,38	305,28	343,46	459,52	375,66	373,73	529,90	805,10	0,12	
12	Цех фасування олії	230	0,8	0,75	0,56	0,3625	400	0,6	0,01	1,2	0,43	1,24	2,88	86,26	63,77	107,27	89,14	65,01	110,32	167,62	0,28	
13	Цех по виробництву майонезу	180	0,8	0,75	0,46	0,435	420	0,6	0,012	1,1	0,43	1,43	3,33	81,63	60,16	101,40	84,95	61,59	104,93	159,42	0,25	
14	Лодильно-компресорна стан	270	0,9	0,48	0,40	0,6525	336	0,85	0,017	1,2	0,43	2,51	5,83	182,00	87,83	202,09	187,83	90,34	208,42	316,66	0,62	
15	Завод по виготовленню печив	250	0,76	0,86	0,60	0,29	1016	0,85	0,016	1,2	0,43	7,13	16,58	89,08	69,13	112,76	105,66	76,26	130,31	197,98	0,13	
Всього по підприємству		3480					24101						148,56	345,48	1972,15	1553,51	2510,54	2219,02	1624,39	2750,04	4178,25	0,11

Рисунок 2.1 - Розрахунок навантаження підприємства

Результат моделювання розрахунку навантажень наведено на рисунку 2.1

Основні результати розрахунку:

- Повна середня потужність підприємства складає $S_{ссум} = 2510$ кВА;
- Загальна площа цехів складає 24101 м²;
- Питома густина навантаження $0,11$ кВА/м²;
- Повна розрахункова потужність навантаження складає $S_{рсум} = 2750$ кВА.

2.2 Вибір схеми живлення підприємства

Підприємство відносять до II категорії по надійності електропостачання. Відповідно до цього необхідно два незалежних джерела живлення. На відстані 2,6 км від території підприємства наявна підстанція 110/35/10 «Південна». Повна розрахункова потужність навантаження складає $S_{рсум} = 2750$ кВА, що є відносно не великою. Для зменшення плати за електроенергії приймаємо рішення живлення підприємства на напрузі 110 кВ через через однострансформаторну підстанцію 110/10 кВ та забезпечення резервування на напрузі 10 кВ від ПС 110/35/10 «Південна».

Для основного живлення передбачено будівництва тупикову КТПБР 110 за блочною схемою виробництва Рівненського заводу високовольтної апаратури. [9]

КТПБР призначені для прийому, перетворення та розподілу електричної енергії трифазного змінного струму частотою 50 Гц та використовуються для електропостачання промислових та комунальних споживачів, сільськогосподарських районів та великих будівель, а також на стороні 110 кВ великих мережевих підстанцій та, за відповідних умов, на електричних станціях.

КТПБР, призначені для роботи в умовах кліматичного виконання У та УХЛ категорії розміщення 1 за ГОСТ15150-69 та ГОСТ15543.1-89. Температура навколишнього повітря не вище плюс 40 ° С і не нижче мінус 45 ° С (для виконання У1) і не нижче мінус 60 ° С (для виконання УХЛ1), висота над рівнем моря до 1000 м-коду. Максимальний швидкісний нормативний тиск вітру 65 кГс/м² (650Н/м²) на висоті до 10 м від поверхні землі при повторюваності 1 раз на 15 років. Для поставок у райони з холодним кліматом: максимальний швидкісний нормативний натиск вітру 80 кГс/м² (800Н/м²) на висоті до 10 м від землі при повторюваності 1 раз в 25 років.

Нормативна товщина стінки ожеледиці на висоті 10 м над поверхнею землі 34мм при повторюваності 1 раз на 15 років. Для постачання в райони з холодним кліматом: нормативна товщина стінки ожеледиці на висоті 10м над поверхнею землі 25мм при повторюваності 1 раз на 25 років. Ізоляція обладнання блоків відкритих розподільчих пристроїв (ВРП) 220, 150, 110 та 35кВ, прохідні ізолятори 10кВ передбачають експлуатацію КТПБР у районах з І(А), ІІ*(Б) та ІІІ ступенем забруднення за ГОСТ 9920-89. Навколишнє середовище невибухонебезпечне, не що містить струмопровідного пилу, агресивних газів і парів, що руйнують метал та ізоляцію. Тип атмосфери ІІ згідно з ГОСТ15150-69.



Рисунок 2.2 – Умовне позначення КТПБР та його розшифровка

Для основного живлення використовуємо схему 110-3Н Блок (лінія-трансформатор).

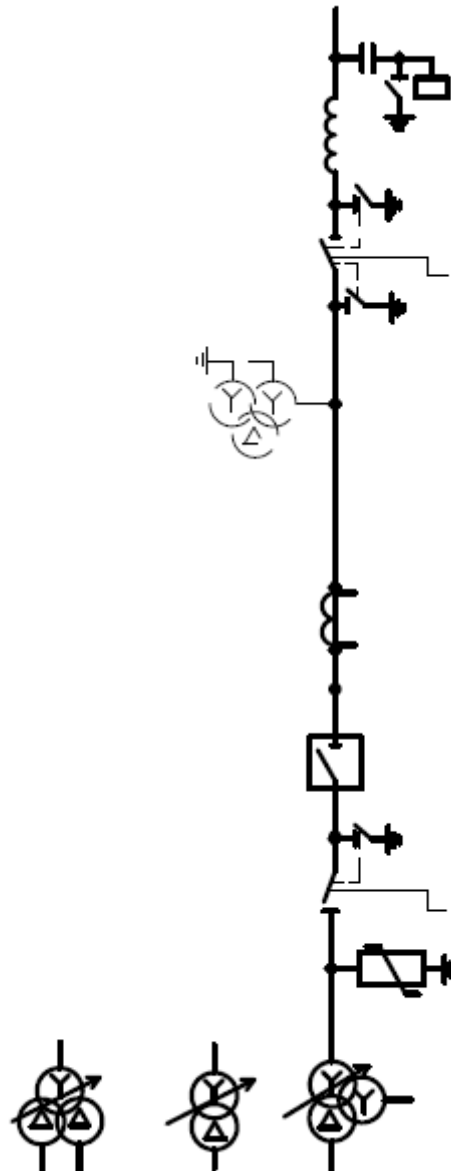


Рисунок 2.2 – Схема 110-3Н

КТПБР у випадку складається з наступних основних елементів:

- 1) силових трансформаторів (автотрансформаторів);
- 2) лінійних регулювальних трансформаторів;
- 3) ВРП 110;
- 4) комплектного розподільного пристрою зовнішньої установки (КРПЗ) 10(6)кВ;
- 5) жорсткої та гнучкої ошиновок;
- 6) кабельних конструкцій;
- 7) загальнопідстанційного пункту управління (ОПУ);

- 8) освітлювальних пристроїв;
- 9) фундаментів;
- 10) грозозахисту;
- 11) заземлення;
- 12) огорожі.

Відкриті розподільчі пристрої 110 кВ виконуються з уніфікованих транспортабельних блоків заводського виготовлення, що складаються з металевого несучого каркаса зі змонтованим на ним високовольтним обладнанням та елементами допоміжних ланцюгів.

Умовне позначення блоків 10, 35, 110, 150 та 220 кВ розшифровується наступним чином:

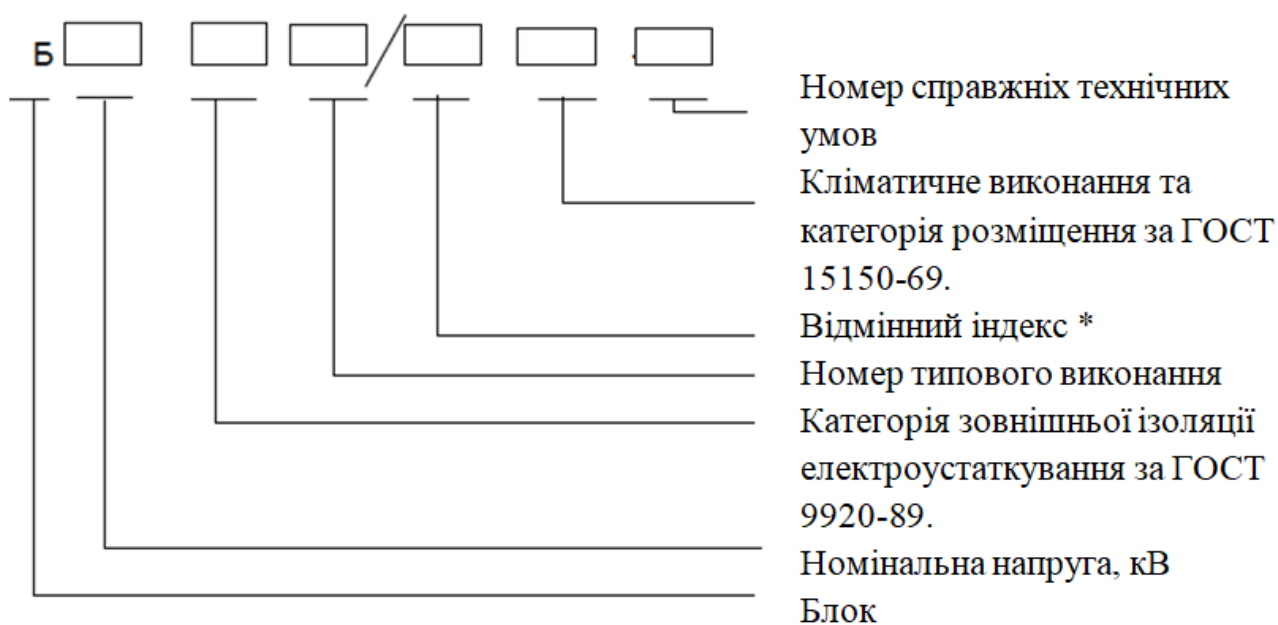


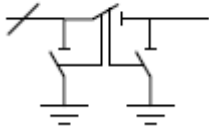
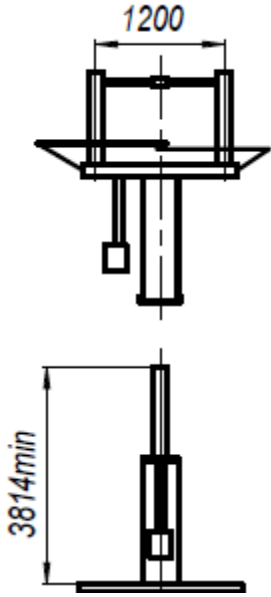
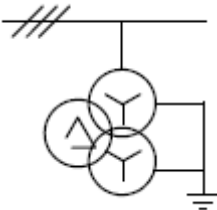
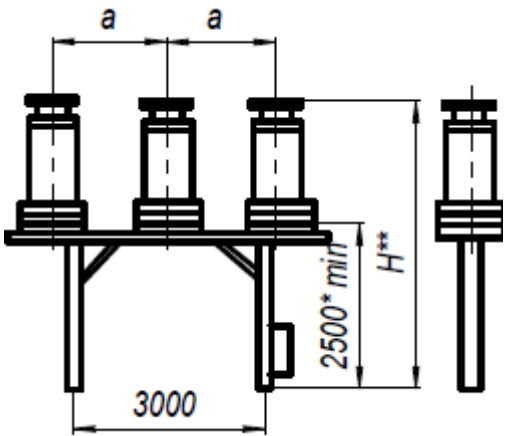
Рисунок 2.2 – Умовне позначення блоків

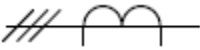
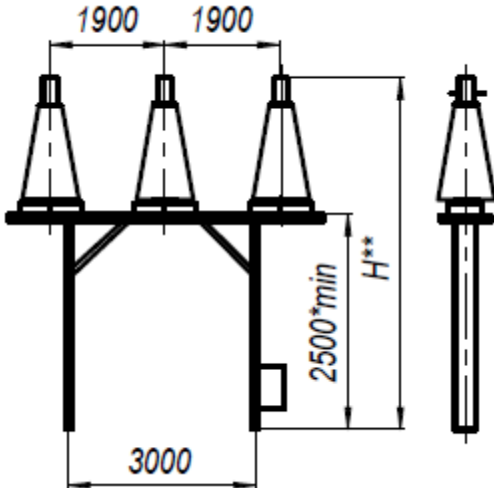
Приклад позначення блоку: Б 110Б-71/К-У1-ТУ У 00113997.014-98

Розшифровується: блок трансформаторів струму, номінальна напруга - 110 кВ, категорія зовнішньої ізоляції електроустаткування – Б, номер виконання – 71, з клемною шафою, кліматичне виконання та категорія розміщення – У1, номер чинних технічних умов.


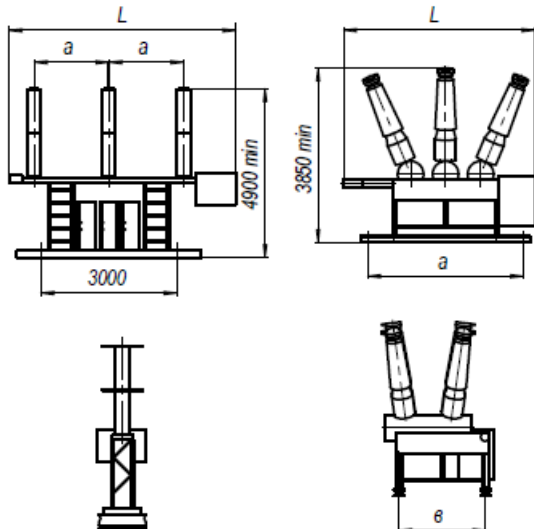
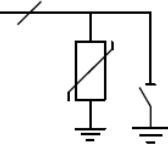
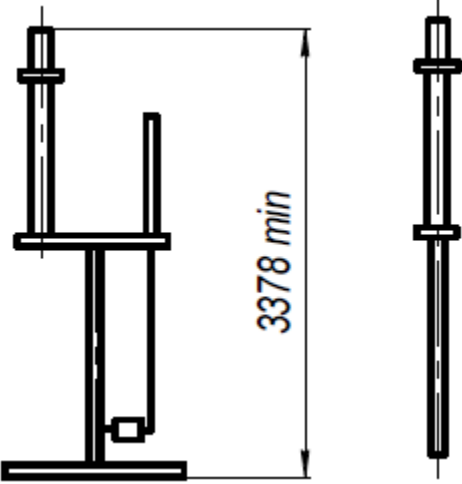
Відповідно до рисунка 2.2 підберемо конфігурацію ВРУ-110 кВ.

Таблиця 2.1 – Конфігурація ВРУ-110 кВ

№		Позначення	Вигляд на схемі
1	2	3	4
1	<p>Блоки роз'єднувача Б110А(Б)-16-У(УХЛ)1</p>		
3	<p>Блоки трансформаторів напруги Б110А(Б)-74/К-У(УХЛ)1</p>		

4	Блоки трансформаторів струму Б110А(Б)-71/К-У(УХЛ)1		
---	--	---	--

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
5	Блоки вимикача Б110А(Б)-42/К-У(УХЛ)1		
6	Блоки ЗОН и ОПН Б110А(Б)-62-У(УХЛ)1		

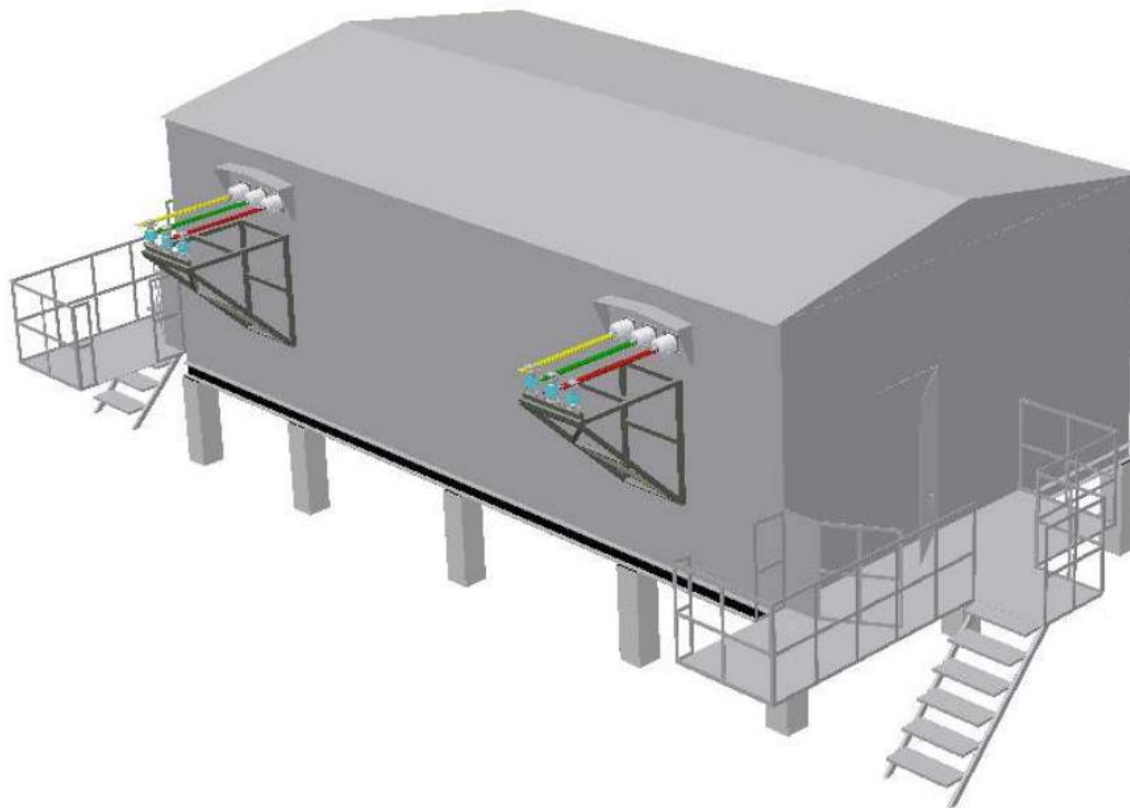


Рисунок 2.4 – Загальний вигляд модульної ЗРУ-10 кВ

2.3 Математична модель вибору цехових трансформаторних підстанцій

Під час вибору ЦТП дотримуємось таких вимог технічного завдання (ТЗ):

- показником ефективності – РПЗ (річні приведені затрати);
- кількість цехових трансформаторних підстанцій на підприємстві не повинна перевищувати дві (максимум 3).

Для визначення приблизної кількості ТП можна використати Питому густину навантаження яка становить $\sum \rho_0 = 0,11 \text{ кВА/м}^2$

Виробничі потужності підприємства відносять до 2 категорії електропостачання, тому встановлюємо двотрансформаторні підстанції. Відповідно до питомої густини орієнтована кількість ЦТП становить 3.

Відповідно до генплану підприємства рисунок 2.5 проведемо групування живлення цехів від КТП.

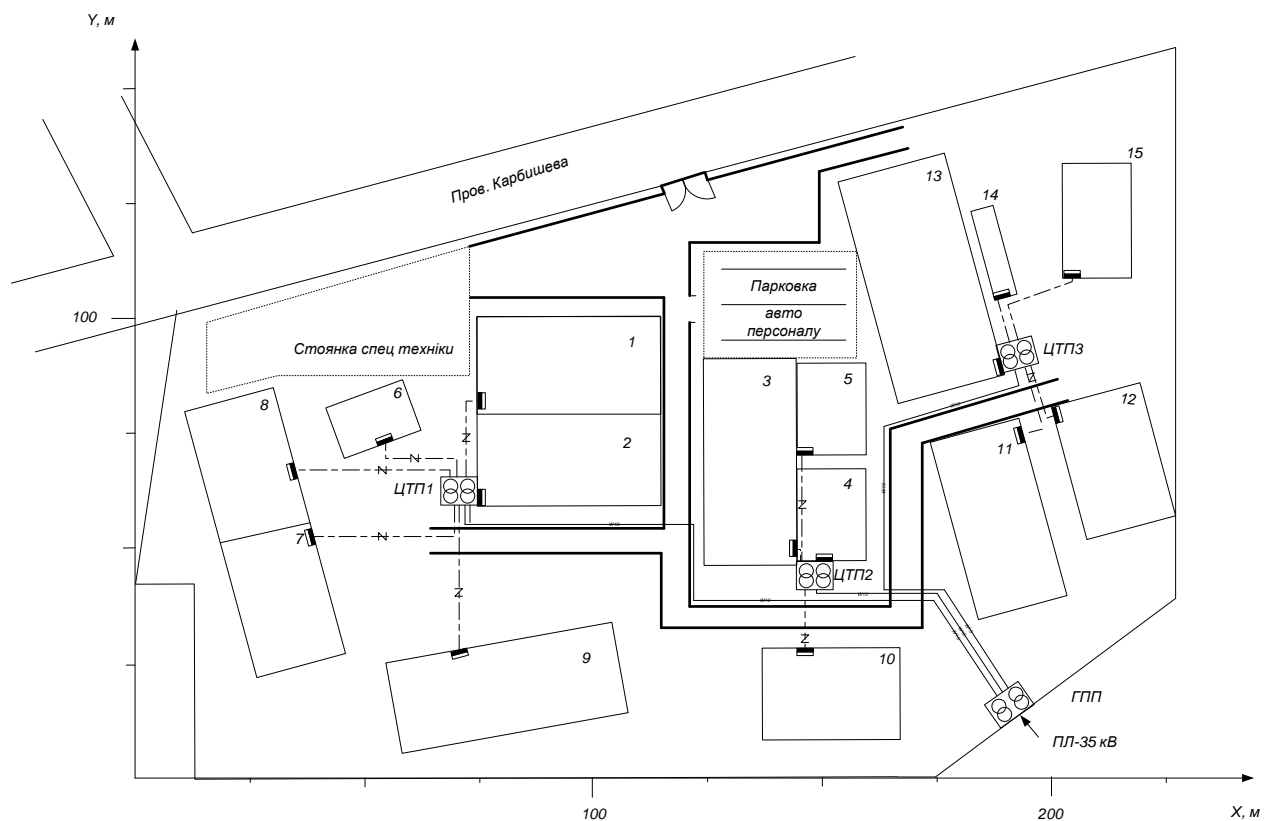


Рисунок 2.5 – Генплан підприємства з нанесеними інженерними мережами

Від ЦТП1 живитимуться цехи під номером 1, 2 6-9; ЦТП2 – 1, 2, 3, 10; ЦТП3 – цехи 10-15. Дані проектні рішення дозволять зменшити втрати в низьковольтних мережах та забезпечить високу надійність системи електропостачання.

№ ТП	№ цеху	Назва цеху	Розрахунок а активна потужність Рр, кВт	Розрахунок реактивна потужність Qр, кВАр	Повна розрахункова потужність Sp, кВА	Середня активна потужність Pс, кВт	Середня реактивна потужність Qс, кВАр	Повна середня потужність Sc, кВА
ТП1	1	Завод полімерного упакування	154,2926	106,945818	187,7328272	140,5838	101,051034	173,1332328
	2	Цех (друкарня)	74,72704	50,6926272	90,29879822	66,36352	47,0963136	81,3767752
	6	Котельня	123,626	83,31918	149,0821037	108,938	77,00334	133,4054055
	7	Склад № 1	118,4261	109,9224002	161,5786967	81,8693	94,20297622	124,806983
	8	Склад № 2	69,7925	56,75439652	89,95584795	57,5525	51,49119652	77,22456588
	9	Склад № 3(гот.прод)	243,5584	123,290112	272,9856149	150,7792	83,395056	172,3052597
		Всього по ТП1	784,42264	530,9245339	947,2062811	606,08632	454,2399163	757,4130504
ТП2	3	Завод безалкогольних напоїв	280,84328	195,4666104	342,1697586	257,14664	185,2770552	316,9416061
	4	Очисні споруди	206,95128	155,5694098	258,9028265	181,77564	144,7438846	232,3643162
	5	Очисні споруди	110,5008	84,50443255	139,1094027	98,7504	79,45176055	126,7447188
	10	Склад № 4(гот.прод)	76,673	52,68939	93,03182653	69,149	49,45407	85,01346505
		Всього по ТП2	674,96836	488,2298427	833,0370138	606,82168	458,9267703	760,8195133
ТП3	11	Оліє-очисний завод	375,66	373,7268	529,8982512	305,28	343,4634	459,5247388
	12	Цех фасування олії	89,135	65,00805	110,3226848	86,255	63,76965	107,2683238
	13	Цех по виробництву майонезу	84,9528	61,585704	104,9274853	81,6264	60,155352	101,397907
	14	Холодильно-компресорна стан	187,82748	90,33601322	208,4220658	182,00124	87,83073002	202,0858444
	15	Завод по виготовленню печива	105,66224	76,25900366	130,3071165	89,08112	69,12912206	112,7576226
		Всього по ТП3	843,23752	666,9155709	1075,093435	744,24376	624,3482541	971,447125

Рисунок 2.6- Розподіл цехів між ЦТП

Математична модель вибору цехових трансформаторних підстанцій має ВИГЛЯД:

$$\left\{ \begin{array}{l}
 3(S_T) = B_{ТП}(S_T) + B_B(S_T). \\
 B_{ТП}(S_T) = (E_a + E_c) \cdot K_{ТП}(S_T, k_T). \\
 B_B(S_T) = \left[\Delta P_{XX}(S_T) + \Delta P_{КЗ}(S_T) \cdot k_3(S_T)^2 \right] \cdot k_T \cdot B_0; \quad k_3(S_T) = \frac{S_{ТП}}{S_T \cdot k_T}; \quad B_0 = t \cdot \tau. \\
 (S_T) = (E_a + E_c) \cdot K_{ТП}(S_T, k_T) + \left[\Delta P_{XX}(S_T) \cdot k_T + \Delta P_{КЗ}(S_T) \cdot \frac{S_{ТП}^2}{S_T^2 \cdot k_T} \right] \cdot t \cdot \tau \rightarrow \min. \\
 S_T \in S \\
 k_H \cdot k_T \cdot S_T \geq S_{ТП,нн} \\
 k_H \cdot k_T \cdot S_T \geq S_{ТП} \\
 k_T > 1 \Rightarrow k_{па} \cdot S_T \geq k_{ппа} \cdot S_{ТПр}; \\
 S_T \in S.
 \end{array} \right.$$

Вибір оптимальної потужності ТП1 за мінімумом затрат

Дані нормального режиму			
Розрахункова потужність ТП, кВА	Sp=	947,2063	
Середня потужність ТП, кВА	Sc=	757,4131	
Кількість трансформаторів	kt=	2	
Допустимий коефіцієнт навантаження в нормальному режимі	kn=	1	
Дані післяаварійного режиму			
Допустимий коефіцієнт навантаження післяаварійному режимі	kpa=	1,3	
Доля навантаження в п.а. режимі	knpa=	0,8	
Економічні характеристики			
Питома вартість втрат, грн/кВт	Vo=	5031,509	
Коефіцієнт ефективності капіталовкладень	Ee=	0,1	
Коефіцієнт відрахувань на амортизацію	Ea=	0,036	

*	St, кВА	dPкз, кВт	dPxx, кВт	Kтп, тис. грн.	E*К, тис. грн.	dPзм, кВт	dPпс, кВт	dP, кВт	Вв, тис. грн.	З, тис. грн.	*	X	обмеж. 1	обмеж. 2	
	63	1,28	0,24	646,515	87,92604	144,6732	0,48	145,1532	730,3395	---		---	---	---	
	100	1,97	0,33	686,5425	93,36978	88,37417	0,66	89,03417	447,9763	---		---	---	---	
	160	3,1	0,51	738,7875	100,4751	54,32264	1,02	55,34264	278,457	---		---	---	---	
	250	4,2	0,74	806,355	109,6643	30,14591	1,48	31,62591	159,1261	---		---	---	---	
	400	5,9	0,95	967,815	131,6228	16,54212	1,9	18,44212	92,7917	---		---	+	---	
V	630	8,5	1,31	1076,828	146,4485	9,607203	2,62	12,2272	61,52129	207,9698	V	+	+	+	
	1000	10,5	2,1	1270,553	172,7951	4,710299	4,2	8,910299	44,83225	217,6274		+	+	+	
	1600	18	2,8	1579,5	214,812	3,154218	5,6	8,754218	44,04693	258,8589		+	+	+	
	2500	23,5	3,85	1807,178	245,7761	1,686736	7,7	9,386736	47,22945	293,0056		+	+	+	
										Змін=					
										Опт. Пот. Трансформатора	St*=	630			

Рисунок 2.7 - Вибір потужності ЦТП1

Отже, потужність ЦТП1 становить 2х630 кВА при цьому річні приведені затрати – 207,96 тис. грн / рік.

Аналогічні розрахунки проводимо для інших ТП.

*	St, кВА	dPкз, кВт	dPxx, кВт	Kтп, тис. грн.	E*К, тис. грн.	dPзм, кВт	dPпс, кВт	dP, кВт	Вв, тис. грн.	З, тис. грн.	*	X	обмеж. 1	обмеж. 2	
	63	1,28	0,24	646,515	87,92604	111,8993	0,48	112,3793	565,4376	---		---	---	---	
	100	1,97	0,33	686,5425	93,36978	68,35414	0,66	69,01414	347,2453	---		---	---	---	
	160	3,1	0,51	738,7875	100,4751	42,01654	1,02	43,03654	216,5388	---		---	---	---	
	250	4,2	0,74	806,355	109,6643	23,31674	1,48	24,79674	124,765	---		---	---	---	
	400	5,9	0,95	967,815	131,6228	12,79472	1,9	14,69472	73,9366	---		---	+	---	
V	630	8,5	1,31	1076,828	146,4485	7,430815	2,62	10,05081	50,57077	197,0193	V	+	+	+	
	1000	10,5	2,1	1270,553	172,7951	3,643241	4,2	7,843241	39,46334	212,2585		+	+	+	
	1600	18	2,8	1579,5	214,812	2,43967	5,6	8,03967	40,45168	255,2637		+	+	+	
	2500	23,5	3,85	1807,178	245,7761	1,304627	7,7	9,004627	45,30687	291,083		+	+	+	
										Змін=	197,0193				
										Опт. Пот. Трансформатора	St*=	630			

*	St, кВА	dPкз, кВт	dPxx, кВт	Kтп, тис. грн.	E*К, тис. грн.	dPзм, кВт	dPпс, кВт	dP, кВт	Вв, тис. грн.	З, тис. грн.	*	X	обмеж. 1	обмеж. 2	
	63	1,28	0,24	646,515	87,92604	186,3766	0,48	186,8566	940,1705	---		---	---	---	
	100	1,97	0,33	686,5425	93,36978	113,8489	0,66	114,5089	576,1523	---		---	---	---	
	160	3,1	0,51	738,7875	100,4751	69,98165	1,02	71,00165	357,2454	---		---	---	---	
	250	4,2	0,74	806,355	109,6643	38,83575	1,48	40,31575	202,8491	---		---	---	---	
	400	5,9	0,95	967,815	131,6228	21,31054	1,9	23,21054	116,784	---		---	---	---	
	630	8,5	1,31	1076,828	146,4485	12,37657	2,62	14,99657	75,45537	---		---	+	---	
V	1000	10,5	2,1	1270,553	172,7951	6,068086	4,2	10,26809	51,66397	224,4591	V	+	+	+	
	1600	18	2,8	1579,5	214,812	4,06345	5,6	9,66345	48,62174	263,4337		+	+	+	
	2500	23,5	3,85	1807,178	245,7761	2,172953	7,7	9,872953	49,67585	295,452		+	+	+	
										Змін=	224,4591				
										Опт. Пот. Трансформатора	St*=	1000			

Рисунок 2.8 - Вибір потужності трансформаторних підстанці для ЦТП2 та ЦТП3 відповідно

Таблиця 2.1- Результати вибору потужності підстанцій

Номер ЦТП	Тип трансформатора	Потужність, кВА	Річні приведені затрати, тис. грн
ЦТП 1	ТМ	630	182
ЦТП 2	ТМ	630	225
ЦТП 3	ТМ	1000	206

Для вибору трансформаторів ГПП враховуємо втрати потужності в цехових ТП.

№ ТП	Sном.т, кВА	кт	dPxx, кВт	dPкз, кВт	Ixx, %	Uк, %	Pp, кВт	Qp, кВАр	Sp, кВА	dPтр, кВт	dQтр, кВАр	dСтр, кВА	P, кВт	Q, кВАр
1	630	2	1,31	8,5	2	5,5	784,4226	530,9245	947,2063	12,2272	64,36348	65,51459	796,6498	595,288
2	630	2	1,31	8,5	2	5,5	674,9684	488,2298	833,037	10,05081	55,4915	56,39437	685,0192	543,7213
3	1000	2	2,1	10,5	1,4	6	843,2375	666,9156	1075,093	10,26809	62,67478	63,51032	853,5056	729,5903
Всього							2219,021	1624,394		32,5461	182,5298	185,4086	2251,567	1806,924

Рисунок 2.9 – Втрати потужності в ЦТП

Аналогічним чином обираємо потужність трансформатора ГПП додаючи втрати потужності цехових трансформаторних підстанцій.

Вибір оптимальної потужності ГПП за мінімумом затрат

Дані нормального режиму	
Розрахункова потужність ГПП, кВА	Sp= 2750,03826
Розрахункова потужність ГПП, кВт	Pp= 2219,02093
Розрахункова потужність ГПП, кВАр	Qp= 1624,39
Втрати потужності ЦТП, кВт	dPp= 32,5461036
Втрати потужності ЦТП, кВАр	dQp= 182,529755
Розрахункова потужність ГПП з урахуванням втрат, кВА	Sp= 2886,95831
Середня потужність ГПП, кВА	Sc= 2510,53605
Кількість трансформаторів	kt= 1
Допустимий коефіцієнт навантаження в нормальному режимі	kn= 1
Дані післяварійного режиму	
Допустимий коефіцієнт навантаження післяварійному режимі	kпа= 1
Доля навантаження в п.а. режимі	кппа= 1
Економічні характеристики	
Питома вартість втрат, грн/кВт	Vo= 5031,50923
Коефіцієнт ефективності капіталовкладень	Ee= 0,1
Коефіцієнт відрахувань на амортизацію	Ea= 0,036

*	St, кВА	dPкз, кВт	dPxx, кВт	Kтп, тис. грн.	E*K, тис. грн.	dPзм, кВт	dPнс, кВт	dP, кВт	Vв, тис. грн.	З, тис. грн.	*	X	обмеж. 1	обмеж. 2
	2500	23	16	1288	175,168	27,83077	16	43,83077	220,5349	---	---	---	---	---
V	4000	32	15	1384	188,224	15,12542	15	30,12542	151,5763	339,800333	V	+	+	+
	6300	44	10	2142,4	291,3664	8,383957	10	18,38396	92,49905	383,86545		+	+	+
	10000	58	14	2096	285,056	4,386372	14	18,38637	92,5112	377,567201		+	+	+
	16000	85	18	2688	365,568	2,511056	18	20,51106	103,2016	468,769569		+	+	+
	25000	120	25	3472	472,192	1,45204	25	26,45204	133,0937	605,285685		+	+	+
	40000	170	34	4688	637,568	0,803538	34	34,80354	175,1143	812,682323		+	+	+
	63000	245	50,5	6240	848,64	0,466834	50,5	50,96683	256,4401	1105,0801		+	+	+
	80000	310	58	8305,802	1129,589	0,366319	58	58,36632	293,6707	1423,25975		+	+	+
									Змін=	339,800333				
									Опт. Пот. Трансформатора	St*=	4000			

Рисунок 2.10 – Вибір потужності трансформаторів ГПП

2.4 Визначення оптимального перерізу лінії живлення резервної лінії живлення

Резервне живлення реалізовано від підстанції 110/35/10 «Південна», відстань до неї становить 2,6 км.

Для живлення використовуємо кабелі із зшитого поліетилену.

Конструкція кабелів.

Кругла мідна або алюмінієва (багатодротова або цільнотягнута) жила, напівпровідний шар по жилі, ізоляція зі зшитого поліетилену, напівпровідний шар по ізоляції, напівпровідна стрічка, екран з мідних дротів і мідна стрічка, розділовий шар, поліетиленова) або оболонка із ПВХ пластикату (ПВХ пластикату зниженої горючості). Для забезпечення поздовжньої герметизації екрану замість напівпровідної стрічки може використовуватися водонабухаюча напівпровідна стрічка, а замість роздільного шару - шар з водонабухальної непровідної стрічки або водонабухаючий порошок.

Галузь застосування.

Кабелі марок ПвП, АПвП, ПвПу, АПвПу застосовуються для прокладання в землі (ПвПу та АПвПу — на складних ділянках трас), а також на повітрі за умови забезпечення заходів протипожежного захисту. Кабелі з поздовжньою герметизацією - для прокладки в ґрунтах з підвищеною вологістю і в сирих приміщеннях, що частково затоплюються.

Кабелі марок ПвВ, АПвВ, ПвВнг, АПвВнг застосовуються для прокладання в кабельних спорудах та виробничих приміщеннях (ПвВнг і АПвВнг - застосовуються при груповому прокладанні), а також для прокладки в сухих ґрунтах.

При виборі кабелю необхідно врахувати поправочні коефіцієнти на допустимий струм КЛ:

- Поправочний коефіцієнт на температуру навколишнього середовища – 0,97;
- Поправочний коефіцієнт на питомий опір ґрунту – 0,92;
- Поправочний коефіцієнт на поруч прокладені кабелі – 0,85.

Перед вибором живлячої КЛ розрахуємо струми КЗ на шинах 10 кВ ПС «Південна».

Розрахунок струмів КЗ 10 кВ			
Дані системи			
Напруга, кВ		$U =$	10
Потужність коротко замикання, МВА		$S_{кз} =$	50
Опір системи, Ом		$X_c =$	1,805
Струм КЗ для ЗЛЖ, кА		$I_{кз} =$	3,359
Довжина КЛ, км		$L =$	2,6
Переріз КЛ, мм ²		$F =$	50
Активний опір КЛ, Ом		$R_{л} =$	0,641
Реактивний опір КЛ, Ом		$X_{л} =$	0,154
Результат			
Сумарний повний опір, Ом		$Z =$	2,061
Струм КЗ для розподільчих ліній, кА		$I_{кз} =$	2,9411

Рисунок 2.11 – Струми КЗ на шинах 10 кВ ПС «Південна»

Визначимо переріз екрана КЛ відповідно до струму односекундного КЗ.

Перетин екрану, мм ²	16	25	35	50	70
Струм односекундного КЗ, кА	3,3	5,1	7,1	10,1	14,1

Рисунок 2.12 – Характеристика екрана КЛ

Відповідно до рисунку 2.12 перетин екрана обираємо по мінімально допустимому значенню відповідно до струму КЗ. Отже, перетин екрану становить 25 мм².

Початкові дані	
Нормальний режим	
Максимально доп. коефіцієнт навантаження в н. режимі	Кдоп= 0,966
Напруга, кВ	U= 10
Довжина КЛ, км	l= 2,6
Активна розрахункова потужність, кВт	P= 2265,7849
Реактивна потужність, квар	Q= 1806,924
Розрахунковий струм окремого кабелю, А	Iл= 167,32
Кількість кабелів	k= 1
Допустима втрата напруги в КЛ, %	$\Delta U_{\text{доп}} = 5$
Аварійний режим	
Струм КЗ на початку лінії, кА	Iкз = 3,3585
Приведений час КЗ, с	tп = 0,9
Приведений струм КЗ на початку лінії, кА	I'кз = 3,5402197
Мінімальний переріз екрану кабелю, мм ²	Fе = 16,00
Мінімальний переріз лінії за умовою КЗ, мм ²	Fкз = 50,00
Економічні характеристики	
Питома вартість втрат	Bo = 5031,51
Коефіцієнт ефективності капіталовкладень	Ee = 10,00%
Коефіцієнт відрахувань на амортизацію	Ea = 5,00%

Рисунок 2.13 – Вихідні дані для вибору живлячої КЛ 10 кВ

F, мм ²	Ro, Ом/км	Xo, Ом/км	Iдоп, А	Ko, т. грн/км	dUn, %	dP, кВт	K, т. грн.	E*K, т. грн	Bв, т. Грн	З, т. грн	Доп	Кдоп*Iдоп >= Ip	$\Delta U_n \leq \Delta U_{\text{доп}}$	F >= Fкз	V
35	0,841	0	115	659,225	4,954365331	122,4315	1713,985	257,09775	616,015	---	НЕДОП	+	+	---	
50	0,641	0	140	941,75	3,776157166	93,31577	2448,55	367,2825	469,5192	836,8017	ДОП	+	+	+	V
70	0,443	0	165	1318,45	2,609731084	64,49124	3427,97	514,1955	324,4883	838,6838	ДОП	+	+	+	
95	0,32	0	205	1789,325	1,885133063	46,5851	4652,245	697,83675	234,3933	932,2301	ДОП	+	+	+	
120	0,253	0	240	2260,2	1,490433328	36,83134	5876,52	881,478	185,3172	1066,795	ДОП	+	+	+	
150	0,206	0	275	2825,25	1,213554409	29,98916	7345,65	1101,8475	150,8907	1252,738	ДОП	+	+	+	
185	0,164	0	310	3484,475	0,966130695	23,87486	9059,635	1358,94525	120,1266	1479,072	ДОП	+	+	+	
240	0,125	0	355	4520,4	0,736380103	18,1973	11753,04	1762,956	91,5599	1854,516	ДОП	+	+	+	
							Мінімальні затрати на КЛ Ж			836,8017					
							Оптимальний переріз КЛ Ж			50					

Рисунок 2.14 – Визначення перерізу живлячої КЛ 10 кВ

Отже, для обираємо кабельну лінію з зшитого поліетилену типу АПвПу перерізом перетином струмоведучих жил 50 мм² і перерізом екрану 16 мм², Річні приведені витрати становитимуть: 805 тис. грн.

2.5 Визначення перерізів кабельних ліній внутрішньозаводської мережі

Аналогічно з живлячою КЛ застосовуємо ту ж математичну модель для визначення перетинів КЛ внутрішньозаводської мережі напругою 10 кВ [13].

Початкові дані	
Нормальний режим	
Максимально доп. коефіцієнт навантаження в н. режимі	Кдоп=0,966
Напруга, кВ	U=10
Довжина КЛ, км	L=1
Активна розрахункова потужність, кВт	P=796,6
Реактивна потужність, квар	Q=595,3
Розрахунковий струм окремого кабелю, А	Iл=57,42
Кількість кабелів	k=1
Допустима втрата напруги в КЛ, %	ΔUдоп=5
Аварійний режим	
Струм КЗ на початку лінії, кА	Iкз=0,5648
Приведений час КЗ, с	тп=1,5
Тепловий коефіцієнт C, (А*с ² /(1/2))/мм ²	C=90
Мінімальний переріз лінії за умовою КЗ, мм ²	Fкз=7,69
Післяаварійний режим	
Максимально допустимий коефіцієнт навантаження	Кпа=1,25
Доля навантаження в післяаварійному режимі	Кпап=0,9
Допустима втрата напруги в КЛ, %	ΔUпадоп=5
Економічні характеристики	
Питома вартість втрат	Во=5031,51
Коефіцієнт ефективності капіталовкладень	Ес=10,00%
Коефіцієнт відрахувань на амортизацію	Еа=5,00%

Коефіцієнт середовища	1
Коефіцієнт прокладки	0,92
ПУЕ 1.3.26	1,05
кдоп=	0,966

F, мм ²	R ₀ , Ом/км	X ₀ , Ом/км	Iдоп, А	К ₀ , т. грн/км	dU _н , %	dU _{па} , %	dP, кВт	К, т. грн.	Е*К, т. грн	В _в , т. грн	З, т. грн	Доп	Кдоп*Idоп >= Iр	Кпа*Кдоп >= Кпап*Iр *Кл	ΔUн <= ΔUдоп	ΔUпа <= ΔUпадоп	F >= Fкз	V
10	3,1	0,122	0	128,763	2,54224	2,28801569	30,65958258	128,763	19,31445	154,264	--	НЕДОП	--	--	+	+	+	
16	1,94	0,113	75	186,0705	1,612768	1,45149142	19,18696458	186,0705	27,91058	96,53939	124,45	ДОП	+	+	+	+	+	
25	1,24	0,099	90	268,0155	1,046779	0,94210139	12,26383303	268,0155	40,20233	61,70559	101,9079	ДОП	+	+	+	+	+	
35	0,89	0,095	115	350,3655	0,765571	0,68901365	8,802267256	350,3655	52,55483	44,28869	96,84351	ДОП	+	+	+	+	+	V
50	0,62	0,09	140	498,501	0,547499	0,49274894	6,131916515	498,501	74,77515	30,85279	105,6279	ДОП	+	+	+	+	+	
70	0,443	0,086	165	681,7635	0,404111	0,36369958	4,381353252	681,7635	102,2645	22,04482	124,3093	ДОП	+	+	+	+	+	
95	0,326	0,083	205	883,5885	0,309117	0,27820508	3,224201264	883,5885	132,5383	16,2226	148,7609	ДОП	+	+	+	+	+	
120	0,258	0,081	240	1118,1105	0,253754	0,22837859	2,551668485	1118,111	167,7166	12,83874	180,5553	ДОП	+	+	+	+	+	
150	0,206	0,079	275	1378,4715	0,211138	0,19002386	2,037378713	1378,472	206,7707	10,25109	217,0218	ДОП	+	+	+	+	+	
185	0,167	0,077	310	1855,98	0,178878	0,16098993	1,651661384	1855,98	278,397	8,31035	286,7073	ДОП	+	+	+	+	+	
240	0,129	0,075	355	2574,072	0,147414	0,13267299	1,275834243	2574,072	386,1108	6,419372	392,5302	ДОП	+	+	+	+	+	
Мінімальні затрати на КЛ1											96,84351							
Оптимальний переріз КЛ1											35							

Рисунок 2.15 - Таблична форма для автоматизованого вибору КЛ 10 кВ

Таблиця 2.2- Тип та перетин кабельних ліній напругою 10 кВ

Живлення	Тип кабелю	Переріз кабелю, мм ²	Річні приведені затрати, тис. грн
ГПП-ЦТП1	АПВПу -10 3х	35/16	19
ГПП -ЦТП2	АПВПу- 10 3х	35/16	12
ГПП -ЦТП3	АПВПу -10 3х	35/16	32

2.6 Визначення центру електричної мережі

В МКР було розраховане визначено центр електричної мережі.

Таблична форма EXCEL для автоматизованого центру електричної мережі.

Технічні характеристики мережі

Напруга зовнішньої лінії живлення, кВ	Уж=	10
Метрика зовнішньої лінії (Е чи НЕ)	МетрикаЖ =	Е
Метрика розподільної мережі (Е чи НЕ)	МетрикаР =	НЕ

Економічні характеристики мережі

Питомі втрати, які не залежать від перерізу КЛ 10кВ, тис.грн/км	a=	27
Питома вартість втрат, грн/кВт	Во=	5031,51
Коефіцієнт ефективності капіталовкладень	Ее=	0,1
Коефіцієнт відрахувань на амортизацію	Еа=	4,00%
Коефіцієнт відрахувань на амортизацію живлячої лінії	Еаж=	3,00%

Лінії живлення	X, м	Y, м	F, мм ²	k	P, кВт	Q, кВт	I, А	Ro, Ом/км	Ko, т.грн/км	L, м	З, тис. грн
ЖЛ	254	11	50	2	2118,96	2085,00	24,52	0,603	582	70,18	12,470
ТП1	91	80	35	2	456,5289	384,9149	17,24	0,89	350,3655	133,00	14,612
ТП2	181	57	35	2	524,8244	619,693	23,44	0,89	350,3655	20,00	2,333
ТП3	201	109	35	2	608,4044	750,1084	27,88	0,89	350,3655	52,00	6,384

Сумарні річні приведені затрати в мережу, тис.грн.

35,79871

Кординати ЦЕМ, м	Xo =	201	Yo =	57
------------------	------	-----	------	----

Рисунок 2.16 - Таблична форма визначення ЦЕМ

Знаходження ЦЕМ проводиться за допомогою засобу "Поиск решений".

Рисунок 2.17 - Діалогове вікно засобу «Пошук рішення» для визначення ЦМ

Відповідно до розташування ЦЕМ ($X_0=201$, $Y_0=57$), з річними приведеними затратами 35,79 тис. грн., можна прийняти рішення стосовно розміщення ГПП, для безпечної експлуатації та зручності експлуатації

зміщуємо ближче до кінця території в напрямку лінії живлення ($X_0=246$, $Y_0=20$). При цьому річні приведені затрати зростають на 4 тис. грн., що є не критично.

План розміщення енергогосподарства на генплані зображено на рисунку рисунку 2.18.

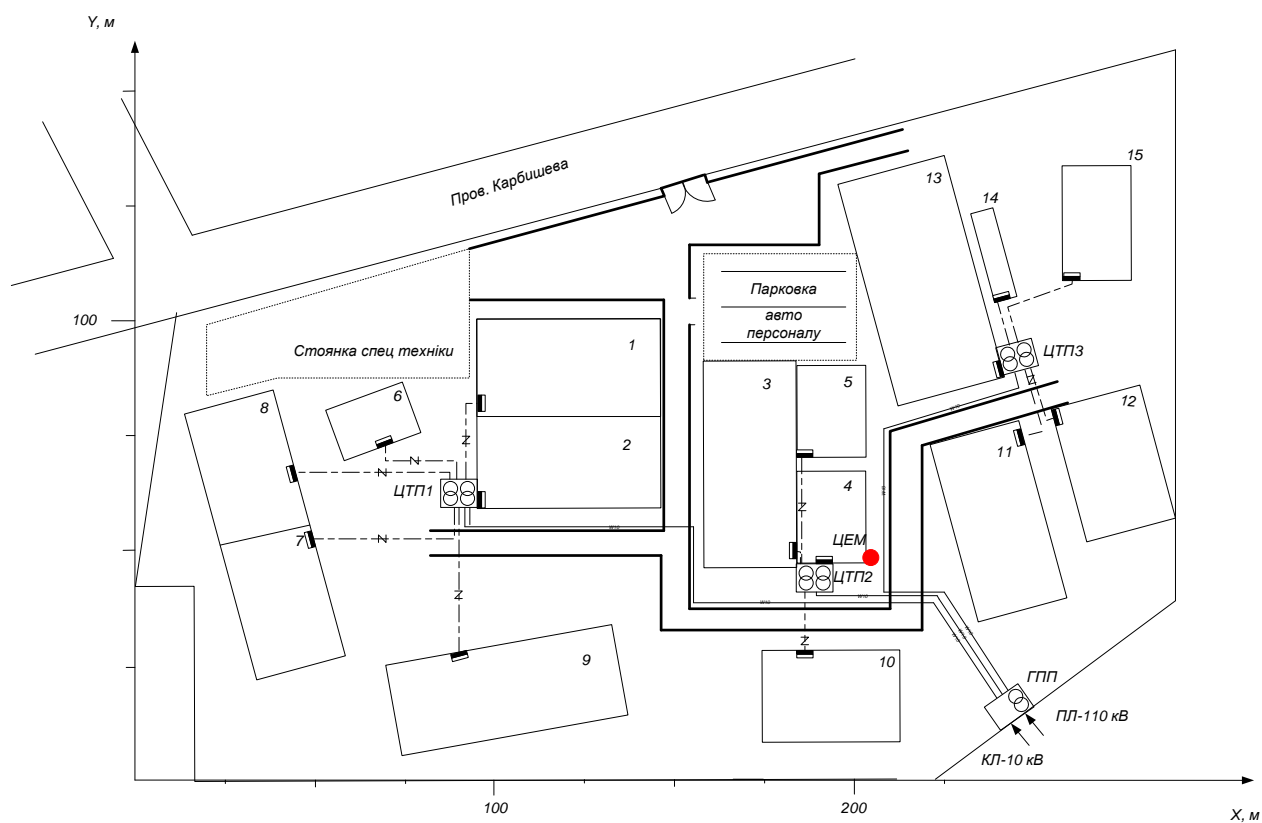


Рисунок 2.18 - План розміщення енергогосподарства

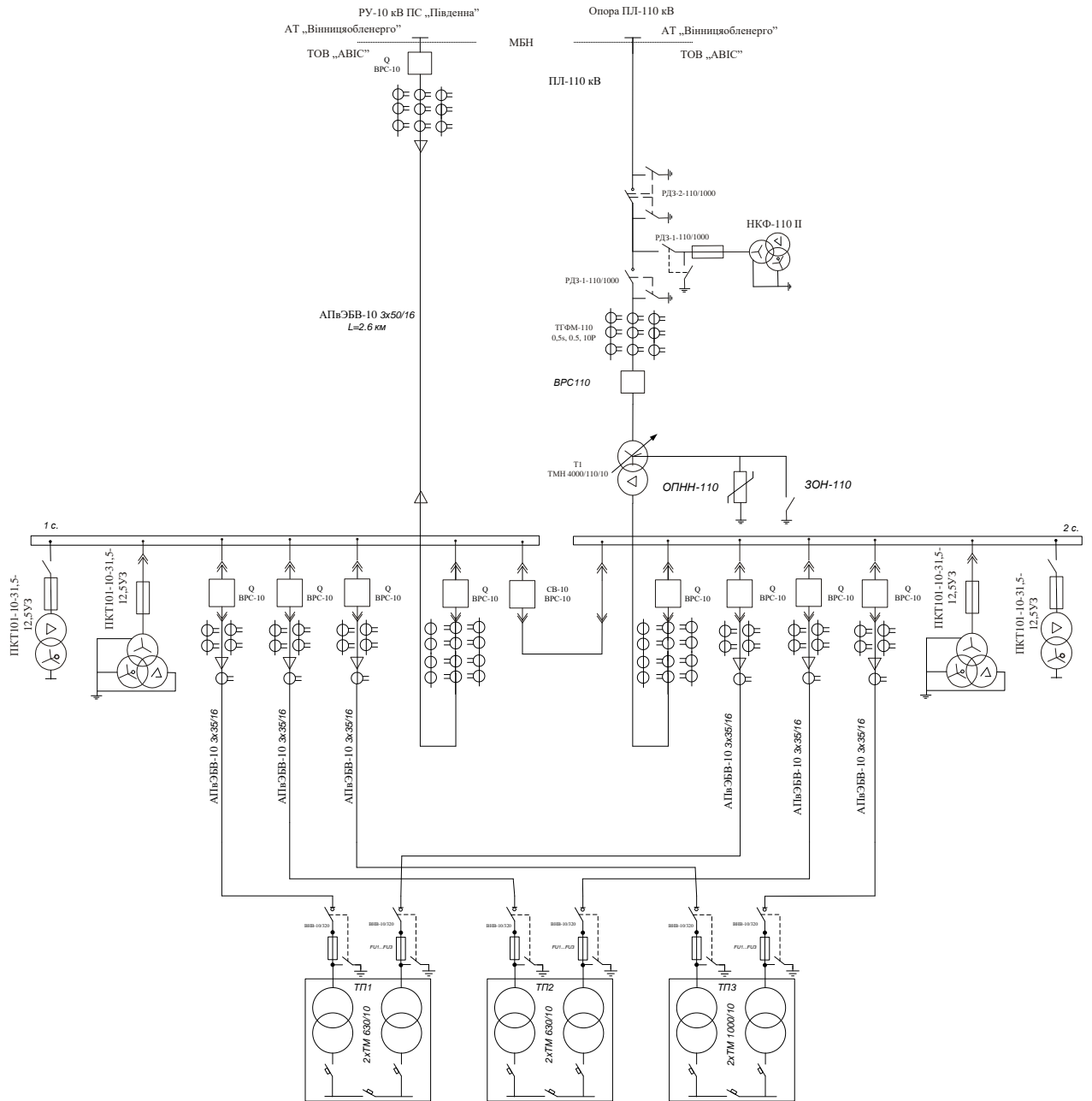


Рисунок 2.18 – Однолінійна схема підприємства

З ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВО «АВІС»

3.1 Аналіз засобів регулювання напруги

Однією із важливих вимог до електропостачання являється забезпечення якості електроенергії, під яким розуміють прийнятність підведеної енергії для споживача.

Якість енергії характеризується визначеними показниками (ПЯЕ – показники якості енергії), які встановлюються ДСТУ. Зміни напруги оцінюються так званим відхиленням напруги. Відхилення напруги V представляє собою різницю між фактичною і номінальною напругою мережі:

$$V = U - U_{\text{ном}}, \quad (3.1)$$

у відносній формі записується так:

$$V = \frac{U - U_{\text{ном}}}{U_{\text{ном}}} \cdot 100\% \quad (3.2)$$

Відхилення напруги суттєво впливає на роботу електрифікованого обладнання і мереж приводить до електромагнітної і технологічної складової економічного збитку:

для АД:

якщо $U \downarrow$, то $M_{\text{вр}} \downarrow$, $I \uparrow$, $Q \uparrow$, $\Delta P \uparrow$

якщо $U \uparrow$, то $M_{\text{вр}} \uparrow$, $I \downarrow$, $Q \downarrow$, $\Delta P \downarrow$,

для освітлювальних пристроїв:

$U \downarrow 10\% \Rightarrow F \downarrow 30\%$ (світовий потік = F)

$U \uparrow 10\% \Rightarrow T_{\text{сл}} \downarrow$ в 3 рази ($T_{\text{сл}}$ – термін служби).

В живлячих мережах зміна напруги буде призводити до зміни втрат потужності і енергії ($U_{var} = \Delta P_{var}$). Покажемо залежність зниження втрат потужності від підвищення напруги ($U \uparrow \Rightarrow \Delta P \downarrow$):

$$\Delta P = \frac{S^2}{U^2} r \quad (3.3)$$

Основні методи регулювання напруги є [16]:

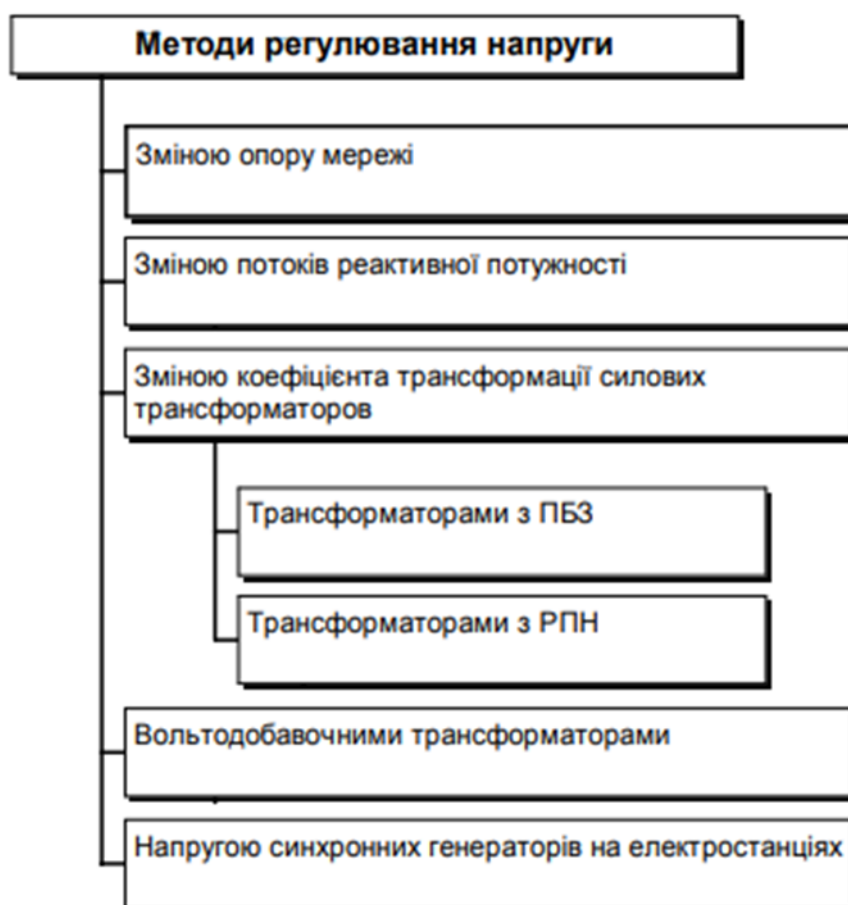


Рисунок 3.1 – Методи регулювання напруги

3.2 Регулювання напруги шляхом зміни перетоків реактивної потужності

Для зменшення передаваної Q здійснюють її компенсацію за рахунок підключення ємності паралельно індуктивному навантаженню. Таке включення ємності називається поперечною компенсацією. В якості компенсуючих пристроїв використовують БСК (в основному) [17].

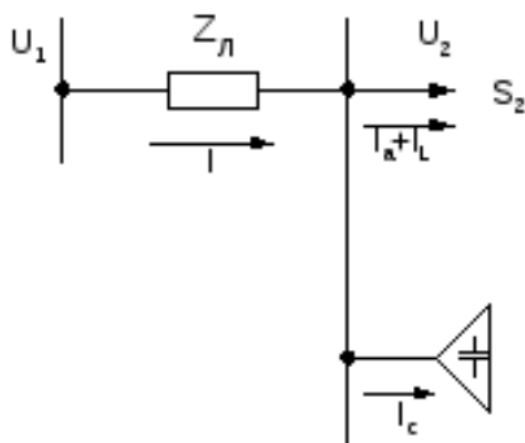


Рисунок 3.2 – Приєднання БСК до навантаження

Схему заміщення мережі і векторну діаграму, що пояснює поперечну компенсацію, можна представити наступним чином.

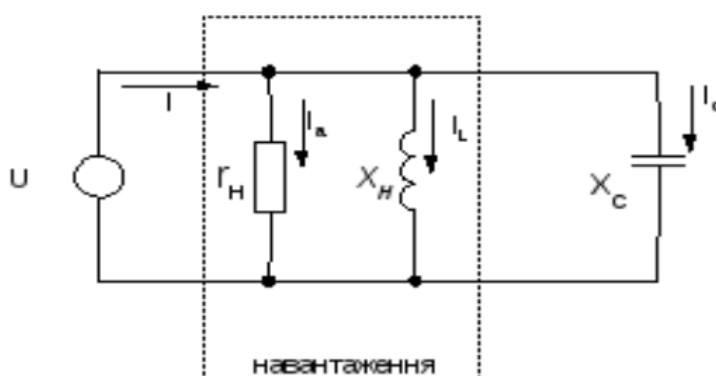


Рисунок 3.2 – Приєднання БСК до навантаження

При установці компенсуючих пристроїв продольна складова падіння напруги буде рівна:

$$\Delta U = \frac{P_2 r_l + (Q_2 - Q_K) x_L}{U_{ном}} = \frac{P_2 r_l + Q_2 x_L}{U_{ном}} - \frac{Q_K x_L}{U_{ном}} . \quad (3.4)$$

Ця складова є втратою ΔU в мережі до компенсації. Друга складова – як добавка напруги $\Delta U_{рег}$:

$$\Delta U_{рег} = \frac{Q_K x_L}{U_{ном}} , \quad Q_K = \frac{\Delta U_{рег} U_{ном}}{x_L} \quad (3.5)$$

3.3 Використання РПН

Регулювання напруги в силових трансформаторах здійснюють за допомогою регуляторів напруги, які забезпечують зміну ступінчастого коефіцієнта трансформації без розриву навантажувального струму[18].

Залежно від вимог до регулювання напруги і особливостей конструкції трансформаторів в даний час застосовують різні схеми регулювання і різні типи пристроїв РПН, що відрізняються між собою технічними характеристиками і конструктивним виконанням.

Позначення пристроїв РПН складається з буквених та цифрових знаків. По порядку прямування ці знаки вказують на такі основні ознаки пристрою:

1. Найменування апарату: РН – регулятор напруги.
2. Число фаз: Т - для трифазних пристроїв, Про - для однофазних.
3. Вид струмообмежуючого опору: Р - пристрій з індуктивним опором; А - з активним опором. Відсутність букви означає, що пристрій не має опору, що обмежує струм.
4. Наявність міжфазної ізоляції трифазного пристрою, з'єднаного у зірку. Цифра через тире вказує на відсутність ізоляції між фазами. Відсутність нуля вказує на наявність ізоляції
5. Далі через тире слідує дріб, у чисельнику якого вказується номінальна напруга, у знаменнику — номінальний струм пристрою.
6. Спосіб комутації струму, що розриває: А - розрив дуги в повітрі; Г - у газі; В - вакуумі; П - із застосуванням напівпровідників. Відсутність букв означає гасіння дуги в олії.
7. Цифра попереду буквеного вказує на кількість пристроїв, з'єднаних одним приводом. Наприкінці всіх позначень вказується через тире рік затвердження технічного проекту та номер стандарту.

Наприклад, РНОА-110/1250-74 ГОСТ 17500-72 регулятор напруги (РН), однофазний (О), з активним струмообмежуючим опором (А), на номінальну напругу 110 кВ і струм 1250 А, з розривом і гасінням дуги (без позначень),

виготовлений згідно з технічним проектом, затвердженим у 1974 р. за ГОСТ 17500-72.

У пристроях РПН розрізняють такі основні складові:

1) контактор, який забезпечує перехід на підготовлене виборцем робоче положення без розриву навантажувального ланцюга і гасіння електричної дуги, що виникає при цьому;

2) виборець, який готує необхідне робоче становище. У деяких конструкціях пристроїв РНН виборець має передвиборець;

3) приводний механізм, який забезпечує перемикання контактора та виборця;

4) струмообмежуючі опори, що зменшують комутаційний струм, що виникає в процесі перемикання.

Пристрої РПН, що мають індуктивний струмообмежувальний опір, називаються реакторними пристроями, а активний струмообмежувальний опір, що мають, — резисторними.

Пристрої РПН мають два паралельні струмовідні ланцюги (або два плечі), що працюють або паралельно, або по черзі.

Контактор і виборець мають рухливі / нерухомі контакти. Нерухомі контакти виборця з'єднуються з відповідними відпайками регулювальної обмотки, а рухомі - з нерухомими контактами контактора.

За допомогою рухомих контактів контактора та виборця, які механічно через ізоляційні деталі з'єднані з приводним механізмом, здійснюється послідовне перемикання відпайок регулювальної обмотки[19].

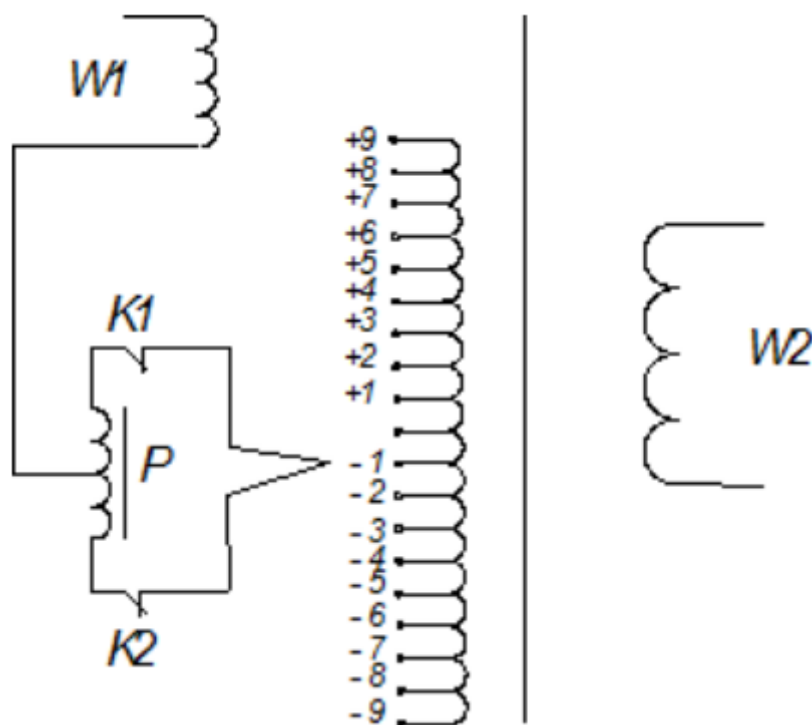


Рисунок 3.3 – Конструкції пристрою РПН

Контактор служить для відключення струму в ланцюгах перемикає пристрої при виборі потрібного відгалуження обмотки. Струмообмежуючим опір включається між працюючим і вводиться в роботу відгалуженнями з метою обмеження струму в перемикається частини обмотки. Одночасно струмообмежуючим опір забезпечує перекид навантаження з одного відгалуження на інше без перерви струму навантаження трансформатора або істотного його зміни. Приводний механізм служить для приведення в дію всього пристрою перемикавання.

3.4 Використання ПБЗ

При цьому методі регулювання перемикавання здійснюється не просто за відсутності струму в комутуваному ланцюгу, але і при повній відсутності напруги на всіх обмотках трансформатора, внаслідок чого цей метод іменується перемиканням без збудження (ПБЗ)[20].

Для розподільних трансформаторів, що живлять свідомо «тупикове» навантаження, наприклад, для електропечних трансформаторів, достатньо відключити трансформатор від мережі живлення високої напруги. В інших

випадках трансформатор має бути відключений зовнішніми комутаційними апаратами від усіх підключених до нього мереж.

Пристрій ПБЗ складається з виборця (перемикача відгалужень) та приводу.

Пристрої ПБЗ трансформаторів загального призначення виконуються з ручним приводом, виконаним як рукоятки, виведеної, зазвичай, на кришку трансформатора. Цей привід забезпечується пристроєм, що надійно фіксує пристрій ПБЗ у кожному нею робочому положенні, що відповідає обраному відгалуженню обмотки. Кількість таких положень зазвичай трохи більше 5. діапазон регулювання зазвичай перевищує $\pm 5\%$.

Для здійснення перемикання необхідно повністю відключити трансформатор підстанційними вимикачами та роз'єднувачами, звільнити фіксатор (наприклад, вивернути фіксуючий болт або відтягнути пружний штифт, повернути рукоятку в нове положення, після чого знову встановити фіксатор.

Зрозуміло, що таке перемикання не може здійснюватися часто. Його застосовують у таких випадках:

а) Установка відгалуження, що забезпечує середній рівень напруги, вищий у період, коли навантаження вище, і нижчий — при менших навантаженнях (сезонне регулювання).

б) У тих випадках, коли необхідно встановити коефіцієнт трансформації таким чином, щоб отримати заданий середній рівень вторинної напруги, при первинному напрузі, характерному для цього місця встановлення трансформатора. Можливо, зокрема, що трансформатор обраний із запасом потужності для розвитку мережі споживача. У цьому випадку напруга може бути підвищена, коли будуть підключені нові навантаження (адаптивне регулювання).

Оскільки навантаження, а, отже, і напруга, може змінюватися протягом доби, а здійснювати перемикання з такою частотою свідомо неможливо, ясно, що ПБЗ не може забезпечити вбудоване регулювання напруги навіть у найпростіших випадках.

ПБЗ цього типу застосовується в розподільних трансформаторах малої та середньої потужності, в яких воно здійснюється для перемикання обмоток сторони високої напруги (6, 10, рідше 20 і 35 кВ), а також для перемикання на стороні середньої напруги потужних високовольтних трансформаторів, у яких обмотки вищої напруги перемикаються під навантаженням.

Зовсім інакше використовується ПБЗ у трансформаторах промислових електроустановок, наприклад електропечних. У цих випадках пристрій ПБЗ забезпечується електричним приводом з дистанційним керуванням. Відключення трансформатора від мережі на час перемикання відгалужень здійснюється швидкодіючим та зносостійким вимикачем навантаження (наприклад, вакуумним вимикачем). Привід і вимикач забезпечують електричні блокування, що виключають можливість перемикання під навантаженням і напругою, а також можливість включення трансформатора в проміжному положенні виборця ПБЗ.

Число положень та діапазон регулювання таких пристроїв можуть досягати, відповідно, 12 і більше $\pm 20\%$.

У тих випадках, коли короткочасне припинення живлення споживача є допустимим за умовами технології, таке технічне рішення може виявитися кращим за застосування більш складних і дорогих пристроїв перемикання під навантаженням. Можливе налаштування трансформатора на заданий технологічний режим, наприклад, для даного типу сировини (шихти), так і оперативне регулювання в межах даного режиму.

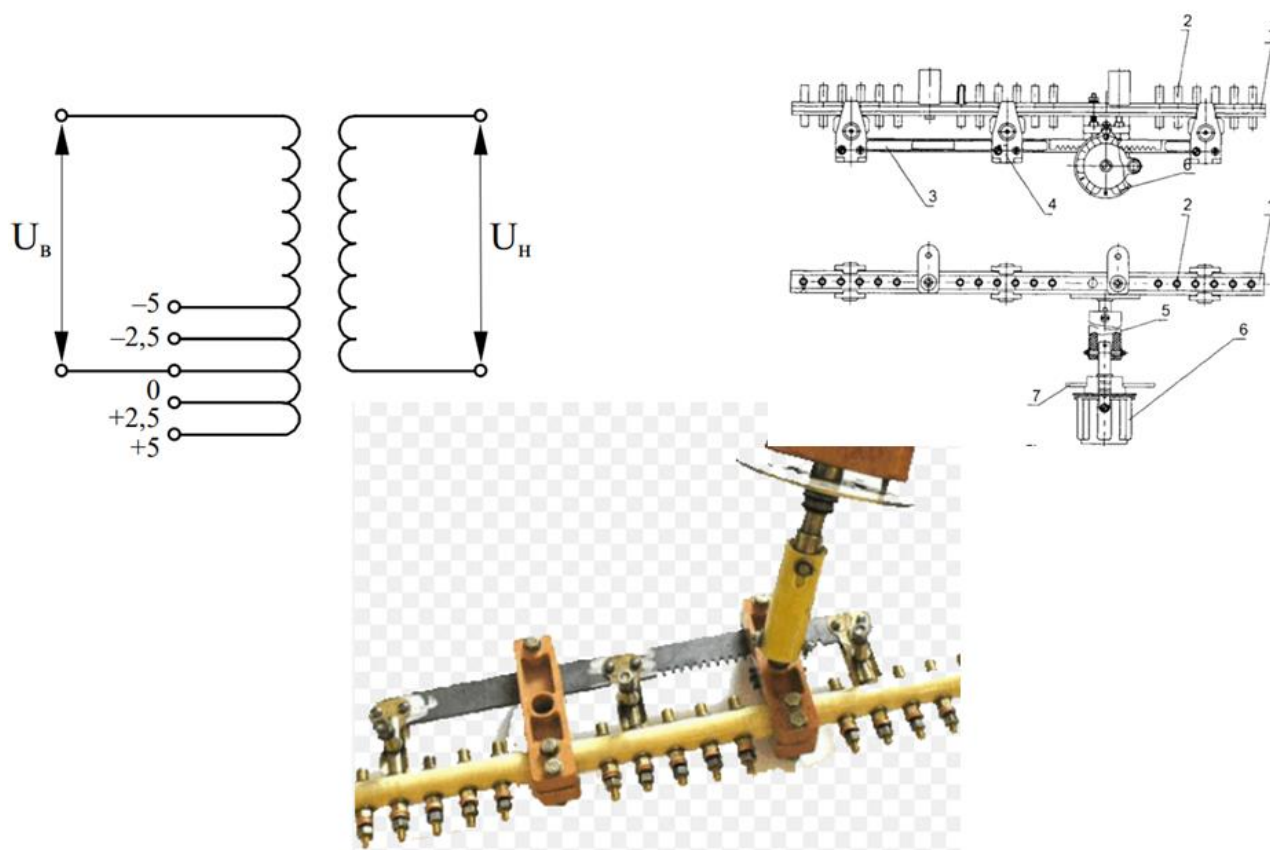


Рисунок 3.4 – Зовнішній вигляд та схема ПБЗ

ПБЗ складається з 1 - рейка з нерухомими контактами, 2 - нерухомі контакти, 3 - рейка з рухомими контактами, 4 - рухомі контакти, 5 - ізоляційний вал, 6 - ручний привід, 7 - стінка трансформатора.

3.5 Розрахунок втрат напруги в СЕП

Напруга в розподільних трансформаторів регулюється без збудження. Для цього трансформатори оснащені перемикачем, що приєднується до обмотки високої напруги і дозволяє регулювати напругу ступенями при вимкненому від мережі трансформаторі з боку ВН і НН з діапазоном $\pm 2 \times 2,5\%$ [21].

Рівні напруги в розподільчій мережі 110 кВ нормально підтримуються підстанціями 330/110 кВ на рівні 115-121 кВ. Ремонтні та аварійні режими в розподільчій мережі 110 кВ можуть призводити до значних відхилень напруги по стороні 110 кВ в межах допустимих значень.

Аналіз крайніх режимів по нарузі свідчить про достатність діапазону РПН що встановлений на існуючих трансформаторах:

$$U_{\text{мін}} = 100 \text{ кВ} - \text{РПН в IX положенні} - U_{\text{нн}} = 10,25 \text{ кВ};$$

$$U_{\text{макс}} = 126 \text{ кВ} - \text{РПН в I положенні} - U_{\text{нн}} = 11,15 \text{ кВ}.$$

Розрахунок усталених відхилень напруги виконують для режимів максимальних і мінімальних навантажень. Спочатку за відомими значеннями напруги на шинах 10 (6) кВ підстанції (рис. 10.2), від якої здійснюється живлення ТП, визначають втрати напруги в лінії електропередавання 10 (6) кВ та трансформаторі ТП і знаходять приведену до високої сторони напругу U'_2 на вторинній обмотці трансформатора. Потім розраховують дійсне значення напруги U_2 при заданому або різних коефіцієнтах трансформації (в залежності від вибраного відгалуження трансформатора) для обох режимів.

$$U'_2 = U - \Delta U_{\text{л}} - \Delta U_{\text{т}} \quad (3.6)$$

$$\Delta U_{\text{л}} \approx \frac{PR_{\text{л}} + QX_{\text{л}}}{U} \quad (3.7)$$

$$\Delta U_{\text{т}} \approx \frac{PR_{\text{т}} + QX_{\text{т}}}{U_1} \quad (3.8)$$

де U – напруга на шинах підстанції живлення;

$\Delta U_{\text{л}}, \Delta U_{\text{т}}$ – втрати напруги відповідно в ЛЕП і трансформаторі;

$R_{\text{л}}, X_{\text{л}}; R_{\text{т}}, X_{\text{т}}$ – активний і реактивний опори лінії та трансформатора, приведені до високої сторони;

P, Q – активна та реактивна потужності навантаження;

$K_{\text{т}}$ – коефіцієнт трансформації трансформатора;

$U_1 = U - \Delta U_{\text{л}}$ – напруга на високій стороні трансформатора;

$U'_2 = U_1 - \Delta U_{\text{т}}$ – напруга на низькій стороні трансформатора, що приведена до високої сторони.

Коефіцієнт трансформації трансформатора 10/0,4 кВ знаходять для кожної відпайки так: $10 \pm 2 \times 2,5\% / 0,4$ кВ. Наприклад, для відгалуження (відпайки) 1 (+5%) трансформатора 6/0,4 кВ

$$K_T = \frac{6 + 0,05 \cdot 6}{0,4} = 15,75.$$

Таблиця 3.1 – Коефіцієнт трансформації трансформаторів

Регульовальне відгалуження		Значення K_T	U_2 , В
Номер відгалуження	%	$U_{1\text{НОМ}} = 10$ кВ	при $U'_2 = U_{1\text{НОМ}}$
1	+5	26,25	381
2	+2,5	25,63	390
3	0	25	400
4	-2,5	24,38	410
5	-5	23,75	421

Для прикладу розрахуємо втрати напруги від джерела живлення до шин ГРП заводу безалкогольних напоїв та побудуємо епюру спаду напруг видно

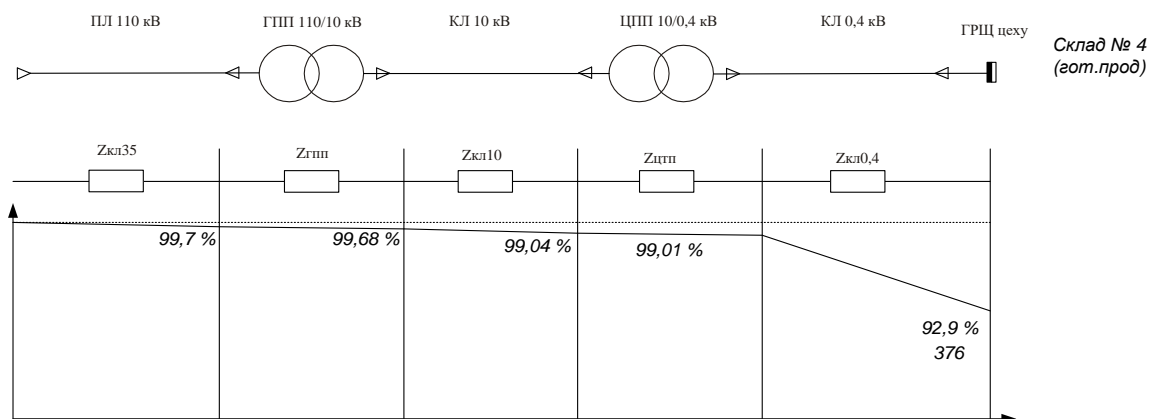


Рисунок 3.5 –Епюра напруги

Розрахуємо втрати напруги в мережах 0,4 кВ для ЦТП2.

В нормальному режимі

№ цеху	Назва цеху	Повна розрахункова потужність Sp, кВА	Im, А	к, шт	s, мм2	Lm	Ro, Ом/км	Xo, Ом/км	dUn, %
3	Завод безалкогольних напоїв	342,1697586	520,4894411	2	150	94	0,226	0,0596	3,7827529
4	Очисні споруди	258,9028265	393,8284552	2	150	89	0,226	0,0596	2,7099751
5	Очисні споруди	139,1094027	211,6054194	1	120	137	0,258	0,0602	5,1174877
10	Склад № 4(гот.прод)	93,03182653	141,5147955	1	70	112	0,443	0,0612	4,8041145

Рисунок 3.6 – Розрахунок втрат напруги для ЦТП2

Для зменшення втрат напруги можна використати засоби компенсації реактивної потужності. Тоді втрати напруги будуть становити.

№ цеху	Назва цеху	Повна розрахункова потужність Sp, кВА	Im, А	к, шт	s, мм2	Lm	Ro, Ом/км	Xo, Ом/км	dUn, %
3	Завод безалкогольних напоїв	280,84328	427,2030423	2	150	94	0,226	0,0596	3,1047768
4	Очисні споруди	206,95128	314,8026772	2	150	89	0,226	0,0596	2,1661904
5	Очисні споруди	110,5008	168,0876179	1	120	137	0,258	0,0602	4,0650486
10	Склад № 4(гот.прод)	76,673	116,6306663	1	70	112	0,443	0,0612	3,9593533

Рисунок 3.7 – Розрахунок втрат напруги для ЦТП2 після компенсації реактивної потужності

З рисунку видно, що напруга на цеху №5 становить $0,96 * 400 = 384$ В для максимального режиму.

Для мінімального режиму 50% навантаження напруги будуть становити:

№ цеху	Назва цеху	Повна розрахункова потужність Sp, кВА	Im, А	k, шт	s, мм2	Lm	Ro, Ом/км	Xo, Ом/км	dUn, %
3	Завод безалкогольних напоїв	280,84328	213,6015211	2	150	94	0,226	0,0596	1,5523884
4	Очисні споруди	206,95128	157,4013386	2	150	89	0,226	0,0596	1,0830952
5	Очисні споруди	110,5008	84,04380894	1	120	137	0,258	0,0602	2,0325243
10	Склад № 4(гот.прод)	76,673	58,31533313	1	70	112	0,443	0,0612	1,9796767

Рисунок 3.8 – Розрахунок втрат напруги для ЦТП2 після компенсації реактивної потужності в мінімальному режимі

Тоді напруга для цеху №4 становить 395,2 В.

Для забезпечення оптимальної напруги для кожного зі споживачів розрахуємо напругу на шинах ГРП цехів для різних відпайок ПБЗ.

Максимальний режим

№ цеху	Відайка ПБЗ, %				
	-5	-2,5	0	2,5	5
Шини ТП	420	410	400	390	380
3	406,9599374	397,2704151	387,5808928	377,8913705	368,2018481
4	410,9020005	401,1186195	391,3352386	381,5518576	371,7684766
5	410,5287334	400,7542397	390,9797461	381,2052524	371,4307588
10	410,0521248	400,288979	390,5258332	380,7626873	370,9995415

Мінімальному режимі

№ цеху	Відайка ПБЗ, %				
	-5	-2,5	0	2,5	5
Шини ТП	420	410	400	390	380
3	413,4799687	403,635208	393,790446	383,945685	374,100924
4	415,4510002	405,55931	395,667619	385,775929	375,884238
5	415,2643667	405,37712	395,489873	385,602626	375,715379
10	415,0260624	405,144489	395,262917	385,381344	375,499771

Рисунок 3.9 – Напруга на шинах ГРП цехів

З рисунку 3.9 можна зробити висновки, що найбільш оптимальною відпайкою є відпайка +2,5% яка забезпечить найбільш стабільну напругу в різних режимах роботи цехів.

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

4.1 Розрахунок капіталовкладень в систему електропостачання

Розрахунок капіталовкладень в лінії електропередач виконуємо за вартістю кабелів та їх прокладання, які наведені в табл. 2.4 і табл. 2.5 [22].

Капітальні вкладення для ліній електропередач:

$$K_{л} = (K_{пит} + K_{прок}) \cdot L, \quad (4.1)$$

де $K_{пит}$ - питома вартість на 1 км лінії, тис. грн./км [22];

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

L - довжина лінії електропередачі, км.

n – кількість кабелів в траншеї, шт.

Визначимо вартість прокладання кабельної лінії від ЦРП до ТП1:

$$K_{л1} = (K_{пит} + K_{прок}) L = (52,4 \cdot 2 + 18,38) \cdot 0,202 = 24,87 \text{ тис.грн.}$$

Для інших ліній розрахунки виконуються аналогічно, результати розрахунків заносимо в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Розрахунок капіталовкладень для ліній електропередач

Назва лінії	Марка кабелю	Кіл-ть	Довжина, км	$K_{пит}$, тис.грн	$K_{прок}$, тис.грн	$K_{л}$, тис.грн
ЦРП - ТП1	АПвЭБВ-10 3x35	2	0,202	52,4	18,34	24,8743
ЦРП - ТП2	АПвЭБВ-10 3x35	2	0,154	52,4	18,34	18,9636
ЦРП - ТП3	АПвЭБВ-10 3x35	2	0,299	52,4	18,34	36,8189
Всього						80,6567

Капітальні вкладення для електричних підстанцій будуть:

$$K_{пс} = \sum_{i=1}^l K_{псі} + K_{пост}, \quad (4.2)$$

де $K_{псі}$ – вартість однієї ТП, тис. грн. (табл. 2.7 і табл. 2.8 [23]);

з табл. 2.7–2.8 [21] визначаємо величину капіталовкладень для трансформаторних підстанцій, наприклад, для ТП–1:

$$K_{псі1} = 370 \cdot 2 + 166,5 = 906,5 \text{ тис. грн.}$$

Результати розрахунків заносимо в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Розрахунок капіталовкладень для електричних підстанцій

№	Тип тр-ра	Кількість т-рів	Код, тис.грн	Кпост, тис.грн	Кпс, тис.грн
КТП-1	ТМ-630	2	370	166,5	906,5
КТП-2	ТМ-630	2	370	166,5	906,5
КТП-3	ТМ-1000	2	430	193,5	1053,5
Всього					2866,5

Сумарна вартість вимикачів:

$$K_B = 9 \cdot 45 = 405 \text{ тис. грн.}$$

Вартість підстанцій з вимикачами:

$$K_{пс} = 2866,5 + 405 = 3271,5 \text{ тис. грн.}$$

Відповідно сумарна величина капітальних вкладень в систему електропостачання підприємства.

$$K = 80,66 + 3271,5 = 3352,15 \text{ тис. грн.}$$

4.2 Розрахунок поточних витрат

4.2.1 Розрахунок потреби в робочій силі

Чисельність робітників, яка необхідна для технічного обслуговування і поточного ремонту всього енергоустаткування та мереж, визначається виходячи з трудомісткості виконуваних робіт. При цьому рекомендується скористатися нормативами системи планово-попереджувальних робіт промислових електричних мереж.

Трудомісткість технічного обслуговування не залежить від змінності роботи споживачів, тому планується в розмірі 10% від трудомісткості поточного ремонту всіх прокладених електромереж, а для мереж заземлення та заземлювальних пристроїв, поточний ремонт для яких не планується, у розмірі 3% від вказаної в таблиці трудомісткості капітального ремонту.

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

$$T = \Pi \cdot t_{\text{норм}} \cdot h, \quad (4.3)$$

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

$t_{\text{норм}}$ – норма трудомісткості поточного ремонту або огляду, люд.-год. (табл.2.12 [21]);

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

Для схеми, представленої на рис.1 трудомісткість ремонту вимикачів 110кВ, люд.-год./рік:

$$T = 1 \cdot 20 \cdot 2 = 40.$$

Проводимо розрахунки трудомісткості ремонту іншого електрообладнання та заносимо їх результати до табл. 2.1.

Слід зазначити, що норми тривалості міжремонтних періодів і пов'язана з ними розрахункова кількість ремонтів за рік, розроблені для

енергоустаткування, яке працює в двох змінах, тобто при $K_{зм}=2$. При іншій змінності вводиться поправочний коефіцієнт β_p , який знаходимо за табл. 2.15 [22].

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

$$T_{то} = 12 \cdot t_{пр} \cdot K_{ср} \cdot K_{зм} \cdot h, \quad (4.4)$$

де 12 – кількість місяців у році;

$t_{пр}$ – планова (таблична) трудомісткість поточного ремонту одиниці устаткування люд.-год. (табл. 2.13 [22]);

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

h – кількість обладнання в групі.

Проводимо розрахунки трудомісткості технічного обслуговування іншого електрообладнання та заносимо їх результати до табл. 2.2.

Таблиця 4.3 – Трудомісткість поточного ремонту та огляду

Обладнання	К-ть	Поточний ремонт			Огляд		
		К-сть на одиницю облад. рем/рік	Норма трудомісткості люд.год.	Заг. трудомісткість люд.год.	К-сть на одиницю облад. огл/рік	Норма трудомісткості люд.год.	Заг. трудомісткість люд.год.
Вимикач 10кВ	9,00	1,00	16,00	144,00	12,00	1,00	108,00
ТМ-630	4,00	0,33	90,00	118,80	12,00	7,00	336,00
ТМ-1000	2,00	0,33	120,00	79,20	12,00	20,00	480,00
Кабельна лінія	0,66	1,00	30,00	19,65	1,00	10,50	6,88
35 мм ² , км							
Разом				217,53			930,88

Таблиця 4.4 – Трудомісткість технічного обслуговування і загальна трудомісткість

Обладнання	К-ть	Технічне обслуговування				Загальна трудомісткість обслуговування люд.год.
		Змінність роботи	Коеф. складності	К-ть місяців	Загал. трудомісткість люд.год.	
Вимикач 10кВ	9	3	0,1	12	518,4	626,40
ТМ-630	4	3	0,1	12	1296	1632
ТМ-1000	2	3	0,1	12	864	864
Кабельна лінія 35 мм ² , км	0,655	3	0,1	12	70,74	77,6175
Разом					2749,14	3200,0175

Якщо ремонтний персонал виконує лише поточні ремонти, то його чисельність

$$H_{np} = \frac{T_{np}}{\Phi_d \cdot K_{в.н}}, \quad (4.5)$$

експлуатаційні робітники, чол.:

$$H_{обс} = \frac{T_{обс}}{\Phi_{обс} \cdot K_{в.н}}, \quad (4.6)$$

де T_{np} – річна планова трудомісткість поточного ремонту, люд·год;

Φ_d – дійсний (ефективний) фонд часу роботи одного робітника за рік; приймається рівним 1850-1900 год;

$K_{в.н}$ – плановий коефіцієнт виконання норм для даної категорії робітників. При розрахунках приймаємо для ремонтного персоналу $K_{в.н} = 1,10$, а для експлуатаційного - $K_{в.н} = 1,05$;

$T_{\text{обс}}$ – річна планова трудомісткість технічного обслуговування з урахуванням витрат праці на огляди, люд·год.

Знаходимо кількість експлуатаційних робітників, чол.:

$$H_{\text{обс}} = \frac{3200}{1900 \cdot 1,05} = 1,6,$$

та персоналу для ремонтних робіт, чол.:

$$H_{\text{тр}} = \frac{217,53}{1900 \cdot 1,1} = 0,109.$$

Приймаємо $H_{\text{тр}} = 2$ чол., $H_{\text{обс}} = 2$ чол.

4.2.2 Розрахунок витрат по заробітній платі

Для розрахунку оплати праці експлуатаційних робітників рекомендується використовувати погодинно-преміальну систему, а для ремонтного персоналу – відрядно-преміальну. Преміювання експлуатаційних робітників здійснюється за безаварійну і надійну роботу енергообладнання та мереж, економію енергоресурсів, компенсацію реактивної потужності. Ремонтний персонал преміюється за високоякісне і своєчасне виконання ремонтних робіт.

Величина премії (відповідно до категорій енергоперсоналу) може бути прийнята в розмірі 20 і 25%.

Фонд прямої заробітної плати:

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

$$\Phi_e = H_{\text{обс}} \cdot \beta_n \cdot t_{\text{ге}} \cdot \Phi_d. \quad (4.7)$$

Годинну тарифну ставку рекомендується розраховувати за формулою:

$$t_{\text{ге}} = ((K3 + K4) / 2) \cdot C_1, \quad (4.8)$$

де К3, К4 – тарифні коефіцієнти III та IV розрядів, відповідно, (табл. 1.1) [21];

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

$$C_I = \frac{Z_{\min} \cdot k_{r,i}}{\Phi_H}, \quad (4.9)$$

де Z_{\min} – мінімальний розмір заробітної плати;

$k_{r,i}$ – тарифний коефіцієнт робітника i-го розряду;

Φ_H – номінальний місячний фонд робочого часу ($\Phi_H = 22 \cdot 8 = 176$ год).

$$C_I = 6700 \cdot 1 / 176 = 38 \text{ грн./год.}$$

Тоді годинна тарифна ставка 3,5 розряду становитиме:

$$t_{ге} = ((1,18 + 1,27) / 2) \cdot 38 = 46,55 \text{ грн./год.};$$

Заробітна плата робітників-погодинників:

$$\Phi_e = 2 \cdot 0,9 \cdot 46,55 \cdot 1900 = 159201 \text{ грн./рік};$$

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

$$\Phi_p = T_{пр} \cdot t_{гр}, \quad (4.10)$$

$$t_{гр} = ((K4 + K5) / 2) \cdot C_I, \quad (4.11)$$

де К4, К5 – тарифні коефіцієнти IV та V розрядів, відповідно, (табл. 1.1) [22].

Розраховуємо годинну тарифну ставку 4,5 розряду:

$$t_{гр} = ((1,27 + 1,36) / 2) \cdot 38 = 49,97 \text{ грн./год};$$

$$\Phi_p = 217 \cdot 49,97 = 10870 \text{ грн./рік.}$$

Фонд основної заробітної плати, грн./рік:

$$\Phi_o = \Phi(1+0,05+0,01+\alpha), \quad (4.12)$$

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

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

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

α – частка преміальних доплат для відповідної категорії робітників.

Величина основної заробітної плати для експлуатаційних робітників:

$$\Phi_{oe} = 159201 \cdot (1+0,05+0,01+0,2) = 200593 \text{ грн./рік,}$$

і для ремонтних:

$$\Phi_{op} = 10870 \cdot (1+0,05+0,01+0,25) = 14240 \text{ грн./рік.}$$

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

$$\Phi_{од} = \Phi_o \cdot 1,15;$$

$$\Phi_{оед} = 200593 \cdot 1,15 = 230682 \text{ грн./рік;}$$

$$\Phi_{орд} = 14240 \cdot 1,15 = 16375 \text{ грн./рік.}$$

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

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

$$C_{зп} = \Phi_{об} \cdot \left(1 + \frac{\beta_{п} + \beta_{з} + \beta_{с}}{100}\right), \quad (4.13)$$

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

Відповідно розраховуємо витрати по заробітній платі експлуатаційному персоналу:

$$C_{зп} = 230682 \cdot \left(1 + \frac{32 + 1,5 + 1,5}{100}\right) = 311421 \text{ грн./рік};$$

і ремонтному персоналу:

$$C_{зпр} = 16375 \cdot \left(1 + \frac{32 + 1,5 + 1,5}{100}\right) = 22107 \text{ грн./рік.}$$

4.2.3 Планування вартості матеріалів, що витрачаються

Розрахунок необхідної на рік кількості основних матеріалів для усіх видів ремонтів і технічного енергетичного обслуговування устаткування та мереж розробляється на основі трудомісткості і існуючих норм витрат матеріалів (табл. 2.19) [22]. Якщо на окремі види матеріалів норми відсутні, підприємство розробляє їх самостійно і затверджує.

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

Необхідні дані для розрахунку беремо з табл. 2.19 та 2.20 [22], результати розрахунків заносимо до таблиці 4.6.

Вартість матеріалу на технічну операцію:

$$C_M = 0,01 \times \left(\sum_{i=1}^n C_{0i} \cdot T_i + L \cdot C_{л0} \right) \quad (4.14)$$

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

T_i – трудомісткість обслуговування i -го виду трансформаторів,

L – сумарна довжина кабелів,

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

Таблиця 4.6 – Розрахунок вартості матеріалів, включених у норму витрат

Матеріал	Ціна матеріалу, грн.	Норми витрат матер. на 100 люд.-год. трудомісткості ремонту і тех. обслуговування		Вартість матеріалу, грн.		
Силові трансформатори		630,00	1000,00	630,00	1000,00	
Сталь сортова, кг	20,08	5,00	6	100,38	120,46	13,38
Провід установлюваний, м	8,33	1,00	0,5	8,33	4,16	5,55
Мідь-алюміній (гола), кг	186,93	36,00	42	6729,48	7851,06	124,62
Картон електроізоляційний, кг	90,13	1,20	1,4	108,15	126,18	60,09
Лакотканина (ширина 700мм), м	249,96	0,15	0,2	37,49	49,99	166,64
Кабельний папір, кг	73,70	0,50	0,6	36,85	44,22	49,14
Стрічка кіперна, кг	250,50	2,50	4	626,25	1002,00	167,00
Стрічка тафтяна, кг	198,00	12,00	18	2376,00	3564,00	132,00
Стрічка азбестова, м	19,73	0,04	0,05	0,79	0,99	13,15
Лаки ізоляційні, кг	107,82	0,80	1,5	86,25	161,72	71,88
Емалі ґрунтові, кг	118,27	2,00	2,5	236,54	295,67	78,85
Масло трансформаторне, кг	36,54	0,30	0,58	10,96	21,19	24,36
Бензин, кг	18,54	0,60	0,7	11,12	12,98	12,36
Розчинники кг	52,25	0,70	0,8	36,58	41,80	34,83
Маслостійка гума, кг	134,03	0,30	0,4	40,21	53,61	89,35
Гума профільна, кг	134,03	0,12	0,13	16,08	17,42	89,35
Припій олов'яно-свинцевий, кг	1275,95	0,02	0,02	25,52	25,52	850,63

Припій мідно-фосфорний, кг	237,18	0,02	0,03	4,74	7,12	158,12
Електроди, кг	44,06	0,10	0,15	4,41	6,61	29,37
Засоби кріплення, кг	56,12	1,50	2	84,18	112,24	37,41
Дріт кручений,	7,32	0,12	0,3	0,88	2,19	4,88
Матеріали обтиску, кг	73,08	0,30	0,4	21,93	29,23	48,72
Разом:				10603,12	13550,37	
Кабельні лінії						
Сталь сортова, кг	7,32	2		14,6328		4,88
Електроди, кг	73,08	0,1		7,30836		48,72
Разом:				21,94116		

Отже, вартість матеріалів, потрібних на ремонт:

$$C_{мр} = 0,01 \cdot (118,8 \cdot 10603 + 79,2 \cdot 13550) = 23328 \text{ грн/рік};$$

і вартість матеріалів, потрібних на технічне обслуговування:

$$C_{мто} = 0,01 \cdot (1800 \cdot 10603 + 626,4 \cdot 13550) = 257922 \text{ грн/рік}.$$

Таблиця 2.5 – Планування вартості матеріалів, що витрачаються

Назва обладнання	Вартість витрат матеріалів на 100 норм.год	Ремонт		Обслуговування	
		Загальна трудомісткість ремонтів	Вартість витрат матеріалів грн.	Загальна трудомісткість обслуговування	Вартість витрат матеріалів грн.
ТМ-630	10603,12	118,80	12596,50961	1632	173042,9603
ТМ-1000	13550,37	79,20	10731,89651	864	117075,2346
Кабелі	6,08	19,65	119,472	77,6175	471,9144
Всього витрат на матеріали			176655,8		290590,1093

Отже, можна розрахувати:

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

$$C_{обс} = C_{зпе} + C_{мто}, \quad (4.15)$$

$$C_{обс} = 311421 + 257922 = 569343 \text{ грн/рік};$$

та витрати на їх поточний ремонт, грн/рік:

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{зпр}} + C_{\text{мпр}}, \quad (4.16)$$

$$C_{\text{пр}} = 22107 + 23328 = 45435 \text{ грн/рік.}$$

4.2.4 Визначення амортизаційних відрахувань і інших витрат

Знаходимо амортизаційні відрахування за формулою:

$$C_a = a \cdot K, \quad (4.17)$$

де a – норма амортизації, %

K – капіталовкладення, грн.

$$C_a = 0,06 \cdot 3352 = 201129 \text{ грн/рік.}$$

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

$$C_{\text{іп}} = \beta_{\text{іп}}(C_{\text{обс}} + C_{\text{пр}} + C_a); \quad (4.17)$$

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

$$C_{\text{іп}} = 0,25 \cdot (569343 + 45435 + 201129) = 203977 \text{ грн/рік.}$$

Після визначення всіх елементів витрат підприємства, необхідних для передавання і розподілення електроенергії, зведемо їх в таблицю 4.7.

Таблиця 4.7 – Кошторис річних поточних витрат

Стаття витрат	Величина витрат, грн.	Структура, % до підсумку
Витрати по експлуатації обладнання	569343,5415	55,82425868
Витрати на поточний ремонт	45435,48769	4,454959498
Витрати на амортизацію	201129,402	19,72078182
Інші витрати	203977,1078	20
Разом	1019885,539	100

4.3 Розрахунок собівартості електроенергії

4.3.1 Розрахунок річного споживання і втрат електроенергії. Розрахунок оплати за електроенергію

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

$$E_{ai} = P_p \cdot T_{mi}, = K_{п} \cdot P_{ном} \cdot T_{mi}, \quad (4.18)$$

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

Для прикладу визначимо річні витрати активної електроенергії для першого цеху:

$$E_{a1} = 729 \cdot 2750 = 2604817 \text{ кВт·год./рік.}$$

Аналогічно визначаємо річні витрати активної електроенергії для інших цехів. Результати розрахунків заносимо в таблицю 4.8.

Необхідно також визначити річні витрати реактивної електроенергії.

Таблиця 4.8 – Річні витрати активної електроенергії по цехах

Назва цеху	К-сть змін	S_p , кВА	T_m , год.	$\cos \varphi$	P_p , кВт	E_a , кВт·год./рік
ЦТП1	1	947,2062811	2750	0,77	729,3488364	2604817,273
ЦТП2	1	833,0370138	2750	0,83	691,4207214	2290851,788
ЦТП3	1	1075,093435	2750	0,78	838,5728792	2956506,946
Всього						7852176,007

Для визначення повної потреби підприємства в електроенергії необхідно до отриманого результату додати втрати електроенергії в лініях і трансформаторах.

Втрати електроенергії в лініях розраховуємо так:

$$\Delta E_{\text{л}} = 3 \cdot n \cdot I_{\text{м}}^2 \cdot R \cdot \tau \cdot 10^{-3}, \quad (4.19)$$

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

$$R = r_0 \cdot L,$$

де r_0 – питомий опір однієї фази кабелю, Ом / км (див. табл. 2.25 [22]),

Величина τ визначається за часом використання максимального навантаження $T_{\text{м}}$:

$$\tau_{\text{м}} = \left(0,124 + \frac{T_{\text{м}}}{10000} \right)^2 \cdot 8760 = \left(0,124 + \frac{2750}{10000} \right)^2 \cdot 8760 = 1394 \text{ год.}$$

Для лінії ГПП –ТП1:

Активний опір однієї фази кабелю від ГПП до ТП1.:

$$R = 0,769 \cdot 0,2 = 0,15 \text{ Ом.}$$

Відповідно втрати електроенергії в лінії ГПП-ТП1:

$$\Delta E_{\text{л}} = 3 \cdot 1 \cdot 27,37^2 \cdot 0,15 \cdot 1394 \cdot 10^{-3} = 964 \text{ кВт}\cdot\text{год./рік.}$$

Аналогічно виконуємо розрахунок втрат електроенергії в інших лініях і результати заносимо до табл. 4.9.

Таблиця 4.9 – Втрати електроенергії в лініях

Лінія	Марка кабелю	К-сть ліній	Довжина, км	$I_{\text{м}}$, А	R, Ом	τ , год./рік	R _{пит} , Ом/км	$\Delta E_{\text{л}}$, кВт·год.
ЦРП - ТП1	АПвЭБВ-10 3х35	2	0,2	27,3759040 8	0,1 5	1394,60	0,77	964,48
ЦРП - ТП2	АПвЭБВ-10 3х35	2	0,15	24,0762142 7	0,1 2	1394,60	0,77	559,49
ЦРП - ТП3	АПвЭБВ-10 3х35	2	0,3	31,0720645 9	0,2 3	2750,00	0,77	3675,12
Разом								5199,09829

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

$$\Delta E_T = n \cdot \Delta P_{xx} \cdot T_p + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_{кз} \cdot \left(\frac{S_\phi}{S_H} \right)^2 \cdot \tau, \quad (4.20)$$

де n - кількість трансформаторів;

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

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

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

S_H - номінальна потужність одного трансформатора, кВА.

Відповідно втрати енергії в трансформаторах КТП-1:

$$\Delta E_T = 2 \cdot 1,68 \cdot 8760 + (1/2) \cdot 7,6 \cdot \left(\frac{947}{630} \right)^2 \cdot 1394 = 32428 \text{ Вт} \cdot \text{год./рік.}$$

Для інших КТП проводимо аналогічні розрахунки і їх результати зводимо у табл. 4.10.

Таблиця 4.10 – Втрати енергії в трансформаторах

№	Тип т-ра	К-сть	ΔP_x , кВт	ΔP_k , кВт	S_p , кВА	S_H , кВА	ΔE_T , кВт·год./рік
КТП-1	ТМ-630	2	1,68	7,6	947,206	630	32428,4946
КТП-2	ТМ-630	2	1,68	7,6	833,037	1000	30352,99492
КТП-3	ТМ-1000	2	2,4	8,6	1075,09	1000	45464,9103
Разом							108246,3998

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

$$E = E_a + \Delta E_{л} + \Delta E_T; \quad (4.21)$$

$$E = 7852176 + 5199 + 108246 = 7665621 \text{ кВт} \cdot \text{год./рік.}$$

Оплата за електроенергію при одноставковому тарифі визначається як:

$$\Pi_1 = v \cdot E / 100, \text{ грн.},$$

де v – ставка тарифу за 1 кВт·год споживаної активної електроенергії, грн.;

E – кількість енергії, що споживається, врахована по лічильнику.

$$\Pi_1 = 3,7 \cdot 7665621 = 29472799,57 \text{ грн.}$$

4.3.2 Розрахунок собівартості електроенергії

Собівартість корисної, споживаної підприємством кіловат-години електроенергії, коп./кВт·г:

$$S = \frac{C_{\text{сум}} \cdot 100}{E_a}, \quad (4.22)$$

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

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

$$C_{\text{сум}} = \Pi + C_{\Pi}, \quad (4.23)$$

де Π – оплата за спожиту електроенергію;

C_{Π} – річні витрати підприємства при передаванні електроенергії.

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

$$C_{\Pi} = C_{\text{обс}} + C_{\text{пр}} + C_a + C_{\text{ір}}, \quad (4.24)$$

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

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

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

$$C_{\pi} = 569343,54 + 45435,48 + 201129,4 + 203977,10 = 1019885 \text{ грн/рік.}$$

Отже, сумарні витрати визначаються так:

$$C_{\text{сум}} = 29472799,57 + 1019885 = 30492685,11 \text{ грн/рік.}$$

Отже, собівартість електроенергії

$$S = \frac{30492685}{7965621} = 388,3 \text{ коп./кВт}\cdot\text{год.}$$

Для наочності результати розрахунків зводимо в таблицю 4.1.

Таблиця 4.11 –Результати розрахунків

Показники	Позначення	Величина показників	Одиниця вимірювання
Кількість корисно спожитої електроенергії	E_a	7852176,007	кВт·год.
Річне споживання електроенергії із втратами	E	7965621,505	кВт·год.
Плата за електроенергію	Π_1	29472799,57	грн.
Витрати на передачу і розподіл електроенергії	C_{π}	1019885,539	грн.
Сумарні витрати підприємства	$C_{\text{сум}}$	30492685,11	грн.
Собівартість електроенергії	S	388,3342029	коп/кВт·год.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Магістерська дипломна робота направлена на підвищення ефективності системи електропостачання ТОВ-підприємства «Авіс». Отже, під час монтажу та подальшої експлуатації елементів системи електропостачання потрібно передбачати заходи із запобігання негативному впливу на працівників таких небезпечних і шкідливих виробничих факторів [25, 26].

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: сенсорні та емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

5.1 Технічні рішення з безпечної організації будівельно-монтажних робіт на об'єкті

5.1.1 Технічні рішення щодо безпечної організації робочих місць під час робіт на комутаційних апаратах і комплектному розподільчому устаткуванні

В КРУ з обладнанням на візках, що викочуються, забороняється без зняття напруги з шин та їх заземлення проникати у відсіки комірок, не відокремлених суцільними металевими перегородками від шин або від безпосередньо з'єданого з КРУ обладнання.

Під час роботи у відсіку комірки КРУ візок з обладнанням необхідно викотити і шторку відсіку, в якому струмопровідні частини залишилися під напругою, замкнути на замок і вивісити плакат «Стій! Напруга». У відсіку вивісити плакат «Працювати тут!». В КРУ, оснащених заземлювальними ножами, на приєднаннях, схема яких виключає можливість подавання напруги з іншого боку, відсутність напруги перед вмиканням цих ножів допускається перевіряти прослідкуванням схеми в натурі.

Під час робіт зовні КРУ на підключеному до нього устаткуванні або на ПЛ чи КЛ, що відходять, візок з вимикачем необхідно викотити з комірки; верхню шторку або дверцята замкнути на замок і вивісити плакати «Не вмикати! Працюють люди» або «Не вмикати! Робота на лінії».

В комірках КРУ під час робіт допускається:

- за наявності блокування між заземлювальними ножами і візком з вимикачем встановлювати візок в контрольне положення після вмикання цих ножів;
- за відсутності блокування між заземлювальними ножами і візком вимикача, а також заземлювальних ножів в комірках, встановлювати візок в проміжне між контрольним і викоченим положенням за умови замикання його на замок в цьому положенні. Візок може бути встановлений в проміжне положення незалежно від наявності заземлення на приєднанні.

Встановлювати в контрольне положення візок з вимикачем для його випробування і роботи в колах керування і захисту дозволяються в тих випадках, коли роботи зовні КРУ на ПЛ і КЛ, що відходять, або на підключеному до них устаткуванні, враховуючи механізми, з'єднані з електродвигунами, не провадять або на цьому приєднанні встановлене заземлення в комірці КРУ.

5.1.2 Електробезпека

Для живлення технологічного обладнання та системи освітлення на будівництві об'єкту використовується трифазна чотирьохпровідна мережа із

заземленою нейтраллю напругою 380/220 В. Відповідно з ГОСТ 12.1.013-78 умови праці за ступенем небезпеки ураження працівників електричним струмом є умовами з підвищеною небезпекою, тому що підлога у будівлі є струмопровідною.

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

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

Розведення тимчасових електромереж напругою до 1000 В, що використовуються для електрозабезпечення об'єктів будівництва, необхідно виконати ізольованими проводами чи кабелями на опорах або конструкціях, розрахованих на відповідну механічну міцність під час прокладання по них проводів і кабелів на висоті над рівнем землі та настилу не менше ніж, м: 2,5 – над робочими місцями; 3,5 – над проходами; 6,0 – над проїздами.

Світильники загального освітлення напругою 127 В і 220 В необхідно встановлювати на висоті не менше ніж 2,5 м від рівня землі, підлоги, настилу. За висоти підвішування менше ніж 2,5 м необхідно згідно з ПУЕ (наказ Мінпаливенерго України від 28.08.06 № 305) використовувати напругу не вище ніж 25 В. Живлення світильників напругою до 25 В повинно здійснюватися від знижувальних трансформаторів, машинних перетворювачів, акумуляторних батарей. Застосовувати для зазначених цілей автотрансформатори, дроселі та реостати забороняється. Корпуси знижувальних трансформаторів і їх вторинні обмотки слід заземлити. Переносні світильники мають бути тільки

промислового виготовлення. Інші світильники застосовувати в якості переносних забороняється.

Вимикачі, автомати та інші комутаційні електричні апарати, що застосовуються на відкритому повітрі або у вологих цехах, повинні бути у пожежо- вибухозахищеному виконанні. Усі електропускові пристрої слід розміщувати так, щоб унеможливленося пуск машин, механізмів і устаткування сторонніми особами. Забороняється вмикання декількох струмоприймачів одним пусковим пристроєм. Розподільні щити і рубильники необхідно закривати на замок.

Металеві будівельні риштування, металеві огорожі місць, де виконуються роботи, полиці та лотки для прокладання кабелів і проводів, рейкові колії вантажопідіймальних кранів і транспортних засобів з електричним приводом, корпуси устаткування, машин і механізмів з електроприводом необхідно заземлювати відповідно до Правил улаштування електроустановок одразу після їх встановлення на місце до початку виконання будь-яких робіт.

Струмопровідні частини електроустановок повинні бути ізольовані, огорожені чи розміщені в місцях, недоступних для випадкового дотику до них. Захист електричних мереж і електроустановок від несанкціонованого втручання на виробничій території необхідно забезпечити за допомогою автоматичних вимикачів відповідно до НПАОП 40.1-1.32.

5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

5.2.1 Мікроклімат

Для забезпечення нормального мікроклімату в робочій зоні встановлюють оптимальну та допустиму температуру, відносну вологість і швидкість руху повітря у певних діапазонах в залежності від періоду року та категорії робіт і допустиму інтенсивність опромінення.

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату проектом передбачено:

Температура внутрішніх поверхонь будівельних конструкцій робочої зони та зовнішніх поверхонь обладнання при забезпеченні параметрів мікроклімату не повинні бути більше ніж на 2°C за діапазон норм.

Якщо температура поверхонь вище або нижче оптимальної температури повітря, то робочі місця повинні бути віддалені від них на відстань не менше їм.

Для забезпечення нормованих значень руху повітря проектом передбачається витяжна та припливна вентиляційні системи.

Таблиця 5.1 – Нормовані параметри мікроклімату в робочій зоні з категорією робіт Па.

Період року	Категорія робіт	Допустимі		
		t, °C	W, %	V, м/с
Теплий	Середньої важкості	18-27	65 при 26°C	0,2-0,4
Холодний	Па	17-23	до 75%	не більше 0,3

5.2.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується концентраціями (ГДК) в мг/м. В умовах роботи на граничнодопустимих концентраціях можливими забруднювачами повітря робочої зони можуть бути пил при свердлінні отворів і різанні металевих виробів їх ГДК наведено в таблиці 5.2.

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

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
Пил нетоксичний	Максимально разова	Середньо добова	4
	0,5	0,15	

Для забезпечення параметрів мікроклімату та складу повітря робочої зони відповідно до проектом передбачено-періодичне провітрювання приміщень та використання засобів індивідуального захисту.

5.2.3 Виробниче освітлення

Раціональне освітлення – один з основних факторів створення сприятливих робочих умов праці. Недостатнє освітлення викликає передчасне стомлення працюючих, знижує продуктивність праці, може стати причиною нещасного випадку.

Для забезпечення найбільш сприятливих умов зорової праці нормують мінімальну освітленість на найбільш темній ділянці робочої поверхні. Рівень аварійного освітлення складає 15% освітленості основної роботи. Приміщення забезпечене природним освітленням в денний проміжок часу, але вечері постає проблема в штучному освітленні.

Для забезпечення найбільш сприятливих умов зорової праці нормуємо освітлення у виробничих приміщеннях. Характеристика зорових робіт – середньої точності.

Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 розряд зорової роботи IV, підрозряд «б».

Нормовані значення освітленості наведені в таблиці 5. 3.

Таблиця 5.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Харакка зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0 включно	IV	б	середній малий	темний середній	500	200	1,5	0,9

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 освітлення, що створюється за допомогою світлодіодних ламп E27 LED 15W NW A60 "SG". Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 4,5 метра.

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

5.2.4 Виробничий шум

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

Основним джерелом шуму є механічний інструмент: дріль, перфоратори, зварювальний апарат. Допустимі рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку і еквівалентні рівні звуку на робочих місцях в виробничих приміщеннях і на території підприємств представлені в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Рівень звукового тиску

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

Для забезпечення допустимих параметрів шуму в приміщенні, проектом передбачено засоби колективного захисту: акустичні, архітектурно-планувальні й організаційно-технічні. Засоби боротьби із шумом в залежності від числа осіб,

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

Для зниження шуму потрібно:

безпосередньо біля джерел шуму використовувати звукопоглинаючі матеріали для покриття стелі, стін, застосовувати підвісні звукопоглиначі.

для боротьби з вентиляційним шумом потрібно застосовувати мало шумові вентилятори.

організувати перерви в роботі (15 хвилин), після кожної години роботи з пристроями що є джерелом шуму;

5.2.5 Виробничі вібрації

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

Джерелами вібрацій в умовах, що розглядаються в проекті, являються насосні агрегати, вентилятори, дрелі, болгарки, перфоратори, які відносяться до типу загальної вібрації.

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

Таблиця 5.5 – Середньоквадратичні значення віброприскорення та віброшвидкості

Категорія вібрації по санітарним нормам	Напрямок дії	Нормативні, корекційовані по частоті та еквівалентні корекційовані значення			
		Віброприскорення		Віброшвидкість	
		$m \cdot c^{-2}$	ДБ	$m \cdot c^{-2} \cdot 10^{-2}$	ДБ
За	Zo, Yo, Xo	0,1	100	0,2	92

Для зменшення дії вібрацій на працюючих проектом передбачено:

динамічне погашення вібрації - приєднання до захисного об'єкту системи, реакції якої зменшують розмах вібрації об'єкта в точках приєднання системи;
 зміна конструктивних елементів машин;
 застосування засобів індивідуального захисту, а саме рукавиці, вкладиші і прокладки, віброзахисне взуття з пружним демпферуючим низом.

5.2.6 Психофізіологічні фактори

Психофізіологічні фактори визначаються відповідно до Гігієнічної класифікації праці [25]. Робота електромонтажника потребує значних фізичних зусиль за важкістю та напруженістю праці.

1. Клас умов праці за показниками важкості праці – допустимий (середньої важкості): загальні енергозатрати організму (кґ/м) – до 290; зовнішнє фізичне динамічне навантаження, виражене в одиницях механічної роботи за зміну, кґ/(Вт): при регіональному навантаженні (для чоловіків) – 13000; при загальному навантаженні (за участю м'язів рук, тулуба, ніг) – до 44000; маса вантажу, що постійно підіймається та переміщується вручну, кґ – до 30 кґ; стереотипні робочі рухи: при локальному навантаженні (участь м'язів кистей та пальців рук)- до 40000; при регіональному навантаженні(участь рук та плечового суглоба) – до 20000; статичне навантаження (кґ/с): двома руками (чоловіки) – до 70000; за участю м'язів тулуба та ніг – до 100 000; робоча поза:

періодичне перебування в незручній позі (робота з поворотом тулуба, незручним розташуванням кінцівок) та/або фіксованій позі (неможливість зміни взаємного розташування різних частин тіла відносно одна одної) до 25% часу зміни; перебування у вимушеній позі до 10%, в позі «стоячи» – до 60% часу зміни; нахил тулуба: вимушені нахили протягом зміни – 51-100 разів; переміщення у просторі (переходи через виконання технологічного процесу) – по горизонталі більше 8, вертикалі – 4 км.

2. Класи умов праці за показниками напруженості праці:

Інтелектуальні навантаження: зміст роботи – рішення простих альтернативних завдань згідно з інструкцією; сприймання інформації та їх оцінка – сприймання сигналів з наступним порівнянням фактичних значень параметрів з їх номінальними значеннями. Заключна оцінка фактичних значень параметрів; розподіл функцій за ступенем складності завдання – обробка, контроль, перевірка завдання; характер виконуваної роботи – робота за встановленим графіком з можливим його коригуванням під час діяльності

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

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

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

5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Визначення області працездатності системи електропостачання ТОВ «Авіс» м. Вінниця в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій

Загальними ознаками надзвичайних ситуацій є: матеріальні збитки, істотне погіршення стану довкілля, наявність або загроза загибелі людей, чи суттєві

погіршення умов їх життєдіяльності. Надзвичайні ситуації можуть мати природний та техногенний характер. Зростання кількості надзвичайних ситуацій, важкість їх наслідків змушують розглядати їх як серйозну загрозу безпеці окремої людини, суспільству та довкіллю, а також як загрозу електричним системам.

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

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

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

При оцінці впливу електромагнітного імпульсу на струмопровідні елементи необхідно враховувати, що електромагнітний імпульс мають горизонтальну і вертикальну складові напруженостей електричного поля і тому повинні визначатися значення напруг, які наводяться як на вертикальних, так і

на горизонтальних ділянках ліній. Основну небезпеку при наземних і повітряних вибухах являє вертикальна складова напруженості електричного поля, яка перевищує горизонтальну складову приблизно на три порядки.

5.3.1 Визначення області працездатності системи електропостачання ТОВ «Авіс» м. Вінниця в умовах дії іонізуючих випромінювань

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

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

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

№	Блоки	Елементи СЕП	Потужність дози γ - випромінювання $P_{\text{гр}}$, Р/год	Границя стійкості $P_{\text{гр}}$, Р/год
1	Блок живлення	Резистори, R12	10^6	10^4
		Конденсатори, К21У-4	10^6	
2	Блок управління	Транзистори, Т-123	10^5	
		Діоди, Т143-1000	10^5	
		Мікросхеми, LW1521	10^4	

Із таблиці 5.6 визначимо найбільш уразливий елемент. Такими елементами є мікросхеми, $P_{\text{згор}} = 10^4 \text{ Р/год}$.

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

$$P'_{\text{гран}} = P_{\text{гран}} \cdot K_H \cdot K_{\text{посл}} [\text{Рад/с}], \quad (5.1)$$

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

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

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

Тоді:

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

Визначимо допустимий час роботи РЕА в заданих умовах:

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

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

Отже, область працездатності системи електропостачання ТОВ «Авіс» м. Вінниця в умовах дії іонізуючих випромінювань лежить в межах від 0 до $1,84 \cdot 10^4$ Р/год.

5.3.2 Визначення області працездатності СЕП ТОВ «Авіс» м. Вінниця в умовах дії електромагнітного імпульсу

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

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

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

$$K_6 = 20 \lg \frac{U_d}{U_{B(\Gamma)}} \geq 40 \text{ [дБ]}, \quad (5.3)$$

де U_d - допустимі коливання напруги живлення пристрою, В;

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

Визначаємо допустимі коливання напруги живлення

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

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

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

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

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

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

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

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

Вертикальна складова напруженості електричного поля визначається як:

$$U_{\text{Г}} = E_{\text{В}} \cdot l_{\text{Г}}, \quad (5.7)$$

звідки

$$E_{\text{В}} = \frac{U_{\text{Г}}}{l_{\text{Г}}} \text{ [В/м]}, \quad (5.8)$$

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

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

Отже, область працездатності системи електропостачання ТОВ «Авіс» м. Вінниця в умовах дії електромагнітного імпульсу визначається вертикальною складовою напруженості електричного поля в межах від 0 до 3,15 кВ/м.

5.3.3 Розробка превентивних заходів по підвищенню стійкості роботи СЕП ТОВ «Авіс» м. Вінниця в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій

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

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

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

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

$K_{\text{Бмін}}$ - мінімальний коефіцієнт безпеки, отриманий під час розрахунків.

Для блоку живлення ($U_{\text{ж}}=220\text{В}$)

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

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

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

Товщину захисного екрану знайдемо за формулою

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

де t – товщина стінки екрана, см;

$$f=15000 \text{ Гц.}$$

Для блоку живлення товщина екрану:

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

Для блоку управління товщина екрану:

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

Отже, із застосуванням сталевих пасивних екранів товщиною не менше 1 мм робота системи електропостачання ТОВ «Авіс» м. Вінниця буде стійкою.

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

ВИСНОВОК

В даній магістерській роботі розроблена система електропостачання ТОВ «Авіс». Для більш правильного вибору основного обладнання підприємства була створена математична модель системи електропостачання товариства з обмеженою відповідальністю «Авіс», що дозволяє в динамічному режимі провести вибір основного обладнання СЕП при зміні вхідних параметрів. Дана модель дозволяє комбінувати різні схеми живлення, різне обладнання і в кінцевому варіанті дозволяє приймати більш правильні рішення з точки зору надійності і економічності. Розрахунки, переважно, виконувались за допомогою універсального програмного забезпечення електронного процесора Excel та графічного редактора Visio.

В спеціальній частині роботи було проаналізовано методи регулювання напруги в системі електропостачання підприємства, розраховано втрати напруги в мережі 0,4 кВ та обрано оптимальні відпайки ПБЗ, що забезпечить нормовані значення напруги в різних режимах роботи підприємства.

Розглянуті питання охорони праці, прийняті технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта, гігієни праці та виробничої санітарії, а також пожежної безпеки. Дана оцінка безпеки роботи системи електропостачання ТОВ «Авіс» в умовах дії сейсмічних коливань та електромагнітного імпульсу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Офіційний сайт ТОВ «Авіс» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.avis.ua>.
- [2] Бурбело М. Й. Розрахунок систем електропостачання: навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2017. – 193 с.
- [3] Правила улаштування електроустановок. - 6-те вид., переробл. й доповн. - Х .: Міненерговугілля України, 2017.
- [4] РТМ 36.18.32.4-92 Указания по расчету электрических нагрузок.
- [5] ГОСТ 14209-97 Руководство по нагрузке силовых масляных трансформаторов.
- [6] ДСТУ ІЕС/TR 60909-4:2008 (ІЕС/TR 60909-4:2000, IDT) Національний стандарт України. Струми короткого замикання в трифазних системах змінного струму. Частина 4. Приклади обчислення сили струму короткого замикання.
- [7] СН 174-75 Инструкция по проектированию электроснабжения промышленных предприятия.
- [8] СН 357-77 Инструкция по проектированию силового и осветительного электрооборудования промышленных предприятий.
- [9] Офіційний сайт Рівненський завод високовольтної апаратури [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.rzva.ua>.
- [10] Підтримка MS Office [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://office.microsoft.com/uk-ua/support>
- [11] Приемы работы с Excel [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://msexcel.ru/content/blogcategory/25>
- [12] Камінський А. В. Математичне та комп'ютерне моделювання процесів оптимізації центрування електричних мереж : монографія / А. В. Камінський, Б. І. Мокін – Вінниця: УНІВЕРСУМ - Вінниця, 2005. –122с
- [13] Конспект лекції з дисципліни САПР СЕП.
- [14] Руководство Mathcad [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.exponenta.ru/soft/Mathcad>

[15] Каталог конденсаторних установок [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.kpenri.com.ua/-prod02.php>

[16] Моделі і засоби регулювання напруги за допомогою трансформаторів з пристроями РПН. Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. — 109 с.

[17] Конспект лекцій з дисципліни «Електричні системи і мережі» для студентів спеціальності 6.050701 «Електротехнічні системи електроспоживання» всіх форм навчання / Уклад.: Р.О.Пархоменко. – Кривий Ріг : КТУ , 2011.

[18] Технічні дані і принцип роботи основних типів РПН [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://leg.co.ua>

[19] Трансформатори з РПН [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://studopedia.org/12-32685.html>

[20] Трансформатори з переключенням відповідей без порушення (ПБЗ) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://leg.co.ua/transformatory/praktika/transformatory-s-pereklyucheniem-otvetvleniy-bez-vozbuzhdeniya-pbv.html>

[21] Розрахунок систем електропостачання : навчальний посібник / М. Й. Бурбело – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 193 с.

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

[23] Афанасьев Н. А., Юсипов М. А. Система технического обслуживания и ремонта оборудования энергохозяйств промышленных предприятий / Н.А. Афанасьев, М.А. Юсипов – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 528 с.

[24] ДСТУ 2843-94. Електротехніка. Основні поняття. Терміни та визначення. Чинний від 1995-01-01. — Київ: Держспоживстандарт України, 1995. — 65 с.

[25] ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості

трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014. [Чинний від 2014-05-30]. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=58073.

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

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

[28] . ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. [Чинний від 2017-04-01]. Вид. офіц. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с.

[29] НПАОП 40.1-1.32-01. (ДНАОП 0.00-1.32-01). Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. [Чинний від 2002-01-01]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text>.

[30] ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Постанова МОЗ № 42 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>.

[31] ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с.

[32] ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019-03-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2018. 133 с.

[33] ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Постанова МОЗ № 37 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>.

[34] ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. Постанова МОЗ № 39 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>.

[35] НАПБ А.01.001-14. Правила пожежної безпеки в Україні. [Чинний від 2021-01-22]. Вид. офіц. К. : МВС України, 2014. 47 с.

[36] ДСТУ 8828:2019. Пожежна безпека. Загальні положення. [Чинний від 2020-01-01]. Вид. офіц. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2020. 84 с.

[37] ДСТУ 8829:2019. Пожежовибухонебезпечність речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їхнього визначення. Класифікація. [Чинний від 2020-01-01]. Вид. офіц. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2020. 75 с.

[38] ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпек. [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2016. 31 с.

[39] ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [Чинний від 2017-02-01]. Вид. офіц. К. : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016. 35 с.

[40] Про затвердження Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників. Наказ МВС № 765 від 28.10.2020. [Чинний від 2021-01-26]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0225-18#Text>.

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

УЗГОДЖЕНО

“ ____ ” _____ 2022р.ЗАТВЕРДЖЕНО
Зав. кафедри ЕСЕМд.т.н., проф. Бурбело М.Й. _____
“ ____ ” _____ 2022 р.**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**

до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему:

Підвищення ефективності системи електропостачання Товариства з
обмеженою відповідальністю – підприємство «Авіс», місто Вінниця

Науковий керівник:

Ph. D., ст. викл. Лобода Ю. В. _____
(підпис)

Виконавець: студентка гр. ЕСЕ - 21м

Кошелєв В. Ю. _____
(підпис)

Вінниця 2022 р.

1. ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (МКР)

Робота виконується на підставі наказу ВНТУ за №__ від __.__.2022.

Дата початку роботи 3.09 .2022р.

Дата закінчення роботи 12.12.2022.

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

а) мета – аналіз засобів регулювання напруги в СЕП ТОВ «Авіс».

б) призначення розробки – виконання магістерської кваліфікаційної роботи.

в) вихідні дані для виконання МКР:

Генплан підприємства (рисунок А.1); відомості про особливості технологічних процесів, відомості про електричні навантаження підприємства (таблиця А.1); відомості про джерела живлення та перспективу розвитку підприємства.

3. ДЖЕРЕЛА РОЗРОБКИ

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

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

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

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

3.5 Методичні вказівки до виконання магістерської кваліфікаційної роботи студентами спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Л.Б. Терешкевич, О.Д. Демов, Ю.А. Шулле. – Вінниця: ВНТУ, 2006р.

4. ЕТАПИ І ТЕРМІН ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Зміст етапу	Термін виконання	
	початок	кінець
4.1 Збір інформації, яка необхідна для дослідження	03.09	28.09
4.2 Проведення дослідних розрахунків	29.09	24.10
4.3 Розробка робочих креслень	25.10	21.11
4.4 Написання розрахунково-пояснювальної записки і захист магістерської роботи	22.11	11.12

5. МАТЕРІАЛИ, ЩО ПОДАЮТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ МКР

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

6. ПОРЯДОК КОНТРОЛЮ ВИКОНАННЯ ТА ЗАХИСТУ МКР

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

7. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

7.1 Дані про патентоспроможність

Не передбачається

8 ОЧІКУВАНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ

Не передбачається

Таблиця А.1 - Відомості про електричні навантаження підприємства

№пп	Споживачі	Рн кВт
1.	Завод полімерного упакування	250
2.	Цех (друкарня)	60,0
3.	Завод безалкогольних напоїв	260,0
4.	Очисні споруди	140,0
5.	Очисні споруди	140,0
6.	Котельня	60,0
7.	Склад № 1	125,0
8.	Склад № 2	125,0
9.	Склад № 3(гот.прод)	160,0
10.	Склад № 4(гот.прод)	170,0
11.	Оліє-очисний завод	160,0
12.	Цех фасування олії	170,0
13.	Цех по виробництву майонезу	180,0
14.	Холодильно-компресорна станція	80,0
15.	Завод по виготовленню печива	250,0

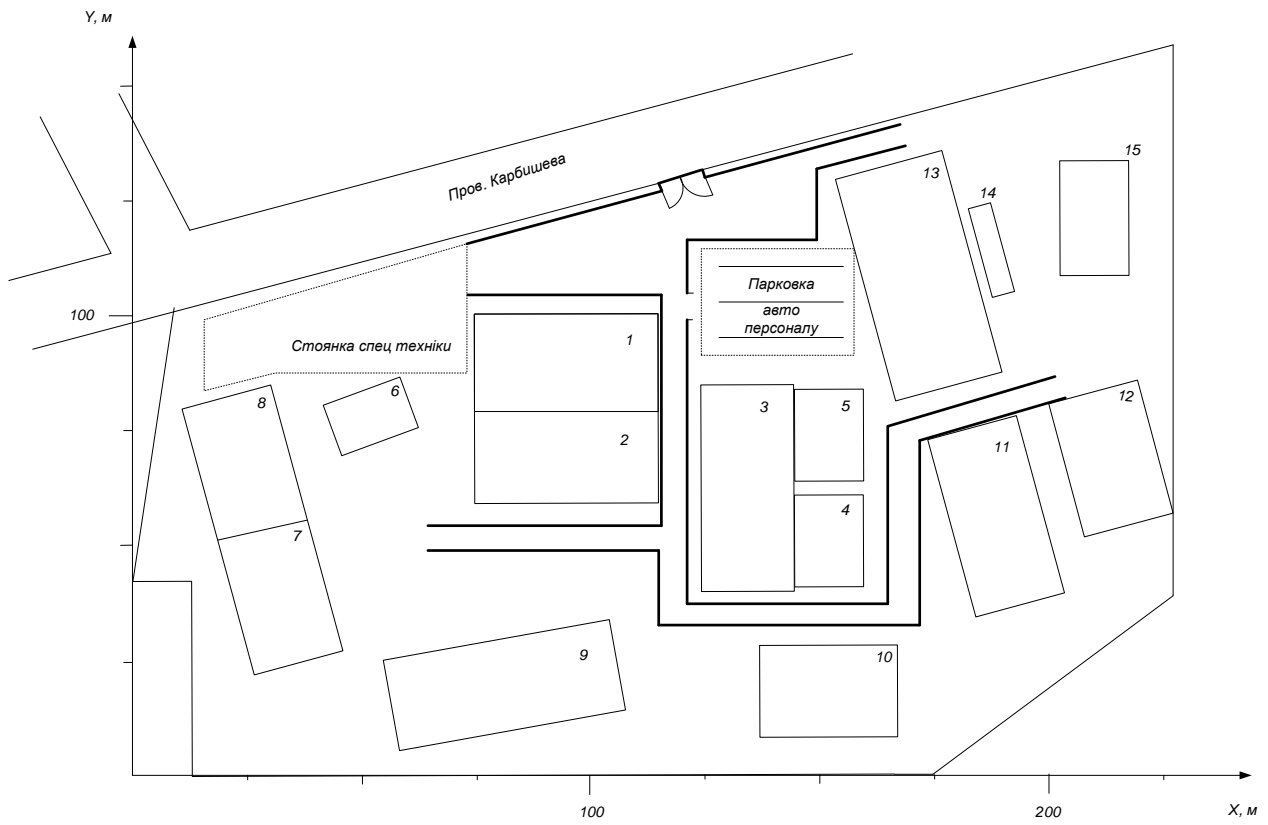
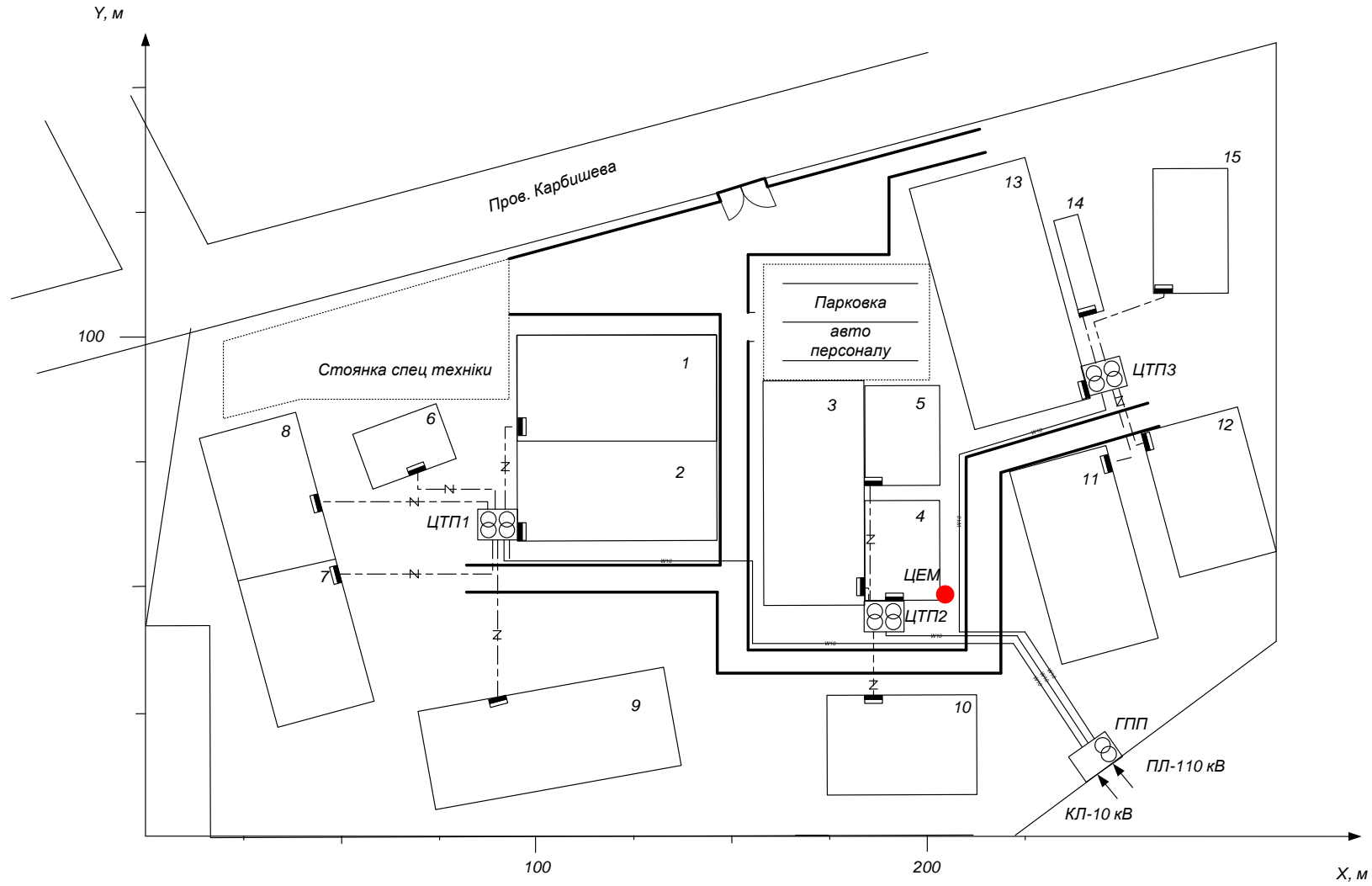
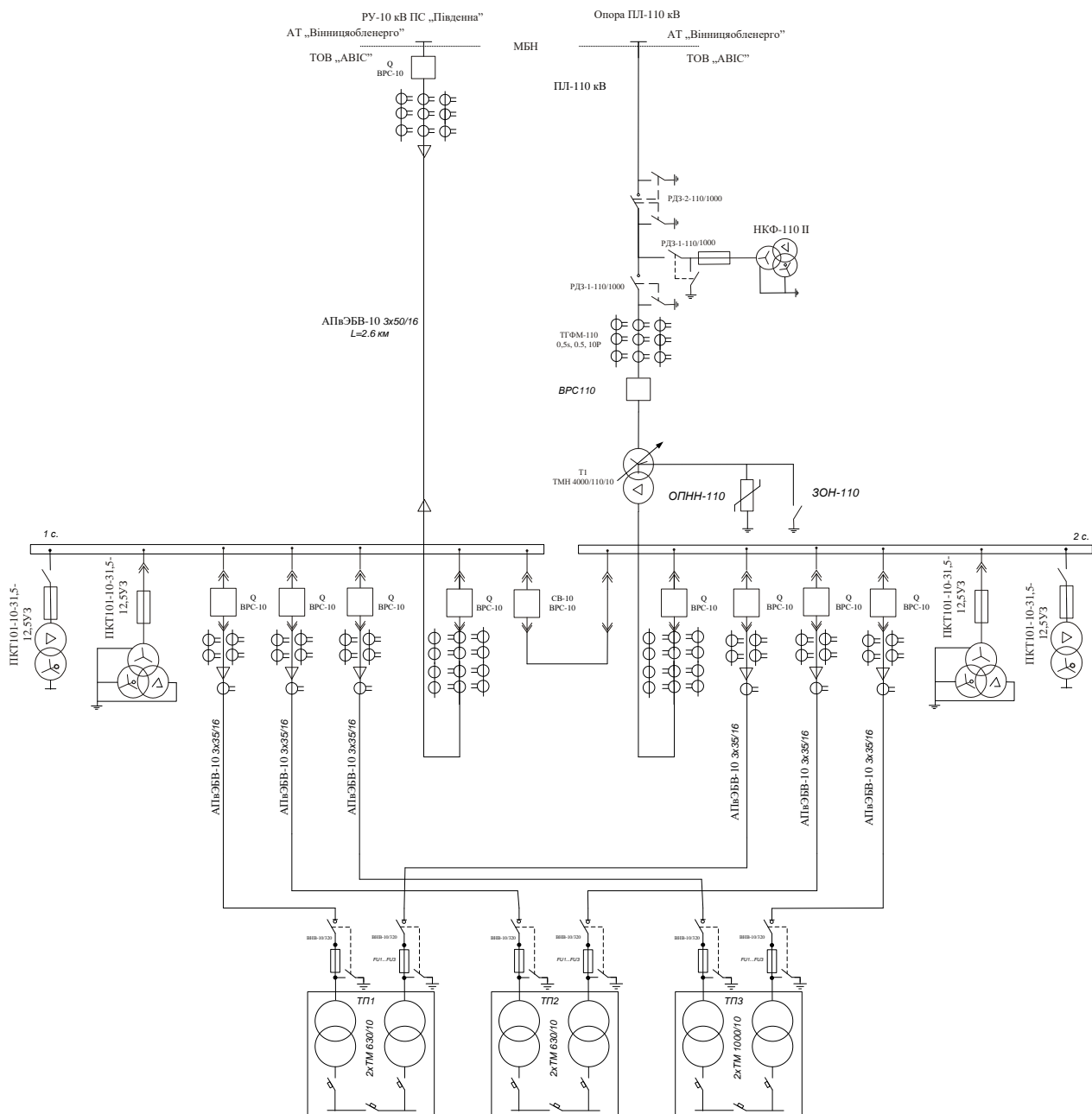


Рисунок А.1 - Генплан

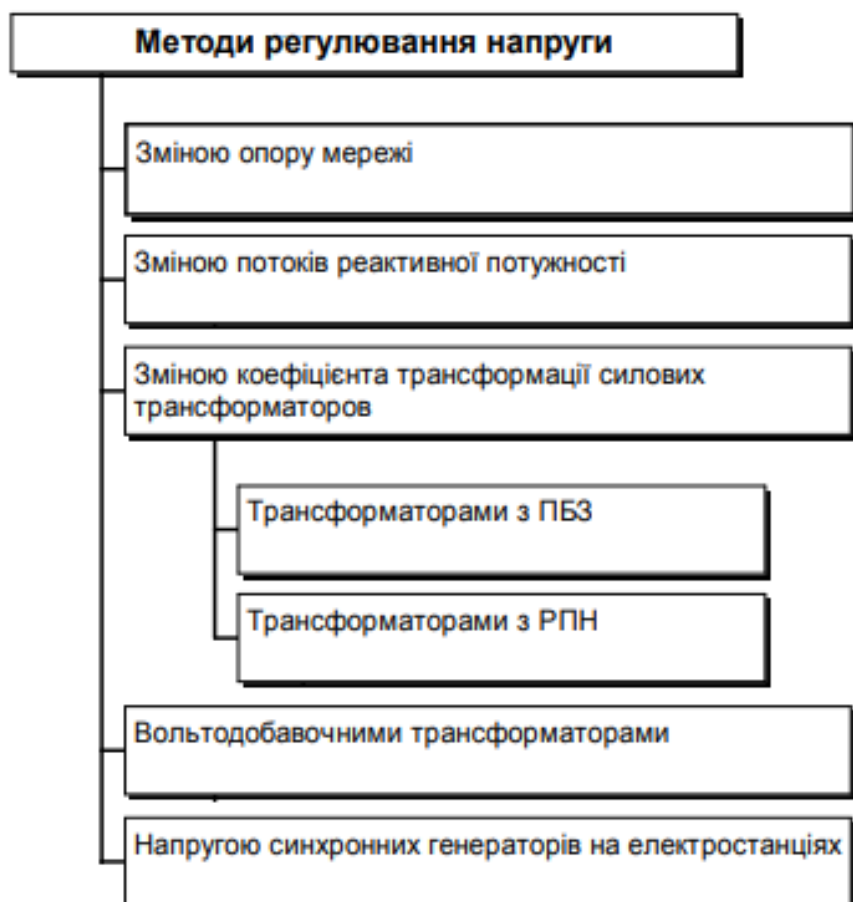
Додаток Б – Генплан підприємства



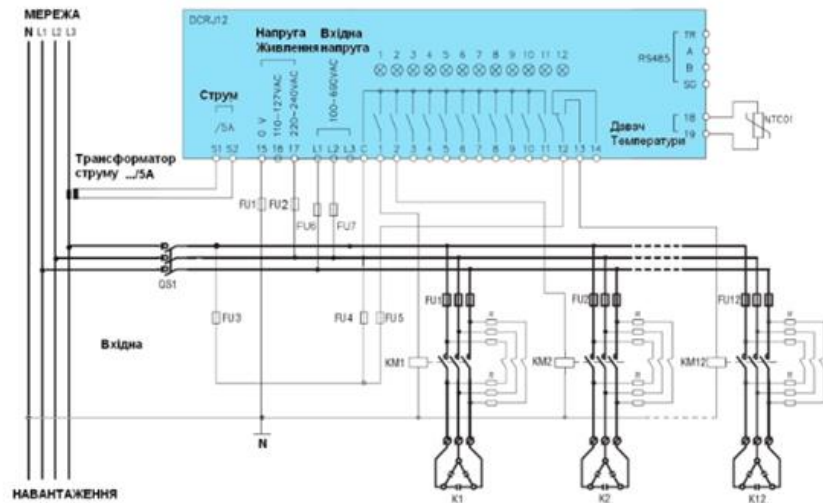
Додаток В – Однолінійна схема підприємства



Додаток Г – Методи регулювання напруги в СЕП



Додаток Д – Використання засобів КРП для регулювання напруги



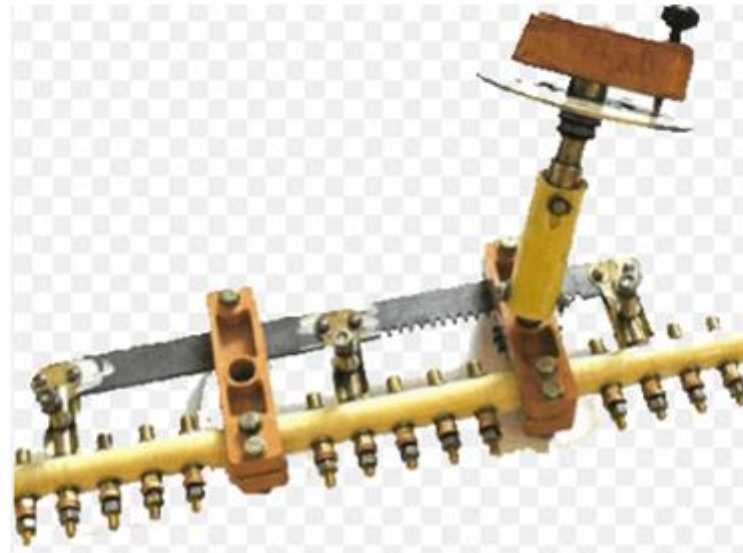
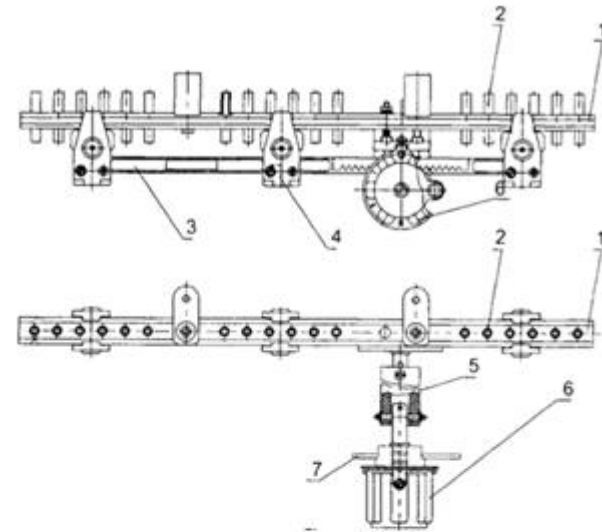
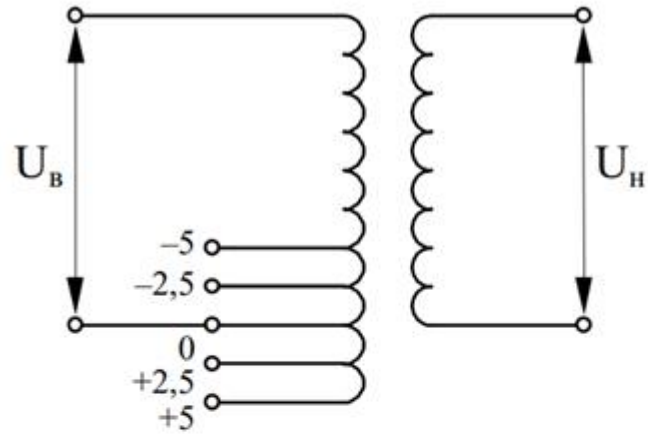
Без КРП

№ цеху	Назва цеху	Повна розрахункова потужність S_p , кВА	I_m , А	к, шт	s, мм ²	Lm	R_o , Ом/км	X_o , Ом/км	dU_n , %
3	Завод безалкогольних напоїв	342,1697586	520,48944	2	150	95	0,206	0,0596	3,4846768
4	Очисні споруди	258,9028265	393,82846	2	150	79	0,206	0,0596	2,1926088
5	Очисні споруди	139,1094027	211,60542	1	120	96	0,258	0,0602	3,5859768
10	Склад № 4(гот.прод)	93,03182653	141,5148	1	70	73	0,443	0,0612	3,1312532

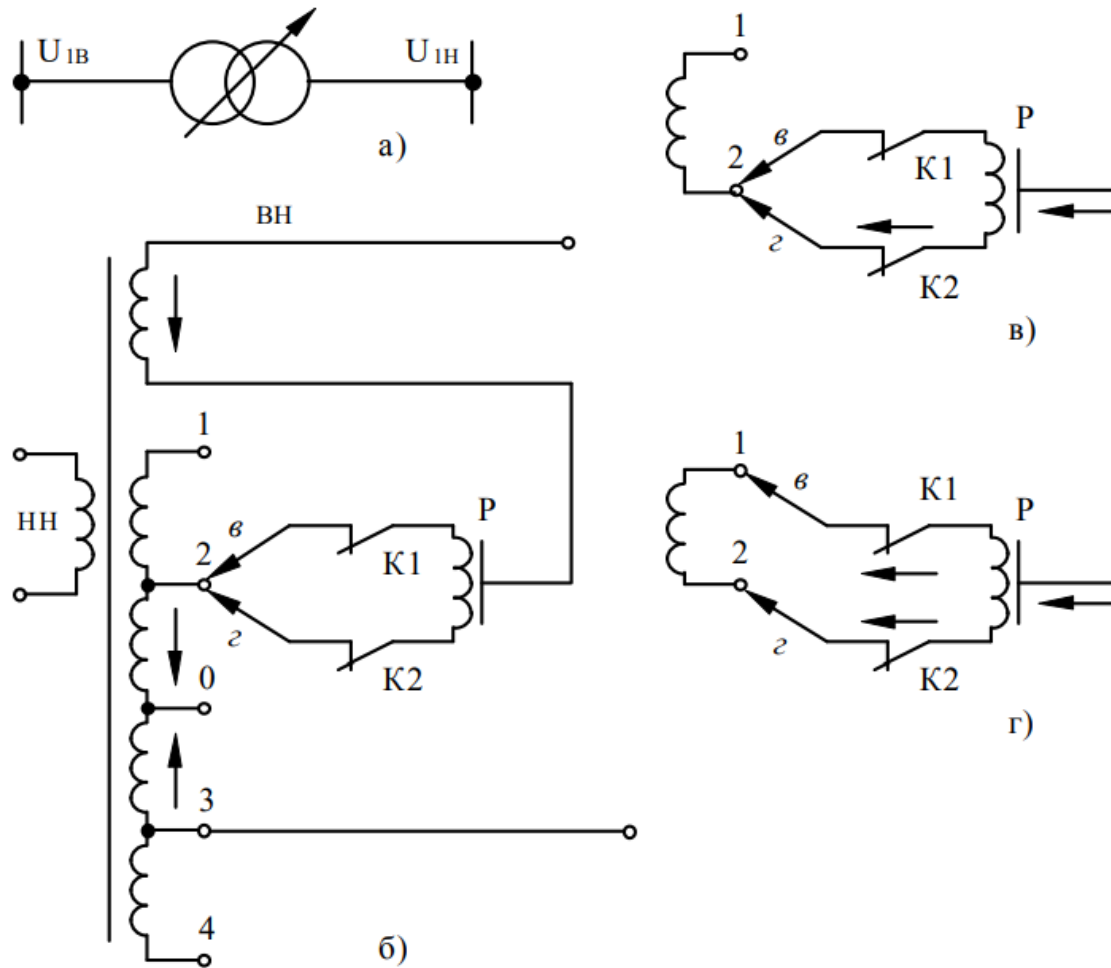
З КРП

№ цеху	Назва цеху	Повна розрахункова потужність S_p , кВА	I_m , А	к, шт	s, мм ²	Lm	R_o , Ом/км	X_o , Ом/км	dU_n , %
3	Завод безалкогольних напоїв	280,84328	427,20304	2	150	95	0,206	0,0596	2,8601244
4	Очисні споруди	206,95128	314,80268	2	150	79	0,206	0,0596	1,7526391
5	Очисні споруди	110,5008	168,08762	1	120	96	0,258	0,0602	2,8485012
10	Склад № 4(гот.прод)	76,673	116,63067	1	70	73	0,443	0,0612	2,5806499

Додаток Е – Регулювання напруги з використанням ПБЗ



Додаток Є – Регулювання напруги з використанням РПН



Додаток Ж – Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Підвищення ефективності системи електропостачання Товариства з обмеженою відповідальністю – підприємство «Авіс», місто Вінниця

Тип роботи: МКР

(БДР, МКР)

Підрозділ: кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту факультет електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unichesk

Оригінальність _____ 82,6% _____ Схожість _____ 17,4% _____

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
 2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.

3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку _____ Лобода Ю.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unichesk щодо роботи.

Автор роботи _____ Кошелєв В. Ю.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник роботи _____ Лобода Ю. В.
(підпис) (прізвище, ініціали)