

Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет архітектури, будівництва та енергетики

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра електричної інженерії

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЄКТ
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»

Електропостачання заводу залізобетонних виробів
встановленою потужністю 2120 кВт.

спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти

групи ЕЕ-41

Карпик Олег Михайлович

(підпис)

Керівник: к.т.н., професор

Добровольська Любов Наумівна

(підпис)

Кваліфікаційний проєкт

допущено до захисту

«__» _____ р.

Гарант освітньої програми

к.т.н., доцент:

Волинець Владислав Ігорович

(підпис)

Луцьк – 2026 року

АНОТАЦІЯ

Карп'юк Олег Михайлович. Електропостачання заводу залізобетонних виробів встановленою потужністю 2120 кВт. . Рукопис.

Кваліфікаційний проєкт бакалавра ОП «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2026.

Кваліфікаційний проєкт бакалавра складається з п'яти розділів, списку використаних джерел, додатків.

Ціль роботи – розробити систему електропостачання та моделювання режимів роботи електродвигуна. При розробці СЕП підприємства виконувався: розрахунок електричних навантажень, визначення потужності компенсуючих пристроїв, вибір схеми живлення і розподілу електричної енергії, вибір напруги і конфігурації живлячих і розподільчих мереж, розрахунок струмів КЗ і вибір апаратури; а також вибір кількості, потужності і місця встановлення і типу підстанцій, розрахунок засобів релейного захисту і автоматики та т. ін.

Ключові слова: розрахунки, електричні навантаження, ієрархічний підхід, силові трансформатори, метод впорядкованих діаграм

Annotation

Karpik Oleg Mikhailovich. Power supply of the reinforced concrete products plant installed capacity of 2120 kW . Manuscript.

Qualification project of the bachelor's degree "Electrical power engineering, electrical engineering and electromechanics" specialty 141 Electrical power engineering, electrical engineering and electromechanics. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2026.

The bachelor's qualification project consists of five sections, a list of sources used, applications.

The purpose of the work is to develop a power supply system and simulate the operating modes of an electric motor. When developing the PSS of the enterprise, the following was carried out: calculation of electrical loads, determination of the power of compensating devices, selection of a power supply and distribution of electrical energy, selection of voltage and configuration of supply and distribution networks, calculation of short-circuit currents and selection of equipment; as well as the choice of the number, capacity and place of installation and type of substations, calculation of relay protection and automation, etc.

Keywords: calculations, electric loads, hierarchical approach, power transformers, ordered diagrams method

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ПРОЄКТУВАННЯ	8
РОЗДІЛ 2 ОСНОВНІ ПРОЄКТНІ РІШЕННЯ	13
2.1. Розрахунок силового електричних навантажень	13
2.2. Розрахунок освітлювальних навантажень	16
2.3. Визначення результуючих навантажень.....	17
2.4. Побудова картограми навантажень та визначення теоретичного центру навантажень	18
2.5. Вибір кількості та потужності трансформаторів ТП з врахуванням компенсації реактивної потужності	18
2.6. Компенсація реактивної потужності.....	20
2.7. Визначення електричних навантажень на вищих рівнях СЕП.....	20
2.8. Проєктування мережі живлення підприємства	21
2.9. Проєктування внутрішньої розподільної мережі.....	21
2.10. Розрахунок струмів короткого замикання.....	23
2.11. Вибір апаратури	23
2.11.1. Вибір комплектних розподільчих пристроїв.....	23
2.11.2. Вибір роз'єднувачів	24
2.11.3. Вибір вимикачів навантаження та запобіжників	24
2.12. Розрахунок низьковольтної мережі цеху	25
2.12.1. Вибір схеми електропостачання.....	25
2.12.2. Розрахунок струмів короткого замикання в мережі 0,4 кВ	27
2.12.3. Вибір трансформаторів струму.....	30
2.12.4. Вибір автоматичних вимикачів	31
2.12.5. Вибір рубильників	32
2.13. Проєктування освітлювальної мережі	32
РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНОК СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ДЛЯ ВЛАСНИХ ПОТРЕБ ЗАВОДУ	34
РОЗДІЛ 4 СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЄКТУВАННЯ (САПР).....	36
РОЗДІЛ 5 ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА.....	38
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	39
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	40
ДОДАТКИ	42
Додаток А Використані методики.....	42
Додаток Б Специфікації та переліки посилань	70

					ЛНТУ.971012.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Карпик О.М.				Електропостачання заводу залізобетонних виробів встановленою потужністю 2120 кВт. Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірів	Добровольська ЛН					Д	6	69
Реценз.						ФАБЕ, гр ЕЕ-41		
Н.контр	Ващелюк Ю.І.							
Затвердив	Волинець В.І.							

ВСТУП

Сучасне промислове будівництво та розвиток інфраструктури неможливі без стабільного функціонування підприємств будівельної індустрії, серед яких ключове місце посідають заводи залізобетонних виробів. Даний дипломний проєкт присвячений розробці системи електропостачання заводу залізобетонних виробів із загальною встановленою потужністю 2120 кВт. Проєктоване підприємство є складним енергоємним об'єктом, що спеціалізується на випуску широкого асортименту конструкцій, включаючи фундаментні блоки, плити перекриття, колони та ригелі. Основним призначенням заводу є забезпечення будівельних майданчиків регіону високоякісними збірними конструкціями, що вимагає безперервності технологічних процесів та високої точності дозування компонентів. Виробнича потужність підприємства розрахована на значні обсяги випуску продукції, що зумовлює високу щільність електричних навантажень та необхідність впровадження енергоефективних рішень на етапі розподілу електроенергії.

Режим роботи підприємства встановлюється як тризмінний з безперервним циклом у критичних вузлах виробництва, що вимагає від системи електропостачання високого рівня надійності. Більшість споживачів заводу за надійністю електропостачання відносяться до другої категорії, проте окремі агрегати, такі як насосні станції пожежогасіння та системи аварійної вентиляції, класифікуються за першою категорією. Технологічні особливості виробництва залізобетону включають стадії підготовки бетонної суміші, виготовлення арматурних каркасів, безпосереднього формування виробів та їх наступної термічної обробки в пропарювальних камерах. Кожна з цих стадій характеризується специфічними режимами енергоспоживання, наявністю потужних електродвигунів, зварювального обладнання та систем автоматизації. Враховуючи загальну потужність 2120 кВт, особлива увага при проєктуванні приділяється вибору раціональної напруги живлення, схемі розподілу енергії всередині заводу, а також питанням компенсації реактивної потужності для забезпечення нормативних показників якості електроенергії на шинах споживачів..

					ЛНТУ.971012.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

РОЗДІЛ 1

КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ПРОЄКТУВАННЯ

Організаційна та виробнича структура заводу залізобетонних виробів побудована за принципом послідовного технологічного ланцюга, що забезпечує максимальну ефективність взаємодії між окремими підрозділами. Головним виробничим вузлом підприємства є бетонозмішувальний цех, де зосереджені процеси приймання, зберігання та переробки сировинних матеріалів, таких як цемент, щебінь та пісок. У цьому цеху відбувається автоматизоване дозування компонентів та приготування бетонних сумішей різних марок, які згодом транспортуються до місць формування. Електрообладнання даного підрозділу представлене потужними приводами змішувачів, конвеєрними лініями та елеваторами, що створює значне та стабільне навантаження на мережу. Важливу роль відіграє система автоматики, яка контролює пропорції складників, забезпечуючи стабільну якість вихідного продукту для всього заводу.

Наступним важливим елементом є арматурний цех, де здійснюється підготовка сталевих елементів для майбутніх залізобетонних конструкцій. Тут виконуються операції з правлення, різання та гнуття арматури, а також зварювання сіток і просторових каркасів. Специфікою даного цеху є наявність великої кількості зварювальних апаратів та машин контактного зварювання, які створюють різкозмінні навантаження та зумовлюють виникнення нелінійних спотворень у електричній мережі. Для забезпечення довговічності виробів та їх відповідності проєктним навантаженням арматурний цех оснащений сучасними верстатами з числовим програмним керуванням, що вимагає високої якості напруги та захисту від імпульсних перешкод.

Формувальний цех представляє собою основний майданчик, де бетонна суміш поєднується з арматурними каркасами у спеціальних формах. Тут застосовуються вібромайданчики та глибинні вібратори для ущільнення суміші, що супроводжується

					ЛНТУ.971012.000 ПЗ		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив	Карпик О.М.				Електропостачання заводу залізобетонних виробів встановленою потужністю 2120 кВт. Пояснювальна записка	Літ.	Арк.
Перевірів	Добровольська Л.Н.					Д	8
Реценз.							5
Н.контр	Ващелюк Ю.І.					ФАБЕ, гр ЕЕ-41	
Затвердив	Волинець В.І.						

значними пусковими струмами електродвигунів. Технологічний потік у цьому цеху організований за допомогою мостових кранів та бетоноукладачів, які забезпечують переміщення форм та готової маси. Електричне господарство формувального цеху характеризується розгалуженою мережею силових щитів та систем керування підйомно-транспортним обладнанням, що працює в умовах підвищеної вібрації.

Цех теплової обробки безпосередньо прилягає до формувального дільниці та забезпечує прискорене твердіння бетону в пропарювальних камерах або за допомогою електропрогріву. Енергоспоживання цього підрозділу пов'язане з роботою потужних вентиляторів циркуляції повітря, насосів подачі теплоносія та систем автоматичного регулювання температури і вологості. Використання методів електротермії для інтенсифікації твердіння може суттєво збільшувати пікові навантаження заводу, що враховується при розрахунку загальної потужності трансформаторних підстанцій та виборі перерізів кабельних ліній.

Склад готової продукції виконує функцію фінальної ланки, де вироби проходять технічний контроль та відвантажуються замовникам. Основними споживачами електроенергії тут є козлові та баштові крани, а також системи зовнішнього та внутрішнього освітлення великих площ. Електрична мережа складу повинна бути спроектована з урахуванням значних відстаней між точками підключення та необхідності живлення мобільних вантажопідйомних механізмів через тролейні лінії або гнучкі кабелі.

Ремонтно-механічний цех забезпечує технічну підтримку всього обладнання заводу та виготовлення нових металевих форм. Тут зосереджений верстатний парк, що включає токарні, фрезерні та свердлильні машини, а також дільниці для відновлення зношених вузлів. Навантаження цього цеху є менш регулярним, проте критично важливим для мінімізації простоїв основного виробництва у разі аварійних ситуацій.

Компресорна станція завершує структуру підприємства, забезпечуючи всі цехи стисненим повітрям для роботи пневмоінструменту, приводів затворів та систем аерації в силосах цементу. Компресорні установки є одними з найбільш потужних одиниць обладнання на заводі, часто оснащуються синхронними двигунами, які

					ЛНТУ.971012.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

можуть використовуватися як засоби компенсації реактивної потужності в загальній системі електропостачання підприємства.

Таблиця 1.1 - Характеристики об'єктів в таблиці

Назва	S, m^2	$P_{вст\Sigma}, кВт$
Бетонозмішувальний цех	1536	305,5
Арматурний цех	1344	295,2
Формувальний цех	1470	299,1
Цех теплової обробки	1470	295,2
Склад готової продукції	1470	305
Ремонтно-механічний цех	1344	306
Компресорна станція	1344	314
Всього	9978	2120

Бетонозмішувальний цех є технологічним ядром заводу, де здійснюється повний цикл приготування бетонної суміші, починаючи від приймання сировинних компонентів і закінчуючи видачею готового продукту на формовочні дільниці. Технологічний процес у цеху організований за вертикальною або партерною схемою, що забезпечує послідовне переміщення матеріалів під дією гравітації та механічних транспортних засобів. Першим етапом виробництва є завантаження цементу в силосні банки, що виконується за допомогою потужних пневмонагнітачів, які забезпечують герметичне транспортування в'язучого матеріалу трубопроводами. Це дозволяє мінімізувати втрати сировини та запобігти запиленню виробничих приміщень, що є критично важливим для дотримання екологічних норм та захисту електрообладнання від агресивного впливу дрібнодисперсного пилу.

Одночасно з підготовкою цементу відбувається подача інертних матеріалів, таких як пісок та щебінь різних фракцій. Для підйому цих матеріалів на верхні відмітки цеху, де розташовані витратні бункери, використовується ковшовий елеватор, який характеризується стабільною продуктивністю та високою енергоефективністю при вертикальному транспортуванні. Розподіл компонентів по відповідних відсіках бункерів здійснюється за допомогою стрічкового конвеєра, оснащеного скидальними пристроями, що дозволяє гнучко керувати запасами

					ЛНТУ.971012.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сировини залежно від поточної рецептури бетону. Точне дозування інертних матеріалів забезпечується роботою віброживильників, які розташовані під вихідними отворами бункерів та гарантують рівномірну подачу матеріалу на вагові термінали, що є запорукою стабільності міцнісних характеристик готових виробів.

Процес транспортування цементу безпосередньо до дозаторів виконується гвинтовими конвеєрами, які забезпечують високу точність подачі в'язучого за рахунок можливості плавного регулювання швидкості обертання шнека.

Наявність дрібнодисперсного пилу під час роботи дозаторів та змішувачів вимагає постійного функціонування відцентрового вентилятора системи аспірації, який створює необхідне розрідження в зонах пилоутворення та очищує повітря через систему фільтрів. Це обладнання відіграє ключову роль у забезпеченні санітарно-гігієнічних умов праці та запобіганні передчасному зносу механічних вузлів цеху.

Основним етапом виробництва є безпосереднє перемішування компонентів, яке здійснюється у двох планетарних бетонозмішувачах. Використання двох паралельних агрегатів дозволяє забезпечити високу продуктивність цеху та надійність виробничого циклу, оскільки вихід з ладу одного змішувача не зупиняє роботу всього заводу. Планетарний механізм змішування гарантує однорідність суміші навіть при використанні жорстких бетонних складів.

Фінальним етапом процесу є транспортування готового бетону до роздаткових бункерів або бетоноукладачів, що виконується за допомогою скіпового підйомника.

Цей механізм працює в циклічному режимі з високою інтенсивністю пусків і гальмувань, що створює специфічні вимоги до пускової апаратури та захисту електродвигуна від перегріву.

Весь процес керується автоматизованою системою, яка синхронізує роботу всіх дев'яти механізмів, забезпечуючи оптимальне використання встановленої потужності 2120 кВт та мінімізацію питомих витрат електроенергії на одиницю продукції.

Електропостачання підприємства здійснюється від шин напругою 10 кВ існуючої ТП-10/0,4 кВ, відстань до якої становить 0,65 км. Потужність КЗ на шинах джерела живлення дорівнює 80 МВА.

					ЛНТУ.971012.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.2 – Перелік обладнання

Назва	n	$P_{\text{вст}}$
Пневмонагнітач цементу ПН-600	2	15
Гвинтовий конвеєр (шнек) ГК-200	3	11
Ковшовий елеватор (норія) ЛГ-150	4	18,5
Стрічковий конвеєр СМ-80	3	15
Відцентровий вентилятор ВЦ-14-46	4	10
Вібровживильник інертних ВЖ-10	1	11
Планетарний бетонозмішувач ПБ-1600	2	18
Планетарний бетонозмішувач ПБ-1500	1	18
Скіповий підйомник СП-2000	1	18,5

Реактивна потужність, дозволена енергосистемою, становить 250 кВАр
Загальна територія підприємства становить 45150 м², площа будівель складає 9978 м

					ЛНТУ.971012.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2

ОСНОВНІ ПРОЄКТНІ РІШЕННЯ

2.1. Розрахунок силового електричних навантажень

Результати розрахунків електричних навантажень зведемо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1- Результати розрахунків

Назва електроприймача		$P_{\text{ном}}$	n	$P_{\text{вст}}$	$K_{\text{в}}$	$\cos\varphi$	$\text{tg}\varphi$	m	n	$K_{\text{м}}$	$P_{\text{ср.зм, кВт}}$	$Q_{\text{ср.зм, квар}}$	$P_{\text{р кВт}}$	$Q_{\text{р кВАр}}$
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Група А	Пневмонагнітач цементу ПН-600	15	2	30	0,5	0,82	0,70	1,85	8	1,51	15,00	10,47	78,99	36,95
	Гвинтовий конвеєр (шнек) ГК-200	11	2	22	0,4	0,8	0,75				8,80	6,60		
	Ковшовий елеватор (норія) ЛГ-150	18,5	2	37	0,45	0,83	0,67				16,65	11,19		
	Стрічковий конвеєр СМ-80	15	2	30	0,4	0,81	0,72				12,00	8,69		
	Електроприймачі з постійним графіком навантаження													
	Відцентровий вентилятор ВЦ-14-46	10	2	20	0,82	0,75	0,88 191 710 4				16,40	14,46	16,40	14,46
всього			10	139							68,85	51,41	95,39	51,41

					ЛНТУ.971012.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Карпик О.М.				Електропостачання заводу залізобетонних виробів встановленою потужністю 2120 кВт. Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив	Добровольська Л.Н.					Д	13	21
Реценз.						ФАБЕ, гр ЕЕ-41		
Н.контр	Васцелюк Ю.І.							
Затвердив	Волинець В.І.							

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Група Б	Гвинтовий конвеєр (шнек) ГК-200	11	1	11	0,4	0,8	0,75	1,85	9	1,60	4,40	3,30	80,60	33,93
	Віброживильник інертних ВЖ-10	11	1	11	0,3	0,8	0,75				3,30	2,48		
	Ковшовий елеватор (норія) ЛГ-150	18,5	2	37	0,45	0,83	0,67				16,65	11,19		
	Стрічковий конвеєр СМ-80	15	1	15	0,4	0,81	0,72				6,00	4,34		
	Планетарний бетонозмішувач ПБ-1600	18	2	36	0,3	0,85	0,62				10,80	6,69		
	Планетарний бетонозмішувач ПБ-1500	18	1	18	0,3	0,85	0,62				5,40	3,35		
	Скіповий підйомник СП-2000	18,5	1	18,5	0,2	0,82	0,70				3,70	2,58		
	Електроприймачі з постійним графіком навантаження													
	Відцентровий вентилятор ВЦ-14-46	10	2	20	0,82	0,75	0,75				16,40	12,30	16,40	12,30
всього Б			11	166,5							66,65	46,23	97,00	46,23
ВСЬОГО по цеху			21	305,5							135,50	97,6	192,3	97,64

Результати розрахунків силового навантаження по підприємству в цілому зведемо в таблицю 2.2.

					ЛНТУ.971012.000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2 - Результати розрахунків

Назва	P_H кВт	$P_{сер.зм}$ кВт	$Q_{сер.зм}$ кВАр	$S_{сер.зм}$ кВА	P_p кВт	Q_p кВАр	S_p кВА
Бетонозмішувальний цех	305,50	135,50	97,64	167,04	192,39	97,64	215,82
РП 1	139,00	68,85	51,41	85,93	95,39	51,41	108,36
РП 2	166,50	66,65	46,23	81,11	97,00	46,23	107,46
Арматурний цех	295,20	147,60	95,94	176,04	191,88	105,53	218,99
РП 1	153,50	76,75	49,89	91,54	99,78	54,88	113,87
РП 2	141,70	70,85	46,05	84,50	92,10	50,66	105,11
Цех теплової обробки	299,10	89,73	58,32	107,02	139,98	64,16	153,98
РП 1	155,53	62,21	40,44	74,20	97,05	44,48	106,76
РП 2	143,57	57,43	37,33	68,49	89,59	41,06	98,55
Формувальний цех	295,20	88,56	57,56	105,62	138,15	63,32	151,97
РП 1	153,50	61,40	39,91	73,23	95,79	43,90	105,37
РП 2	141,70	56,68	36,84	67,60	88,42	40,53	97,26
Склад готової продукції	305,00	122,00	79,30	145,51	190,32	87,23	209,36
РП 1	158,60	63,44	41,24	75,66	98,97	45,36	108,87
РП 2	146,40	58,56	38,06	69,84	91,35	41,87	100,49
Ремонтно-механічний цех	306,00	91,80	59,67	109,49	143,21	65,64	157,53
РП 1	159,12	63,65	41,37	75,91	99,29	45,51	109,22
РП 2	146,88	58,75	38,19	70,07	91,65	42,01	100,82
Компресорна станція	314,00	94,20	61,23	112,35	113,04	67,35	131,58
РП 1	163,28	81,64	53,07	97,37	97,97	58,37	114,04
РП 2	150,72	75,36	48,98	89,88	90,43	53,88	105,27
Всього	2120,00	769,39	509,67	922,89	1108,98	550,87	1239,24

2.2. Розрахунок освітлювальних навантажень

Результати розрахунку зведемо в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 -Результати розрахунків

Назва об'єкта	$F, \text{м}^2$	$h, \text{м}$	$P_{\text{норм}}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$	$P_o, \text{кВт}$	$K_{\text{пра}}$	K_n	$\cos \varphi$	$P_{p.o}, \text{кВт}$	$Q_{p.o}, \text{квар}$
Бетонозмішувальний цех	1536	5	11	16,90	1	0,85	0,95	14,36	4,72
Арматурний цех	1344	4	11	14,78	1	0,85	0,95	12,57	4,13
Формувальний цех	1470	6	10	14,70	1	0,85	0,95	12,50	4,11
Цех теплової обробки	1470	4	8,1	11,91	1	0,85	0,95	10,12	3,33
Склад готової продукції	1470	6	10	14,70	1	0,85	0,95	12,50	4,11
Ремонтно-механічний цех	1344	6	9	12,10	1	0,85	0,95	10,28	3,38
Компресорна станція	1344	4	8,1	10,89	1	0,85	0,95	9,25	3,04
Зовнішнє	45150		0,12	5,42	0,95	1	0,95	5,42	1,78
Всього	9978			101,39				86,99	28,59

2.3. Визначення результуючих навантажень

Результати розрахунків $P_{вст\Sigma}$, зведемо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 -Результати розрахунків

Назва об'єкта		$P_{вст\Sigma}, \text{кВт}$	$P_{ср.зм\Sigma}, \text{кВт}$	$Q_{ср.зм\Sigma}, \text{квар}$	$S_{ср.зм\Sigma}, \text{кВА}$	$P_{p\Sigma}, \text{кВт}$	$Q_{p\Sigma}, \text{квар}$	$S_{p\Sigma}, \text{кВА}$
Бетонозмішувальний цех	РП 1	155,90	83,21	56,13	100,37	95,39	51,41	108,36
	РП 2	166,50	66,65	46,23	81,11	111,36	50,95	122,47
	Σ	322,40	149,86	102,36	181,49	206,76	102,36	230,83
Арматурний цех	РП 1	153,50	76,75	49,89	91,54	99,78	54,88	113,87
	РП 2	156,48	83,41	50,18	97,35	104,67	54,79	118,14
	Σ	309,98	160,17	100,07	188,89	204,45	109,66	232,01
Формувальний цех	РП 1	155,53	62,21	40,44	74,20	97,05	44,48	106,76
	РП 2	158,27	69,92	41,43	81,28	102,08	45,17	111,63
	Σ	313,80	132,14	81,87	155,44	199,13	89,65	218,38
Цех теплової обробки	РП 1	153,50	61,40	39,91	73,23	95,79	43,90	105,37
	РП 2	153,60	66,80	40,17	77,95	98,54	43,85	107,86
	Σ	307,11	128,20	80,08	151,16	194,33	87,75	213,22
Склад готової продукції	РП 1	158,60	63,44	41,24	75,66	98,97	45,36	108,87
	РП 2	161,10	71,06	42,17	82,63	103,85	45,98	113,57
	Σ	319,70	134,50	83,41	158,26	202,82	91,34	222,43
Ремонтно-механічний цех	РП 1	159,12	63,65	41,37	75,91	99,29	45,51	109,22
	РП 2	158,98	69,03	41,57	80,58	101,93	45,39	111,58
	Σ	318,10	132,68	82,94	156,47	201,23	90,90	220,80
Компресорна станція	РП 1	163,28	81,64	53,07	97,37	97,97	58,37	114,04
	РП 2	161,61	84,61	52,03	99,33	99,69	56,92	114,79
	Σ	324,89	166,25	105,09	196,68	197,65	115,30	228,82
Зовнішнє		5,42	5,42	1,78	5,70	5,42	1,78	5,70
Всього		2221,39	1009,21	637,60	1194,09	1411,77	688,74	1572,21

2.4. Побудова картограми навантажень та визначення теоретичного центру навантажень

Результати розрахунків зведемо в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 -Результати розрахунків

Назва об'єкта	x, м	y, м	$Q_{P\Sigma} \cdot x$	$Q_{P\Sigma} \cdot y$	r	α	$P_{P\Sigma} \cdot x$	$P_{P\Sigma} \cdot y$
Бетонозмішувальний цех	39,6	168	9141	38779	57	25	8188	34735
Арматурний цех	38,4	140	8909	32482	57	22	7851	28622
Формувальний цех	38,4	102	8386	22275	56	23	7647	20312
Цех теплової обробки	38,4	38,4	8188	8188	56	19	7462	7462
Склад готової продукції	79,6	38,4	17706	8541	57	22	16144	7788
Ремонтно-механічний цех	181,6	56,4	40098	12453	57	18	36543	11349
Компресорна станція	181,6	26,4	41554	6041	56	17	35894	5218
Ца	84,8	81,8						
Цр	194,5	187,0						
Всього			133981	128760			119728	115487

2.5. Вибір кількості та потужності трансформаторів ТП з врахуванням компенсації реактивної потужності

Вибір кількості та номінальної потужності силових трансформаторів трансформаторної підстанції (ТП) здійснюється на основі розрахункових електричних навантажень споживачів з урахуванням режимів їх роботи, категорії надійності електропостачання, а також заходів з компенсації реактивної потужності. Метою такого вибору є забезпечення надійного, економічно доцільного та енергоефективного електропостачання.

Результати вибору силових трансформаторів запишемо в таблицю 2.6:

					ЛНТУ.971012.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.6 -Результати розрахунків

Показник	І група	
	I	II
$P_{\text{ср.3м}\Sigma}, \text{кВт}$	1009,21	1009,21
$Q_{\text{ср.3м}\Sigma}, \text{кВАр}$	637,60	637,60
$S_{\text{ср.3м}\Sigma}, \text{кВА}$	1194,09	1194,09
$F, \text{м}^2$	9978	9978
Тип трансформатора	ТМ-630	ТМ-1000
$N_{\text{мін}}, \text{шт.}$	2,00	1,26
$N_{\text{опт}}, \text{шт.}$	3,0	2,0
$Q_{\text{max T}}, \text{кВАр}$	1125,89	1241,57
$Q_{\text{НБК1}}, \text{кВАр}$	0,0	0,0
K_{p1}	11	11
K_{p2}	27	27
γ	0,29	0,29
$Q_{\text{НБК2}}, \text{квар}$	89,50	57,60
$Q_{\text{НБК}}, \text{квар}$	89,50	57,6
Тип НБК	УКМ58-0.4-40/2,5	УКМ58-0.4-25/2,5
$\Delta P_X, \text{кВт}$	2,27	3,3
$\Delta P_K, \text{кВт}$	7,6	11,6
$\Delta W, \text{тис.кВт}\cdot\text{год}$	34,685	43,445
$C_e, \text{тис.грн.}$	343,380	430,102
$K, \text{тис.грн.}$	1547,310	1419,096
$З, \text{тис.грн.}$	536,793	607,489
Перевірка трансформаторів на можливість перевантаження в аварійному режимі	$1,4 \cdot 630 = 882 \text{кВА} > \frac{2 \cdot (1 - 0,35) \cdot 1194,09}{2}$ $= 597 \text{кВА.}$	

2.6. Компенсация реактивной мощности

Результаты расчетов зведемо в таблицю 2.7.

Таблица 2.7 -Результаты расчетов

Показник	Значения
$Q_{\text{ср.змс}}, \text{квар}$	637,60
$Q_{\text{емах}}, \text{квар}$	250
$Q_{\text{НБКф}}, \text{квар}$	80
$\Delta Q_{\text{T}}, \text{квар}$	33
$K_{\text{НС}}$	0,75
$Q_{\text{M1}}, \text{квар}$	478,20
$Q_{\text{K1}}, \text{квар}$	228,20
$Q_{\text{НСТ}}, \text{квар}$	623,60
$Q_{\text{ВБК}}, \text{квар}$	214,20
Тип НБК	УКМ58-0.4-150/2,5

2.7. Визначення електричних навантажень на вищих рівнях СЕП

Результаты расчетов електричних навантажень на вищих рівнях СЕП зведемо в таблицю 2.8

Таблица 2.8 - Результаты расчетов

Розрахункове навантаження	Значения
$P_{\text{ср.змс}} \text{кВт}$	1009,21
$Q_{\text{ср.змс}} \text{квар}$	637,60
$Q_{\text{НБК}} \text{квар}$	300
$P_{\text{p3}} \text{кВт}$	1009,21
$Q_{\text{p3}} \text{квар}$	337,60
$S_{\text{p3}} \text{кВА}$	1064,18
$\Delta P_{\text{T}} \text{кВт}$	21,28
$\Delta Q_{\text{T}} \text{квар}$	106,42
$P_{\text{p4}} \text{кВт}$	1030,50
$Q_{\text{p4}} \text{квар}$	444,02
$S_{\text{p4}} \text{кВА}$	1122,08

2.8. Проектування мережі живлення підприємства

Результати розрахунків живлячих ліній АПвЕгаПу-10 (Одескабель)зведемо в таблицю 2.9

Таблиця 2.9 - Результати розрахунків

$F, \text{мм}^2$	$I_{\text{доп}}, \text{А}$	$I'_{\text{доп}}, \text{А}$	$r_0, \frac{\text{Ом}}{\text{км}}$	$x_0, \frac{\text{Ом}}{\text{км}}$	$\Delta U_{\text{норм}}, \text{В}$	$\Delta U_{\text{норм}}, \%$	$\Delta U_{\text{ПAB}}, \%$	$K_{\text{ЗЛ}}$	$\Delta P_{\text{Н}}, \text{кВт}$	$\Delta P_{\text{Д}}, \text{кВт}$	$C_e, \text{тис. грн.}$	$З, \text{тис. грн.}$	$K, \text{тис. грн.}$
35	115	118,45	0,89	0,095	28,04	0,28	0,56	0,273	24,35	1,820937	82,7773	160,777	624
50	140	144,2	0,63	0,09	20,35	0,20	0,41	0,273	24,35	1,820937	82,7773	176,408	942,5
70	165	169,95	0,45	0,086	15,01	0,15	0,30	0,225	25,54	1,288978	58,5951	178,679	1094,6
95	205	211,15	0,33	0,083	11,44	0,11	0,23	0,191	25,34	0,920698	41,8536	187,993	1258,4
120	216	222,48	0,258	0,081	9,30	0,09	0,19	0,153	28,69	0,675179	30,6927	210,871	1495
150	246	253,38	0,206	0,79	23,30	0,23	0,47	0,146	24,90	0,527867	23,9961	243,410	1794
185	275	283,25	0,167	0,077	6,56	0,07	0,13	0,114	26,13	0,341681	15,5323	278,782	2106
240	314	323,42	0,115	0,075	5,00	0,05	0,10	0,100	23,46	0,23529	10,6959	332,446	2574

Обераємо АПвЕгаПу-10 (Одескабель) 3х35

2.9. Проектування внутрішньої розподільної мережі

Вибір ліній схем внутрішнього електропостачання кабелем ВББШв (ЗЗКМ) та ПР11-7065 (Електроград) проведемо в таблиці 2.10 та 2.11

Таблиця 2.10 - Результати розрахунків

Назва КЛ	n	$S_{p\Sigma}, \text{кВА}$	$I_p, \text{А}$	$I_{n.ав}, \text{А}$	$l, \text{км}$	S	$I_{\text{доп}}, \text{А}$	$I'_{\text{доп}}, \text{А}$	$I''_{\text{доп}}, \text{А}$	$r_0, \frac{\text{Ом}}{\text{км}}$	$x_0, \frac{\text{Ом}}{\text{км}}$	$\Delta U_{\text{нор}}, \%$	$\Delta U_{\text{ПAB}}, \%$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ТП-РП1.1	2	108,36	82,32	164,64	0,09	35	175	180	189	0,570	0,0600	1,66	3,32
ТП-РП1.2	2	122,47	93,03	186,07	0,108	35	175	180	189	0,570	0,0600	2,25	4,51
ТП-РП2.1	2	113,87	86,51	173,01	0,12	35	175	180	189	0,570	0,0600	2,33	4,66
ТП-РП2.2	2	118,14	89,75	179,50	0,138	35	175	180	189	0,570	0,0600	2,78	5,55
ТП-РП3.1	2	106,76	81,10	162,21	0,108	35	175	180	189	0,570	0,0600	1,96	3,93

Продовження таблиці 2.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ТП-РП3.2	2	111,63	84,80	169,60	0,09	35	175	180	162	0,800	0,0700	1,71	3,42
ТП-РП4.1	2	105,37	80,05	160,09	0,132	25	150	155	162	0,800	0,0700	3,28	6,57
ТП-РП4.2	2	107,86	81,94	163,87	0,132	35	175	180	189	0,570	0,0600	2,43	4,85
ТП-РП5.1	2	108,87	82,70	165,41	0,126	35	175	180	189	0,570	0,0600	2,34	4,67
ТП-РП5.2	2	113,57	86,28	172,55	0,132	35	175	180	189	0,570	0,0600	2,55	5,11
ТП-РП6.1	2	109,22	82,97	165,95	0,144	35	175	180	189	0,570	0,0600	2,68	5,36
ТП-РП6.2	2	111,58	84,77	169,53	0,09	35	175	180	189	0,570	0,0600	1,71	3,42
ТП-РП7.1	2	114,04	86,63	173,27	0,12	35	175	180	189	0,570	0,0600	2,33	4,66
ТП-РП7.2	2	114,79	87,21	174,41	0,102	35	175	180	189	0,570	0,0600	1,99	3,99

Таблиця 2.11 - Результати розрахунків

Назва	$S_{p\Sigma}$, $\kappa B A$	I_p , A	$I_{дон}$, A
Бетонозмішувальний цех	108,36	82,32	250
	122,47	93,03	250
Арматурний цех	113,87	86,51	250
	118,14	89,75	250
Формувальний цех	106,76	81,10	250
	111,63	84,80	250
Цех теплової обробки	105,37	80,05	250
	107,86	81,94	250
Склад готової продукції	108,87	82,70	250
	113,57	86,28	250
Ремонтно-механічний цех	109,22	82,97	250
	111,58	84,77	250
Компресорна станція	114,04	86,63	250
	114,79	87,21	250

2.10. Розрахунок струмів короткого замикання

$S_{кз} = .80$ МВА . Результати розрахунків запишемо в таблицю 2.12

Таблиця 2.12 - Результати розрахунків

Показник	Значення
$S_{кз}$ МВА	80
$\dot{X}_{C*}$	1,250
$\dot{X}_{КЛ1*}, \dot{X}_{КЛ2*}$	0,056
$\dot{X}_{КЛ12*}$	0,028
$\dot{X}_{рез*}$	1,278
I_6 кА	5,50
I_{n0} кА	4,302
k_y	1,4
i_y кА	8,518
$K_T \frac{A \cdot c^{1/2}}{MM^2}$	118
t_n с	0,25
F_{min} ММ2	18,2
B_K кА2·с	4,63

2.11. Вибір апаратури

2.11.1. Вибір комплектних розподільчих пристроїв

На стороні ТП 10 кВ застосовано камери КСО-399 (ТОВ "СЛАВГОР ЕНЕРГО УКРАЇНА") з вимикачами навантаження ВНВ-10/630-20з УЗ (Екватор) . Для резервування високовольтної частини прийнято шинний міст ШМР-1. Результати перевірки зводимо в таблицю 2.13. Розподільний вузол 0,4 кВ виконаний у вигляді двох збірних шин з панелями ЩО-70 (ЩО70-3А) (ТОВ «Енерго Aisen»).

					ЛНТУ.971012.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Таблиця 2.13 - Результати розрахунків

показник	Розрахункові дані
$U_{уст}, \text{кВ}$	10
$I_{норм}, \text{А}$	32,39
$I_{max}, \text{А}$	64,78
$i_y, \text{кА}$	8,518
$I_{n0} \text{кА}$	4,63

2.11.2. Вибір роз'єднувачів

Приймаємо роз'єднувачі обладнані заземлюючими ножами РВЗ-10/400 (Завод ПРБ). зведемо в таблицю 2.14

Таблиця 2.14 - Результати розрахунків

показник	Розрахункові дані
$U_{уст}, \text{кВ}$	10
$I_{норм}, \text{А}$	32,39
$I_{max}, \text{А}$	64,78
$i_y, \text{кА}$	8,518
$I_{n0} \text{кА}$	4,302
$B_K, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	4,63

2.11.3. Вибір вимикачів навантаження та запобіжників

Результати перевірки вимикачів навантаження типу ВН-РА 03П-10-630 (УкрЕлектрокомплект) та запобіжника ПКТ 113-10-80 (Аско-Укрем) таблицю 2.15.

Таблиця 2.15 - Результати розрахунків

показник	Розрахункові дані
$U_{уст}, \text{кВ}$	10
$I_{норм}, \text{А}$	32,39
$I_{max}, \text{А}$	64,78
$i_y, \text{кА}$	8,518
$I_{n0} \text{кА}$	4,302
$B_K, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	4,63

Таблиця 2.16 - Результати розрахунків

Показник	Розрахункові дані
$U_{уст}, \text{кВ}$	10
$I_{max}, \text{А}$	64,78
$I_{н0} \text{кА}$	4,302
$B_K, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	4,63

2.12. Розрахунок низьковольтної мережі цеху

2.12.1. Вибір схеми електропостачання

Результати вибору кабелів бетонозмішувального цеху зведемо в таблицю 2.17.

Таблиця 2.17 - Результати розрахунків

Назва електроприймача	$P_H, \text{кВт}$	$\cos \varphi$	$I, \text{А}$	$F, \text{мм}^2$	$I_{тр.доп}, \text{А}$	Кабель
1	2	3	4	5	6	7
Група А						
Пневмонагнітач цементу ПН-600	15	0,82	27,79	4	37	ВВГнгд-4х4
Гвинтовий конвеєр (шнек) ГК-200	11	0,8	20,89	2,5	28	ВВГнгд-4х2,5
Ковшовий елеватор (норія) ЛГ-150	18,5	0,83	33,86	4	37	ВВГнгд-4х4
Стрічковий конвеєр СМ-80	15	0,81	28,14	4	37	ВВГнгд-4х4
Відцентровий вентилятор ВЦ-14-46	10	0,75	20,26	2,5	28	ВВГнгд-4х2,5
Група Б						
Гвинтовий конвеєр (шнек) ГК-200	11	0,80	20,89	2,5	28	ВВГнгд-4х2,5
Вібровживильник інертних ВЖ-10	11	0,80	20,89	2,5	28	ВВГнгд-4х2,5
Ковшовий елеватор (норія) ЛГ-150	18,5	0,83	33,86	4	37	ВВГнгд-4х4
Стрічковий конвеєр СМ-80	15	0,81	28,14	4	37	ВВГнгд-4х4
Планетарний бетонозмішувач ПБ-1600	18	0,85	32,17	4	37	ВВГнгд-4х4
Планетарний бетонозмішувач ПБ-1500	18	0,85	32,17	4	37	ВВГнгд-4х4
Скіповий підйомник СП-2000	18,5	0,82	34,28	6	49	ВВГнгд-4х6
Відцентровий вентилятор ВЦ-14-46	10	0,75	20,26	2,5	28	ВВГнгд-4х2,5

					ЛНТУ.971012.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Результати перевірки кабелів за втратами напруги зведемо в таблицю 2.18.

Таблиця 2.18 - Результати розрахунків

Назва електроприймача	n	$r_0, \frac{\text{Ом}}{\text{км}}$	$x_0, \frac{\text{Ом}}{\text{км}}$	l, км	ΔU%	Кабель
Група А						
Пневмонагнітач цементу ПН-600	2	5	0,09	0,212	11,149	ВВГнгд-4х4
				0,218	11,465	ВВГнгд-4х4
				0,2	10,518	ВВГнгд-4х4
Гвинтовий конвеєр (шнек) ГК-200	2	8	0,09	0,23	14,135	ВВГнгд-4х2,5
				0,236	14,504	ВВГнгд-4х2,5
				0,2	12,291	ВВГнгд-4х2,5
Ковшовий елеватор (норія) ЛГ-150	2	5	0,09	0,246	15,949	ВВГнгд-4х4
				0,258	16,727	ВВГнгд-4х4
Стрічковий конвеєр СМ-80	2	5	0,09	0,212	11,155	ВВГнгд-4х4
				0,234	12,312	ВВГнгд-4х4
Відцентровий вентилятор ВЦ-14-46	2	8	0,09	0,248	13,876	ВВГнгд-4х2,5
				0,242	13,540	ВВГнгд-4х2,5
Група Б						
Гвинтовий конвеєр (шнек) ГК-200	2	8	0,09	0,212	13,029	ВВГнгд-4х2,5
				0,212	13,029	ВВГнгд-4х2,5
Віброживильник інертних ВЖ-10	2	8	0,09	0,224	13,766	ВВГнгд-4х2,5
				0,224	13,766	ВВГнгд-4х2,5
Ковшовий елеватор (норія) ЛГ-150	2	5	0,09	0,238	15,430	ВВГнгд-4х4
				0,244	15,819	ВВГнгд-4х4
Стрічковий конвеєр СМ-80	2	5	0,09	0,239	10,523	ВВГнгд-4х4
				0,239	10,523	ВВГнгд-4х4
Планетарний бетонозмішувач ПБ-1600	2	5	0,09	0,215	13,928	ВВГнгд-4х4
				0,221	13,928	ВВГнгд-4х4
Планетарний бетонозмішувач ПБ-1500	1	5	0,09	0,214	13,487	ВВГнгд-4х4
Скіповий підйомник СП-2000	1	3,33	0,09	0,219	9,519	ВВГнгд-4х6
Відцентровий вентилятор ВЦ-14-46	2	8	0,09	0,241	13,484	ВВГнгд-4х2,5
				0,248	13,946	ВВГнгд-4х2,5

2.12.2. Розрахунок струмів короткого замикання в мережі 0,4 кВ

Розрахункова схема та схема заміщення короткозамкненого кола зображені на рисунках 2.1 та 2.2. Вихідні дані для розрахунку зведені в таблицю 2.19.

Таблиця 2.19 - Результати розрахунків

Показник	Значення
U_0 кВ	0,4
$I_{к10}$ кА	4,302
U_{c10} кВ	10,5
$S_{ном.Т}$ кВА	630
ΔP_k кВт	7,6
u_k %	5,5

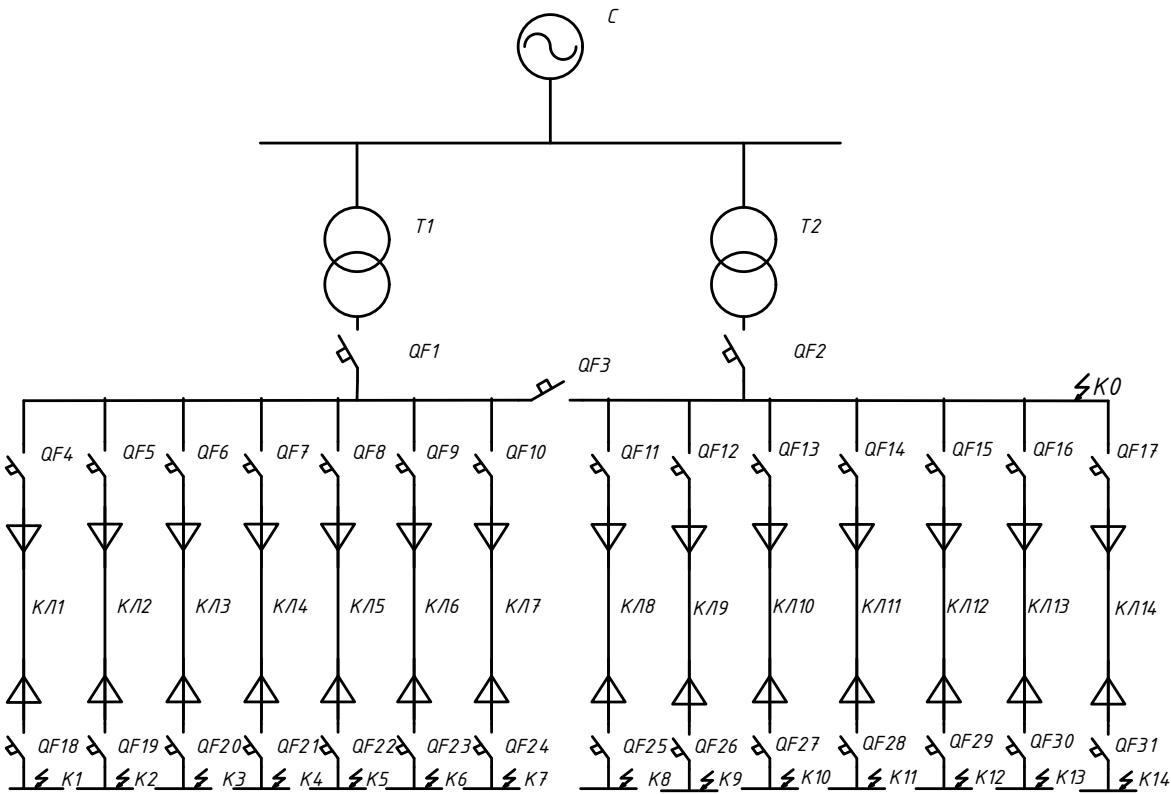


Рисунок 2.1- Розрахункова схема

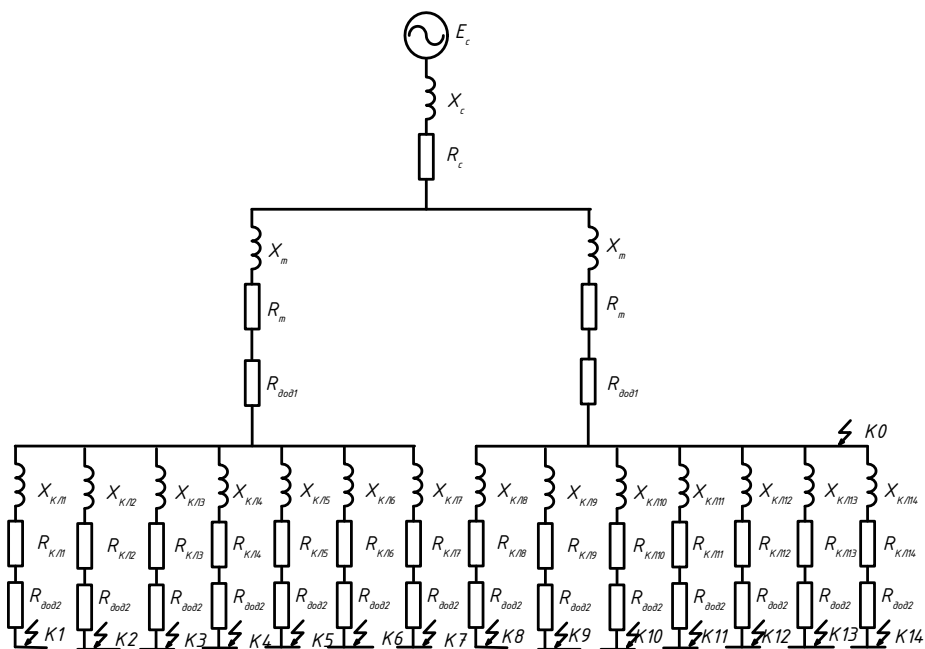


Рисунок 2.2 - Схема заміщення короткозамкненого кола

Розрахуємо струми КЗ, результати розрахунків зведемо в таблицю 2.20.

Таблиця 2.20 - Результати розрахунків

Показник	Значення
R_C Ом	0,579
X_C Ом	1,409
$\dot{R}_C$ мОм	0,840
$\dot{X}_C$ мОм	2,045
$\dot{R}_T$ мОм	3,064
$\dot{X}_T$ мОм	13,968
$\dot{R}_{рез0}$ мОм	18,903
$\dot{X}_{рез0}$ мОм	16,013
$Z_{рез0}$ мОм	24,774
I_K кА	9,322
k_y —	1,05
i_y кА	13,842

Результати розрахунків опорів зведемо в таблицю 2.21.

Таблиця 2.21 - Результати розрахунків

Назва кабельної лінії	l , км	r_0 , $\frac{\text{Ом}}{\text{км}}$	R , мОм	x_0 , $\frac{\text{Ом}}{\text{км}}$	X , мОм
ТП-РП1.1	0,09	0,570	51,3	0,0600	5,4
ТП-РП1.2	0,108	0,570	61,56	0,0600	6,48
ТП-РП2.1	0,12	0,570	68,4	0,0600	7,2
ТП-РП2.2	0,138	0,570	78,66	0,0600	8,28
ТП-РП3.1	0,108	0,570	61,56	0,0600	6,48
ТП-РП3.2	0,09	0,800	51,3	0,0700	5,4
ТП-РП4.1	0,132	0,800	105,6	0,0700	9,24
ТП-РП4.2	0,132	0,570	75,24	0,0600	7,92
ТП-РП5.1	0,126	0,570	71,82	0,0600	7,56
ТП-РП5.2	0,132	0,570	75,24	0,0600	7,92
ТП-РП6.1	0,144	0,570	82,08	0,0600	8,64
ТП-РП6.2	0,09	0,570	51,3	0,0600	5,4
ТП-РП7.1	0,12	0,570	68,4	0,0600	7,2
ТП-РП7.2	0,102	0,570	58,14	0,0600	6,12

Результати розрахунку струмів зведемо в таблицю 2.22.

Таблиця 2.22 - Результати розрахунків

Точка КЗ	$R_{\text{дод}}$, мОм	$\dot{R}_{\text{рез}}$, мОм	$\dot{X}_{\text{рез}}$, мОм	$\dot{Z}_{\text{рез}}$, мОм	I_K , кА	i_y , кА	F_{min} , мм ²	Прийнятий переріз
1	2	3	4	5	6	7	8	9
K1	20	75,20	21,41	78,19	2,953	4,177	12,5	35
K2	20	85,46	22,49	88,37	2,613	3,696	11,1	35
K3	20	92,30	23,21	95,18	2,426	3,431	10,3	35
K4	20	102,56	24,29	105,40	2,191	3,099	9,3	35
K5	20	85,46	22,49	88,37	2,613	3,696	11,1	35
K6	20	75,20	21,41	78,19	2,953	4,177	12,5	35
K7	20	129,50	25,25	131,94	1,750	2,475	7,4	25
K8	20	99,14	23,93	101,99	2,264	3,202	9,6	35
K9	20	95,72	23,57	98,58	2,343	3,313	9,9	35
K10	20	99,14	23,93	101,99	2,264	3,202	9,6	35

					ЛНТУ.971012.000 ПЗ			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				29

Продовження таблиці 2.22

1	2	3	4	5	6	7	8	9
K11	20	105,98	24,65	108,81	2,122	3,001	9,0	35
K12	20	75,20	21,41	78,19	2,953	4,177	12,5	35
K13	20	92,30	23,21	95,18	2,426	3,431	10,3	35
K14	20	82,04	22,13	84,98	2,718	3,843	11,5	35

2.12.3. Вибір трансформаторів струму

Для розрахункового обліку встановлюємо лічильники LZQJ-XC (EMH). Для технічного обліку, встановлюємо амперметри DE-72 (Dixsen). Для розрахункового та технічного обліку трансформатори струму CTR (ETI) та BH-0.66 (CHINT) з коефіцієнтом трансформації 2000/5 та 200/5 відповідно.

Результати перевірки зведемо в таблицю 2.23. та 2.24 т

Таблиця 2.23 – Перевірка трансформаторів струму для розрахункового обліку

Показник	Значення
$U_{уст}, \text{кВ}$	0,4
$I_{норм}, \text{А}$	907,12
$I_{max}, \text{А}$	1814,23
$i_y, \text{кА}$	13,842
$I_{п0}, \text{кА}$	9,322
$B_K, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	21,72
$z_2, \text{Ом}$	0,255
$U_{уст}, \text{кВ}$	0,4
$I_{max}, \text{А}$	186,07
$i_y, \text{кА}$	3,696
$B_K, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	1,71
$z_2, \text{Ом}$	0,115

2.12.4. Вибір автоматичних вимикачів

Результати вибору та перевірки зведемо в таблицю 2.25

Таблиця 2.25 - Результати розрахунків

Назва	Тип вимикача	$I_{номрозщ}, A$	$I_{грвимк}, kA$	$I_{ном}, A$	I_{max}, A	I_K, A
QF1	NXM-1600	1600	0	907,12	1814,23	9,322
QF2	NXM-1600	1600	0	907,12	1814,23	9,322
QF3	NXM-1600	1600	0	907,12	1814,23	9,322
QF4	NXM-250	200	36	82,32	164,64	2,953
QF5	NXM-250	200	36	82,32	164,64	2,953
QF6	NXM-250	200	36	93,03	186,07	2,613
QF7	NXM-250	200	36	93,03	186,07	2,613
QF8	NXM-250	200	36	86,51	173,01	2,426
QF9	NXM-250	200	36	86,51	173,01	2,426
QF10	NXM-250	200	36	89,75	179,50	2,191
QF11	NXM-250	200	36	89,75	179,50	2,191
QF12	NXM-250	200	36	81,10	162,21	2,613
QF13	NXM-250	200	36	81,10	162,21	2,613
QF14	NXM-250	200	36	84,80	169,60	2,953
QF15	NXM-250	200	36	84,80	169,60	2,953
QF16	NXM-250	200	36	80,05	160,09	1,750
QF17	NXM-250	200	36	80,05	160,09	1,750
QF18	NXM-250	200	36	81,94	163,87	2,264
QF19	NXM-250	200	36	81,94	163,87	2,264
QF20	NXM-250	200	36	82,70	165,41	2,343
QF21	NXM-250	200	36	82,70	165,41	2,343
QF22	NXM-250	200	36	86,28	172,55	2,264
QF23	NXM-250	200	36	86,28	172,55	2,264
QF24	NXM-250	200	36	82,97	165,95	2,122
QF25	NXM-250	200	36	82,97	165,95	2,122
QF26	NXM-250	200	36	84,77	169,53	2,953
QF27	NXM-250	200	36	84,77	169,53	2,953
QF28	NXM-250	200	36	86,63	173,27	2,426
QF29	NXM-250	200	36	86,63	173,27	2,426
QF30	NXM-250	200	36	87,21	174,41	2,718
QF31	NXM-250	200	36	87,21	174,41	2,718

2.12.5. Вибір рубильників

Результати вибору та перевірки рубильників PE19-41-31120 (TNSy (Techno Systems)) зведемо в таблицю 2.26.

Таблиця 2.26 - Результати розрахунків

Показник	Значення
$U_{уст}, \text{кВ}$	0,4
$I_{норм}, \text{А}$	907,12
$I_{max}, \text{А}$	1814,23
$i_y, \text{кА}$	13,842
$I_{n0}, \text{кА}$	9,322
$B_K, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	21,72

2.13. Проектування освітлювальної мережі

Вибір освітлювального обладнання та мережі проведемо методом додатку А. В таблицю 2.27 запишемо результати:

Таблиця 2.27 - Результати розрахунків

Параметри	Значення
1	2
a, м	48
b, м	32
s, м ²	1536
H _p м.	5
h _c м.	2
L _p м.	0,4
H _p м.	1
n _{св} , шт	6
n _p , рядів	9
l _a , м	2
l _b , м	-6,4
i	4,80
N _{св} , шт	54
Φ _{розр} , Лм	16565

Продовження таблиці 2.27

1	2
$\Phi_{\text{лампи}}$, Лм	16010
$\Delta\Phi$ %	3,46
P_0 кВт	2,56
$P_{p.0}$ кВт	2,176
Світильники	ДСП56У2ЕХ-120-342 У2
щит	Orion Plus FL102A (Hager)
АВ	$I_{ном} = 16 \text{ A};$
ввідний АВ	$I_{ном} = 63 \text{ A}.$
Кабель до світильників	ВВГнгд 3х2,5 $I_{тр.доп} = 25 \text{ A}$
Кабель до щита	ВВГнгд-3×10

РОЗДІЛ 3

РОЗРАХУНОК СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ДЛЯ ВЛАСНИХ ПОТРЕБ ЗАВОДУ

Даний розрахунок виконано для проєктування фотоелектричної системи, що інтегрується в існуючу мережу заводу з метою компенсації власного споживання та підвищення енергонезалежності об'єкта.

Місце встановлення: Відкрита територія (Open Area), Південний сектор.

Тип системи: Гібридна промислова ФЕУ з системою накопичення енергії (ESS).
Конструктивні особливості генераторного поля розраховані на максимальне використання наявної площі та оптимізацію кутів інсоляції.

Таблиця 3.1 - Технічні параметри фотоелектричного генератора

Найменування параметра	Одиниці виміру	Значення
Встановлена пікова потужність (DC)	кВт	140,00
Загальна корисна площа модулів	м²	604
Кількість фотоелектричних модулів	шт.	216
Кількість силових інверторів	од.	1
Кількість акумуляторних систем (ESS)	од.	1
Кут нахилу масиву	град.	15°
Азимут (орієнтація)	град.	210° (Пд-Зх)

Сумарний річний виробіток електроенергії: 153810 кВт·год. Обсяг енергії, спрямований через ESS: 3 110 кВт·год. Надлишкова енергія (експорт у мережу): 46 180 кВт·год.

Покриття потреб заводу. Аналіз співвідношення генерації та реального профілю навантаження підприємства: Загальне річне електроспоживання заводу: 261 705 кВт·год. Енергія СЕС, спожита безпосередньо заводом: 104 540 кВт·год.

					ЛНТУ.971012.000 ПЗ		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Електропостачання заводу залізобетонних виробів встановленою потужністю 2120 кВт. Пояснювальна записка		
Розробив	Карпик О.М.						
Перевірів	Добровольська ЛН						
Реценз.							
Н.контр	Ващелюк Ю.І.						
Затвердив	Волинець В.І.				ФАБЕ, гр ЕЕ-41		
					Літ.	Арк.	Аркушів
					Д	34	2

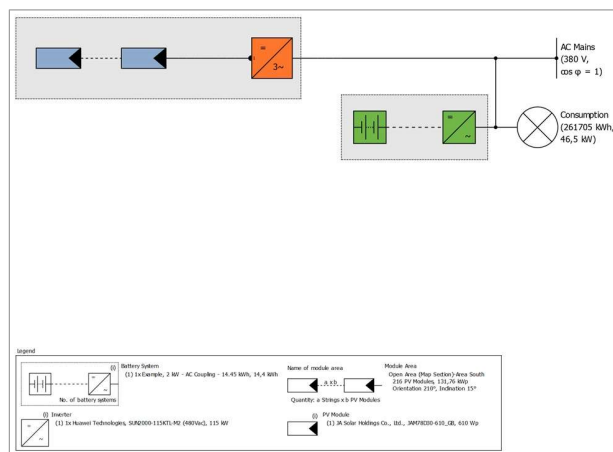


Рисунок 3.1 – Принципова схема підключення (Відображає зв'язок між ФЕ-полем, інвертором, акумуляторною системою та ГРІЩ заводу)

Максимальне зафіксоване пікове навантаження: 46,5 кВт. Коефіцієнт заміщення (Solar Fraction): ~40% від загального споживання забезпечується власною генерацією.

Фотоелектричні модулі- Виробник: JA Solar Holdings Co., Ltd. Модель: JAM78D30-610_GB (610 Вт, Bifacial/Monocrystalline). Проектна кількість: 220 шт. (включаючи технологічний запас).

Силові обладнання- Мережевий інвертор: Huawei Technologies SUN2000-115KTL-M2. Номінальна напруга AC: 480 В.

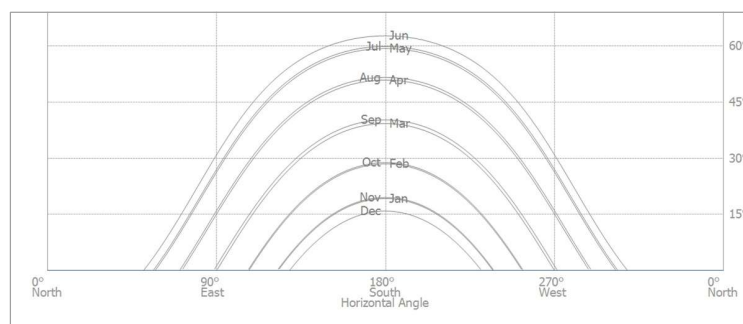


Рисунок 3.2 - План розміщення та 3D-модель (Візуалізація розташування 216 модулів на ділянці 604 м² з урахуванням затінь)

Встановлення СЕС потужністю 140 кВт дозволяє заводу компенсувати понад 100 МВт·год власного річного споживання, що суттєво знижує операційні витрати на оплату електроенергії за тарифами для юридичних осіб.

					ЛНТУ.971012.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

РОЗДІЛ 4

СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЄКТУВАННЯ (САПР)

Для отримання максимально точних прогнозних показників та оцінки динаміки енергетичних потоків було застосовано спеціалізоване програмне середовище PVSOL. Це дозволило врахувати погодинні метеодані (NASA/Meteonorm), специфіку затінення об'єктів та вольт-амперні характеристики обраного обладнання.

На основі алгоритмів PVSOL розраховано робочі точки системи при різних рівнях інсоляції та температурних режимах ФЕ-модулів.

- Прогнозна річна генерація: 153 810 кВт·год.
- Питома продуктивність: 1 098 кВт·год/кВт·пік.
- Продуктивність системи (Performance Ratio): 82–85% (з урахуванням втрат у DC/AC трактах).

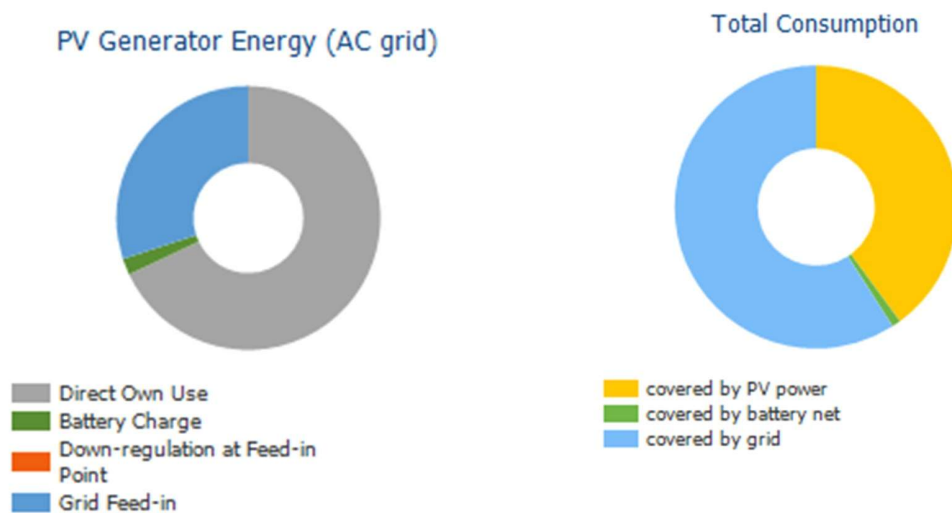


Рисунок 4.1 - Звіт за результатами симуляції енергетичних характеристик у PVSOL.

					ЛНТУ.971012.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Карпик О.М.				Електропостачання заводу залізобетонних виробів встановленою потужністю 2120 кВт. Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив	Добровольська ЛН					Д	36	2
Реценз.						ФАБЕ, гр ЕЕ-41		
Н.контр	Вашелюк Ю.І.							
Затвердив	Волинець В.І.							

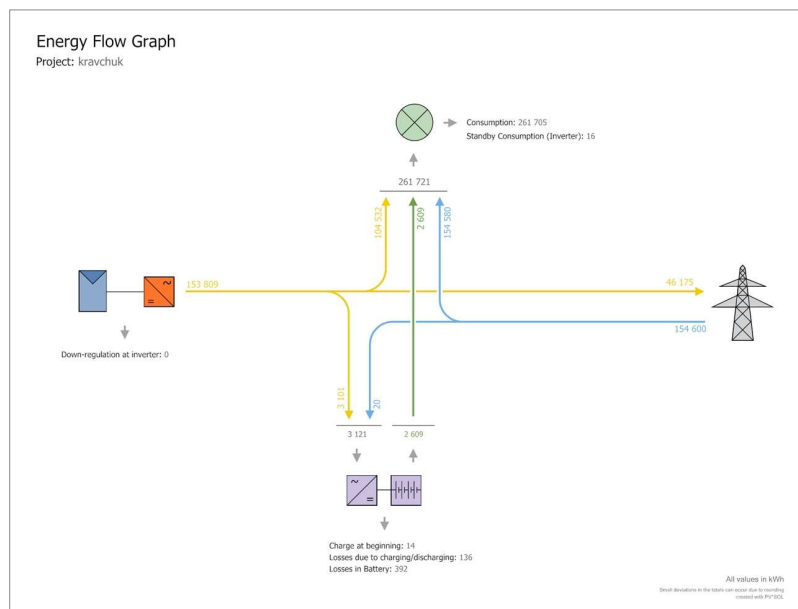


Рисунок 4.2. – Діаграма розподілу енергетичних потоків (Sankey diagram) та добові профілі навантаження.

Моделювання енергетичного балансу дозволяє візуалізувати взаємодію між чотирма ключовими вузлами: фотоелектричним масивом, системою накопичення (ESS), внутрішньозаводською мережею та зовнішньою енергосистемою.

Ключові показники за результатами симуляції:

1. Пряме споживання (Direct Self-Consumption): 104 540 кВт·год (частка енергії, що миттєво споживається потужностями заводу в момент генерації).
2. Акумуляування: 3 110 кВт·год (буферизація надлишків для покриття вечірніх або пікових навантажень).
3. Видача в мережу: 46 180 кВт·год (надлишкова генерація в періоди низької активності виробничих ліній).

Комплексне моделювання підтвердило, що архітектура системи з піковою потужністю 140 кВт є оптимальною для даного підприємства. Система забезпечує:

- Ефективне покриття базового навантаження заводу протягом світлового дня.
- Мінімізацію споживання з мережі в пікові години за рахунок інтегрованої ESS.

РОЗДІЛ 5 ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА

Проведемо розрахунки заземлюючого пристрою цеху за А.14:

Таблиця 5.1- Розрахунковий коефіцієнт опору ґрунту:

Позначення	од. вим.	Значення
r_1	-	92,2
r_2	-	103
k_1	-	1,94
L	м	3
H	м	0,54
t_{II}	м	0,37
r	Ом*м	68,8
b	мм	20
t	м	1,25
r_B	Ом	23,5
h_B	-	0,72
$n_{пр}$	шт	8,16 =9
h	м	2,3
l_r	мм	18,40
b	мм	40
k_2	-	2,0
h_r	-	0,71
r_2	Ом	22,86
R	Ом	4,57
n	шт	7,15

Висновки: обрали 8 електродів довжиною 3 м .

					<i>ЛНТУ.971012.000 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Електропостачання заводу залізобетонних виробів встановленою потужністю 2120 кВт. Пояснювальна записка</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розробив</i>	<i>Карпін О.М.</i>					<i>Д</i>	<i>38</i>	<i>1</i>
<i>Перевірів</i>	<i>Добровольська ЛН</i>					<i>ФАБЕ, гр ЕЕ-41</i>		
<i>Реценз.</i>								
<i>Н.контр</i>	<i>Ващелюк Ю.І.</i>							
<i>Затвердив</i>	<i>Волинець В.І.</i>							

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

У ході виконання дипломного проєкту було розроблено комплексну систему електропостачання заводу залізобетонних виробів із загальною встановленою потужністю 2120 кВт. На основі глибокого аналізу технологічного процесу та категорійності електроспоживачів було обґрунтовано вибір раціональної схеми зовнішнього та внутрішнього електропостачання, що забезпечує стабільну роботу підприємства в умовах тризмінного режиму. Проведені розрахунки електричних навантажень дозволили правильно визначити кількість та потужність силових трансформаторів, а також оптимально спроектувати схему розподілу енергії, що мінімізує втрати напруги в мережах бетонозмішувального та інших цехів. Впровадження сучасних пристроїв компенсації реактивної потужності забезпечило приведення коефіцієнта потужності до нормативних значень, що безпосередньо впливає на зниження експлуатаційних витрат та підвищення енергоефективності всієї системи. Вибране захисне та комутаційне обладнання було перевірено на працездатність у нормальних та аварійних режимах, що гарантує безпеку персоналу та надійність захисту електроустановок від перевантажень і коротких замикань. Запропоновані технічні рішення, що базуються на використанні передових засобів автоматизованого проєктування, дозволили створити систему, яка поєднує в собі високу експлуатаційну гнучкість, економічну доцільність та відповідність сучасним вимогам надійності електропостачання промислових об'єктів будівельної індустрії. Таким чином, проєкт є технічно завершеним та готовим до практичного впровадження на підприємстві..

					ЛНТУ.971012.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Шестеренко В. Є., Шестеренко О. В. Електропостачання промислових підприємств : посіб. до курсового та дипломного проектування. Київ, 2013. 424 с.
2. Ковальчук Н. В., Фесіна Ю. Г., Заблоцька І. Л. Кваліфікаційна робота : метод. вказівки до оформлення кваліфікаційних робіт для здобувачів першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівнів вищої освіти всіх освітніх програм денної та заочної форм навчання. Луцьк : ЛНТУ, 2023. 46 с.
3. Грицюк І. В., Грицюк Ю. В. Оформлення графічної частини : метод. вказівки до оформлення курсових і дипломних проєктів (робіт) для здобувачів першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівня вищої освіти освітньої програми «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Луцьк : ЛНТУ, 2026. 92 с.
4. ДСТУ ISO 128-22:2005. Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. [Чинний від 2005-01-01]. Київ : Технічний центр НАН України, 2005.
5. Коваленко О. І., Коваленко Л. Р., Мунтян В. О., Радько І. П. Основи електропостачання сільського господарства : навч. посіб. Мелітополь : Видавничий будинок ММД, 2011. 462 с.
6. ДБН В.2.5-28:2018. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення. [На заміну ДБН В.2.5-28-2006 ; чинний від 2019-03-01]. Київ : Мінрегіон України, 2018. 137 с.
7. Правила улаштування електроустановок / М-во енергетики та вугільної промисловості України. Київ, 2017. 617 с.
8. Про затвердження Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів : наказ М-ва палива та енергетики України від 25.07.2006 р. № 258. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1143-06> (дата звернення: 01.05.2026).
9. Електротехнічна продукція підприємств України. URL: <http://energotransbud.com.ua> (дата звернення: 24.05.2026).
10. Рябенко І. С., Шевчук С. П., Мейта О. В. Електрообладнання та електропостачання машин і установок геотехнічних виробництв : підручник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 633 с.

					ЛНТУ.971012.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

11. Рудницький В. Г. Внутрішньоцехове електропостачання. Курсове проєктування : навч. посіб. Суми : Університетська книга, 2007. 280 с.

12. Панченко С. В., Акімов О. І., Бабаєв М. М. та ін. Електробезпека : підручник. Харків : УкрДУЗТ, 2018. 295 с.

					ЛНТУ.971012.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41