

Міністерство освіти і науки України

Луцький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет архітектури, будівництва та енергетики

(повне найменування факультету)

Кафедра електричної інженерії

(повна найменування кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЄКТ ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»

**Проектування електричних мереж 10/0,4 кВ для живлення
багатоквартирних житлових будинків з нежитловими
приміщеннями встановленою потужністю 392 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 ЕЕЗ-41
СМІХОВСЬКИЙ Назар Ігорович**

(підпис)

**Керівник:
к.т.н., доцент
КОМЕНДА Наталія Володимирівна**

(підпис)

**Кваліфікаційний проєкт
допущено до захисту
«__» _____ 2026р.
Гарант освітньої програми:
к.т.н., доцент
Волинець Владислав Ігорович**

(підпис)

Луцьк – 2026 року

АНОТАЦІЯ

Сміховський Н.І. Проектування електричних мереж 10/0,4 кВ для живлення багатоквартирних житлових будинків з нежитловими приміщеннями встановленою потужністю 392 кВт. Рукопис.

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

Кваліфікаційний проект бакалавра складається з п'яти розділів, переліку посилань, додатків. Містить: 78 сторінок, 13 рисунків, 29 таблиць, 25 посилань.

У проекті розроблено систему електропостачання багатоквартирних житлових будинків з нежитловими приміщеннями. Розробка виконувалася на основі електротехнічних розрахунків: розрахунок силових навантажень з використанням методу впорядкованих діаграм; розрахунок освітлювальних навантажень виконано за допомогою методу питомої густини навантаження; визначення електричних навантажень на вищих рівнях системи електропостачання підприємства з використанням ієрархічного підходу; вибір перерізу проводів ліній електропередачі за технічними і економічними умовами; вибір перерізу КЛ виконано за економічною густиною струму; виконано розрахунок струмів короткого замикання на стороні 10 та 0,4 кВ; здійснено вибір високовольтного та низьковольтного обладнання.

Виконані розробки дозволяють перейти до практичної частини будівництва й впровадження спроектованої системи електропостачання підприємства.

Ключові слова: система електропостачання (СЕП), трансформаторна підстанція (ТП), кабельна лінія (КЛ), струми короткого замикання (КЗ), системи автоматизованого проектування (САПР), електроприймач (ЕП).

ANNOTATION

Smikhovskiy N.I. Design of 10/0.4 kV electric networks for powering apartment buildings with non-residential premises with an installed capacity of 392 kW. Manuscript.

Bachelor's qualification project under the educational program "Electric Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics", specialty 141 "Electric Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics". Lutsk National Technical University. Lutsk, 2026. The Bachelor's qualification project consists of five chapters, a list of references, and appendices. It contains: 78 pages, 13 figures, 29 tables, and 25 references.

The project develops a power supply system for apartment buildings with non-residential premises. The development was carried out on the basis of electrical calculations: calculation of power loads using the method of ordered diagrams; calculation of lighting loads performed using the specific load density method; determination of electrical loads at higher levels of the enterprise's power supply system using a hierarchical approach; selection of the cross-section of power line wires according to technical and economic conditions; selection of the cable line cross-section performed according to the economic current density; calculation of short-circuit currents on the 10 and 0.4 kV sides; selection of high-voltage and low-voltage equipment. The performed developments allow to pass to a practical part of construction and implementation of the designed system of power supply of the enterprise.

Key words: power supply system (PSS), transformer substation (TS), cable line (CL), short-circuit currents (SCC), computer-aided design (CAD), electric receiver (ER).

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ПРОЄКТУВАННЯ.....	9
РОЗДІЛ 2 ОСНОВНІ ПРОЄКТНІ РІШЕННЯ	10
2.1. Розрахунок силових електричних навантажень.....	10
2.2. Розрахунок освітлювальних навантажень	11
2.3. Визначення результуючих навантажень.....	11
2.4. Побудова картограми навантажень та визначення теоретичного центру навантажень	12
2.5. Вибір кількості та потужності трансформаторів	12
2.6. Компенсація реактивної потужності на вищих рівнях СЕП.....	14
2.7. Визначення електричних навантажень на вищих рівнях СЕП.....	14
2.8. Проєктування мережі живлення підприємства	15
2.9. Проєктування внутрішньої розподільної мережі.....	18
2.10. Розрахунок струмів короткого замикання в мережі 10 кВ	19
2.11. Вибір обладнання	20
2.11.1. Вибір комплектних розподільчих пристроїв на напругу 10 кВ	20
2.11.2. Вибір роз'єднувачів	21
2.11.3. Вибір вимикачів навантаження та запобіжників	22
2.11.4. Вибір трансформаторів струму.....	23
2.11.5. Вибір комплектних розподільчих пристроїв на напругу 0,4 кВ	23
2.12. Розрахунок низьковольтної мережі підвальних приміщень.....	23

					ЛНТУ.971104.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Сміховський Н.І.			Проектування електричних мереж 10/0,4 кВ для живлення багатоквартирних житлових будинків з нежитловими приміщеннями встановленою потужністю 392 кВт. Пояснювальна документація	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Коменда Н.В.					6	78
						ФАБЕ, гр. ЕЕЗ-41		
Н. Контр.		Ващелюк Ю.І.						
Затверд.		Волинець В.І.						

2.12.1. Вибір схеми електропостачання	24
2.12.2. Розрахунок струмів короткого замикання в мережі 0,4 кВ	25
2.12.3. Вибір трансформаторів струму	27
2.12.4. Вибір автоматичних вимикачів	28
2.12.5. Вибір рубильників	29
РОЗДІЛ 3 ПРОЄКТУВАННЯ ЛІФТОВОЇ УСТАНОВКИ	30
РОЗДІЛ 4 САПР	33
РОЗДІЛ 5 ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА	35
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	38
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	39
ДОДАТКИ	41

ВСТУП

Сучасний етап розвитку містобудування характеризується зведенням багатофункціональних житлових комплексів, які поєднують багатоквартирні будинки з розвиненою інфраструктурою нежитлових приміщень (офіси, торгові площі, заклади обслуговування). Інтеграція таких різнорідних споживачів суттєво ускладнює структуру та графіки електроспоживання, вимагаючи впровадження надійних, якісно розрахованих та енергоефективних систем електропостачання (СЕП). Метою проєкту є розробка надійної і безпечної системи електропостачання для живлення багатоквартирних житлових будинків з нежитловими приміщеннями.

Основні етапи проектування надійної СЕП:

1. Збір вихідних даних: опрацювання генерального плану комплексу з географічним розташуванням житлових будинків; аналіз переліку інженерного та технологічного обладнання із чітким визначенням їхньої номінальної потужності, коефіцієнтів попиту та категорійності за надійністю електропостачання (I, II або III категорії).

2. Розрахунок електричних навантажень: визначення інтегральної розрахункової потужності окремих будівель та всього житлово-комунального комплексу в цілому; розрахунок та обґрунтування параметрів компенсації реактивної потужності (КРП) з метою зниження загальних струмів у мережі.

3. Вибір напруги та схеми живлення: обґрунтування параметрів зовнішнього живлення, вибір раціональної напруги, типу та місця розташування трансформаторної підстанції (ТП).

4. Вибір основного електрообладнання: визначення оптимальної кількості та одиничної потужності силових трансформаторів; вибір високовольтих та низьковольтих комутаційних апаратів; вибір перерізу кабельних ліній (КЛ) із обов'язковою перевіркою за умовами тривалого нагрівання, допустимими втратами напруги в нормальному й аварійному режимах, а також за термічною стійкістю до дії струмів короткого замикання.

					ЛНТУ.971104.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

РОЗДІЛ 1

КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ПРОЄКТУВАННЯ

В кваліфікаційному проєкті розроблена система електропостачання багатоквартирних житлових будинків з нежитловими приміщеннями встановленою потужністю 392 кВт. Вихідні дані по основних будівлях наведено в таблицях 1.1 та 1.2.

Таблиця 1.1 – Встановлена потужність комплексу

№ п/п	Назва об'єкту	к-ть квартир	к-ть нежитлових приміщень	Категорія надійності	Потужність, кВт
1	Житловий будинок №1	90	6	II	174
2	Житловий будинок №2	90	4	II	142
3	Житловий будинок №3	90	4	II	137
	Всього:	270	14		392

Таблиця 1.2 – Вихідні дані

Назва параметру	Значення
Джерело живлення	ПС 35/10 кВ «Луцьк-102»
Довжина живлячої лінії, км	0,35
Потужність короткого замикання на шинах джерела живлення, МВА	120
Категорія надійності електроприймачів, %	II-90 III-10

Електроприймачі проєктованих житлових будинків розраховані на напругу 400/230 В змінного струму промислової частоти.

Приймачами електричної енергії на даному комплексі є житлові багатоквартирні будинки, комерційні приміщення і т.д.

					ЛНТУ.971104.000 ПЗ							
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Сміховський Н.І.			Проектування електричних мереж 10/0,4 кВ для живлення багатоквартирних житлових будинків з нежитловими приміщеннями встановленою потужністю 392 кВт. Пояснювальна записка			Літ.	Арк.	Аркушів		
Перевір.		Коменда Н.В.								9	1	
Н. Контр.		Ващелюк Ю.І.						ФАБЕ, гр. ЕЕЗ-41				
Затверд.		Волинець В.І.										

ОСНОВНІ ПРОЄКТНІ РІШЕННЯ

2.1. Розрахунок силових електричних навантажень

Розрахунок силових електричних навантажень наведено в додатку А.1. Результати проведених розрахунків на прикладі багатоквартирного житлового будинку та комплексу в цілому показано в таблицях 2.1. та 2.2.

Таблиця 2.1 – Розрахунок навантаження житлового комплексу

№ п/п	К-ть поверхів	Потужність загальнобудинкових приймачів	Потужність електрозарядних станцій	Потужність комерційних приміщень	Кількість квартир в будинку	Кількість пасажирських ліфтів
1	5	10	10	70	90	1
2	5	10	10	45	75	1
3	5	10	0	50	75	1
Всього:		30	20	165	240	3

Таблиця 2.2 – Розрахунок навантаження житлового комплексу (продовження таблиці 2.1.)

Питоме розрахункове навантаження житлового будинку, кВт/квартиру	Р _{кв} , кВт	Q _{кв} , кВАр	Sk _б , кВА	К _п	Р _{кв}	Р ліфт. уст, кВт	Qліф т, кВАр	Slіфт, кВА	Р ж.б., кВт	Qж.б кВАр	Sж.б, кВАр
1,04	93,60	89,9	129,7	1	5	7	5,3	8,75	173,9	74,1	189,0
1,09	81,75	78,5	113,3	1	5	7	5,3	8,75	142,05	60,5	154,4
1,09	81,75	78,5	113,3	1	5	7	5,3	8,75	137,05	58,4	149,0
0,844	202,56	194,5	280,8	0,8		16,8	12,6		392	193,0	492,4

					ЛНТУ.971104.000 ПЗ							
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Сміховський Н.І.			Проектування електричних мереж 10/0,4 кВ для живлення багатоквартирних житлових будинків з нежитловими приміщеннями встановленою потужністю 392 кВт. Пояснювальна записка				Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.		Коменда Н.В.									10	20
Н. Контр.		Ващелюк Ю.І.			ФАБЕ, гр. ЕЕЗ-41							
Затверд.		Волинець В.І.										

2.2. Розрахунок освітлювальних навантажень

Для розрахунку електричних навантажень освітлювальних приймачів застосовуємо метод коефіцієнта попиту. Параметрами, що визначають величину питомої потужності є: освітленість, площа освітлюваного приміщення та висота підвісу світильників над рівнем розрахункової площини.

Порядок розрахунку освітлювальних навантажень здійснимо згідно методики, наведеної в додатку А.2

Результати розрахунку освітлювального навантаження комплексу зведено в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Розрахунок освітлювального навантаження комплексу

Споживачі навантаження освітлення	Росв, кВт	Qосв, кВАр	Soсв, кВт*А
Висвітлення проїздів	20,25	5,1	20,88
Внутрішньоквартальне освітлення	6,0	1,5	6,23
Сумарна потужність освітлення	26,3	6,6	27,10

2.3. Визначення результуючих навантажень

Для вибору комутаційно-захисної та вимірювальної апаратури необхідно розрахувати навантаження на шинах 0,4 кВ ТП. Результати розрахунків зведено в таблицю 2.4. Повне навантаження на шинах низької напруги трансформаторної підстанції розраховують за методикою, наведеною в додатку А.3

Таблиця 2.4 – Розрахунок сумарного навантаження на шини НН ТП

Склад електроприймачів	P _p , кВт	Q _p , кВАр	S' _p , кВт*А
Електроприймачі житлових будинків із прибудованими комунальними підприємствами	391,656	98,16	403,77
Електроприймачі освітлення території	26,3	6,59	27,10
Сумарне розрахункове навантаження	418	104,7	430,87

2.4. Побудова картограми навантажень та визначення теоретичного центру навантажень

Основні розрахунки здійснено в додатку А.4. Результати розрахунків показані в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Розрахунок картограми електричних навантажень

№	Назва об'єкта	P _{p.o} , кВт	P _{p.Σ} , кВт	Координати		R, см	α
				X	Y		
1	Житловий будинок №1	10	173,9	207,7	278,12	23,5	20,7
2	Житловий будинок №2	10	142,1	303,14	245,64	21,3	25,3
3	Житловий будинок №3	10	137,1	223,53	121,48	20,9	26,3
4	Координати ЦЕН	-	-	184,16	181,54	-	-

2.5. Вибір кількості та потужності трансформаторів

Методика розрахунку та вибору кількості і потужності силових трансформаторів з врахуванням компенсуючих пристроїв показано в додатку А.5. Результати проведених розрахунків зведено в таблицю 2.6.

					ЛНТУ.971104.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.6 – Вибір типу та кількості трансформаторів ТП з врахуванням НБК

Показник	Одиниці вимірювання		
		I	II
P pΣ	кВт	417,95	417,95
Q pΣ	кВАр	104,75	104,75
S pΣ	кВА	430,87	430,87
F	м2	46460	46460
σ	кВА/м2	0,009	0,009
K з	-	0,85	0,85
S _{ном.т}	кВА	400	630
Υ	-	0,4	0,4
Тип КТП	-	ТМ-2х400/10	ТМ-2х630/10
N min	-	1,23	1,56
m	-	0	0
N _{опт}	-	2	2
Q max т	кВАр	536,40	986,08
Q нк1,	кВАр	-431,65	-881,34
Q нк1 ф	кВАр	0	0
Q нк2	кВАр	-215,25	-399,25
Q нк2 ф	кВАр	0	0
Q нк	кВАр	0	0
Тип НБК	-	-	-
Q нкф	кВАр	0	0
ΔP к.з	кВт	7,6	12,7
ΔP х.х	кВт	3,27	3,8
Се	тис.грн/рік	173,70	245,32
К	тис.грн	280,00	280,00
Δ w	тис.кВт*год	28,95	40,89
З т	тис.грн/рік	208,70	280,32
Δ w кку	тис.кВт*год	0,00	0,00
Се	тис.грн/рік	0,00	0,00
З кку	тис.грн/рік	11,95	11,95
ЗΣ	тис.грн/рік	220,65	292,28

Отже, згідно техніко-економічних порівнянь приймаємо до встановлення 2 трансформатори ТМ-400 кВА. Перевіримо вибрані трансформатори на переважувальну здатність в аварійному режимі згідно виразу:

$$1,4 \cdot S_{\text{ТНОМ}} \geq \frac{2 \cdot S_{\text{p}\Sigma}}{N} = 1,4 \cdot 400 = 560 \geq \frac{2 \cdot 430,87}{2} = 430,87 \text{кВА}$$

2.6. Компенсація реактивної потужності

Компенсація реактивної потужності з одночасним покращенням якості електроенергії безпосередньо в мережах комплексу є одним з основних напрямків скорочення втрат електроенергії і підвищення ефективності електроустановок підприємства. Методика розрахунку компенсації реактивної потужності показана в додатку А.6. Результати проведених розрахунків в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Розрахунок компенсації реактивної потужності на стороні 0,4 кВ

Показник	QpΣ,кВ Ар	Qм1, кВАр	Qк1, кВАр	Qнк.ф, кВАр	ΔQT, кВАр	Qнс.т, кВАр	Qемах,к ВАр	QВБК,к ВАр
Значення	104,7	78,56	48,56	0	45	149,75	30	93,56

З розрахунків таблиці 2.7 видно, що необхідно зкомпенсувати 93,56 кВАр, отже, встановлення високовольтних конденсаторних батарей є недоцільним, оскільки найменша високовольтна батарея розрахована на 450 кВАр. Тому приймаємо до встановлення дві низьковольтні конденсаторні батареї типу ККУ-0,4-50/10 УЗ загальною потужністю.

2.7. Визначення електричних навантажень на вищих рівнях СЕП

Визначення електричних навантажень в СЕП підприємства виконують для характерних місць приєднання приймачів електроенергії. Розрахунок електричних

					ЛНТУ.971104.000 ПЗ			Арк.
								14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

навантажень на вищих рівнях СЕП виконано за методикою, наведеною у додатку А.7. Результати розрахунку зведені у таблицю 2.8.

Таблиця 2.8 – Визначення навантажень на вищих рівнях СЕП

Показник	P Σ, кВт	Q Σ, кВАр	P, тр.	Pp3	Qp3	Sp3	Nт		
Значення	418	104,7	400	417,95	104,75	430,87	2		
Показник	Kз	ΔРо, кВт	ΔРкз, кВт	ΔРт, кВт	ΔQт, кВАр	Qнкф, кВАр	Pp4,кВт	Qp4,кВАр	Sp4,кВА
Значення	0,54	3,8	12,7	14,97	28,76	0	432,91	133,51	453,03

2.8. Проектування мережі живлення комплексу

Система електропостачання проектного комплексу багатоквартирних житлових будинків виконаємо кабельною лінією. Вибір перерізу кабельної лінії здійснюється за розрахунковим струмом I_p . Найбільш економічно доцільний варіант виберемо, користуючись методом мінімуму приведених затрат.

Методика розрахунку та вибору перерізу живлячих ліній наведена у додатку А.8. Результати розрахунку і вибору живлячих ліній показано в таблиці 2.9.

$$I_{\text{норм.}} = \frac{430,87}{\sqrt{3} \cdot 10 \cdot 2} = 12,45 \text{ А}$$

$$I_{\text{пав.}} = \frac{430,87}{\sqrt{3} \cdot 10} = 24,9 \text{ А}$$

$$F_e = \frac{24,9}{1,1} = 22,63 \text{ А}$$

					ЛНТУ.971104.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для кабельної мережі вибираємо високовольтний кабель АПВЭгаПу-10.

Таблиця 2.9 – Вибір та перевірка живлячих ліній

F, мм ²	I _{доп} , А	I' _{доп} , А	г _о , Ом/км	х _о , Ом/км	ΔU норм, %	ΔU п.ав, %	К _{зл}	ΔP_n , Вт	ΔP_d , Вт	В _е , тис. грн	К, тис. грн	З, тис. грн
50	134	124,62	0,62	0,09	0,049	0,10	0,10	10,11	0,11	1,73	64,75	9,82
70	162	150,66	0,443	0,086	0,035	0,07	0,09	10,56	0,08	1,23	78,05	10,99
95	192	178,56	0,326	0,083	0,027	0,05	0,07	10,91	0,06	0,91	99,05	13,29

Як видно з розрахунків, найменші затрати на будівництво КЛ-10 кВ становить 1 варіант з перерізом 50 мм². Тому приймаємо кабель АПВЭгаПу-10-3×50.

Живлення комплексу кабельною лінією 10 кВ від шин 10 кВ існуючого розподільчого пристрою доцільно виконати по території міста, що дозволить подальшу забудову інфраструктури, оскільки охоронна зона КЛ-10 кВ набагато менша ніж охоронна зона ПЛ-10 кВ.

Для можливості прокладання кабельної лінії по території міста, необхідно врахувати наявність великої кількості існуючих мереж лінійної інфраструктури. Тому для безпечної роботи мереж електропостачання всі перетини між іншими інженерними мережами необхідно виконати прокладання КЛ-10 кВ відповідно з діючими ДБН та ПУЕ. Приклад влаштування таких перетинів показано на рисунку 2.1 та 2.2.

					ЛНТУ.971104.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

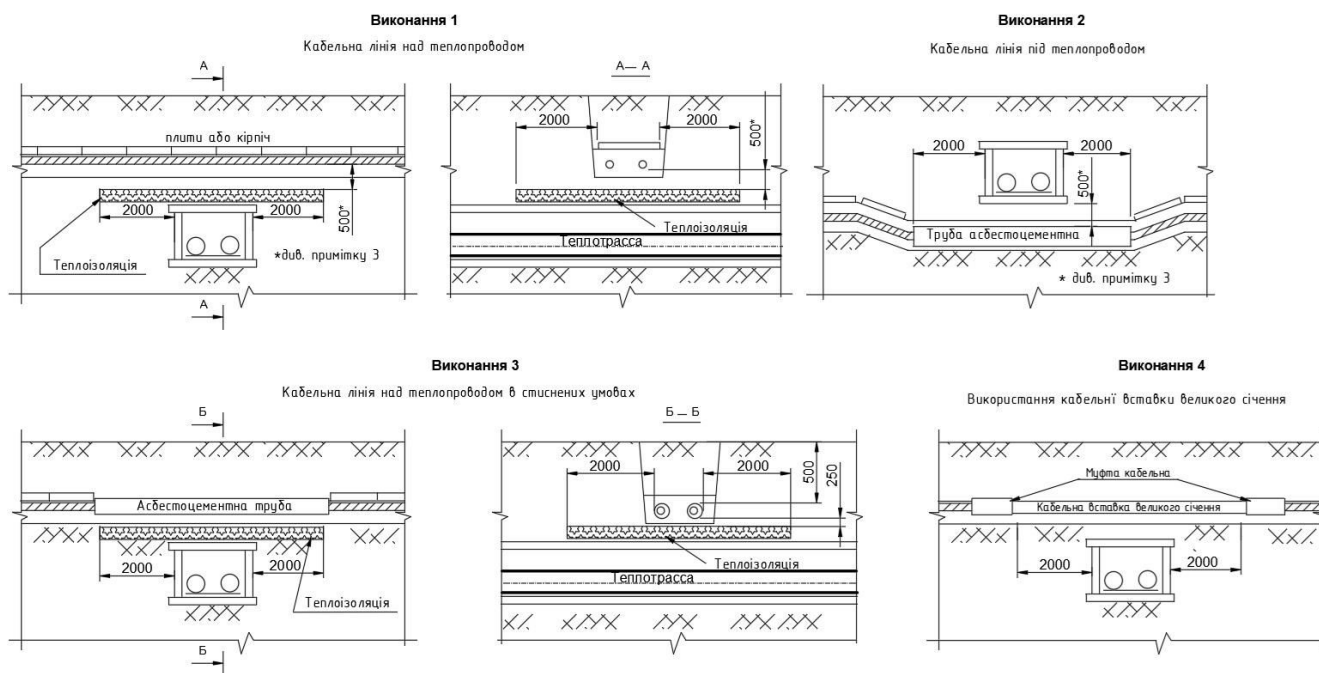


Рисунок 2.1 – Вузол пересічення кабельної лінії з теплопроводом

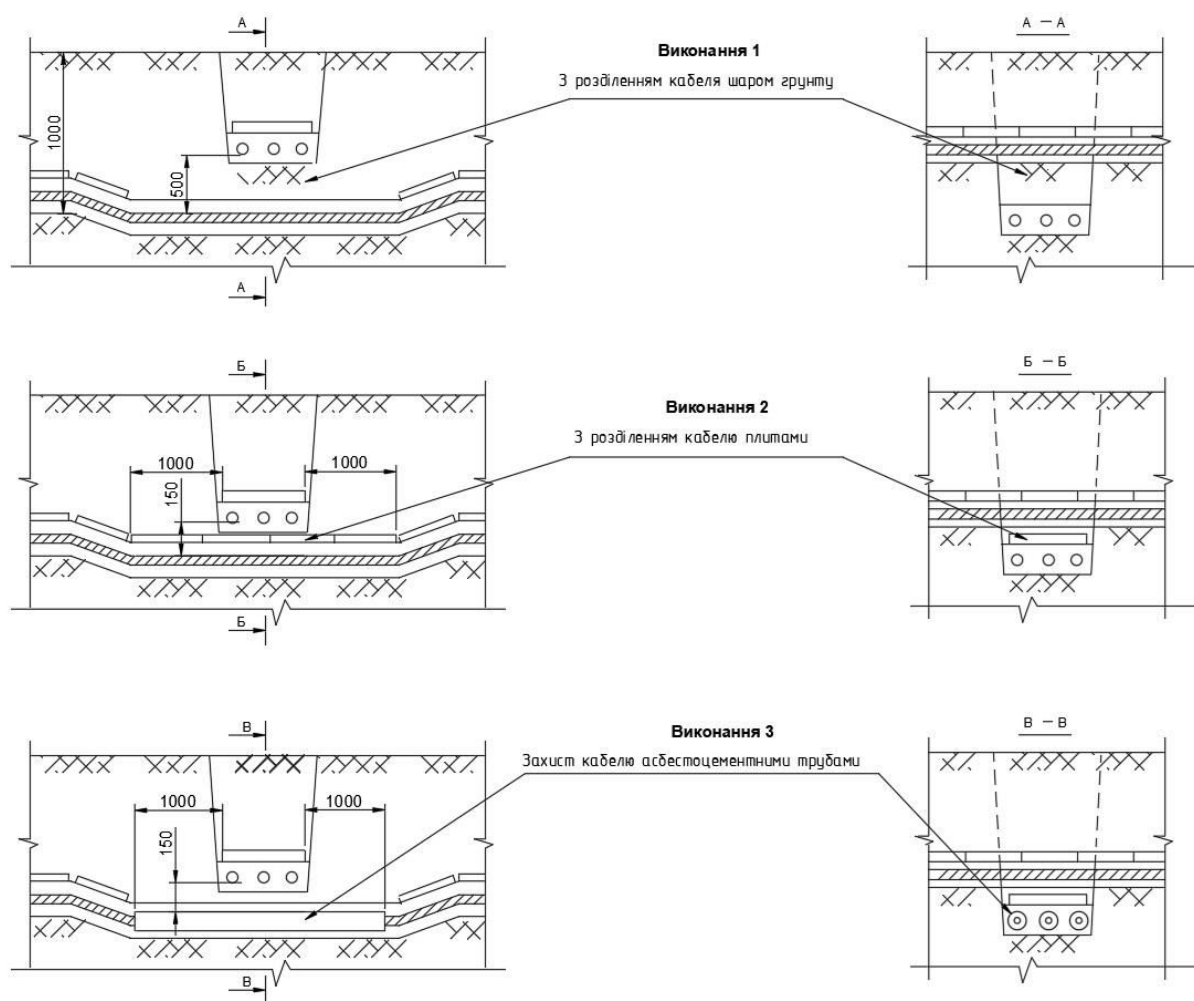


Рисунок 2.2 – Прокладання кабельної лінії паралельно лініям електропередач, деревам, кущам і фундаментам будівель

					ЛНТУ.971104.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

2.9. Проектування внутрішньої розподільної мережі

Напруга живлення приймачів електроенергії комплексу становить 0,23 (0,4) кВ. Для живлення будівель застосовуємо радіальну схему живлення. В проєктованих будівлях комплексу встановлюються розподільчі пункти 0,4 кВ типу ЕУ-РП виробництва ТОВ «Енергіс Україна» для можливості розподілу та підведення електроенергії до приймачів. Розрахунок та вибір даного обладнання проводимо за методикою, наведеною в додатку А.9. Результати вибору та розрахунків зведемо в таблиці 2.10 і 2.11.

Таблиця 2.10 – Вибір розподільчих пунктів РП-0,4 кВ

№	Назва об'єкта	S pΣ, кВА	I _p , А	Тип РП	I _{доп. рп} , А	Кількість РП	Назва РП
1	Житловий будинок №1	189,02	574,38	ЕУ-ВРП1-1-630-1-1-11-1-21-У4	630	1	ВРП1
2	Житловий будинок №2	154,40	469,18	ЕУ-ВРП2-1-630-1-1-11-1-21-У4	630	1	ВРП2
3	Житловий будинок №3	148,97	452,67	ЕУ-ВРП3-1-630-1-1-11-1-21-У4	630	1	ВРП3

Таблиця 2.11 – Вибір ліній схеми внутрішнього електропостачання

Назва КЛ	n	S _Σ , кВА	I _p , А	F _c , мм ²	Переріз кабелю	l, км	I _{доп} , А	I' _{доп} , А	I _{плав} , А	I'' _{доп} , А	г ₀ , Ом/ км	х ₀ , Ом/ км	ΔU _н , %
ВРП1	1	189,0	272,8	194,8	4x240	0,24	312,0	290,1	272,83	336,9	0,16	0,06	4,45
ВРП2	1	154,4	222,8	159,1	4x185	0,22	312,0	290,1	222,86	336,9	0,16	0,06	3,54
ВРП3	1	148,9	215,0	153,5	4x185	0,23	312,0	290,1	215,02	336,9	0,16	0,06	3,45

Всі умови виконуються, отже, приймаємо вибрані перерізи кабелів. Перевірку вибраних кабелів за стійкістю до термічної дії струмів короткого замикання здійснимо нижче після визначення цих струмів.

					ЛНТУ.971104.000 ПЗ			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				18

2.10. Розрахунок струмів короткого замикання в мережі 10 кВ

Все електрообладнання, що встановлюється в системах електропостачання, повинне бути стійким до струмів КЗ і вибиратись з врахуванням цих струмів.

Проведемо розрахунок струмів КЗ у відносних одиницях наближеним методом. За базисну потужність приймемо величину $S_6 = 100$ МВА. За базисну напругу приймемо $U_6 = U_{cp} = 10,5$ кВ. Потужність короткого замикання джерела живлення $S_{кз} = 120$ МВА. Методика розрахунку струмів КЗ на стороні 10 кВ наведена в додатку А.10.

$$\dot{X}_{c*} = \frac{100}{120} = 0,833;$$

$$I_6 = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 5,5 \text{ кА};$$

$$I_{пo} = \frac{5,5}{0,845} = 6,51 \text{ кА}.$$

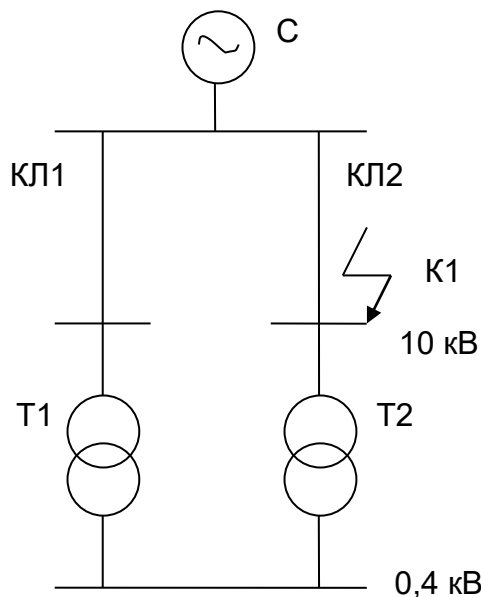


Рисунок 2.3 – Розрахункова схема короткозамкненого кола

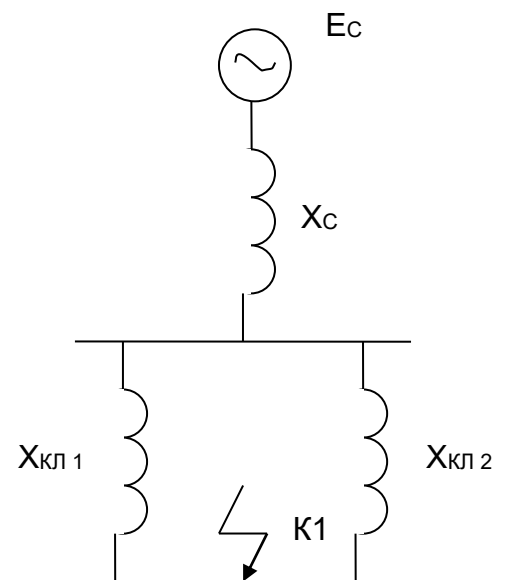


Рисунок 2.4 – Заступна схема короткозамкненого кола

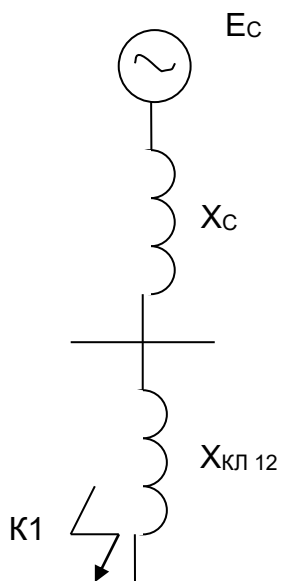


Рисунок 2.5 – Заступна схема в результаті об'єднання паралельних кабельних ліній

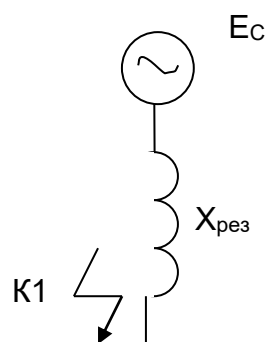


Рисунок 2.6 – Результуюча схема

Перевіримо вибрані КЛ-10 кВ на термічну стійкість до струмів КЗ:

$$F_{\min} = \frac{6510}{95} \cdot \sqrt{0,25} = 34,26 \text{ мм}^2.$$

Оскільки, попередньо вибраний переріз є стійким до термічної дії струму КЗ, тому остаточно вибираємо кабель типу АПВЭгаПу-10-3×50 мм².

2.11. Вибір обладнання

2.11.1. Вибір комплектних розподільчих пристроїв на напругу 10 кВ

В якості комплектних розподільчих пристроїв на стороні 10 кВ ТП приймаємо камери збірні одностороннього обслуговування серії КСО-306 виробництва компанії «Електросервіс». З метою забезпечення резервування на боці високої напруги приймаємо до встановлення шинний міст з роз'єднувачами типу ШМР-1. Технічні параметри камер наведені в таблиці 2.12.

					ЛНТУ.971104.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.12 – Параметри камери КСО-399

Параметри	Значення
Номинальна напруга $U_{ном}$, кВ	10
Номинальний струм головних кіл, А	400, 630, 1000
Номинальний струм плавкої вставки запобіжників, А для 6 кВ для 10 кВ	31,5; 50;63;80;100;125 від 5 до 100
Номинальний струм електродинамічної стійкості $I_{дин}$, кА	41
Струм термічної стійкості протягом 3 с, кА	20
Ступінь захисту	IP20

2.11.2. Вибір роз'єднувачів

Роз'єднувачі призначені для включень і відключень знеструмлених ділянок електричного кола, що знаходяться під напругою, та заземлення шин.

Наявність шинного моста забезпечує необхідний рівень надійності схеми електропостачання. Приймаємо до встановлення роз'єднувач типу РВз 10/400 УХЛ2. Вибір та перевірку роз'єднувачів здійснимо згідно додатку А.11.1 Результати перевірки зведемо в таблицю 2.13.

Таблиця 2.13 – Перевірка роз'єднувача типу РВз 10/400 УХЛ2

Розрахункові дані	Каталожні дані
$U_{уст}=10$ кВ	$U_{ном}=10$ кВ
$I_{норм}=12,45$ А $I_{max}=24,9$ А	$I_{ном}=400$ А
$i_y=12,84$ кА	$I_{дин}=40$ кА
$I_{п0}=6,51$ кА	$I_{гр\ наскр}=16$ кА
$B_K=10,52$ кА ² ·с	$I_T^2 \cdot t_T=16^2 \cdot 3=768$ кА ² ·с

Всі умови виконуються, отже, приймаємо остаточно роз'єднувач типу РВз 10/400 УХЛ2.

					ЛНТУ.971104.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.11.3. Вибір вимикачів навантаження та запобіжників

Вимикачі навантаження призначені для ввімкнення та вимкнення під навантаженням ділянок кола трифазного змінного струму напругою 10 кВ.

Попередньо вибираємо вимикач навантаження з автогазовим дугогасильним пристроєм типу ВНА 10/630-20зп У2. Вибір та перевірку вимикачів навантаження і запобіжників здійснюємо за додатком А.11.2. Результати перевірки вимикачів навантаження зведемо в таблицю 2.14.

Таблиця 2.14 – Перевірка вимикача навантаження типу ВНА 10/630-20зп У2

Розрахункові дані	Каталожні дані
$U_{уст} = 10 \text{ кВ}$	$U_{ном} = 10 \text{ кВ}$
$I_{ном} = 12,45 \text{ А}$ $I_{max} = 24,9 \text{ А}$	$I_{ном} = 630 \text{ А}$
$i_y = 12,84 \text{ кА}$	$I_{дин} = 51 \text{ кА}$
$I_{п0} = 6,51 \text{ кА}$	$I_{гр \text{ наскр}} = 20 \text{ кА}$
$B_K = 10,52 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	$I_T^2 \cdot t_T = 20^2 \cdot 3 = 1200 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$

Всі умови виконуються, отже, приймаємо остаточно вимикач навантаження ВНА 10/630-20зп У2.

Запобіжники призначені для автоматичного одноразового відключення електричного кола при короткому замиканні або перевантаженні.

Вибираємо попередньо запобіжники типу ПКТ 113-10-31,5-31,5 У3.

Результати перевірки запобіжників зведемо в таблицю 2.15.

Таблиця 2.15 – Перевірка запобіжника ПКТ 113-10-31,5-31,5 У3.

Розрахункові дані	Каталожні дані
$U_{уст} = 10 \text{ кВ}$	$U_{ном} = 10 \text{ кВ}$
$I_{max} = 27,74 \text{ А}$	$I_{ном.з} = 31,5 \text{ А}$
$I_{п0} = 6,51 \text{ кА}$	$I_{вимк з} = 31,5 \text{ кА}$
$S'' = 111,29 \text{ МВА}$	$S_{.вимк з} = 100 \text{ МВА}$

Всі умови виконуються, отже, приймаємо остаточно запобіжники ПКТ 113-10-31,5-31,5 УЗ.

2.11.4. Вибір трансформаторів струму

Трансформатори струму застосовують для зменшення первинного струму до значень, найбільш зручних для підключення вимірювальних приладів або реле. Для можливості здійснення розрахункового обліку електричної енергії на боці НН РП для підключення лічильників та вимірювальних приладів встановлюємо трансформатори струму TOPN(Ш)-0,66, виробник ТОВ «НІК». TOPN(Ш)-0,66 призначені для передавання інформаційного сигналу приладам обліку, вимірювання, автоматики, сигналізації та керування в електричних ланцюгах змінного струму частотою 50 Гц (60 Гц) в КРУ, КРУН, КСО. Правильність вибору здійснюється згідно умов, поданих в додатку А.11.4.

Вибираємо трансформатори струму типу TOPN(Ш)-0,66 з коефіцієнтом трансформації 2000/5. Результати перевірки зведемо в таблицю 2.16.

Таблиця 2.16 – Перевірка трансформаторів струму типу TOPN(Ш)-0,66

$\cos\phi=$	0,92		№ ТТ	Тип ТТ	К тр	Режим навантаження	Ію розр.	Струм лічильника, А		
I_{max}=	647,37	А	ТА1... ТА3	800/5, кл.т.0,5S				100%I _н	40%I _н	5%I _н
P_{max}=	392,00	кВт			160	100%	4,05	5	2	
P_{min}=	98,00	кВт				20%	1,01			0,25
I_{min}=	161,84	А								

Умови відповідності				
5	>	4,05	>	2,00
		0,95	>	0,25

2.11.5. Вибір комплектних розподільчих пристроїв на напругу 0,4 кВ

На стороні 0,4 кВ ТП приймаємо до встановлення панелі розподільчих щитів ЩО-90 (виробник ТОВ “Energy Group”).

					ЛНТУ.971104.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Панель розподільного щита ЩО-90 – модуль, що приймає та розподіляє електроенергію 3-х фазного струму при напрузі до 0,66 кВ та частоті 50 Гц. Захищають лінії, що відходять від струмів короткого замикання і перевантаження. Комплектація панелей ЩО-90 наведена в таблиці 2.17.

Таблиця 2.17 – Комплектація панелей ЩО-90

Призначення	Обладнання	Тип панелі
Ввідні	Рубильник PE19-42 1000 Вимикач FMC4/3U 630	ЩО-90-2109 УЗ
Секційна	Рубильник PE19-42 1000 Вимикач FMC4/3U 630	ЩО-90-2511 УЗ
Розподільні	Вимикач FMC4/3U 630	ЩО-90-2327 УЗ

2.12. Розрахунок низьковольтної мережі підвальних приміщень.

2.12.1. Вибір схеми електропостачання

Розрахуємо низьковольтну мережу на прикладі ВРП1. Живляча напруга електроприймачів становить 400 В. Електропостачання приймачів здійснюється від розподільчого пункту ЕУ-ПР1–3118–54УЗ, розташованого в ВРП1. Загальна кількість приймачів $n=1$. Розрахункове струмове навантаження будинку становить $I_p = 272,83$ А. Живлення розподільчого пункту здійснено за допомогою кабелю типу АВБбШв – 4×240 з $I_{\text{доп}} = 337,6$ А.

Розрахунок живлячих ліній для розеток підвального приміщення житлового будинку показано в додатку А.12.1. Результати вибору зведемо в таблицю 2.18.

Таблиця 2.18 – Вибір живлячих ліній приймачів підвального приміщення

Назва приймачів	P _н , кВт	cos φ	I _p , А	F, мм2	I _{тр.доп} , А	Марка кабелю	sin φ	Марка кабелю	Тип апарату	I _{тр.доп} , А	Марка кабелю
Л1	3	0,85	5,09	2,5	29	ВВГ 5х2,5	0,53	ВВГ 5х2,5	FB1-63	29	ВВГ 5х2,5
Л2	3	0,85	5,09	2,5	29	ВВГ 5х2,5	0,53	ВВГ 5х2,5	FB1-63	29	ВВГ 5х2,5
Л3	6	0,8	10,83	4	38	ВВГ 5х4	0,60	ВВГ 5х4	FB1-63	38	ВВГ 5х4
Л4	8	0,8	14,43	4	38	ВВГ 5х4	0,60	ВВГ 5х4	FB1-63	38	ВВГ 5х4
Л5	5	0,6	12,04	4	38	ВВГ 5х4	0,80	ВВГ 5х4	FB1-63	38	ВВГ 5х4
Л6	5	0,65	11,11	4	38	ВВГ 5х4	0,76	ВВГ 5х4	FB1-63	38	ВВГ 5х4

					ЛНТУ.971104.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.19 – Перевірка живлячих ліній приймачів на втрати напруги

Назва приймачів	n	r_0 , Ом/км	x_0 , Ом/км	l, км	ΔU , %	Марка кабелю	Марка кабелю
Л1	3	7,74	0,095	0,098	2,39	ВВГ 5х2,5	ВВГ 5х2,5
Л2	3	7,74	0,095	0,031	0,76	ВВГ 5х2,5	ВВГ 5х2,5
Л3	6	7,74	0,195	0,073	4,83	ВВГ 5х4	ВВГ 5х4
Л4	8	7,74	0,195	0,13	2,96	ВВГ 5х4	ВВГ 5х4
Л5	5	7,74	0,195	0,138	4,00	ВВГ 5х4	ВВГ 5х4
Л6	5	7,74	0,195	0,1	2,49	ВВГ 5х4	ВВГ 5х4

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

Для можливості вибору низьковольтної комутаційної та вимірювальної апаратури розрахуємо струми короткого замикання в низьковольтній мережі. Розрахунок проведемо згідно методики додатку А.12.2.

Визначимо струми КЗ на шинах НН ТП, на вводах розподільчих пунктів будівель, та в точці приєднання найпотужнішого приймача цеху.

Розрахункова схема та схема заміщення короткозамкненого кола зображені на рисунках 2.7 та 2.8.

Вихідні дані для розрахунку: базисна напруга $U_6 = 0,4$ кВ; струм КЗ на шинах ВН ЦТП $I_{кз.В} = 6,51$ кА; середня напруга на шинах ВН ЦТП $U_c = 10,5$ кВ; параметри трансформатора $S_{ном} = 400$ кВА; $\Delta P_{к.з} = 7,6$ кВт; $u_k = 5,5\%$; параметри ліній наведені в табл. 2.10. даної роботи.

					ЛНТУ.971104.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

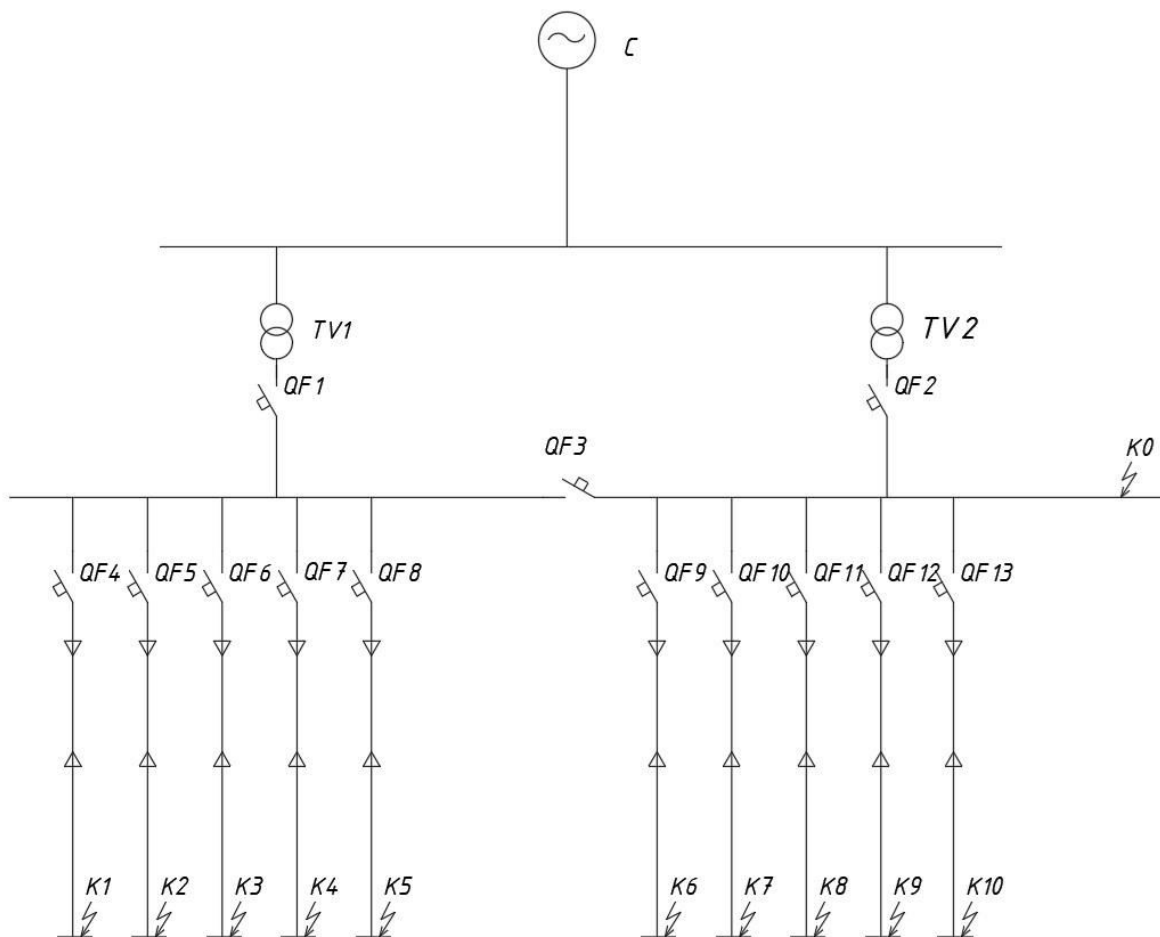


Рисунок 2.7 – Розрахункова схема короткозамкненого кола

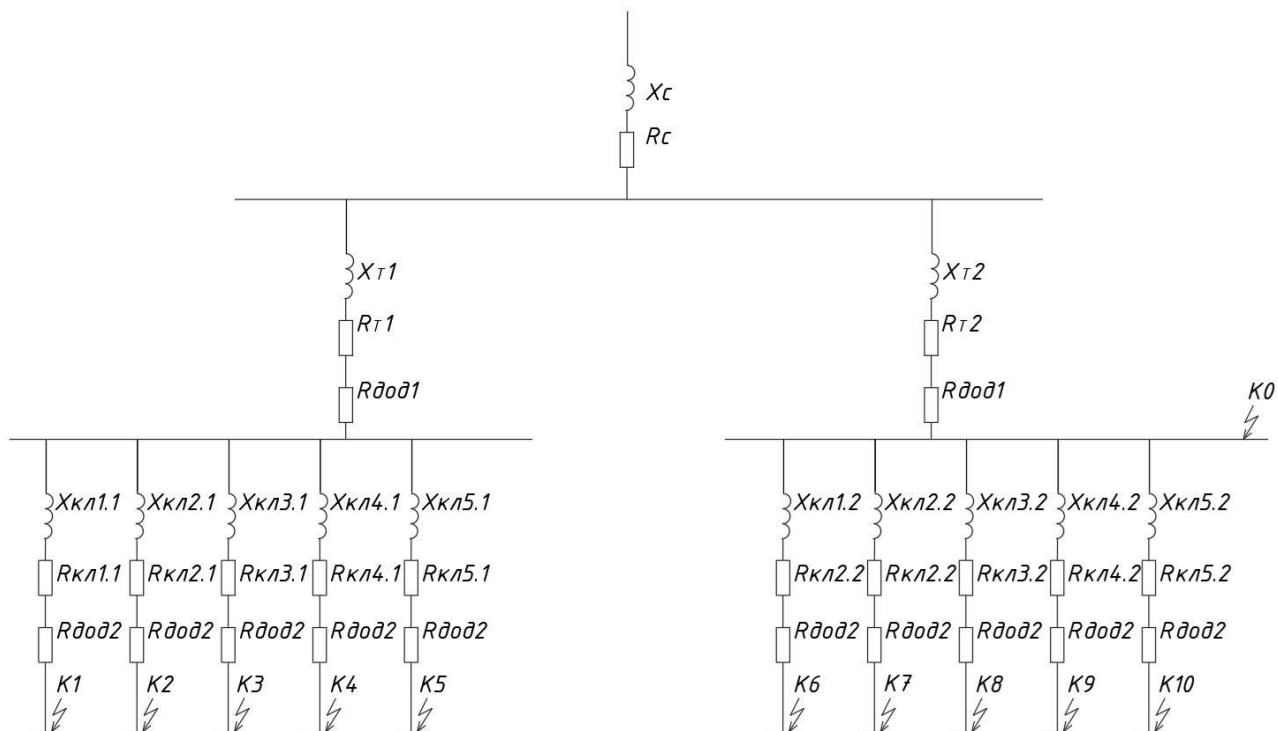


Рисунок 2.8 – Схема заміщення короткозамкненого кола

Результати розрахунків опорів КЛ 0,4 кВ показано в таблицях 2.22. і 2.23.

Таблиця 2.20 – Визначення опорів кабельних ліній 0,4 кВ

Назва кабельної лінії	l, км	r ₀ , Ом/км	R, мОм	x ₀ , Ом/км	X, мОм
ВРП1	0,238	0,164	39,03	0,059	14,18
ВРП2	0,044	0,164	7,216	0,059	2,62
ВРП3	0,038	0,164	6,232	0,059	2,26

Таблиця 2.21 – Розрахунок струмів КЗ в мережі 0,4 кВ

Точка КЗ	R _{дод} , Ом	R _{рез} , мОм	X _{рез} , мОм	Z _{рез} , мОм	I _к , кА	k _y	i _y , кА	F _{min} , мм ²	Переріз
K0	15	28,01	23,36	36,47	6,33	1,05	9,40		
K1	20	72,05	37,54	81,24	2,84	1	4,02	21,16	4x240
K2	20	40,23	25,98	47,89	4,82	1	6,82	35,89	4x185
K3	20	39,25	25,62	46,87	4,93	1	6,97	36,67	4x185

Решта перевірок виконуються, отже, приймаємо до встановлення попередньо вибрані перерізи кабельних ліній.

2.12.3. Вибір трансформаторів струму

Для можливості здійснення вимірювання струму споживання на відхідних лініях 0,4 кВ на боці НН ТП встановлюємо електронні амперметри типу TENSE DJ-A96T. Для живлення кіл вимірювальних приладів та лічильників застосовуємо трансформатори струму.

Вибір трансформаторів струму здійснюється за методикою, наведеною у додатку А.11.3. Розрахунок потужності, що споживається приладами, здійснимо в таблиці 2.24.

Таблиця 2.22 – Розрахунок навантаження трансформатора струму

Назва приладу	Тип приладу	Навантаження, ВА
Амперметр	TENSE DJ-A96T	0,5
Всього		0,5

Приймаємо попередньо трансформатори струму типу TOPN(Ш)-0,66 з коефіцієнтом трансформації 800/5.

Результати перевірки зведемо в таблицю 2.25. В якості струму $I_{\max}$ приймаємо найбільший післяаварійний струм в лінії, розрахований в табл. 2.11 даної роботи (струм лінії ВРП(4.2)).

Таблиця 2.23 – Перевірка трансформаторів струму для технічного обліку

Розрахункові дані	Каталожні дані
$U_{\text{уст}}=0,4 \text{ кВ}$	$U_{\text{ном}}=0,66 \text{ кВ}$
$I_{\max}=631 \text{ А}$	$I_{\text{ном}}=800 \text{ А}$
$i_y=12,72 \text{ кА}$	$i_{\text{дин}}=51 \text{ кА}$
$B_k=10,32 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	$I_T^2 \cdot t_T=992,3 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$
$z_2=0,295 \text{ Ом}$	$z_{2\text{ном}}=1,9 \text{ Ом}$

Всі умови виконуються, отже, приймаємо остаточно трансформатори струму TOPN(Ш)-0,66 з коефіцієнтом трансформації 800/5.

2.12.4. Вибір автоматичних вимикачів

В комірках розподільчої панелі на стороні 0,4 кВ силових трансформаторів встановлюємо автоматичні вимикачі, призначені для автоматичного розмикання електричних кіл при ненормальних режимах. Попередньо вибираємо автоматичні вимикачі відповідно до рис.2.6. Методика вибору автоматичних вимикачів наведена в додатку А.12.4. Результати вибору та перевірки зведено в таблицю 2.26.

Таблиця 2.24 – Вибір та перевірка автоматичних вимикачів

Назва об'єкта	І _{ном} , А	І _{мах} , А	І _{п.0} , кА	Тип вимикача	І _{ном} . а.в, А	І _{ном} . розч, А	І _{гр} . вимкн, кА	Тип рубильника	І _{ном} . руб
Ввідна комірка	355,4	710,71	6,392	FMC8A	1000	1000	42,5	РЕ19-41	1000
Секційна комірка	355,35	710,71	6,392	FMC8A	1000	1000	42,5	РЕ19-41	1000
ВРП1	272,83	545,66	2,84	FMC6/3U	630	630	17,5	РЕ19-39	630
ВРП2	272,83	545,66	4,82	FMC6/3U	630	630	17,5	РЕ19-39	630
ВРП3	222,86	445,72	4,93	FMC6/3U	630	630	17,5	РЕ19-39	630

Всі перевірки виконуються.

2.12.5. Вибір рубильників

В комірках розподільчих панелей ЩО-90 трансформаторної підстанції встановлено рубильники серії РЕ19. Здійснимо попередній вибір рубильників.

Вибір та перевірка рубильників наведено в додатку А.12.5. Результати вибору та перевірки зведемо в таблицю 2.27.

Таблиця 2.25 – Вибір та перевірка рубильників

Розрахункові дані	Каталожні дані
У ввідних комірках РЕ19-44	
$U_{уст}=0,4$ кВ	$U_{ном}=0,4$ кВ
$I_{ном}=979,6$ А; $I_{мах}=1\,959,2$ А	$I_{ном}=1000$ А
$i_y=17,19$ кА	$I_{дин}=32$ кА
$B_k=73,9$ кА ² ·с	$I_T^2 \cdot t_T=169$ кА ² ·с
В розподільчих комірках РЕ19-41	
$U_{уст}=0,4$ кВ	$U_{ном}=0,4$ кВ
$I_{мах}=631,16$ А	$I_{ном}=1000$ А
$i_y=3,81$ кА	$I_{дин}=32$ кА
$B_k=3,63$ кА ² ·с	$I_T^2 \cdot t_T=169$ кА ² ·с

Всі перевірки виконуються.

					ЛНТУ.971104.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3

ПРОЄКТУВАННЯ ЛІФТОВОЇ УСТАНОВКИ

3.1. Вибір двигуна ліфтової установки

Вибір електродвигуна ліфтової установки виконується за методикою наведеною в додатку Б, з урахуванням режимів роботи та навантаження.

Для визначення двигуна ліфтової установки необхідно розрахувати силу тяжіння кабіни під час підйому та її спуску, опір тертя в шківів кабіни та опір тросу на направляючому шківі ліфта. Розрахункова потужність електродвигуна визначається з урахуванням ККД та коефіцієнтів запасу. Перерахунок розрахованої потужності до стандартного режиму роботи з відносною тривалістю вмикання $T_B=25\%$. Результати розрахунків наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Визначення двигуна ліфтової установки

Q _{гр} , Н	Q ₀ , Н	Q ₂ , Н	Q ₃ , Н	Q ₄ , Н	F, Н	P, кВт	P _д , кВт
4120,2	2746,8	485,595	107,046	82,404	4795,245	4,795	6,782

На основі отриманих значень обираємо асинхронний двигун типу АИР 132М6 з номінальною потужністю $P_{д.ном} = 7,5$ кВт та швидкістю обертання ротора $n_{д.ном}=970$ об/хв [9].

Виконаємо перевірку вибраного двигуна. Результати розрахунків наведено в таблиці 3.2.

					<i>ЛНТУ.971104.000 ПЗ</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Сміховський Н.І.			Проекткування електричних мереж 10/0,4 кВ для живлення багатоквартирних житлових будинків з нежитловими приміщеннями встановленою потужністю 392 кВт. Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Коменда Н.В.					30	3
						ФАБЕ, гр. ЕЕЗ-41		
Н. Контр.		Ващелюк Ю.І.						
Затверд.		Волинець В.І.						

Таблиця 3.2 – Перевірка вибраного двигуна

ω_d , рад/с	$M_{ном}$, рад/с	$M_{пуск.сер}$, Нм	$M_{доп}$, Нм
101,6	73,83	151,36	131,80

Перевірка двигуна за умовою допустимого крутного моменту при подвійному статичному навантаженні підтверджує його працездатність:

$$M_{ст} = 4,795/101,6 = 4,72 > 2 \cdot 4,72 = 9,44 \text{ Нм. (3.13)}$$

Умова надійної роботи електродвигуна виконується.

3.2. Розрахунок та вибір пристроїв схеми керування

Вибір апаратів керування та захисту ліфтової установки є критично важливим для забезпечення надійної та безпечної експлуатації ліфтової установки. Вибір електричних пристроїв здійснюється з урахуванням параметрів двигуна:

1) перевірка за номінальною напругою:

$$U_{ном.м} = 380 \text{ В} \leq U_{ном.а} = 400 \text{ В}$$

2) перевірка за номінальним струмом:

$$I_{ном.д} = 17,2 \text{ А} \leq I_{ном.а} = 25 \text{ А}$$

На основі цих даних обираємо магнітний пускач типу FC-2/25А з номінальним струмом 25 А, що забезпечує необхідний запас по струму. Піковий (пусковий) струм двигуна визначає вимоги до захисної апаратури і становить:

$$I_{\text{пик}} = 6,5 \cdot 17,2 = 111,8 \text{ А.}$$

Вибір автоматичного вимикача здійснюється відповідно до умов, наведених у додатку А.9, з урахуванням пускових струмів та селективності захисту.

$$I_{\phi} = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi \cdot n} = \frac{7,5}{1,73 \cdot 0,4 \cdot 0,65 \cdot 0,845} = 19,73 \text{ кА}$$

P – номінальна активна потужність двигуна на валу, (кВт)

$\sqrt{3}$ – коефіцієнт трифазної системи.

U – номінальна лінійна напруга мережі, Вольт (В).

cos φ – номінальний коефіцієнт потужності двигуна (каталожне значення).

n – коефіцієнт корисної дії (ККД) двигуна в номінальному режимі (каталожне значення).

На основі цих даних обираємо автоматичний вимикач типу FB1-63 3P C з номінальним струмом 20 А

Вибраний автоматичний вимикач відповідає умовам захисту електродвигуна.

					ЛНТУ.971104.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4

САПР

Система автоматизованого проєктування (САПР) — автоматизована система, призначена для автоматизації технологічного процесу проєктування виробу, результатом якого є комплект проєктно-конструкторської документації, достатньої для виготовлення та подальшої експлуатації об'єкта проєктування. Реалізується на базі спеціального програмного забезпечення, автоматизованих банків даних, широкого набору периферійних пристроїв.

В даному кваліфікаційному проєкті виконано розрахунок зовнішніх мереж живлення ввідно розподільних пунктів та вибір силових трансформаторів за допомогою програми Microsoft Excel. Етапи вибору показано на рис. 4.1, 4.2.

U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS
Таблиця 1.1																							
№ п/п	Назва об'єкту					к-ть квартир	К-ть комерційних приміщень	Категорія надійності	Потужність, кВт														
1	Житловий будинок №1					90	6	II	174														
2	Житловий будинок №2					90	4	II	142														
3	Житловий будинок №3					90	4	II	137														
Всього:						270	14		392														

№ п/п	К-ть поверхів	Потужність загальнобудинкових приміщень	Потужність електропарадних стайнів	Потужність комерційних приміщень	Кількість квартир в будинку	Кількість пасажирських ліфтів	Питоме розрахункове навантаження житлового будинку, кВт/квартиру	P _{ра} , кВт	Q _{ка} , кВАр	S _б , кВА	K _п	P _{ка}	P _{ліфт. уст.} , кВт	Q _{ліфт. т.} , кВАр	S _{ліфт. т.} , кВА	P _{ж.б.} , кВт	Q _{ж.б} , кВАр	S _{ж.б.} , кВАр	cos φ
1	5	10	10	70	90	1	1,04	93,60	89,9	129,7	1	5	7	5,3	8,75	173,9	74,1	189,0	0,8
2	5	10	10	45	75	1	1,09	81,75	78,3	113,3	1	5	7	5,3	8,75	142,05	60,5	154,4	0,8
3	5	10	0	50	75	1	1,09	81,75	78,3	113,3	1	5	7	5,3	8,75	137,05	58,4	149,0	0,8
Всього:		30	20	165	240	3	0,844	202,56	194,5	280,8	0,8	16,8	12,6			392	193,0	492,4	0,8

Рисунок 4.1- Розрахунок електричних навантажень житлових будинків

					ЛНТУ.971104.000 ПЗ									
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата										
Розроб.		Сміховський Н.І.			Проектування електричних мереж 10/0,4 кВ для живлення багатоквартирних житлових будинків з нежитловими приміщеннями встановленою потужністю 392 кВт. Пояснювальна записка					Літ.	Арк.	Аркушів		
Перевір.		Коменда Н.В.										33	2	
Н. Контр.		Ващелюк Ю.І.												
Затверд.		Волинець В.І.								ФАБЕ, гр. ЕЕЗ-41				

Рисунок 4.2 – Вибір перерізу КЛ-10кВ

РОЗДІЛ 5

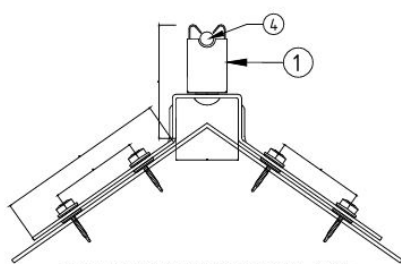
ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА

В даному розділі кваліфікаційного проєкту здійснюється проектування системи блискавкозахисту одного з житлових будинків.

Технічні рішення передбачають комплекс заходів та пристроїв для забезпечення безпеки людей, захисту споруди, обладнання та матеріалів від пожежі та руйнувань, які можуть стати наслідком удару блискавки. Об'єкти захищаються від прямих ударів блискавки (ПУБ), від заносу високих потенціалів та від вторинних проявів блискавки. В якості захисту для споруд комплексу використовуються стрижневі блискавкоприймачі та блискавкоприймальна сітка. Блискавкоприймачі з'єднуються між собою за допомогою оцинкованого дроту Ø8мм. В якості доземного провідника (струмовідвода) використати оцинкований дріт Ø8мм, який приєднати до зовнішнього контуру уземлення. Захист від ПУБ виконується шляхом з'єднання системи перехоплення (блискавкоприймачів) з системою земляного закінчення (уземлення) через системи доземних провідників (струмовідводів). Згідно ДСТУ EN 62305-3:2021 передбачено III рівень LPS. Згідно таблиці 2 (ДСТУ EN 62305-3:2021) за рівнем блискавкозахисту LPS-III категорії: крок чарунки сітки, складає 15 м, радіус фіктивної сфери 45м, захисний кут α вибирається згідно рисунку таблиці 2, відповідно до висоти блискавкоприймача h .

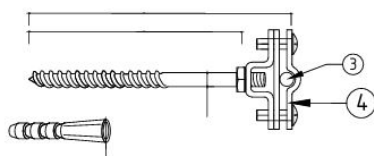
					ЛНТУ.971104.000 ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.	Сміховський Н.І.				Проектування електричних мереж 10/0,4 кВ для живлення багатоквартирних житлових будинків з нежитловими приміщеннями встановленою потужністю 392 кВт. Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.	Коменда Н.В.						35	3	
						ФАБЕ, гр. ЕЕЗ-41			
Н. Контр.	Ващелюк Ю.І.								
Затверд.	Волинець В.І.								

Схеми прокладання провідників LPS
по металевому дашку вентканалу



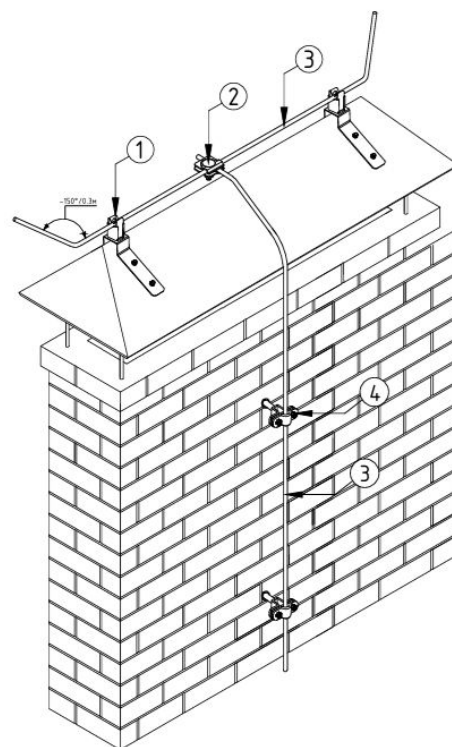
Тримач кониковий прямий з NIRO арт. Н-042

Тримач кріпиться до металевого коника за допомогою 4-х шурупів з підкладкою (арт. К-901). Тримачі прокладати з кроком не більше 1 м.



Тримач дроту металевий FLIP арт. Н-032

Тримач кріпиться до цегли чи бетону за допомогою шпильки з дюбелем розпірним (постачається в комплекті з тримачем).
Для дюбеля виконати отвори $\varnothing 12$ мм.
Тримачі прокладати з кроком не більше 1 м.



№	Назва	Артикул
1	Тримач кониковий прямий з Niro	H-042
2	Злучник для дроту універсальний	C-011
3	Дріт алюмінієвий $\varnothing 08$ мм	W-08/AL
4	Тримач дроту металевий FLIP з дюбелем	H-032

Рисунок 5.3 – Схема прокладання провідника по дашку вентканалу

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛНТУ.971104.000 ПЗ

Арк.

37

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

У рамках виконання даного кваліфікаційного проєкту бакалавра було обґрунтовано та реалізовано комплекс інженерно-технічних рішень, спрямованих на створення ефективної системи електропостачання (СЕП) об'єкта. За результатами проведених досліджень та розрахунків сформовано такі висновки:

Спроектовано надійну двохтрансформаторну підстанцію потужністю 400 кВА із силовими трансформаторами типу ТМ-400. Для підвищення енергоефективності системи передбачено інтеграцію конденсаторних установок, що забезпечують компенсацію реактивної потужності.

Живлення комплексу забезпечено шляхом прокладання кабельної лінії напругою 10 кВ, що гарантує стабільний розподіл енергії. Розрахункові електричні навантаження на всіх ієрархічних рівнях системи визначено відповідно до чинних вимог «Правил улаштування електроустановок» (ПУЕ).

Обрана конфігурація та схема розподілу електроенергії повністю задовольняють вимоги щодо надійності живлення споживачів II та III категорій.

Прийняті режими роботи нейтралі (ізольована в мережі 10 кВ та глухозаземлена в мережі 0,4 кВ) забезпечують оптимальний баланс між безперебійністю технологічних процесів та безпекою експлуатації.

Забезпечено надійний релейний захист та автоматику елементів СЕП від аварійних режимів, зокрема струмів короткого замикання та перевантажень. Для захисту обслуговуючого персоналу від ураження струмом запроектовано систему захисного заземлення.

Інженерні споруди комплексу захищено від прямих ударів блискавки та занесення високих потенціалів шляхом проектування комплексної системи блискавкозахисту.

Усі розрахункові операції та графічна частина роботи виконані із застосуванням сучасних систем автоматизованого проектування (САПР), що суттєво підвищило точність результатів та якість креслень.

					ЛНТУ.971104.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Основи електропостачання. Практикум: навчальний посібник/ Давиденко Л.В., Коменда Н.В., Євсюк М.М., Коменда Т.І., Давиденко В.А. Луцьк: ІВВ Луцького НТУ, 2016. 224 с.
2. Шестеренко В.Є., Шестеренко О.В. Електропостачання промислових підприємств: посібник до курсового та дипломного проектування. Київ, 2013. 424 с.
3. Правила улаштування електроустановок. Видання офіційне. Міненерговугілля України. Харків: видавництво «Форт», 2017. 760 с.
4. Грицюк І.В., Грицюк Ю.В., Добровольська Л.Н. Загальнопромислові електроприймачі: навчальний посібник для студентів за напрямком навчання 6.050701 “Електротехніка та електротехнології” усіх форм навчання. Луцьк: ЛНТУ, 2014. 240 с.
5. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. Видання офіційне. Київ: Мінрегіон України, 2018. 133 с.
6. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Сторожук В.М. Практикум із охорони праці: навчальний посібник/за ред. В.Ц. Жидецького. Львів: Афіша, 2000. 352 с.
11. Панелі розподільних щитів серії ЩО-90. URL: <https://eg-ltd.com.ua/production/low-voltage-equipment-uk/paneli-rozpodilnyh-shhytiv-seriyi-shho-90/>
12. Камери збірні одностороннього обслуговування КСО-306. URL: <https://ukrelektro.com.ua/ua/p1078951112-kamery-sbornye-odnostoronnego.html>
13. Розподільні пункти ЕУ-ПП11. URL: <https://www.enersys.in.ua/vyrobnytstvo/punkt-rozpodilnyi.html>
14. Корпорація ВАТРА: каталог освітлювальних LED приладів. URL: [http://vatra.ua/download/VATRA-2021-UKR_MAX-catalog_\(lighting\).pdf](http://vatra.ua/download/VATRA-2021-UKR_MAX-catalog_(lighting).pdf)
15. Автоматичні вимикачі Promfactor: каталог. URL: [https://promfactor.com/catalog/12?filters\[name\]=asc&filters\[3\]=110,112](https://promfactor.com/catalog/12?filters[name]=asc&filters[3]=110,112)
17. Установки компенсації реактивної потужності ККУ-04. URL:

					ЛНТУ.971104.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

<https://avelectric.com.ua/ua/g77561771-ustanovki-kompensatsii-reaktivnoj>

18. Запобіжники струмообмежуючі серії ПКТ і ПКН: каталог. URL: https://quartz.zp.ua/uploads/files/products/pkt_pkn_ru.pdf

19. Трифазні багатотарифні лічильники електроенергії NIK. URL: <https://nik-el.com.ua/products/electricity-meters/3f-electricity-meters>

20. Силові масляні трансформатори. URL: <https://uea.com.ua/product-category/oil-transformers/>

21. Силові кабелі АПвЭгаПу. URL: <https://www.yuzhcable.info/edata/mrr/100107100030000070>

22. Трансформатори струму TOPN(III)-0,66. URL: <https://www.nik.net.ua/product/topnsh-066>

23. Вимикачі навантаження PE19 URL: <https://www.avtomats.com.ua/4260-re19-44-31160.html>

24. Проект повторного застосування Арх. № 1.16 «Одноколові залізобетонні опори повітряної лінії з неізолюваними проводами напругою 6-10 кВ (ПЛ 6-10 кВ)». URL: <https://www.sicame.com.ua/1.16VL6-10kV.pdf>

25. Кваліфікаційний проєкт бакалавра: методичні вказівки до оформлення кваліфікаційних проєктів бакалавра для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освіти освітньої програми «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» галузі знань 14 Електрична інженерія спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка денної та заочної форм навчання / уклад. І.В. Грицюк, Ю.В. Грицюк. – Луцьк: ЛНТУ, 2024. – 32 с.

					ЛНТУ.971104.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		