

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Навчально-науковий інститут Українська інженерно-педагогічна академія
Кафедра Електротехніки та електроенергетики

До захисту допущено

кафедрою електротехніки та електроенергетики протокол № _____ від _____

завідувач кафедри _____ Артем ЧЕРНЮК
(підпис) (ім'я, прізвище)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

здобувача першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
(першого (бакалаврського) / другого (магістерського))

Проектування системи електропостачання 0,4 кВ міської поліклініки, смт.
Солоницівка
(тема роботи)

Спеціальність (спеціалізація) 141 «Електроенергетика, електротехніка та
(код та найменування спеціальності; спеціалізації спеціальності)
електромеханіка»

Освітня програма Електричні станції, мережі та системи
(назва освітньої програми)

Здобувач _____ Андрій ЗАБОБОНОВ
(підпис) (ім'я, прізвище)

Науковий керівник _____ Павло ВАСЮЧЕНКО
(підпис) (ім'я, прізвище)

Рецензент _____ / Олег ПОДОЛЯК
(підпис) (ім'я та прізвище)

Харків – 2026

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Навчально-науковий інститут Українська інженерно-педагогічна академія
Кафедра Електротехніки та електроенергетики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри

Артем ЧЕРНЮК

(ім'я, прізвище)

(підпис)

«__» _____ 2026 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
здобувача першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
(першого (бакалаврського) / другого (магістерського))

Забабонову Андрію Борисовичу
(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

Спеціальність (спеціалізація) 141 «Електроенергетика, електротехніка та
(код та найменування спеціальності; спеціалізації спеціальності)
електромеханіка»

Освітня програма Електричні станції, мережі та системи
(назва освітньої програми)

1. Тема роботи: Проектування системи електропостачання 0,4 кВ міської
поліклініки, смт. Солоницівка

керівник роботи Васюченко Павло Вікторович, к.пед.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом по Університету від «15» грудня 2025 року,
№ 4801-5/4400

2. Строк подання здобувачем роботи: «20» червня 2026 року

3. Вихідні дані до роботи: технологічний процес, характеристика
електроприймачів, кількість та потужність електроприймачів напругою до 1 кВ

4. Перелік питань, які потрібно розробити:

1) Розрахунок електричних навантажень в мережі напругою до 1 кВ (від
силових і освітлювальних ЕП), розрахунок потужності КУ в мережі напругою до
1 кВ, розміщення цехових трансформаторів на площі;

2) Вибір схеми внутрішньоцехової мережі напругою до 1 кВ, вибір типу і параметрів комутаційно-захисних апаратів у мережах (для одного з приєднань), вибір марки і перетини струмоведучих частин;

3) Розрахунок струмів К.З. в мережі напругою до 1 кВ, перевірка апаратів і СВЧ на стійкість дії струмів короткого замикання, перевірка показників якості електроенергії (відхилення напруги) на шинах цехової ТП.

5. План роботи

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Загальна характеристика технологічного процесу об'єкту, що проєктується	20.12-10.01	
2	ЕЛЕКТРИЧНІ РОЗРАХУНКИ: розрахунок електричних навантажень в мережі напругою до 1 кВ (від силових і освітлювальних ЕП)	11.01-11.02	
3	Розрахунок потужності КУ в мережі напругою до 1 кВ	12.02-28.02	
4	Розміщення цехових трансформаторів на площі цеху	01.03-15.03	
5	Вибір схеми внутрішньоцехової мережі напругою до 1 кВ	16.03-30.03	
6	Вибір типу і параметрів комутаційно-захисних апаратів у внутрішньоцехових мережах (для одного з приєднань)	01.04-20.04	
7	Вибір марки і перетини струмоведучих частин	21.04-02.05	
8	Розрахунок струмів К.З. в мережі напругою до 1 кВ. Перевірка апаратів і СВЧ на стійкість дії струмів короткого замикання	03.05-20.05	
9	Перевірка показників якості електроенергії (відхилення напруги) на шинах цехової ТП	21.05-30.05	
10	Проекткування однолінійної схеми електропостачання вузла навантаження	01.06-14.06	
11	Оформлення пояснювальної записки, презентації	15.06-20.06	

6. Дата видачі завдання: «15» грудня 2025 року

Здобувач вищої освіти _____ Андрій ЗАБОБОНОВ
(підпис) (ім'я, прізвище)

Керівник роботи _____ Павло ВАСЮЧЕНКО
(підпис) (ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

до бакалаврської роботи на тему
«Проектування системи електропостачання 0,4 кВ міської поліклініки,
смт. Солоницівка»
АНДРІЙ ЗАБОБОНОВ

Пояснювальна записка містить 56 сторінок, 10 рисунків, 4 таблиць, 0 додатків, 50 використаних джерел.

У сучасних умовах важливою складовою інфраструктури є система електропостачання. Проектування якісної та надійної електромережі для медичних установ, зокрема поліклінік, є особливо актуальним, оскільки від цього залежить безперебійне функціонування медичних послуг.

У роботі виконано аналіз технологічного процесу підприємства та складу електроприймачів, визначено категорію надійності електропостачання, проведено розрахунок електричних навантажень силового й освітлювального обладнання. На основі отриманих результатів здійснено вибір схеми електропостачання, кількості та потужності силових трансформаторів, а також виконано розрахунок і вибір компенсувальних пристроїв для підвищення коефіцієнта потужності та зниження втрат електричної енергії.

Основною метою даної бакалаврської роботи є розробка проекту системи електропостачання напругою 0,4 кВ для міської поліклініки в смт. Солоницівка, що забезпечить необхідний рівень надійності та безпеки.

Основні завдання

1. Аналіз вимог до електропостачання медичних установ.
2. Розрахунок навантаження та вибір обладнання.
3. Проектування схеми електропостачання.
4. Оцінка економічних показників проекту.

У результаті проведених розрахунків було визначено основні параметри електропостачання, включаючи потужність трансформатора, схеми живлення та запасні рішення для підвищення надійності.

Розроблена система електропостачання відповідає сучасним вимогам безпеки та надійності, що дозволить забезпечити безперебійну роботу міської поліклініки в смт. Солоницівка.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, ЕЛЕКТРИЧНІ НАВАНТАЖЕННЯ, ТРАНСФОРМАТОРНА ПІДСТАНЦІЯ, КОМПЕНСАЦІЯ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ, ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЯ, ЕЛЕКТРОПРИЙМАЧІ, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, КОРОТКЕ ЗАМИКАННЯ, ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА

ABSTRACT

to the bachelor's thesis on the topic "Design of a 0.4 kV power supply system of a city polyclinic, Solonytsivka settlement"

ANDRIY ZABOBONOV

The explanatory note contains 56 pages, 10 figures, 4 tables, 0 appendices, 50 sources used.

In modern conditions, an important component of the infrastructure is the power supply system. Designing a high-quality and reliable power network for medical institutions, in particular polyclinics, is especially relevant, since the uninterrupted functioning of medical services depends on it.

The work analyzes the technological process of the enterprise and the composition of electrical receivers, determines the category of reliability of power supply, calculates the electrical loads of power and lighting equipment. Based on the results obtained, the power supply scheme, the number and power of power transformers are selected, and compensation devices are calculated and selected to increase the power factor and reduce electrical energy losses.

The main goal of this bachelor's thesis is to develop a project for a 0.4 kV power supply system for a city polyclinic in the village of Solonytsivka, which will provide the necessary level of reliability and safety.

Main tasks

1. Analysis of the requirements for the power supply of medical institutions.
2. Load calculation and equipment selection.
3. Design of a power supply scheme.
4. Assessment of the economic indicators of the project.

As a result of the calculations, the main parameters of the power supply were determined, including the transformer power, power supply schemes and backup solutions to increase reliability.

The developed power supply system meets modern safety and reliability requirements, which will ensure the uninterrupted operation of the city polyclinic in the village of Solonytsivka.

KEYWORDS: ELECTRICAL SUPPLY, ELECTRICAL LOADS, TRANSFORMER SUBSTATION, REACTIVE POWER COMPENSATION, ELECTRICAL ENERGY, ELECTRICAL RECEIVERS, ENERGY EFFICIENCY, SHORT CIRCUIT, ELECTRICAL SAFETY

ЗМІСТ

с

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ	5
ВСТУП	6
1. КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	7
2. ЕЛЕКТРИЧНІ РОЗРАХУНКИ	11
2.1. Розрахунок електричних навантажень в мережі напругою до 1 кВ і вище 1 кВ	11
2.1.1. Розрахунок електричних навантажень від силових електроприймачів	11
2.1.2. Розрахунок електричних навантажень від освітлювальних електроприймачів	12
2.2. Розрахунок потужності компенсуючих пристроїв в мережі напругою до 1 кВ	14
2.3 Розміщення силових трансформаторів	15
2.4. Вибір схеми електричної мережі напругою до 1 кВ	17
2.5. Вибір типу та параметрів комутаційно-захисних апаратів у електричних мережах	20
2.6. Вибір марки та перерізів струмопровідних частин	24
2.7. Розрахунок струмів короткого замикання в мережі напругою до 1 кВ	25
2.8. Проектування однолінійної схеми електропостачання вузла навантаження	42
3. ОХОРОНА ПРАЦІ	43
3.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів	43
3.2 Заходи щодо забезпечення електробезпеки	45
3.3 Пожежна та вибухова безпека	46

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ				
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					
Розробив	Забобонов				Проектування системи електропостачання 0,4 кВ міської поліклініки, смт. Солоницівка			Лит	Лист
Перевірив	Васюченко								
Н. контрол.									
Затв.	Васюченко								
					ДЕА-Е22+Е23пр ННІ УПА ХНУ ім. В.Н. Каразіна				

3.4 Вимоги до виробничого освітлення	47
3.5 Захист навколишнього середовища	49
Висновки до розділу 3	51
ВИСНОВКИ	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	53

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						4
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

АПВ	- автоматичний повітряний вимикач
АВР	- автоматичне включення резерву
АД	- асинхронний двигун
АПВ	- автоматичне повторне включення
АРВ	- автоматичне регулювання збудження
ВН	- висока напруга
ДРП	- джерело реактивної потужності
к.з.	- коротке замикання
КБ	- батарея конденсаторів
КВА	- контрольно-вимірювальна апаратура
КТП	- комплектна трансформаторна підстанція
НН	- низька напруга
ОП	- охорона праці
ПБЗ	- перемикання без збудження
ПГВ	- підстанція глибокого введення
ГДК	- гранично допустима концентрація
ПДР	- гранично допустимий рівень
ПТБ	- правила техніки безпеки
РЗА	- релейний захист і автоматика
РПН	- регулювання під напругою
СД	- синхронний двигун
СК	- синхронний компенсатор
СЕП	- система електропостачання
СВЧ	- струмоведуча частина
х.х.	- холостий хід

ВСТУП

Більше 80% що виробляється в нашій країні електроенергії використовується приймачами на напругу до 1000 В.

У електричні мережі напругою до 1000 В закладається величезна кількість провідникової і кабельної продукції, комутаційних апаратів, електроустаткування. Раціональну побудову схем електропостачання приймачів електричної енергії має виняткове значення з економічної точки зору.

Раціонально виконані сучасні системи електропостачання повинні задовольняти ряду вимог:

- економічність;
- надійність;
- безпека і зручність експлуатації;
- забезпечення необхідної якості електроенергії;
- рівень напруги і стабільна частота.

Повинні також передбачатися найкоротші терміни виконання будівельно-монтажних робіт, необхідна гнучкість системи, що забезпечує можливість розширення мережі без істотного ускладнення і дорожчання первинного варіанту. Тому, проектне завдання є складнішим, ніж розрахункова.

Метою даного дипломного проекту – є проектування системи електропостачання поліклініки.

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						6
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1. КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Джерелами живлення електроспоживачів поліклініки є КТП – 2*630. (ТП-11055)

Напруга живлення електроспоживачів 0,4 кВ.

Живлення здійснюється по двох кабельних введеннях (2*АСБ-1 (4*240 мм) завдовжки 160 м.

Метою аналізу технологічного процесу є визначення імовірнісних величин збитку при перерві електропостачання, щоб визначити необхідне число джерел живлення, схему, наявність або відсутність мережевої автоматики. Необхідно виявити вузли із специфічним навантаженням.

Умовно всі електроприймачі можуть бути розділені на дві великі групи: освітлювальні і силові.

Освітлювальні електроприймачі. У основних приміщеннях в цілях економії електроенергії і отримання високих рівнів освітленості, як правило, використовують світильники з люмінесцентними лампами у виконання, відповідного умовам середовища і виконуваної роботи. У допоміжних приміщеннях, складах і коморах застосовуються лампи розжарювання.

При освітленні будівлі застосовується загальне і комбіноване освітлення. Система загального освітлення рівномірна, з приблизно рівною освітленістю в усіх точках освітлюваної поверхні, підвищена освітленість передбачена в деяких необхідних зонах.

Комбіноване освітлення складається із загального рівномірного і місцевого з установкою світильників на робочих місцях.

По функціональному призначенню розрізняють робоче, аварійне і евакуаційне освітлення. Робоче освітлення створює освітленість, потрібну нормами для виконання зорової роботи в даному приміщенні. Аварійне освітлення дає можливість продовжувати роботу при згасанні робочого.

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						7
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Евакуаційне освітлення дозволяє людям безпечно вийти з приміщень, де згасло робоче освітлення.

Справжнім проектом передбачена система комбінованого освітлення приміщень комплексу:

- загальне робоче освітлення на напругу 220В з використанням світильників з люмінесцентними лампами і лампами розжарювання залежно від призначення приміщень;
- ремонтне освітлення на напругу 36В;
- евакуаційне і аварійне освітлення (освітлення безпеки), з використанням світлових покажчиків «Вихід», що живлять від окремої мережі з пристроєм АВР в коридорах і сходових клітках;
- чергове освітлення, як яке використовується частина світильників від аварійного освітлення.

Світильники і електронастановні вироби (електроустаткування) вибираються відповідно до функціонального призначення приміщень; їх виконання, способу установки, класу ізоляції і ступеня захисту відповідають номінальній напрузі і умовам навколишнього середовища.

Силові електроприймачі. Залежно від виконуваних технологічних операцій до силових ЕП громадських будівель відносяться ЕП механічного устаткування, електротеплового устаткування, холодильних машин, підйомний-транспортного устаткування, санітарно-технічних установок, зв'язку, сигналізації і протипожежних пристроїв, апаратури управління.

З погляду забезпечення надійного і безперебійного живлення, приймачі електричної енергії діляться на три категорії (вимоги до надійності електропостачання регламентовані ПУЕ і Сніп):

1-а категорія - приймачі, перерва в електропостачанні яких може спричинити за собою небезпеку для життя людей або значний матеріальний

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						8
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

збиток, пов'язаний з пошкодженням устаткування, масовим браком продукції або тривалим розладом складного технологічного процесу виробництва.

2-а категорія, - приймачі, перерва в електропостачанні яких пов'язана з істотним недоотпуском продукції, простоем людей, механізмів, промислового транспорту.

3-а категорія, - приймачі, не відповідні під визначення 1-ої і 2-ої категорій (наприклад, приймачі другорядних цехів, що не визначають технологічний процес основного виробництва).

Питання про надійність електропостачання споживачів пов'язане з числом джерел живлення, схемою електропостачання і категорією споживачів. Приймачі 1-ої категорії повинні мати не менше двох незалежних джерел живлення і перерва в їх електропостачанні може бути допущений тільки на час дії пристрою АВР. Приймачі 2-ої категорії можуть мати один - два джерела живлення (вирішується конкретно залежно від значення, яке має дане промислове підприємство в народному господарстві країни, і місцевих умов) і перерва в їх електропостачанні допускається на якийсь час, необхідне для включення резервного живлення черговим персоналом. Приймачі 3-ої категорії, як правило, можуть мати одне джерело живлення, але якщо за місцевими умовами можна забезпечити живлення без істотних витрат і від другого джерела, то застосовується резервування живлення і для цієї категорії приймачів. Приймачі 3-ої категорії допускають перерву в електропостачанні для виконання ремонтних робіт або заміни пошкодженого елемента мережі на термін не більше 1 доби.

У громадських будівлях до 1-ої категорії відносяться електродвигуни пожежних насосів, електродвигуни і інші ЕП протипожежних пристроїв, систем пожежної і охоронної сигналізації, ліфти, ЕОМ обчислювальних центрів. Решта всіх електроприймачів відноситься до 2-ої категорії споживачів.

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Напруга електричної мережі 380\220 В при глухому заземленні нейтралі трансформаторів на живлячій підстанції, ця напруга є найбільш економічною для житлових і суспільних будівель.

По ступеню забезпечення надійності електропостачання електроприймачі поліклініки відносяться до 2-ої категорії.

Освітлення коридорів, сходових кліток, показчиків аварійного виходу і протипожежні пристрої по ступеню надійності відносяться до 1-ої категорії.

Основними споживачами електроенергії є:

- робоче освітлення;
- побутова розеткова мережа;
- електроустаткування систем вентиляції і кондиціонування;
- ліфти;
- протипожежні пристрої.

Розподіл електроенергії між окремими електроприймачами передбачається за групових щитків вітчизняного виробництва, встановлених на кожному поверсі і вбудованих модульних щитів, встановлених в коридорах.

Основні показники встановлених електричних потужностей електроустаткування по поліклініки зведені в таблицю 1.1.

Таблиця 1.1. Встановлені потужності електроустаткування

№ п/п	Найменування споживача	Р _{уст} , кВт	К _с	cos φ
1	2	3	4	5
1.	Електричне освітлення	51,83	0,7	0,93
2.	Санітарно-технологічне устаткування	20,34	0,65	0,75
3.	Технологічне устаткування	155,37	0,6	0,98
4.	Ліфти	10	0,65	0,6
	Разом по корпусу:	237,54		

2. ЕЛЕКТРИЧНІ РОЗРАХУНКИ

2.1. Розрахунок електричних навантажень в мережі напругою до 1 кВ і вище 1кВ

Електричні навантаження визначають вибір всіх елементів системи електропостачання. Завищення електричних навантажень приводить до перевитрати провідникового матеріалу струмоведучих частин, збільшення потужностей трансформаторів, що викликає заморожування капіталовкладень і дорожчання системи електропостачання. Заниження електричних навантажень приводить до перевантаження струмоведучих частин, трансформаторів, що веде до зниження пропускної спроможності і швидкого зносу ізоляції.

Тому правильне визначення електричних навантажень є вирішальним чинником при проектуванні, реконструкції і експлуатації електричних мереж.

У практиці проектування і реконструкції систем електропостачання застосовують різні методи визначення електричних навантажень. Вибір методу визначення очікуваних електричних навантажень перш за все залежить від:

- представлених початкових даних;
- місця розрахункового вузла в системі електропостачання;
- структури електроприймачів;
- особливостей технологічного процесу.

2.1.1. Розрахунок електричних навантажень від силових електроприймачів

Розрахунок електричних навантажень силових електроприймачів виконується методом упорядкованих діаграм. Вихідними даними для розрахунку

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						11
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

є номінальні потужності електрообладнання, коефіцієнти використання та коефіцієнти потужності окремих груп електроприймачів.

Для кожної групи електроприймачів визначається сумарна встановлена (номінальна) потужність, яка приймається відповідно до паспортних даних електротехнічного обладнання. Для окремих електроприймачів, що працюють у повторно-короткочасному режимі (ПКР), зокрема зварювальних машин та підйомно-транспортного обладнання, паспортні дані попередньо приводяться до номінальної потужності тривалого режиму роботи.

Розрахунок навантажень здійснюється методом коефіцієнта попиту по активному навантаженню – відношення розрахункового активного навантаження до номінальної активної потужності групи електроприймачів. Значення коефіцієнта попиту для різних груп електроприймачів в різних сферах визначається умовою експлуатації.

Проведемо розрахунок електричного навантаження гр. 1:

$$P_M = P_N \times K_c = 18,84 \times 0,8 = 15,1 \text{ кВт}$$

$$Q_M = P_M \times \operatorname{tg} \varphi = 15,1 \times 0,88 = 13,3 \text{ квар}$$

де K_c – коефіцієнт попиту

P_N – встановлена потужність, кВт

Розрахунок по решті вузлів навантаження аналогічний і зведений в таблицю 2.1.

2.1.2. Розрахунок електричних навантажень від освітлювальних електроприймачів

Близько 10-20% споживаної електроенергії на багатьох об'єктах витрачається на електричне освітлення. Правильне виконання освітлювальних

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						12
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

електроустановок сприяє раціональному використанню електроенергії, поліпшенню продукції, що випускається, підвищенню продуктивності праці, зменшенню кількості аварій і випадків травматизму, зниженню стомлюваності робочих.

При проектуванні освітлювальних установок важливе значення має правильне визначення необхідної освітленості об'єкту. Для цієї мети розроблені норми промислового освітлення на основі класифікації робіт по певних кількісних ознаках і приведені в /24/.

Встановлену потужність Руст освітлювальних ЕП визначимо по питомій щільності освітлювального навантаження для даного технологічного процесу.

$$P_{уст} = P_{уд.о} \cdot F \cdot 10^{-3} \text{ кВт}$$

$$E_{д\ddot{a}l} = 20 \text{ \AA} \hat{d}l^2$$

Розрахункове активне навантаження від освітлювальних ЕП визначаємо за допомогою Кс.о.

$$P_{м.о} = P_{н.о} \cdot K_{с.о} \cdot K_{ПРА}; K_{с.о} = 0,95; K_{ПРА} = 1,1$$

$$P_{уст} = 20 \cdot 2591,5 \cdot 10^{-3} = 51,83 \text{ кВт}$$

$$P_{м.о} = 51,83 \cdot 0,95 \cdot 1,1 = 54,2 \text{ кВт}$$

$$F = 2591,5 \text{ м}^2$$

Враховуючи особливість освітлювальних приладів, які в основному складають люмінесцентні лампи, що працюють з пускорегулюючими пристроями, мають в своєму складі індуктивність і ємність, вираз для знаходження розрахункової реактивної потужності від освітлювальних електроприймачів можна записати таким чином:

$$Q_{р.о.} = P_{р.о.} \cdot \text{tg}\varphi,$$

$$\text{де } \text{tg}\varphi = 0,62$$

$$Q_{р.о.} = 54,2 \times 0,62 = 33,6 \text{ квар}$$

Знайдемо повну потужність від освітлювальних електроприймачів:

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						13
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{p.o.} = \sqrt{P_{p.o.}^2 + Q_{p.o.}^2} = \sqrt{54,2^2 + 33,6^2} = 63,7 \text{ кВА.}$$

Розрахункові активні і реактивні навантаження силових і освітлювальних ЕП:

$$P_{p.y.} = 187,85 \text{ кВт}$$

$$I_p = 284,6 \text{ А}$$

2.2 Розрахунок потужності компенсуючих установок у мережі напругою до 1 кВ

В рамках даного дипломного проекту не передбачається установка трансформаторних потужностей, враховуючи характер проєктованого об'єкту і реальні умови існуючої мережі.

Джерелами живлення електроспоживачів поліклініки є існуюча КТП – 2*630. (ТП-11055). Напруга живлення електроспоживачів 0,4 кВ. Живлення здійснюється по двох кабельних введеннях (2*АСБ-1 (4*240 мм) завдовжки 160 м.

Коефіцієнт завантаження даних трансформаторів складає в нормальному режимі 0,78, що відповідає нормам експлуатації.

Компенсація реактивній потужності у внутрішній мережі також не проводиться. Нормами, що діяли до останнього часу, передбачався пристрій КРМ при розрахунковій активній потужності понад 250 кВт. Проте дослідження, показали, що установка пристроїв КРМ в громадських будівлях, як правило, не виправдовується по наступних економічних міркуваннях:

1. значення природного коефіцієнта потужності на введеннях в будівлі достатньо високі: 0,85 і навіть вище;

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						14
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

2. змінний характер графіків навантаження диктує необхідність застосування регульованих конденсаторних батарей, вельми недешевих. При установці нерегульованих батарей в мережі матимуть місце перекомпенсація і втрати енергії вночі;
3. вартість втрат енергії в конденсаторах не перекривається економією від підвищення коефіцієнта потужності.

2.3 Розміщення силових трансформаторів

Під час розміщення трансформаторних підстанцій необхідно дотримуватися таких основних принципів:

- максимальне наближення трансформаторних підстанцій до центрів електричних навантажень, що дозволяє скоротити довжину мереж низької напруги та зменшити втрати електроенергії;
- оптимальний розподіл встановлених потужностей трансформаторів, обґрунтований техніко-економічними розрахунками;
- забезпечення найкоротшого шляху живлення підстанції від джерела електропостачання, що сприяє зменшенню витрат провідникових матеріалів і втрат електроенергії в живильних мережах.

Місце розташування трансформаторних підстанцій визначається щільністю електричних навантажень, розміщенням технологічного обладнання, можливістю встановлення компенсуючих пристроїв, а також умовами виробничого середовища, які залежать від особливостей технологічного процесу.

Досвід проєктування та експлуатації систем електропостачання свідчить про доцільність застосування комплектних трансформаторних підстанцій (КТП), які забезпечують високий рівень заводської готовності обладнання та скорочують обсяги монтажних робіт на об'єкті.

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						15
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Принципи розміщення силових трансформаторів визначаються вимогами безпеки, надійності, зручності експлуатації та економічності. Основні принципи такі:

1. Максимальна наближеність до центру електричного навантаження
Зменшує довжину кабельних ліній.
Знижує втрати електроенергії та падіння напруги.
2. Забезпечення пожежної та електричної безпеки
Дотримання нормативних відстаней до будівель і споруд.
Використання протипожежних перегородок або маслоприймальних пристроїв для масляних трансформаторів.
Забезпечення надійного заземлення.
3. Зручність монтажу та технічного обслуговування
Вільний доступ для персоналу.
Можливість ремонту та заміни обладнання.
Наявність під'їзних шляхів для транспорту.
4. Належна вентиляція та охолодження
Забезпечення природної або примусової вентиляції.
Недопущення перегріву трансформатора.
5. Захист від впливу навколишнього середовища
Захист від атмосферних опадів, пилу, вологи та агресивних середовищ.
Для зовнішнього встановлення використовують трансформатори відповідного кліматичного виконання.
6. Можливість подальшого розвитку мережі
Передбачають місце для встановлення додаткових трансформаторів або розширення підстанції.
7. Мінімізація шуму та вібрації
У житлових і громадських будівлях трансформатори розміщують так, щоб зменшити вплив шуму на людей.

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						16
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Використовують віброізолюючі опори.

8. Надійність електропостачання

Для відповідальних споживачів встановлюють два і більше трансформаторів із можливістю резервування.

Забезпечують незалежні джерела живлення за необхідності.

Основні варіанти розміщення силових трансформаторів

Відкрито — на відкритих підстанціях.

У закритих трансформаторних підстанціях — у спеціальних приміщеннях.

Вбудовано або прибудовано до будівель — переважно для сухих трансформаторів або за умови дотримання вимог пожежної безпеки.

Дотримання цих принципів забезпечує безпечну, надійну та економічно ефективну роботу силових трансформаторів протягом усього строку експлуатації.

2.4. Вибір схеми електричної мережі напругою до 1 кВ

Побудова схем електропостачання і електроустаткування громадських будівель має ряд відмітних особливостей в порівнянні з схемами електропостачання промислових підприємств, житлових будівель. Ці особливості визначаються значною питомою вагою силових ЕП технологічного і санітарно-технічного устаткування, режимами його роботи, специфічними вимогами до освітлення деяких приміщень. Необхідно підкреслити, що разом з відмінностями схеми електромереж громадських будівель повинні відповідати загальним вимогам.

Схеми електричних мереж ділять на магістральних і радіальних. Останнім часом набула поширення схема блок трансформатор-магістраль (БТМ).

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						17
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Електрична енергія від ВРУ до ЕП розподіляється по мережах, що мають різні побудови. Вибір схеми залежить від того, що територіального має в своєму розпорядженні ЕП відносно ВРУ, а також щодо один одного, величини встановленої потужності окремих ЕП і надійності електропостачання залежно від категорії споживачів.

Правильно складена схема повинна забезпечити простоту і зручність експлуатації: бути економічною за капітальними витратами на її споруду, по витраті кольорових металів, експлуатаційним витратам і втратам електроенергії. Крім того, схема живлення повинна допускати застосування індустріальних методів монтажу.

Кожну живлячу лінію, що відходить від ВРУ, можна виконати по схемах радіальною, магістральною і радіально-магістральною (що змішала).

Радіальні лінії в силовій мережі застосовують для безпосереднього живлення окремих могутніх ЕП, розташованих один від одного на великій відстані, або окремих силових РП, що живлять ЕП невеликої потужності, розташовані окремими групами. Радіальна схема забезпечує високу надійність живлення окремих споживачів, оскільки при обриві дроту або короткому замиканні в лінії припиняють роботу тільки один або декілька ЕП, тоді як решта ЕП інших ліній продовжують роботу.

Магістральні лінії на всьому своєму протязі живлять окремі споживачі. У силових мережах ці лінії застосовуються, коли ЕП невеликої потужності рівномірно розташовані за всією площею приміщення. В цьому випадку ЕП залежно від того, що їх територіального має в своєму розпорядженні групи приєднують до силових РП, а останні – до лінії.

Магістральні схеми живлення мають ряд переваг в порівнянні з радіальними.

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						18
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1. унаслідок скорочення кількості ліній, що відходять, від ВРУ зменшується кількість встановлюваних в нім комутаційних і захисних апаратів, а це приводить до зменшення його розмірів.

2. зменшується загальна протяжність живлячих ліній, а отже, знижується витрата кольорових металів і скорочуються витрати на споруду мережі.

3. виконуються електромонтажні роботи індустріальними методами.

У силових і освітлювальних мережах радіальні і магістральні лінії окремо застосовуються рідко. Найбільш поширені змішані схеми, тобто радіально-магістральні.

Живлення силових і освітлювальних ЕП здійснюється від загальних ТР. Живлення від загальних ТР має ряд переваг в порівнянні з роздільним. З рівними електричними навантаженнями при загальному живленні кількість трансформаторів менша, а отже, і витрати на будівництво підстанції менше. Спрощується електрична схема кожної підстанції, унаслідок чого скорочується кількість встановлюваної апаратури, зменшуються її габарити і здешевлюються будівельні і монтажні роботи. Один з головних недоліків – коливання напруги, якщо використовуються зварювальні апарати, могутні електродвигуни.

Слід мати на увазі, що в громадських будівлях широко поширено люмінесцентне освітлення, при якому струм в нульовому дроті може досягати значень близьких до номінального струму ТР за рахунок вищих гармонійних складових. Оскільки для ТР з схемою з'єднання зірка-зірка з нулем допускається струм в нейтралі ТР не більше 25% номінального, необхідно встановлювати силові ТР із з'єднанням трикутник зірка. В цьому випадку допускається струм в нейтранейтралі до 75% номінального.

У громадських будівлях рекомендується, не дивлячись на живлення від загальних ТР, що живлять лінії силових і освітлювальних мереж виконувати роздільними, що забезпечує зручність експлуатації, доцільніше трасування, а

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						19
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

також, як правило, зменшує коливання напруги на лампах електричного освітлення.

Світильники евакуаційного і аварійного освітлення повинні приєднуватися до мережі, незалежної від мережі робочого освітлення, починаючи від щита трансформаторної підстанції або від ВРУ.

Проектом передбачені наступні способи прокладки електропроводок:

- розподільна мережа від ВРУ до розподільних щитів на горизонтальних ділянках прокладається за стелею підшивання на лотках, а на вертикальних ділянках — в металевих трубах по стояковим шафам;
- групові мережі від розподільних щитків до приміщень на горизонтальних ділянках прокладаються за стелею підшивання на лотках;
- групові мережі освітлення для верхнього світла приміщень прокладаються на лотках за стелею підшивання, ділянки від лотків до електроприймача прокладаються в негорючих трубах з полівінілхлориду (ПВХ);
- розеткові мережі в приміщеннях від лотків прокладаються скрито в міжстінних перегородках в ПВХ трубах і в електрокоробах по стінах;
- групові розподільні силові мережі і мережі освітлення у венткамерах прокладаються відкрито на монтажній смузі;
- розподільні мережі для технологічного устаткування прокладаються в металевих трубах в підлозі.

Всі розподільні і групові мережі виконуються кабелем маркі ВВГ і проводів ПВ.

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						20
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

2.5 Вибір типу та параметрів комутаційно-захисних апаратів у електричних мережах

У експлуатації електричної мережі можливі порушення нормального режиму роботи: перевантаження, короткі замикання, при яких струм в провідниках різко зростає. Тому електричні мережі повинні бути надійно захищені від аварійних режимів. Для цього передбачені захисні апарати, що відключають пошкоджений елемент мережі з найменшим часом дії.

Для захисту мереж застосовують плавкі запобіжники, автоматичні повітряні вимикачі (АВВ), теплові реле магнітних пускачів.

АВВ, в порівнянні із запобіжниками, мають стійкіші захисні характеристики і проводять відключення всіх трьох фаз елемента, що захищається, що виключає можливість роботи електроприймачів в неपूर्णфазном режимі. Крім того, АВВ є апаратами багатократної дії, що дозволяє з їх допомогою виконувати схеми мережевої автоматики. Належним чином вибрані АВВ захищають установку від перевантаження. Завдяки цим достоїнствам автомати знаходять широке застосування в установках змінного струму напругою до 660 В.

АВВ забезпечуються спеціальними пристроєм РЗ, який залежно від типу автомата виконується у вигляді струмового відсічення або у вигляді максимального струмового захисту. Для цього використовуються електромагнітні первинні реле прямої дії з витримкою і без витримки часу. Ці реле називаються розчіплювачами.

Для виконання захисту, надійно і що селективно діє при коротких замиканнях і перевантаженнях, максимальні расцепители автоматів забезпечують витримками часу у вигляді годинникових механізмів. Уповільнення досягається за рахунок сповільнювача розчіплювача- механізму, що створює незалежну витримку часу, регульовану в межах $0,2 \div 0,6$ с.

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						21
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Автомати вибирають з дотриманням наступних вимог:

$$U_{\text{аном}} > U_{\text{номс}},$$

де $U_{\text{аном}}$ – номінальна напруга автомата;

$U_{\text{номз}}$ – номінальна напруга ділянки мережі, що захищається.

$$I_{\text{расцном}} \geq I_{\text{расч}}$$

де $I_{\text{расцном}}$ – номінальний струм розчіплювача, А;

$I_{\text{расч}}$ – розрахунковий струм ділянки мережі, що захищається.

Для одиночних двигунів, що захищаються автоматом:

$$I_{\text{расч}} = I_{\text{номдв}}$$

Якщо елемент мережі, що захищається, працює в режимі технологічних перевантажень, то необхідно вибирати автомати з регульованим расцепителем сповільненого спрацьовування, що здійснює захист від перевантаження.

Уставка сповільненого спрацьовування регульованих розчіплювачів, що здійснюють захист від перевантаження $I_{\text{устп}}$ вибирається по виразу:

$$I_{\text{устп}} \geq (1,3 \div 1,5) I_{\text{расч}}.$$

При виборі струму уставки миттєвого спрацьовування електромагнітного розчіплювача, що здійснює захист від к.з., необхідно відбудуватися від кратковременных перевантажень, двигунів, що викликаються пуском (самозапуском), по виразу:

$$I_{\text{устк.з.}} \geq (1,5 \div 1,8) I_{\text{пер}}$$

де $I_{\text{пер}}$ ($I_{\text{пик}}$) – струм короточасний перевантаження або піковий струм, визначуваний залежно від характеру навантаження ділянки мережі, що захищається, по виразах:

- для одиночних двигунів:

$$I_{\text{перегр}} = I_{\text{пуск}} = k_{\text{пуск}} I_{\text{номдв}}$$

де $k_{\text{пуск}}$ – кратність пускового струму двигуна;

- для режиму запуску самозапускаючихся двигунів, що не

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						22
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

відключаються:

$$I_{\text{перерг}} = \sum_{i=1}^n I_{\text{пускі}},$$

де $\sum_{i=1}^n I_{\text{пускі}}$ - сума пускових струмів двигунів, що самозапускаються;

- для випадку пуску найбільш могутнього двигуна і режиму нормальної роботи решти всіх електроприймачів, підключених до лінії, що захищається:

$$I_{\text{пер}} \geq k_c \cdot \sum_{i=1}^{n-1} I_{\text{н.дв}} + I_{\text{пуск.мах}},$$

де $\sum_{i=1}^{n-1} I_{\text{н.дв}}$ - сума номінальних струмів двигунів, приєднаних до лінії, що захищається, без урахування найбільш могутнього двигуна;

$I_{\text{пуск.мах}}$ – пусковий струм найбільш могутнього двигуна на ділянці мережі, що захищається, А;

k_c – коефіцієнт попиту, $k_c < 1$.

Вибір параметрів автоматів на двигуни починаємо з визначення номінальних струмів двигунів, що захищаються автоматами.

$$I_{i.\text{дв.}} = \frac{P_i}{\sqrt{3} \cdot U_i \cdot \cos \varphi \cdot \eta}$$

$$I_{i.\text{дв.}} = \frac{7}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,87 \cdot 0,92} = 13,29 \text{ А};$$

Визначуваний пусковий струм двигунів, з урахуванням кратності пускового струму $k_{\text{п}} = 6$.

$$I_{\text{пуск}} = k_{\text{п}} \cdot I_{\text{н.дв.}}$$

$$I_{\text{пуск}} = 6 \cdot 13,29 = 79,93 \text{ А};$$

По розрахункових величинах приймаємо до установки автомат типу ВА88-32.

Розрахуємо номінальний струм розчіплювача з урахуванням поправочного

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						23
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

коефіцієнта, оскільки автомати вмонтовуються в шафах, тобто погіршується тепловіддача.

$$I_{н.расц.} = \frac{I_{н.дв.}}{0,85}$$

$$I_{н.расц.} = \frac{13,29}{0,85} = 15,63 \text{ А};$$

Вибираємо $I_{н.расц.} = 16 \text{ А}$.

Встановлюємо неможливість спрацьовування (відбудовуємося від пускових струмів) автомата при пуску двигуна:

$$I_{ср.эл.} = 1,25 \cdot I_{пуск}$$

$$I_{ср.эл.} = 1,25 \cdot 79,93 = 99,9 \text{ А}.$$

Приймаємо уставку струму розчіплювача 500А.

Решту двигунів розраховуємо аналогічно. Результати розрахунку зведені в таблицю 2.5.

2.6 Вибір марки та перерізів струмопровідних частин

У електричних мережах напругою до 1 кВ, в невибухонебезпечних приміщеннях перетин проводів вибирають по умові нагріву тривало допустимим струмом:

$$I_{р\max} \leq I_{дл\text{ доп}},$$

де $I_{р\max}$ – розрахунковий максимальний струм лінії, А;

$I_{дл\text{ доп}}$ – тривало допустимий струм стандартних перетинів, А.

При розрахунку мережі по нагріву спочатку вибирають марку провідника залежно від характеру середовища в цеху, конфігурації цеху і способу прокладки мережі. До вибору перетинів проводів і кабелів напругою до 1 кВ приступають

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						24
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

після вибору захисних апаратів, оскільки вибраний по умові нагріву перетин струмоведучих частин необхідно перевірити на відповідність захит по умові:

$$I_{\text{дл доп}} \geq k_z I_z$$

де I_z – номінальний струм розчіплювача, А;

k_z – коефіцієнт захисту.

Для існуючих умов, при яких експлуатується устаткування (мікроклімат, технологічний процес) коефіцієнт захисту для кабелів приймається рівним 1.

Вибираємо перетин кабелю по умові нагріву

$$I_{\text{р max}} \leq I_{\text{дл доп}}$$

Перевіряємо вибрані кабелі по втраті напруги:

$$\Delta U_{\text{действ}} < 0,05 U_n$$

$$\Delta U_{\text{действ}} = \sqrt{3} \cdot I_p \cdot l \cdot (r_0 \cdot \cos \varphi + x_0 \cdot \sin \varphi),$$

де I_p – розрахунковий струм;

l – довжина кабелю;

r_0, x_0 – питомі активний і індуктивний опори кабелю.

$$\cos \varphi = 0,6; \sin \varphi = 0,8$$

$$0,05 U_n = 19 \text{ В}$$

Приведемо приклад розрахунку кабельної лінії для двигуна потужністю 30 кВт. Приймаємо до установки чотирижильний кабель з мідними жилами маркі ВВГ перетином 10 мм², для якого тривало допустимий струм рівний 80А. підставляючи числові значення в співвідношення:

$$I_{\text{дл. доп.}} \geq k_z I_z$$

$$80 \geq 156,95 \text{ А}$$

знаходимо, що необхідні умови виконуються. Тому приймаємо до установки кабель типу ВВГ перетином 4*10 мм², $I_{\text{дл. доп.}} = 80 \text{ А}$.

Аналогічно вибираємо перетин проводів до решти двигунів.

Перевіряємо вибрані кабелі по втраті напруги:

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						25
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Всі розрахунки зведені в таблицю 2.2..

2.7 Розрахунок струмів короткого замикання в мережі напругою до 1 кВ

Метою розрахунку струмів до. з. у мережах до 1 кВ є перевірка вибраних автоматів і шинопроводов на стійкість дії струмів до. з., автоматів – по граничному струму відключення і на чутливість захисту.

Для перевірки захисних апаратів по граничному струму до. з. визначають максимальне значення струму трифазного до. з., а для перевірки чутливості захистів визначаємо мінімальне значення струму однофазного до. з. У електрично віддаленій від джерела живлення точці мережі.

Особливістю розрахунків струмів до. з. у мережах до 1 кВ є, те, що

- розрахунок проводиться в іменованих одиницях;
- при розрахунку струмів до. з. необхідно враховувати активні і індуктивні опори всіх елементів короткозамкнутому ланцюгу, включаючи провідники, трансформатори струму, струмові котушки автоматів, дуги, контактів і контактних з'єднань.

При розрахунках струмів до. з. допускається не враховувати вплив асинхронних двигунів, якщо їх сумарний номінальний струм не перевищує 10% початкового значення періодичної складової струму в місці до. з., розрахованого без урахування двигунів:

$$0,1 \cdot I_{\text{по}} > \sum_{i=1}^n I_{\text{н.двю}}.$$

- складається розрахункова схема на яку наносяться струми к. з.;
- по розрахунковій схемі складається схема заміщення, в якій всі елементи розрахункової схеми замінюються активними і індуктивними опорами;

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						26
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- розраховуються опори елементів мережі (опори прямій послідовності, опори нульовій послідовності, опори ланцюгу фаза-нуль);
- визначають величини трифазного і однофазного к. з. у намічених точках мережі.

Методика розрахунків струмів к. з. у електроустановках змінного струму напругою до 1 кВ відповідає ГОСТ 28249–89 /23/.

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						27
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Протокол розрахунку струму К.З.

Проект №1 _ Система електропостачання поліклініки, смт. Солоницівка.

Виконавець _ Забаобонов А.

Дата _ 10.06.2026 р.

Схема.

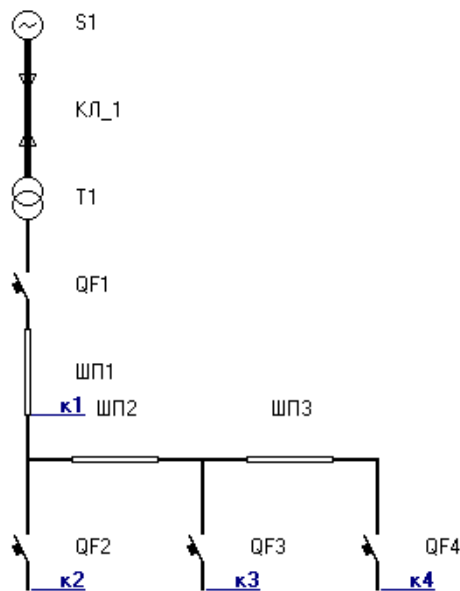


Схема заміщення прямої послідовності.

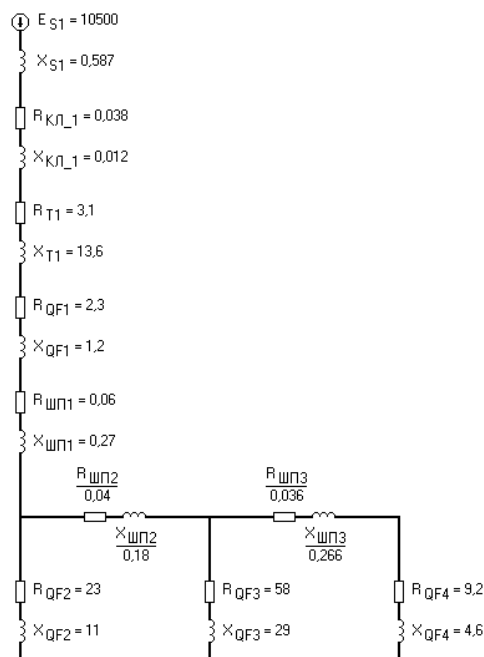
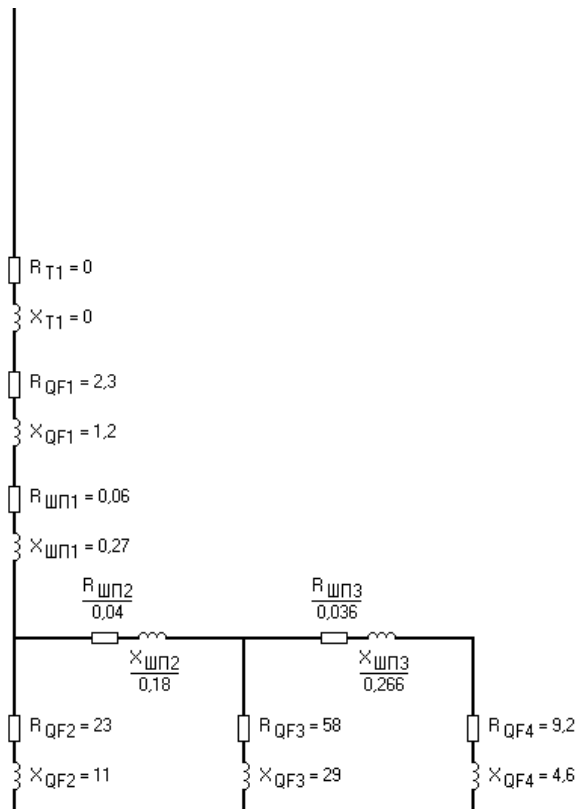


Схема заміщення нульової послідовності.



Загальні початкові дані.

Низька напруга мережі: $U_{нн} = 400 \text{ В}$.

Система.

Напис	Skз, МВА	Ikз.вн, кА	Uвн, В	X1, мОм
S1		15	10500	0,587

$$X1 = U_{нн}^2 / \sqrt{3} / I_{кз.вн} / U_{вн};$$

Система S1:

$$X1 = 400^2 / \sqrt{3} / 15 / 10500 = 0,587 \text{ мОм}.$$

Лінії понад 1 кВ.

Напис	Найменування	Тип лінії	Uвн, В	Довжина, м	R1', мОм/м	X1', мОм/м	R1, мОм	X1, мОм
КЛ_1	КЛ понад 1 кВ	3x70 мм2; мідь	10500	100	0,26	0,08	0,038	0,012

Силові трансформатори.

Напис	Тип	Схем	S, кВА	Uвн, В	Ркз, кВт	Uкз %	R1, мОм	X1, мОм	R0, мОм	X0, мОм
а										
T1	ТСЗС	Y/Yн	630	10000	8,5	5,7	3,1	13,6	0	0

$$R1 = P_{K3} * U_{Hn}^2 * 10^6 / S^2;$$

$$X1 = \sqrt{(U_{K3}^2 - (100 * P_{K3} / S)^2) * U_{Hn}^2 / S * 10^4};$$

Силовий трансформатор Т1:

$$R1 = 8,5 * 400^2 * 10^6 / 630^2 = 3,1 \text{ мОм.}$$

$$X1 = \sqrt{(5,7^2 - (100 * 8,5 / 630)^2) * 400^2 / 630 * 10^4} = 13,6 \text{ мОм.}$$

Елементи до 1 кВ.

Напис	Найменування	Тип	R1', мОм/м	R0', мОм/ м	X1', мОм/ м	X0', мОм/ м	Довжина, м	К-ть	R1, мОм	R0, мОм	X1, мОм	X0, мОм
QF1	Автоматичний вимикач	АП-50; In = 50 А							2,3	2,3	1,2	1,2
QF2	Автоматичний вимикач	АП-50; In = 16 А							23	23	11	11
QF3	Автоматичний вимикач	АП-50; In = 10 А							58	58	29	29
ШПЗ	Шини	2(100x10) мм2; алюміній; D = 200 мм	0,0178	0,0178	0,133	0,133	2	1	0,036	0,036	0,266	0,266
ШП2	Шини	100x10 мм2; мідь; D = 100 мм	0,02	0,02	0,09	0,09	2	1	0,04	0,04	0,18	0,18
ШП1	Шини	100x10 мм2; мідь; D = 100 мм	0,02	0,02	0,09	0,09	3	1	0,06	0,06	0,27	0,27
QF4	Автоматичний вимикач	АП-50; In = 25 А							9,2	9,2	4,6	4,6

Початкові дані для точки к1 (точка відліку S1).

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						30
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Найменування	Тип	Напис	R1, мОм	R0, мОм	X1, мОм	X0, мОм	Вкл.
Система		S1			0,587		+
КЛ понад 1 кВ	3x70 мм2; мідь	КЛ_1	0,038		0,012		+
Силовий трансформатор	ТСЗС	T1	3,1	0	13,6	0	+
Автоматичний вимикач	АП-50; Ін = 50 А	QF1	2,3	2,3	1,2	1,2	+
Шини	100x10 мм2; мідь; D = 100 мм	ШП1	0,06	0,06	0,27	0,27	+

Протокол розрахунків струмів КЗ в точці κ1 (точка відліку S1).

Розрахунок струмів трифазного КЗ.

Активний опір ланцюгу при трифазному КЗ:

$$RK3(3) = R1_{(KL_1)} + R1_{(T1)} + R1_{(QF1)} + R1_{(ШП1)};$$

$$RK3(3) = 0,038 + 3,1 + 2,3 + 0,06 = 5,46 \text{ мОм.}$$

Індуктивний опір ланцюгу при трифазному КЗ:

$$XK3(3) = X1_{(S1)} + X1_{(KL_1)} + X1_{(T1)} + X1_{(QF1)} + X1_{(ШП1)};$$

$$XK3(3) = 0,587 + 0,012 + 13,6 + 1,2 + 0,27 = 15,669 \text{ мОм.}$$

Повний опір ланцюгу при трифазному КЗ:

$$ZK3(3) = \sqrt{(RK3(3))^2 + (XK3(3))^2};$$

$$ZK3(3) = \sqrt{(5,46^2 + 15,669^2)} = 16,593 \text{ мОм.}$$

Струм трифазного металевого КЗ:

$$I_{по.м.}(3) = 400 / \sqrt{3} / ZK3(3);$$

$$I_{по.м.}(3) = 400 / \sqrt{3} / 16,593 = 13,92 \text{ кА.}$$

Визначимо значення Кс для початкового моменту дугового КЗ при ZK3(3)= 16,593 мОм:

$$K_{с \text{ нач.}} = 0,69.$$

Визначимо значення Кс для сталого струму дугового КЗ при ZK3(3)= 16,593 мОм:

$$K_{с \text{ вуст.}} = 0,62.$$

Визначимо найбільш вірогідне значення струму трифазного дугового замикання.

Для початкового моменту дугового КЗ:

$$I_{дуг.нач.}(3) = I_{по.м.}(3) * K_{с \text{ нач.}};$$

$$I_{дуг.нач.}(3) = 13,92 * 0,69 = 9,6 \text{ кА.}$$

Для сталого струму дугового КЗ:

$$I_{дуг.уст.}(3) = I_{по.м.}(3) * K_{с \text{ вуст.}};$$

$$I_{дуг.уст.}(3) = 13,92 * 0,62 = 8,63 \text{ кА.}$$

Визначимо значення Куд. при XK3(3)/ RK3(3)= 15,669 / 5,46 = 2,87 :

$$K_{уд.} = 1,33.$$

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						31
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначимо значення ударного струму:

$$I_{уд.(3)} = K_{уд.} * \sqrt{2} * I_{по.м.(3)};$$

$$I_{уд.(3)} = 1,33 * \sqrt{2} * 13,92 = 26,18 \text{ кА.}$$

Розрахунок струмів двофазного КЗ.

Повний опір ланцюгу при двофазному КЗ:

$$Z_{КЗ(2)} = 2 * \sqrt{((X_{КЗ(3)})^2 + (R_{КЗ(3)})^2)} / \sqrt{3};$$

$$Z_{КЗ(2)} = 2 * \sqrt{(15,669^2 + 5,46^2)} / \sqrt{3} = 19,16 \text{ мОм.}$$

Струм двофазного металевого КЗ:

$$I_{по.м.(2)} = 400 / \sqrt{3} / Z_{КЗ(2)};$$

$$I_{по.м.(2)} = 400 / \sqrt{3} / 19,16 = 12,05 \text{ кА.}$$

Визначимо значення K_c для початкового моменту дугового КЗ при $Z_{КЗ(2)} = 19,16 \text{ мОм}$:

$$K_{с \text{ нач.}} = 0,7.$$

Визначимо значення K_c для сталого струму дугового КЗ при $Z_{КЗ(2)} = 19,16 \text{ мОм}$:

$$K_{с \text{ вуст.}} = 0,63.$$

Визначимо найбільш вірогідне значення струму двофазного дугового замикання.

Для початкового моменту дугового КЗ:

$$I_{дуг.нач.(2)} = I_{по.м.(2)} * K_{с \text{ нач.}};$$

$$I_{дуг.нач.(2)} = 12,05 * 0,7 = 8,43 \text{ кА.}$$

Для сталого струму дугового КЗ:

$$I_{дуг.уст.(2)} = I_{по.м.(2)} * K_{с \text{ вуст.}};$$

$$I_{дуг.уст.(2)} = 12,05 * 0,63 = 7,59 \text{ кА.}$$

Розрахунок струмів однофазного КЗ.

Активний опір ланцюгу при однофазному КЗ:

$$R_{КЗ(1)} = R_{0(T1)} + R_{0(QF1)} + R_{0(шп1)};$$

$$R_{КЗ(1)} = 0 + 2,3 + 0,06 = 2,36 \text{ мОм.}$$

Індуктивний опір ланцюгу при однофазному КЗ:

$$X_{КЗ(1)} = X_{0(T1)} + X_{0(QF1)} + X_{0(шп1)};$$

$$X_{КЗ(1)} = 0 + 1,2 + 0,27 = 1,47 \text{ мОм.}$$

Повний опір ланцюгу при однофазному КЗ:

$$Z_{КЗ(1)} = \sqrt{((2 * R_{КЗ(3)} + R_{КЗ(1)})^2 + (2 * X_{КЗ(3)} + X_{КЗ(1)})^2)} / 3;$$

$$Z_{КЗ(1)} = \sqrt{((2 * 5,46 + 2,36)^2 + (2 * 15,669 + 1,47)^2)} / 3 = 11,798 \text{ мОм.}$$

Струм однофазного металевого КЗ:

$$I_{по.м.(1)} = 400 / \sqrt{3} / Z_{КЗ(1)};$$

$$I_{по.м.(1)} = 400 / \sqrt{3} / 11,798 = 19,57 \text{ кА.}$$

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						32
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначимо значення K_c для початкового моменту дугового КЗ при $Z_{K3}(1) = 11,798$ мОм:

$K_c \text{ нач.} = 0,67$.

Визначимо значення K_c для сталого струму дугового КЗ при $Z_{K3}(1) = 11,798$ мОм:

$K_c \text{ вуст.} = 0,6$.

Визначимо найбільш вірогідне значення струму однофазного дугового замикання.

Для початкового моменту дугового КЗ:

$I_{\text{дуг.нач.}}(1) = I_{\text{по.м.}}(1) * K_c \text{ нач.};$

$I_{\text{дуг.нач.}}(1) = 19,57 * 0,67 = 13,11$ кА.

Для сталого струму дугового КЗ:

$I_{\text{дуг.уст.}}(1) = I_{\text{по.м.}}(1) * K_c \text{ вуст.};$

$I_{\text{дуг.уст.}}(1) = 19,57 * 0,6 = 11,74$ кА.

Результати розрахунків струмів КЗ в точці к1 (точка відліку S1).

Трифазні струми КЗ.

Ркз, мОм	Хкз, мОм	Зкз, мОм	Іпо.м, кА	Кс нач.	Ідуг.нач., кА	Кс вуст.	Ідуг.уст., кА	Куд.	Іуд., кА
5,46	15,669	16,593	13,92	0,69	9,6	0,62	8,63	1,33	26,18

Двофазні струми КЗ.

Зкз, мОм	Іпо.м, кА	Кс нач.	Ідуг.нач., кА	Кс вуст.	Ідуг.уст., кА
19,16	12,05	0,7	8,43	0,63	7,59

Однофазні струми КЗ.

Ркз, мОм	Хкз, мОм	Зкз, мОм	Іпо.м, кА	Кс нач.	Ідуг.нач., кА	Кс вуст.	Ідуг.уст., кА
2,36	1,47	11,798	19,57	0,67	13,11	0,6	11,74

Початкові дані для точки к2 (точка відліку S1).

Найменування	Тип	Напис	R1, мОм	R0, мОм	X1, мОм	X0, мОм	Вкл.
Система		S1			0,587		+
КЛ понад 1 кВ	3x70 мм2; мідь	КЛ_1	0,038		0,012		+
Силовий трансформатор	ТСЗС	T1	3,1	0	13,6	0	+
Автоматичний вимикач	АП-50; Ін = 50 А	QF1	2,3	2,3	1,2	1,2	+
Шини	100x10 мм2; мідь; D = 100 мм	ШП1	0,06	0,06	0,27	0,27	+
Автоматичний вимикач	АП-50; Ін = 16 А	QF2	23	23	11	11	+

Протокол розрахунків струмів КЗ в точці к2 (точка відліку S1).

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						33
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок струмів трифазного КЗ.

Активний опір ланцюгу при трифазному КЗ:

$$RK3(3) = R1_{(KL-1)} + R1_{(T1)} + R1_{(QF1)} + R1_{(ШП1)} + R1_{(QF2)};$$

$$RK3(3) = 0,038 + 3,1 + 2,3 + 0,06 + 23 = 28,46 \text{ мОм.}$$

Індуктивний опір ланцюгу при трифазному КЗ:

$$XK3(3) = X1_{(S1)} + X1_{(KL-1)} + X1_{(T1)} + X1_{(QF1)} + X1_{(ШП1)} + X1_{(QF2)};$$

$$XK3(3) = 0,587 + 0,012 + 13,6 + 1,2 + 0,27 + 11 = 26,669 \text{ мОм.}$$

Повний опір ланцюгу при трифазному КЗ:

$$ZK3(3) = \sqrt{(RK3(3))^2 + (XK3(3))^2};$$

$$ZK3(3) = \sqrt{(28,46^2 + 26,669^2)} = 39,003 \text{ мОм.}$$

Струм трифазного металевого КЗ:

$$I_{по.м.}(3) = 400 / \sqrt{3} / ZK3(3);$$

$$I_{по.м.}(3) = 400 / \sqrt{3} / 39,003 = 5,92 \text{ кА.}$$

Визначимо значення K_c для початкового моменту дугового КЗ при $ZK3(3) = 39,003 \text{ мОм}$:

$$K_c \text{ нач.} = 0,77.$$

Визначимо значення K_c для сталого струму дугового КЗ при $ZK3(3) = 39,003 \text{ мОм}$:

$$K_c \text{ вуст.} = 0,69.$$

Визначимо найбільш вірогідне значення струму трифазного дугового замикання.

Для початкового моменту дугового КЗ:

$$I_{дуг.нач.}(3) = I_{по.м.}(3) * K_c \text{ нач.};$$

$$I_{дуг.нач.}(3) = 5,92 * 0,77 = 4,56 \text{ кА.}$$

Для сталого струму дугового КЗ:

$$I_{дуг.уст.}(3) = I_{по.м.}(3) * K_c \text{ вуст.};$$

$$I_{дуг.уст.}(3) = 5,92 * 0,69 = 4,08 \text{ кА.}$$

Визначимо значення $K_{уд.}$ при $XK3(3) / RK3(3) = 26,669 / 28,46 = 0,94$:

$$K_{уд.} = 1,04.$$

Визначимо значення ударного струму:

$$I_{уд.}(3) = K_{уд.} * \sqrt{2} * I_{по.м.}(3);$$

$$I_{уд.}(3) = 1,04 * \sqrt{2} * 5,92 = 8,71 \text{ кА.}$$

Розрахунок струмів двофазного КЗ.

Повний опір ланцюгу при двофазному КЗ:

$$ZK3(2) = 2 * \sqrt{((XK3(3))^2 + (RK3(3))^2)} / \sqrt{3};$$

$$ZK3(2) = 2 * \sqrt{(26,669^2 + 28,46^2)} / \sqrt{3} = 45,037 \text{ мОм.}$$

Струм двофазного металевого КЗ:

$$I_{по.м.}(2) = 400 / \sqrt{3} / ZK3(2);$$

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						34
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I_{по.м.}(2) = 400 / \sqrt{3} / 45,037 = 5,13 \text{ кА.}$$

Визначимо значення K_c для початкового моменту дугового КЗ при $ZK3(2) = 45,037 \text{ мОм}$:

$$K_c \text{ нач.} = 0,79.$$

Визначимо значення K_c для сталого струму дугового КЗ при $ZK3(2) = 45,037 \text{ мОм}$:

$$K_c \text{ вуст.} = 0,7.$$

Визначимо найбільш вірогідне значення струму двофазного дугового замикання.

Для початкового моменту дугового КЗ:

$$I_{дуг.нач.}(2) = I_{по.м.}(2) * K_c \text{ нач.};$$

$$I_{дуг.нач.}(2) = 5,13 * 0,79 = 4,05 \text{ кА.}$$

Для сталого струму дугового КЗ:

$$I_{дуг.уст.}(2) = I_{по.м.}(2) * K_c \text{ вуст.};$$

$$I_{дуг.уст.}(2) = 5,13 * 0,7 = 3,59 \text{ кА.}$$

Розрахунок струмів однофазного КЗ.

Активний опір ланцюгу при однофазному КЗ:

$$RK3(1) = R0(T1) + R0(QF1) + R0(ШП1) + R0(QF2);$$

$$RK3(1) = 0 + 2,3 + 0,06 + 23 = 25,36 \text{ мОм.}$$

Індуктивний опір ланцюгу при однофазному КЗ:

$$XK3(1) = X0(T1) + X0(QF1) + X0(ШП1) + X0(QF2);$$

$$XK3(1) = 0 + 1,2 + 0,27 + 11 = 12,47 \text{ мОм.}$$

Повний опір ланцюгу при однофазному КЗ:

$$ZK3(1) = \sqrt{((2 * RK3(1))^2 + (2 * XK3(1))^2) / 3};$$

$$ZK3(1) = \sqrt{((2 * 28,46 + 25,36)^2 + (2 * 26,669 + 12,47)^2) / 3} = 35,12 \text{ мОм.}$$

Струм однофазного металевого КЗ:

$$I_{по.м.}(1) = 400 / \sqrt{3} / ZK3(1);$$

$$I_{по.м.}(1) = 400 / \sqrt{3} / 35,12 = 6,58 \text{ кА.}$$

Визначимо значення K_c для початкового моменту дугового КЗ при $ZK3(1) = 35,12 \text{ мОм}$:

$$K_c \text{ нач.} = 0,76.$$

Визначимо значення K_c для сталого струму дугового КЗ при $ZK3(1) = 35,12 \text{ мОм}$:

$$K_c \text{ вуст.} = 0,68.$$

Визначимо найбільш вірогідне значення струму однофазного дугового замикання.

Для початкового моменту дугового КЗ:

$$I_{дуг.нач.}(1) = I_{по.м.}(1) * K_c \text{ нач.};$$

$$I_{дуг.нач.}(1) = 6,58 * 0,76 = 5 \text{ кА.}$$

Для сталого струму дугового КЗ:

$$I_{дуг.уст.}(1) = I_{по.м.}(1) * K_c \text{ вуст.};$$

$$I_{дуг.уст.}(1) = 6,58 * 0,68 = 4,47 \text{ кА.}$$

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						35
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Результати розрахунків струмів КЗ в точці к2 (точка відліку S1).

Трифазні струми КЗ.

Ркз, мОм	Хкз, мОм	Зкз, мОм	Іпо.м, кА	Кс нач.	Ідуг.нач., кА	Кс вуст.	Ідуг.уст., кА	Куд.	Іуд., кА
28,46	26,669	39,003	5,92	0,77	4,56	0,69	4,08	1,04	8,71

Двофазні струми КЗ.

Зкз, мОм	Іпо.м, кА	Кс нач.	Ідуг.нач., кА	Кс вуст.	Ідуг.уст., кА
45,037	5,13	0,79	4,05	0,7	3,59

Однофазні струми КЗ.

Ркз, мОм	Хкз, мОм	Зкз, мОм	Іпо.м, кА	Кс нач.	Ідуг.нач., кА	Кс вуст.	Ідуг.уст., кА
25,36	12,47	35,12	6,58	0,76	5	0,68	4,47

Початкові дані для точки к3 (точка відліку S1).

Найменування	Тип	Напис	R1, мОм	R0, мОм	X1, мОм	X0, мОм	Вкл.
Система		S1			0,587		+
КЛ понад 1 кВ	3х70 мм2; мідь	КЛ_1	0,038		0,012		+
Силовий трансформатор	ТСЗС	T1	3,1	0	13,6	0	+
Автоматичний вимикач	АП-50; Ін = 50 А	QF1	2,3	2,3	1,2	1,2	+
Шини	100х10 мм2; мідь; D = 100 мм	ШП1	0,06	0,06	0,27	0,27	+
Шини	100х10 мм2; мідь; D = 100 мм	ШП2	0,04	0,04	0,18	0,18	+
Автоматичний вимикач	АП-50; Ін = 10 А	QF3	58	58	29	29	+

Протокол розрахунків струмів КЗ в точці к3 (точка відліку S1).

Розрахунок струмів трифазного КЗ.

Активний опір ланцюгу при трифазному КЗ:

$$RK3(3) = R1_{(KL1)} + R1_{(T1)} + R1_{(QF1)} + R1_{(ШП1)} + R1_{(ШП2)} + R1_{(QF3)};$$

$$RK3(3) = 0,038 + 3,1 + 2,3 + 0,06 + 0,04 + 58 = 63,5 \text{ мОм.}$$

Індуктивний опір ланцюгу при трифазному КЗ:

$$XK3(3) = X1_{(S1)} + X1_{(KL1)} + X1_{(T1)} + X1_{(QF1)} + X1_{(ШП1)} + X1_{(ШП2)} + X1_{(QF3)};$$

$$XK3(3) = 0,587 + 0,012 + 13,6 + 1,2 + 0,27 + 0,18 + 29 = 44,849 \text{ мОм.}$$

Повний опір ланцюгу при трифазному КЗ:

$$ZK3(3) = \sqrt{(RK3(3))^2 + (XK3(3))^2};$$

$$ZK3(3) = \sqrt{(63,5^2 + 44,849^2)} = 77,741 \text{ мОм.}$$

Струм трифазного металевого КЗ:

$$I_{по.м.}(3) = 400 / \sqrt{3} / ZK3(3);$$

$$I_{по.м.}(3) = 400 / \sqrt{3} / 77,741 = 2,97 \text{ кА.}$$

Визначимо значення K_c для початкового моменту дугового КЗ при $ZK3(3) = 77,741 \text{ мОм}$:

$$K_c \text{ нач.} = 0,86.$$

Визначимо значення K_c для сталого струму дугового КЗ при $ZK3(3) = 77,741 \text{ мОм}$:

$$K_c \text{ вуст.} = 0,76.$$

Визначимо найбільш вірогідне значення струму трифазного дугового замикання.

Для початкового моменту дугового КЗ:

$$I_{дуг.нач.}(3) = I_{по.м.}(3) * K_c \text{ нач.};$$

$$I_{дуг.нач.}(3) = 2,97 * 0,86 = 2,55 \text{ кА.}$$

Для сталого струму дугового КЗ:

$$I_{дуг.уст.}(3) = I_{по.м.}(3) * K_c \text{ вуст.};$$

$$I_{дуг.уст.}(3) = 2,97 * 0,76 = 2,26 \text{ кА.}$$

Визначимо значення $K_{уд.}$ при $XK3(3) / RK3(3) = 44,849 / 63,5 = 0,71$:

$$K_{уд.} = 1,01.$$

Визначимо значення ударного струму:

$$I_{уд.}(3) = K_{уд.} * \sqrt{2} * I_{по.м.}(3);$$

$$I_{уд.}(3) = 1,01 * \sqrt{2} * 2,97 = 4,24 \text{ кА.}$$

Розрахунок струмів двофазного КЗ.

Повний опір ланцюгу при двофазному КЗ:

$$ZK3(2) = 2 * \sqrt{((XK3(3))^2 + (RK3(3))^2)} / \sqrt{3};$$

$$ZK3(2) = 2 * \sqrt{(44,849^2 + 63,5^2)} / \sqrt{3} = 89,768 \text{ мОм.}$$

Струм двофазного металевого КЗ:

$$I_{по.м.}(2) = 400 / \sqrt{3} / ZK3(2);$$

$$I_{по.м.}(2) = 400 / \sqrt{3} / 89,768 = 2,57 \text{ кА.}$$

Визначимо значення K_c для початкового моменту дугового КЗ при $ZK3(2) = 89,768 \text{ мОм}$:

$$K_c \text{ нач.} = 0,87.$$

Визначимо значення K_c для сталого струму дугового КЗ при $ZK3(2) = 89,768 \text{ мОм}$:

$$K_c \text{ вуст.} = 0,78.$$

Визначимо найбільш вірогідне значення струму двофазного дугового замикання.

Для початкового моменту дугового КЗ:

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						37
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$I_{\text{дуг.нач.}(2)} = I_{\text{по.м.}(2)} * K_{\text{с нач.}}$;
 $I_{\text{дуг.нач.}(2)} = 2,57 * 0,87 = 2,24 \text{ кА.}$
 Для сталого струму дугового КЗ:
 $I_{\text{дуг.уст.}(2)} = I_{\text{по.м.}(2)} * K_{\text{с вуст.}}$;
 $I_{\text{дуг.уст.}(2)} = 2,57 * 0,78 = 2 \text{ кА.}$

Розрахунок струмів однофазного КЗ.

Активний опір ланцюгу при однофазному КЗ:

$R_{K3(1)} = R0_{(T1)} + R0_{(QF1)} + R0_{(ШП1)} + R0_{(ШП2)} + R0_{(QF3)}$;
 $R_{K3(1)} = 0 + 2,3 + 0,06 + 0,04 + 58 = 60,4 \text{ мОм.}$

Індуктивний опір ланцюгу при однофазному КЗ:

$X_{K3(1)} = X0_{(T1)} + X0_{(QF1)} + X0_{(ШП1)} + X0_{(ШП2)} + X0_{(QF3)}$;
 $X_{K3(1)} = 0 + 1,2 + 0,27 + 0,18 + 29 = 30,65 \text{ мОм.}$

Повний опір ланцюгу при однофазному КЗ:

$Z_{K3(1)} = \sqrt{((2 * R_{K3(1)})^2 + (2 * X_{K3(1)})^2) / 3}$;
 $Z_{K3(1)} = \sqrt{((2 * 60,4)^2 + (2 * 30,65)^2) / 3} = 74,239 \text{ мОм.}$

Струм однофазного металевого КЗ:

$I_{\text{по.м.}(1)} = 400 / \sqrt{3} / Z_{K3(1)}$;
 $I_{\text{по.м.}(1)} = 400 / \sqrt{3} / 74,239 = 3,11 \text{ кА.}$

Визначимо значення $K_{\text{с}}$ для початкового моменту дугового КЗ при $Z_{K3(1)} = 74,239 \text{ мОм}$:

$K_{\text{с нач.}} = 0,85.$

Визначимо значення $K_{\text{с}}$ для сталого струму дугового КЗ при $Z_{K3(1)} = 74,239 \text{ мОм}$:

$K_{\text{с вуст.}} = 0,76.$

Визначимо найбільш вірогідне значення струму однофазного дугового замикання.

Для початкового моменту дугового КЗ:

$I_{\text{дуг.нач.}(1)} = I_{\text{по.м.}(1)} * K_{\text{с нач.}}$;
 $I_{\text{дуг.нач.}(1)} = 3,11 * 0,85 = 2,64 \text{ кА.}$

Для сталого струму дугового КЗ:

$I_{\text{дуг.уст.}(1)} = I_{\text{по.м.}(1)} * K_{\text{с вуст.}}$;
 $I_{\text{дуг.уст.}(1)} = 3,11 * 0,76 = 2,36 \text{ кА.}$

Результати розрахунків струмів КЗ в точці кЗ (точка відліку S1).

Трифазні струми КЗ.

Ркз, мОм	Хкз, мОм	Зкз, мОм	Іпо.м, кА	Кс нач.	Ідуг.нач., кА	Кс вуст.	Ідуг.уст., кА	Куд.	Іуд., кА
63,5	44,849	77,741	2,97	0,86	2,55	0,76	2,26	1,01	4,24

Двофазні струми КЗ.

Zкз, мОм	Іпо.м, кА	Кс нач.	Ідуг.нач., кА	Кс вуст.	Ідуг.уст., кА
89,768	2,57	0,87	2,24	0,78	2

Однофазні струми КЗ.

Rкз, мОм	Хкз, мОм	Zкз, мОм	Іпо.м, кА	Кс нач.	Ідуг.нач., кА	Кс вуст.	Ідуг.уст., кА
60,4	30,65	74,239	3,11	0,85	2,64	0,76	2,36

Початкові дані для точки к4 (точка відліку S1).

Найменування	Тип	Напис	R1, мОм	R0, мОм	X1, мОм	X0, мОм	Вкл.
Система		S1			0,587		+
КЛ понад 1 кВ	3x70 мм2; мідь	КЛ_1	0,038		0,012		+
Силовий трансформатор	ТСЗС	T1	3,1	0	13,6	0	+
Автоматичний вимикач	АП-50; Ін = 50 А	QF1	2,3	2,3	1,2	1,2	+
Шини	100x10 мм2; мідь; D = 100 мм	ШП1	0,06	0,06	0,27	0,27	+
Шини	100x10 мм2; мідь; D = 100 мм	ШП2	0,04	0,04	0,18	0,18	+
Шини	2(100x10) мм2; алюміній; D = 200 мм	ШП3	0,036	0,036	0,266	0,266	+
Автоматичний вимикач	АП-50; Ін = 25 А	QF4	9,2	9,2	4,6	4,6	+

Протокол розрахунків струмів КЗ в точці к4 (точка відліку S1).

Розрахунок струмів трифазного КЗ.

Активний опір ланцюгу при трифазному КЗ:

$$RK3(3) = R1(КЛ_1) + R1(Т1) + R1(QF1) + R1(ШП1) + R1(ШП2) + R1(ШП3) + R1(QF4);$$

$$RK3(3) = 0,038 + 3,1 + 2,3 + 0,06 + 0,04 + 0,036 + 9,2 = 14,736 \text{ мОм.}$$

Індуктивний опір ланцюгу при трифазному КЗ:

$$ХКЗ(3) = X1(S1) + X1(КЛ_1) + X1(Т1) + X1(QF1) + X1(ШП1) + X1(ШП2) + X1(ШП3) + X1(QF4);$$

$$ХКЗ(3) = 0,587 + 0,012 + 13,6 + 1,2 + 0,27 + 0,18 + 0,266 + 4,6 = 20,715 \text{ мОм.}$$

Повний опір ланцюгу при трифазному КЗ:

$$ZK3(3) = \sqrt{(RK3(3))^2 + (ХКЗ(3))^2};$$

$$ZK3(3) = \sqrt{(14,736^2 + 20,715^2)} = 25,422 \text{ мОм.}$$

Струм трифазного металевого КЗ:

$$Іпо.м.(3) = 400 / \sqrt{3} / ZK3(3);$$

$$Іпо.м.(3) = 400 / \sqrt{3} / 25,422 = 9,08 \text{ кА.}$$

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						39
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначимо значення K_c для початкового моменту дугового КЗ при $ZK3(3) = 25,422$ мОм:

$K_{c \text{ нач.}} = 0,73$.

Визначимо значення K_c для сталого струму дугового КЗ при $ZK3(3) = 25,422$ мОм:

$K_{c \text{ вуст.}} = 0,65$.

Визначимо найбільш вірогідне значення струму трифазного дугового замикання.

Для початкового моменту дугового КЗ:

$I_{\text{дуг.нач.}(3)} = I_{\text{по.м.}(3)} * K_{c \text{ нач.}}$;

$I_{\text{дуг.нач.}(3)} = 9,08 * 0,73 = 6,63$ кА.

Для сталого струму дугового КЗ:

$I_{\text{дуг.уст.}(3)} = I_{\text{по.м.}(3)} * K_{c \text{ вуст.}}$;

$I_{\text{дуг.уст.}(3)} = 9,08 * 0,65 = 5,9$ кА.

Визначимо значення $K_{уд.}$ при $XK3(3) / RK3(3) = 20,715 / 14,736 = 1,41$:

$K_{уд.} = 1,11$.

Визначимо значення ударного струму:

$I_{уд.}(3) = K_{уд.} * \sqrt{2} * I_{\text{по.м.}(3)}$;

$I_{уд.}(3) = 1,11 * \sqrt{2} * 9,08 = 14,25$ кА.

Розрахунок струмів двофазного КЗ.

Повний опір ланцюгу при двофазному КЗ:

$ZK3(2) = 2 * \sqrt{((XK3(3))^2 + (RK3(3))^2)} / \sqrt{3}$;

$ZK3(2) = 2 * \sqrt{(20,715^2 + 14,736^2)} / \sqrt{3} = 29,355$ мОм.

Струм двофазного металевого КЗ:

$I_{\text{по.м.}(2)} = 400 / \sqrt{3} / ZK3(2)$;

$I_{\text{по.м.}(2)} = 400 / \sqrt{3} / 29,355 = 7,87$ кА.

Визначимо значення K_c для початкового моменту дугового КЗ при $ZK3(2) = 29,355$ мОм:

$K_{c \text{ нач.}} = 0,74$.

Визначимо значення K_c для сталого струму дугового КЗ при $ZK3(2) = 29,355$ мОм:

$K_{c \text{ вуст.}} = 0,66$.

Визначимо найбільш вірогідне значення струму двофазного дугового замикання.

Для початкового моменту дугового КЗ:

$I_{\text{дуг.нач.}(2)} = I_{\text{по.м.}(2)} * K_{c \text{ нач.}}$;

$I_{\text{дуг.нач.}(2)} = 7,87 * 0,74 = 5,82$ кА.

Для сталого струму дугового КЗ:

$I_{\text{дуг.уст.}(2)} = I_{\text{по.м.}(2)} * K_{c \text{ вуст.}}$;

$I_{\text{дуг.уст.}(2)} = 7,87 * 0,66 = 5,19$ кА.

Розрахунок струмів однофазного КЗ.

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						40
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Активний опір ланцюгу при однофазному КЗ:

$$R_{K3(1)} = R_{0(T1)} + R_{0(QF1)} + R_{0(шп1)} + R_{0(шп2)} + R_{0(шп3)} + R_{0(QF4)};$$

$$R_{K3(1)} = 0 + 2,3 + 0,06 + 0,04 + 0,036 + 9,2 = 11,636 \text{ мОм.}$$

Індуктивний опір ланцюгу при однофазному КЗ:

$$X_{K3(1)} = X_{0(T1)} + X_{0(QF1)} + X_{0(шп1)} + X_{0(шп2)} + X_{0(шп3)} + X_{0(QF4)};$$

$$X_{K3(1)} = 0 + 1,2 + 0,27 + 0,18 + 0,266 + 4,6 = 6,516 \text{ мОм.}$$

Повний опір ланцюгу при однофазному КЗ:

$$Z_{K3(1)} = \sqrt{(2 * R_{K3(1)} + R_{K3(1)})^2 + (2 * X_{K3(1)} + X_{K3(1)})^2} / 3;$$

$$Z_{K3(1)} = \sqrt{(2 * 14,736 + 11,636)^2 + (2 * 20,715 + 6,516)^2} / 3 = 21,052 \text{ мОм.}$$

Струм однофазного металевого КЗ:

$$I_{по.м.}(1) = 400 / \sqrt{3} / Z_{K3(1)};$$

$$I_{по.м.}(1) = 400 / \sqrt{3} / 21,052 = 10,97 \text{ кА.}$$

Визначимо значення K_c для початкового моменту дугового КЗ при $Z_{K3(1)} = 21,052 \text{ мОм}$:

$$K_{c \text{ нач.}} = 0,71.$$

Визначимо значення K_c для сталого струму дугового КЗ при $Z_{K3(1)} = 21,052 \text{ мОм}$:

$$K_{c \text{ вуст.}} = 0,64.$$

Визначимо найбільш вірогідне значення струму однофазного дугового замикання.

Для початкового моменту дугового КЗ:

$$I_{дуг.нач.}(1) = I_{по.м.}(1) * K_{c \text{ нач.}};$$

$$I_{дуг.нач.}(1) = 10,97 * 0,71 = 7,79 \text{ кА.}$$

Для сталого струму дугового КЗ:

$$I_{дуг.уст.}(1) = I_{по.м.}(1) * K_{c \text{ вуст.}};$$

$$I_{дуг.уст.}(1) = 10,97 * 0,64 = 7,02 \text{ кА.}$$

Результати розрахунків струмів КЗ в точці к4 (точка відліку S1).

Трифазні струми КЗ.

$R_{кз},$ мОм	$X_{кз},$ мОм	$Z_{кз},$ мОм	$I_{по.м.},$ кА	K_c нач.	$I_{дуг.нач.},$ кА	K_c вуст.	$I_{дуг.уст.},$ кА	$K_{уд.}$	$I_{уд.},$ кА
14,736	20,715	25,422	9,08	0,73	6,63	0,65	5,9	1,11	14,25

Двофазні струми КЗ.

$Z_{кз},$ мОм	$I_{по.м.},$ кА	K_c нач.	$I_{дуг.нач.},$ кА	K_c вуст.	$I_{дуг.уст.},$ кА
29,355	7,87	0,74	5,82	0,66	5,19

Однофазні струми КЗ.

$R_{кз},$ мОм	$X_{кз},$ мОм	$Z_{кз},$ мОм	$I_{по.м.},$ кА	K_c нач.	$I_{дуг.нач.},$ кА	K_c вуст.	$I_{дуг.уст.},$ кА
11,636	6,516	21,052	10,97	0,71	7,79	0,64	7,02

Результати розрахунків струмів КЗ в усіх точках.

Трифазні струми КЗ.

Точка КЗ	Точка відліку	R _{кз} , мОм	X _{кз} , мОм	Z _{кз} , мОм	I _{по.м} , кА	K _с нач.	I _{дуг.нач.} , кА	K _с вуст.	I _{дуг.уст.} , кА	K _{уд}	I _{уд.} , кА
к1	S1	5,46	15,669	16,593	13,92	0,69	9,6	0,62	8,63	1,33	26,18
к2	S1	28,46	26,669	39,003	5,92	0,77	4,56	0,69	4,08	1,04	8,71
к3	S1	63,5	44,849	77,741	2,97	0,86	2,55	0,76	2,26	1,01	4,24
к4	S1	14,736	20,715	25,422	9,08	0,73	6,63	0,65	5,9	1,11	14,25

Двофазні струми КЗ.

Точка КЗ	Точка відліку	Z _{кз} , мОм	I _{по.м} , кА	K _с нач.	I _{дуг.нач.} , кА	K _с вуст.	I _{дуг.уст.} , кА
к1	S1	19,16	12,05	0,7	8,43	0,63	7,59
к2	S1	45,037	5,13	0,79	4,05	0,7	3,59
к3	S1	89,768	2,57	0,87	2,24	0,78	2
к4	S1	29,355	7,87	0,74	5,82	0,66	5,19

Однофазні струми КЗ.

Точка КЗ	Точка відліку	R _{кз} , мОм	X _{кз} , мОм	Z _{кз} , мОм	I _{по.м} , кА	K _с нач.	I _{дуг.нач.} , кА	K _с вуст.	I _{дуг.уст.} , кА
к1	S1	2,36	1,47	11,798	19,57	0,67	13,11	0,6	11,74
к2	S1	25,36	12,47	35,12	6,58	0,76	5	0,68	4,47
к3	S1	60,4	30,65	74,239	3,11	0,85	2,64	0,76	2,36
к4	S1	11,636	6,516	21,052	10,97	0,71	7,79	0,64	7,02

2.8. Проектування однолінійної схеми електропостачання вузла навантаження

Побудова схем електропостачання і електроустаткування громадських будівель має ряд відмітних особливостей в порівнянні з схемами електропостачання промислових підприємств, житлових будівель. Ці особливості визначаються значною питомою вагою силових ЕП технологічного і санітарно-технічного устаткування, режимами його роботи, специфічними вимогами до освітлення деяких приміщень. Необхідно підкреслити, що разом з відмінностями схеми електромереж громадських будівель повинні відповідати загальним вимогам.

Враховуючи особливості технологічного процесу, конструктивні особливості проектуваного об'єкту дана характеристика системи електропостачання, обґрунтовано місце розташування трансформаторних потужностей, способи прокладки кабельних ліній.

На першому етапі проектування розрахований очікуваний максимум електричних навантажень від силових і освітлювальних електроприймачів

В рамках даного дипломного проекту не передбачається установка трансформаторних потужностей, враховуючи характер проектуваного об'єкту і реальні умови існуючої мережі.

Компенсація реактивній потужності у внутрішній мережі також не проводиться.

На підставі розрахункових навантажень зроблений розрахунок параметрів захисних апаратів і обґрунтований перетин струмоведчих частин.

З метою перевірки струмоведчих частин і електричних апаратів проведений розрахунок струмів короткого замикання в мережі напругою 0,38 кВ.

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						43
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

3. ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Під час експлуатації систем електропостачання та електротехнічного обладнання працівники можуть піддаватися впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які здатні негативно позначатися на їхньому здоров'ї, працездатності та безпеці виконання робіт. У зв'язку з цим одним із ключових завдань охорони праці є своєчасне виявлення таких факторів, оцінка ступеня їхнього впливу та впровадження ефективних заходів щодо їх усунення або зменшення.

Найбільшу небезпеку під час роботи з електроустановками становить електричний струм. Ураження ним може відбутися внаслідок випадкового контакту зі струмопровідними частинами, пошкодження ізоляції електрообладнання, порушення правил технічної експлуатації чи недотримання вимог охорони праці. Наслідки дії електричного струму можуть проявлятися у вигляді електричних опіків, порушення функцій серцево-судинної та нервової систем, а в найтяжчих випадках – призводити до смертельного травматизму.

До небезпечних виробничих факторів також належить виникнення електричної дуги та коротких замикань. Під час утворення електричної дуги виділяється значна кількість теплової енергії, інтенсивне світлове випромінювання та продукти горіння, що створюють загрозу отримання термічних опіків, ушкодження органів зору й виникнення пожежі. Найчастіше подібні ситуації виникають під час виконання ремонтних, монтажних і налагоджувальних робіт.

У приміщеннях, де експлуатується електротехнічне обладнання, працівники можуть перебувати під впливом електромагнітних полів, джерелами яких є силові трансформатори, розподільчі пристрої, кабельні лінії та інші

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						44
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

елементи електричних мереж. Тривала дія електромагнітного випромінювання може спричиняти підвищену втому, головний біль, погіршення концентрації уваги та загального самопочуття.

Серед шкідливих виробничих факторів важливе місце займає підвищений рівень шуму, що створюється силовими трансформаторами, електродвигунами, вентиляційними установками та іншим технологічним обладнанням. Постійний вплив шуму негативно впливає на слуховий апарат людини, сприяє розвитку професійних захворювань і знижує ефективність праці.

Під час роботи електрообладнання можливе також погіршення мікрокліматичних умов у виробничих приміщеннях. Основними джерелами тепловиділення є силові трансформатори, перетворювачі електричної енергії та інше електротехнічне обладнання. Підвищення температури повітря в робочій зоні призводить до швидкої втомлюваності персоналу, зниження працездатності та погіршення фізичного стану працівників.

Додаткову небезпеку становлять рухомі елементи механізмів, електроприводів і вентиляційних систем. Недотримання вимог безпеки під час роботи з таким обладнанням може призвести до механічних травм, забоїв або ушкоджень кінцівок.

Важливим фактором, що потребує постійного контролю, є пожежна небезпека. Основними причинами виникнення пожеж є короткі замикання, перевантаження електричних мереж, несправності електрообладнання, а також порушення вимог монтажу та правил експлуатації електроустановок. Пожежі в електротехнічних приміщеннях створюють серйозну загрозу життю та здоров'ю персоналу, а також можуть завдати значних матеріальних збитків підприємству.

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						45
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Заходи щодо забезпечення електробезпеки

Електробезпека є невід'ємною складовою системи охорони праці на підприємствах, діяльність яких пов'язана з експлуатацією електроустановок та електротехнічного обладнання. Її основне призначення полягає у забезпеченні захисту працівників від небезпечної дії електричного струму, електричної дуги та інших факторів, що виникають під час використання електричної енергії.

Для забезпечення належного рівня електробезпеки впроваджується комплекс організаційних і технічних заходів. До основних технічних засобів захисту належать захисне заземлення, занулення, автоматичні вимикачі, плавкі запобіжники та пристрої захисного відключення, які забезпечують оперативне вимкнення пошкоджених ділянок електричної мережі. Не менш важливими є якісна ізоляція струмопровідних частин, використання захисних огорожень, блокувальних пристроїв, а також попереджувальних знаків безпеки.

Під час виконання робіт в електроустановках працівники зобов'язані використовувати засоби індивідуального захисту, зокрема діелектричні рукавички, ізолювальні килимки, інструмент з ізольованими ручками та покажчики напруги. До виконання таких робіт допускаються лише працівники, які пройшли спеціальне навчання, первинний та періодичний інструктажі з охорони праці, перевірку знань і мають відповідну групу допуску з електробезпеки.

До важливих організаційних заходів належать систематичний контроль технічного стану електрообладнання, перевірка справності засобів захисту, періодичне вимірювання опору ізоляції та заземлювальних пристроїв, а також своєчасне проведення профілактичних оглядів і технічного обслуговування. Виконання ремонтних робіт допускається лише після повного зняття напруги, перевірки її відсутності та здійснення всіх необхідних заходів, що гарантують безпечні умови праці.

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						46
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, дотримання вимог електробезпеки є необхідною умовою безпечної експлуатації електроустановок. Реалізація комплексу технічних і організаційних заходів сприяє запобіганню виробничому травматизму, збереженню здоров'я працівників, підвищенню надійності роботи електрообладнання та забезпеченню безперервності виробничого процесу.

3.3 Пожежна та вибухова безпека

Пожежна та вибухова безпека є одним із пріоритетних напрямів системи охорони праці на промислових підприємствах, де експлуатуються електроустановки та електротехнічне обладнання. Її головною метою є попередження виникнення пожеж і вибухів, забезпечення безпеки персоналу, а також захист виробничих приміщень, технологічного обладнання та матеріальних цінностей від можливих наслідків аварійних ситуацій.

Основними причинами виникнення пожеж в електроустановках є короткі замикання, перевантаження електричних мереж, пошкодження ізоляції струмопровідних елементів, несправності електрообладнання та порушення вимог щодо його монтажу й експлуатації. Додаткову небезпеку становить можливість займання горючих матеріалів під впливом нагрітих поверхонь електрообладнання або дії електричної дуги, що виникає під час аварійних режимів роботи.

Для забезпечення належного рівня пожежної безпеки застосовується комплекс технічних заходів. До них належать використання автоматичних вимикачів, плавких запобіжників, пристроїв релейного захисту та інших засобів, призначених для своєчасного виявлення й відключення пошкоджених ділянок електричної мережі. Важливе значення також мають підтримання справного технічного стану електрообладнання, регулярне проведення профілактичних

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						47
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

оглядів, своєчасне технічне обслуговування та суворе дотримання правил експлуатації електроустановок.

Виробничі та електротехнічні приміщення повинні бути оснащені необхідними засобами пожежогасіння, зокрема порошковими або вуглекислотними вогнегасниками, системами автоматичної пожежної сигналізації, оповіщення та, за потреби, автоматичного пожежогасіння. Крім того, необхідно забезпечити безперешкодний доступ до евакуаційних виходів, шляхів евакуації та засобів пожежогасіння.

Важливою складовою забезпечення пожежної та вибухової безпеки є організаційні заходи. До них належать проведення первинних, повторних і позапланових інструктажів з пожежної безпеки, навчання персоналу порядку дій у разі виникнення пожежі або іншої надзвичайної ситуації, а також систематичний контроль за дотриманням установлених вимог пожежної безпеки. Працівники повинні знати місця розташування первинних засобів пожежогасіння, правила їх використання та порядок евакуації з виробничих приміщень.

Отже, виконання вимог пожежної та вибухової безпеки є необхідною умовою безпечної експлуатації електротехнічного обладнання. Комплексне застосування технічних і організаційних заходів дає змогу мінімізувати ризик виникнення пожеж та вибухів, забезпечити безпечні умови праці, зберегти життя і здоров'я працівників та підтримувати надійну роботу виробничих об'єктів.

3.4 Вимоги до виробничого освітлення

Рациональна організація виробничого освітлення є однією з необхідних умов забезпечення безпечної та ефективної трудової діяльності. Від якості освітлення робочих місць значною мірою залежать продуктивність праці,

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						48
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

точність виконання технологічних операцій, якість продукції та рівень безпеки працівників. Недостатній або нерівномірний рівень освітленості спричиняє швидку втому органів зору, знижує концентрацію уваги, погіршує працездатність і підвищує ймовірність виникнення виробничого травматизму.

Для створення оптимальних умов праці у виробничих приміщеннях використовують природне та штучне освітлення. Природне освітлення забезпечується через віконні прорізи, світлові ліхтарі та інші світлопрозорі конструкції, тоді як штучне реалізується за допомогою світильників загального або комбінованого освітлення. Найпоширенішою є система загального рівномірного освітлення, яка забезпечує необхідний рівень освітленості на всій площі виробничого приміщення.

Освітлення робочих зон повинно відповідати вимогам чинних нормативних документів щодо рівня освітленості, рівномірності розподілу світлового потоку, обмеження сліпучої дії світильників та забезпечення правильної передачі кольорів. Особлива увага приділяється освітленню місць розташування електротехнічного обладнання, розподільчих щитів, контрольно-вимірювальних приладів, а також проходів і зон обслуговування.

З метою забезпечення безпеки персоналу у випадку аварійного припинення електропостачання виробничі приміщення обладнуються системами аварійного та евакуаційного освітлення. Такі системи дають змогу безпечно завершити технологічний процес, забезпечують орієнтування працівників у приміщенні та сприяють швидкій і безпечній евакуації людей у разі виникнення небезпечної ситуації.

Світильники, що використовуються у виробничих умовах, повинні відповідати особливостям виробничого середовища, мати необхідний ступінь захисту від пилу, вологи та механічних впливів, а також гарантувати безпечну й надійну експлуатацію. Для підвищення енергоефективності систем освітлення доцільно застосовувати сучасні світлодіодні джерела світла, які

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						49
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

характеризуються високою світловою віддачею, тривалим терміном служби, низьким рівнем енергоспоживання та мінімальними витратами на технічне обслуговування.

Отже, належна організація виробничого освітлення є важливим чинником створення безпечних і комфортних умов праці. Забезпечення нормативного рівня освітленості сприяє підвищенню продуктивності праці, зменшенню втомлюваності працівників, покращенню якості виконуваних робіт і зниженню ризику виробничого травматизму.

3.5 Захист навколишнього середовища

Охорона навколишнього середовища є важливим напрямом діяльності сучасних промислових підприємств і спрямована на забезпечення раціонального використання природних ресурсів, мінімізацію негативного впливу виробничих процесів на довкілля та підтримання належного рівня екологічної безпеки. Під час проєктування, модернізації та експлуатації систем електропостачання необхідно враховувати вимоги екологічного законодавства та впроваджувати комплекс заходів, спрямованих на зменшення техногенного навантаження на навколишнє середовище.

Одним із ключових напрямів природоохоронної діяльності є підвищення енергоефективності систем електропостачання. Скорочення втрат електричної енергії в мережах, використання сучасного енергоощадного обладнання, впровадження автоматизованих систем керування та застосування засобів компенсації реактивної потужності дають змогу зменшити споживання енергетичних ресурсів і підвищити ефективність функціонування енергосистеми.

У процесі експлуатації електротехнічного обладнання необхідно здійснювати постійний контроль його технічного стану. Особлива увага

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						50
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

приділяється силовим трансформаторам, кабельним лініям та комутаційним апаратам з метою запобігання витокам трансформаторного масла, виникненню аварійних ситуацій і забрудненню ґрунтів, поверхневих та підземних вод. Важливим завданням є також забезпечення належного поводження з відпрацьованими матеріалами, електротехнічними відходами та обладнанням, що підлягає списанню або утилізації.

Суттєвим аспектом екологічної безпеки є обмеження шкідливого фізичного впливу виробничого обладнання на навколишнє середовище. Зокрема, необхідно вживати заходів щодо зниження рівня шуму та електромагнітного випромінювання, які створюються силовими трансформаторами, електродвигунами та іншими елементами електротехнічних систем. Для цього використовуються сучасні конструктивні та технічні рішення, що забезпечують відповідність показників виробничого середовища чинним санітарним і екологічним нормам.

На підприємстві повинна функціонувати система поводження з відходами, яка передбачає їх збирання, сортування, тимчасове зберігання та подальшу утилізацію або перероблення відповідно до встановлених вимог. Крім того, необхідно здійснювати постійний контроль за дотриманням екологічних норм під час виконання монтажних, ремонтних і експлуатаційних робіт. Працівники підприємства повинні бути ознайомлені з правилами екологічної безпеки, вимогами природоохоронного законодавства та відповідальністю за його порушення.

Отже, реалізація комплексу природоохоронних заходів під час експлуатації систем електропостачання сприяє зменшенню негативного впливу виробничої діяльності на навколишнє середовище, забезпечує раціональне використання природних ресурсів, підвищує рівень екологічної безпеки підприємства та відповідає принципам сталого розвитку.

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						51
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки до розділу 3

У цьому розділі виконано комплексний аналіз умов праці під час експлуатації систем електропостачання та електротехнічного обладнання, а також розглянуто основні заходи, спрямовані на забезпечення безпечних умов праці. Визначено основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які можуть впливати на персонал у процесі виконання виробничих завдань. До них належать небезпека ураження електричним струмом, дія електромагнітних полів, підвищений рівень шуму, несприятливі мікрокліматичні умови, а також ризик виникнення пожеж і аварійних ситуацій.

Запропоновані технічні та організаційні рішення відповідають вимогам чинної нормативно-правової бази у сфері охорони праці, електробезпеки, пожежної безпеки та охорони довкілля. Їх впровадження сприяє створенню безпечних і комфортних умов праці, зниженню рівня виробничого травматизму, підвищенню надійності функціонування електротехнічного обладнання та забезпеченню екологічної безпеки підприємства.

Отже, реалізація розглянутого комплексу заходів з охорони праці є важливою передумовою безпечної експлуатації системи електропостачання. Виконання встановлених вимог дозволяє забезпечити належний рівень виробничої безпеки, зберегти життя і здоров'я працівників, підвищити надійність роботи обладнання та сприяти ефективному функціонуванню підприємства в цілому.

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						52
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У основній частині дипломний проведено проектування СЕП поліклініки, смт. Солоницівка.

В результаті техніко-економічних розрахунків показана ефективність прийнятих рішень СЕП.

У розділі «Охорона праці і техніка безпеки» запропоновані заходи щодо поліпшення стану робочого середовища.

Даний дипломний проект електропостачання поліклініки, смт. Солоницівка виконаний відповідно до керівної проектної документації і може бути прийнятий до використання під час проектування електричної мережі, що розглядається в дипломному проекті.

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						53
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрієнко О.В. Релейний захист і автоматика систем електропостачання. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 324 с.
2. Беркович М.А. Автоматизація систем електропостачання. – Київ: Техніка, 2017. – 295 с.
3. Бессонов Л.А. Теоретичні основи електротехніки. – Київ: Вища школа, 2016. – 701 с.
4. Беляєв В.В. Проектування систем електропостачання. – Харків: ХНУМГ, 2017. – 310 с.
5. Биков Б.П. Якість електричної енергії в системах електропостачання. – Харків: Основа, 2018. – 240 с.
6. Бойко В.С., Лежнюк П.Д. Системи електропостачання та електроспоживання. – Вінниця: ВНТУ, 2020. – 280 с.
7. Болюх В.Ф. Електричні машини. – Харків: НТУ «ХПІ», 2019. – 560 с.
8. Бурбело М.Й., Лобода І.В. Електропостачання та електрообладнання будівель. – Вінниця: ВНТУ, 2018. – 224 с.
9. Веников В.А. Електричні системи. Електричні мережі. – Москва: Вища школа, 2015. – 512 с.
10. ГОСТ 32144-2013. Норми якості електричної енергії в системах електропостачання загального призначення.
11. Гук Ю.Б. Теорія надійності в електроенергетиці. – Київ: НТУУ «КПІ», 2017. – 286 с.
12. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва.
13. ДБН В.2.5-23:2010. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення.
14. ДБН В.2.5-23:2010. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2010.

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						54
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- 15.ДБН В.2.5-27:2006. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будівель і споруд.
- 16.ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. – Київ: Мінрегіон України, 2018.
- 17.ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
- 18.ДСТУ EN 50160:2014. Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загального призначення.
- 19.ДСТУ EN 50522. Заземлення електроустановок напругою понад 1 кВ.
- 20.ДСТУ EN 61439-1:2017. Низьковольтні комплектні розподільні пристрої.
- 21.ДСТУ EN 61936-1. Електроустановки напругою понад 1 кВ змінного струму.
- 22.ДСТУ EN 62305. Блискавкозахист (комплекс стандартів).
- 23.ДСТУ EN 62305-2:2012. Захист від блискавки. Оцінювання ризику.
- 24.ДСТУ EN 62305-3:2012. Захист від блискавки. Фізичне пошкодження споруд та небезпека для життя.
- 25.ДСТУ EN 62305-4:2012. Захист від блискавки. Електричні та електронні системи будівель.
- 26.ДСТУ ІЕС 60364. Електроустановки низьковольтні (комплекс стандартів).
- 27.ДСТУ ISO 50001:2020. Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанови щодо застосування.
- 28.ДСТУ Б В.2.5-38:2008. Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд.
- 29.Жежеленко І.В. Електропостачання промислових підприємств. – Київ: Каравела, 2019. – 408 с.
- 30.Жежеленко І.В. Показники якості електричної енергії та їх контроль. – Київ: Техніка, 2014. – 176 с.
- 31.Жежеленко І.В., Сасенко Ю.Л. Показники якості електричної енергії та їх контроль. – Київ: Енергія, 2019. – 212 с.

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						55
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- 32.Каталоги та технічна документація виробників електротехнічного обладнання (Schneider Electric, ABB, Eaton, Siemens) для вибору комутаційних апаратів, трансформаторів та шинопроводів.
- 33.Кацман М.М. Електричний привід. – Київ: Вища школа, 2018. – 392 с.
- 34.Кацман М.М. Електричні машини та трансформатори. – Київ: Вища школа, 2016. – 464 с.
- 35.Козирський В.В., Тугай Ю.І. Електричні мережі та системи. – Київ: Аграрна освіта, 2018. – 448 с.
- 36.Козлов В.В. Компенсація реактивної потужності в системах електропостачання. – Харків: НТУ «ХПІ», 2018. – 216 с.
- 37.Кудрін Б.І. Електропостачання промислових підприємств. – Київ: Вища школа, 2015. – 447 с.
- 38.Кузнецов В.Г. Електропостачання промислових підприємств. – Київ: Вища школа, 2018. – 352 с.
- 39.Лежнюк П.Д. Оптимізація режимів електричних мереж. – Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2016. – 164 с.
- 40.Неклепаєв Б.М., Крючков І.П. Електрична частина електростанцій і підстанцій. – Київ: НТУУ «КПІ», 2014. – 608 с.
- 41.НПАОП 40.1-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.
- 42.НПАОП 40.1-1.32-01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок.
- 43.Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів (ПБЕЕС). – Київ, чинне видання.
- 44.Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів (ПТЕЕС). – Київ, чинне видання.
- 45.Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів (ПТЕЕС). – Київ, 2012.

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						56
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- 46.Правила улаштування електроустановок (ПУЕ). – Харків: Форт, 2017. – 760 с.
- 47.СОУ-Н ЕЕ 20.179:2008. Проектування електропостачання промислових підприємств.
- 48.Федоров А.А., Каменева В.В. Основи електропостачання промислових підприємств. – Київ: Либідь, 2013. – 368 с.
- 49.Федоров О.В. Проектування систем електропостачання. – Харків: Фактор, 2017. – 376 с.
- 50.Шидловський А.К. Енергетичні системи та мережі. – Київ: НАН України, 2016. – 512 с.

					ЕТ і ЕЕ 4815.005.000 ПЗ	Лист
						57
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 Розрахунок електричних навантажень

Найменування вузлів живлення і груп електроприймачів	Кількість електроприймачів резервних	Встановлена потужність приведена до ПВ-1. кВт		Коефіцієнт використання, Ки	cosφ	tgφ	Середнє навантаження за максимальною завантаженою зміну		Ефективне число електроприймачів, Пе	Коефіцієнт максимуму, Кмах	максимальне навантаження		Повне навантаження $S_{max}=\sqrt{P_{2max}^2+Q_{2max}^2}$, кВА	струм, I, А
		Одного електроприймача Рном	Загальна робочих резервних				$P_{cm}=K_i \cdot P_{ном}$, кВт	$Q_{cm}=P_{cm} \cdot tg\phi$, квар			$P_{max}=P_{cm} \cdot K_{мах}$, кВт	$Q_{max}=Q_{cm} \cdot K_{мах}$, квар		
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Система витяжної для приточування вентиляції	41	0,024/1,1	18,848	0,8	0,75	0,88	15,1	13,3						
Насос, засушка	4	1,0/0,18	1,54	0,55	0,75	0,88	0,85	0,75						
Ліфт (не учитъ.)	1	10	10	0,65	-	-	-	-						
Установка мовного сповіщення про пожежу	1	0,5	0,5	1,0	0,8	0,75	0,5	0,375						
Живлення пожежної сигналізації	1	0,5	0,5	1,0	0,8	0,75	0,5	0,375						
Прилад охоронної сигналізації	1	0,5	0,5	1,0	0,8	0,75	0,5	0,375						
Установка відеоспостереження	1	0,5	0,5	1,0	0,8	0,75	0,5	0,375						
МІНІ-АТС	1	0,5	0,5	1,0	0,8	0,75	0,5	0,375						
Технологічне устаткування	134	12,0/0,45	129,122	0,8	0,8	0,75	103,3	77,5						
Розетка мережа		0,040/2,5	33,7	0,5	0,8	0,75	16,85	12,64						
Робоче освітлення		0,018/0,060	35,57	0,95	0,95	0,33	33,8	11,2						
Аварійне освітлення		0,008/0,072	12,16	0,95	0,95	0,33	11,55	3,8						
Зовнішнє освітлення		0,4/0,15	4,1	0,95	0,95	0,33	3,9	1,28						
Разом:			237,54	0,8			187,85	122,345	-	-	-	-	-	284,6

Таблица 2.2. Вибір параметрів автоматичних повітряних вимикачів і СВЧ

№ п/п	Найменування лінії	Встановлена потужність	Коефіцієнт попиту	Розрахункова потужність	cos f	Розрахунковий струм, А	Номінальний струм розчіплювача, А	Номінальний струм автомата, А	Типу авт.	Дліт. допуст. струм, А	Марка і перетин СВЧ	Піт. напр. %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	П - 1	96,0	0,8	76,8	0,96	121,0	160	160	BA57-35		ВВГ(5х35)	2,1
	П – 2	24,4	0,8	19,5	0,92	37,0	63	100	BA57-31		ВВГ(5х10)	1,9
	П – 3	5,0	0,65	3,25	0,75	6,5	16	100	BA57-31		ВВГ(5х4)	1,3
	П – 4	31,5	0,75	23,6	0,8	47,7	80	100	BA57-31		ВВГ(5х16)	2,4
	П – 5	5,0	0,65	3,25	0,75	6,5	16	100	BA57-31		ВВГ(5х4)	1,3
	П – 6	Резервна лінія										
	П – 7	5,0	0,8	4,0	0,92	7,6	25	100	BA57-31		ВВГ(5х6)	1,1
	П – 8	43	0,6	25,8	0,75	65	100	100	BA57-31		ВВГ(5х25)	2,4
	П – 9	21,8	1	21,8	0,9	36,6					ВВГ(5х4)	2,3
	П – 10	5,0	0,65	3,25	0,75	6,5	16	100	BA57-31		ВВГ(5х4)	1,3
	П – 11	34,5	0,8	27,6	0,92	52,3	80	100	BA57-31		ВВГ(5х25)	2,3
	П – 12	96,0	0,8	76,8	0,96	121	160	160	BA57-35		ВВГ(5х35)	2,1
	П – 13	8,0	0,8	6,4	0,926,5	12,1	25	100	BA57-31		ВВГ(5х6)	1,9
	П – 14	5,0	0,65	3,25	0,4	6,5	16	100	BA57-31		ВВГ(5х4)	1,3
	П – 15	2,8	0,8	2,3	0,9	4,3	20	100	BA57-31		ВВГ(5х4)	2,4
	П – 16	Резервна лінія										

Таблица 2.2. Вибір параметрів автоматичних повітряних вимикачів і СВЧ

Вибір автоматів і СВЧ

№ авт.	Призначення місце у схемі	Розрахункова навантаження Р, кВт	Расч. струм I, А	Кратність пускового струму, Кп	Піковий струм Іпик, А	 Ір/0,85	Ном.ток расцеп Іном.р., А	Ном.ток автомата Іном.а., А	Тип авт.	Ісраб. расц. А	Ідл., А СВЧ	Марка перетин СВЧ, мм2	Втрати напряж. У
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15
QF3	АД	10	18,98	6	113,89	22,33	40	125	ВА88-32	1250	40	ВВГ(4*4)	0,65
QF4	АД	15	28,47	6	170,84	33,50	40	125	ВА88-32	1250	40	ВВГ(4*4)	0,97
QF5	АД	2,2	4,18	6	25,06	4,91	16	125	ВА88-32	1250	16	ВВГ(4*2,5)	0,14
QF6	АД	4,6	8,93	6	53,56	10,50	16	125	ВА88-32	1250	16	ВВГ(4*2,5)	0,30
QF7	АД	5,5	9,87	6	59,24	11,62	16	125	ВА88-32	1250	16	ВВГ(4*2,5)	0,34
QF8	АД	10,6	19,03	6	114,17	22,39	40	125	ВА88-32	1250	40	ВВГ(4*4)	0,65
QF9	АД	1,5	2,69	6	16,16	3,17	16	125	ВА88-32	1250	16	ВВГ(4*2,5)	0,09
QF10	АД	3	5,39	6	32,31	6,34	16	125	ВА88-32	1250	16	ВВГ(4*2,5)	0,18
QF12	АД	22	41,76	6	250,57	49,13	63	125	ВА88-32	1250	63	ВВГ(4*6)	1,42
QF13	АД	4	7,59	6	45,56	8,93	16	125	ВА88-32	1250	16	ВВГ(4*2,5)	0,26
QF14	АД	6,7	13,00	6	78,00	15,30	16	125	ВА88-32	1250	16	ВВГ(4*2,5)	0,44
QF15	АД	11	19,75	6	118,47	23,23	40	125	ВА88-32	1250	40	ВВГ(4*4)	0,67
QF16	АД	18,5	33,21	6	199,25	39,07	40	125	ВА88-32	1250	40	ВВГ(4*4)	1,13
QF17	АД	13	23,34	6	140,02	27,45	40	125	ВА88-32	1250	40	ВВГ(4*4)	0,79
QF19	АД	10	18,98	6	113,89	22,33	40	125	ВА88-32	1250	40	ВВГ(4*4)	0,65
QF20	АД	11	20,88	6	125,28	24,57	40	125	ВА88-32	1250	40	ВВГ(4*4)	0,71
QF21	АД	7	13,29	6	79,73	15,63	40	125	ВА88-32	1250	40	ВВГ(4*4)	0,45
QF22	АД	15	29,11	6	174,64	34,24	40	125	ВА88-32	1250	40	ВВГ(4*4)	0,99
QF23	АД	15	26,93	6	161,56	31,68	40	125	ВА88-32	1250	40	ВВГ(4*4)	0,92
QF24	АД	15	26,93	6	161,56	31,68	40	125	ВА88-32	1250	40	ВВГ(4*4)	0,92
QF25	АД	22	39,49	6	236,95	46,46	63	125	ВА88-32	1250	63	ВВГ(4*6)	1,34
QF26	АД	7	12,57	6	75,39	14,78	40	125	ВА88-32	1250	40	ВВГ(4*4)	0,43
QF27	АД	4,6	8,73	6	52,39	10,27	16	125	ВА88-32	1250	16	ВВГ(4*2,5)	0,30
QF28	АД	30	56,95	6	341,68	67,00	80	125	ВА88-32	1250	80	ВВГ(4*10)	1,94
QF2	АД	5,35	10,16	6	60,93	11,95	16	125	ВА88-32	1250	16	ВВГ(4*2,5)	0,35
QF30	АД	11,8	22,90	6	137,38	26,94	40	125	ВА88-32	1250	40	ВВГ(4*4)	0,78

Зм.

Лист

№ докум.

Зм.		
Лист		
№ докум.		

QF31	АД	18,2	32,67	6	196,02	38,44	40	125	BA88-32	1250	40	BBГ(4*4)	1,11
QF32	АД	7	12,57	6	75,39	14,78	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,43
QF33	АД	7	12,57	6	75,39	14,78	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,43
QF34	АД	7	12,57	6	75,39	14,78	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,43
QF35	АД	15	28,47	6	170,84	33,50	40	125	BA88-32	1250	40	BBГ(4*4)	0,97
QF36	АД	1	1,90	6	11,39	2,23	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,06
QF37	АД	11	20,88	6	125,28	24,57	40	125	BA88-32	1250	40	BBГ(4*4)	0,71
QF38	АД	11	21,34	6	128,07	25,11	40	125	BA88-32	1250	40	BBГ(4*4)	0,73
QF39	АД	7	12,57	6	75,39	14,78	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,43
QF40	АД	6	10,77	6	64,62	12,67	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,37
QF41	АД	7	12,57	6	75,39	14,78	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,43
QF42	АД	1,5	2,69	6	16,16	3,17	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,09
QF43	АД	2,2	4,18	6	25,06	4,91	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,14
QF44	АД	1,5	2,85	6	17,08	3,35	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,10
QF45	АД	2	3,80	6	22,78	4,47	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,13
QF46	АД	2,2	4,27	6	25,61	5,02	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,15
QF47	АД	7,5	13,46	6	80,78	15,84	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,46
QF48	АД	15	26,93	6	161,56	31,68	40	125	BA88-32	1250	40	BBГ(4*4)	0,92
QF49	АД	3	5,39	6	32,31	6,34	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,18
QF50	АД	37	66,42	6	398,50	78,14	80	125	BA88-32	1250	80	BBГ(4*10)	2,26
QF51	АД	2	3,80	6	22,78	4,47	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,13
QF52	АД	30	56,95	6	341,68	67,00	80	125	BA88-32	1250	80	BBГ(4*10)	1,94
QF53	АД	6	11,39	6	68,34	13,40	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,39
QF54	АД	22	42,69	6	256,13	50,22	63	125	BA88-32	1250	63	BBГ(4*6)	1,45
QF55	АД	40	71,80	6	430,82	84,47	80	125	BA88-32	1250	80	BBГ(4*10)	2,44
QF56	АД	40	71,80	6	430,82	84,47	80	125	BA88-32	1250	80	BBГ(4*10)	2,44
QF57	АД	4,8	8,62	6	51,70	10,14	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,29
QF58	АД	30	53,85	6	323,11	63,36	63	125	BA88-32	1250	63	BBГ(4*6)	1,83
QF59	АД	100	189,82	6	1138,94	223,32	250	250	BA88-35	2500	250	BBГ(4*120)	6,46
QF60	АД	100	189,82	6	1138,94	223,32	250	250	BA88-35	2500	250	BBГ(4*120)	6,46
QF61	АД	25	47,46	6	284,73	55,83	63	125	BA88-32	1250	63	BBГ(4*6)	1,62

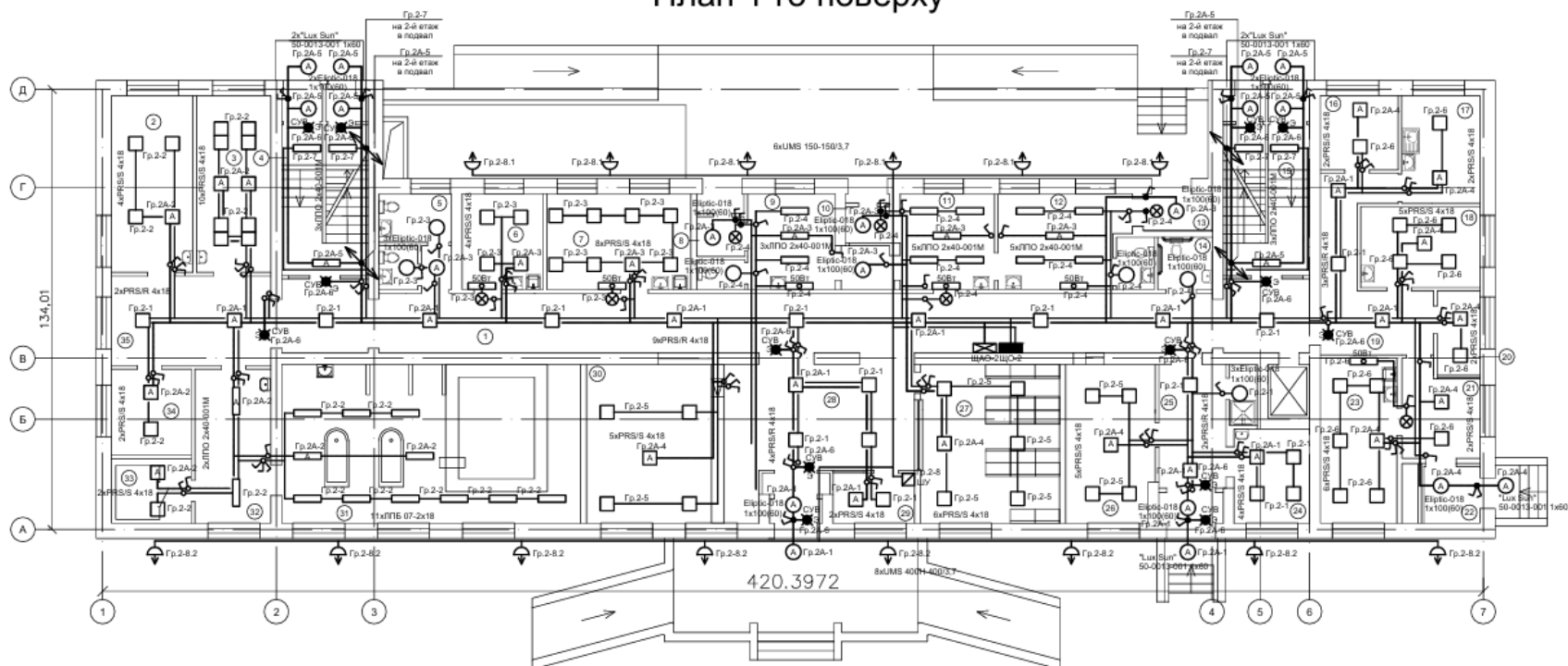
Зм.		
Лист		
№ докум.		

QF62	АД	25	48,51	6	291,06	57,07	63	125	BA88-32	1250	63	BBГ(4*6)	1,65
QF63	АД	25	44,88	6	269,26	52,80	63	125	BA88-32	1250	63	BBГ(4*6)	1,53
QF64	АД	3,7	6,64	6	39,85	7,81	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,23
QF65	АД	4,6	8,26	6	49,54	9,71	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,28
QF66	АД	1	1,80	6	10,77	2,11	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,06
QF67	АД	30	56,95	6	341,68	67,00	80	125	BA88-32	1250	80	BBГ(4*10)	1,94
QF68	АД	50	94,91	6	569,47	111,66	125	160	BA88-33	1600	125	BBГ(4*35)	3,23
QF69	АД	30	56,95	6	341,68	67,00	80	125	BA88-32	1250	80	BBГ(4*10)	1,94
QF70	АД	32	62,09	6	372,56	73,05	80	125	BA88-32	1250	80	BBГ(4*10)	2,11
QF71	АД	60	107,70	6	646,22	126,71	125	160	BA88-33	1600	125	BBГ(4*35)	3,67
QF72	АД	25	44,88	6	269,26	52,80	63	125	BA88-32	1250	63	BBГ(4*6)	1,53
QF73	АД	25	44,88	6	269,26	52,80	63	125	BA88-32	1250	63	BBГ(4*6)	1,53
QF74	АД	30	53,85	6	323,11	63,36	63	125	BA88-32	1250	63	BBГ(4*6)	1,83
QF75	АД	30	56,95	6	341,68	67,00	80	125	BA88-32	1250	80	BBГ(4*10)	1,94
QF76	АД	30	56,95	6	341,68	67,00	80	125	BA88-32	1250	80	BBГ(4*10)	1,94
QF77	АД	4	7,59	6	45,56	8,93	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,26
QF78	АД	15	29,11	6	174,64	34,24	40	125	BA88-32	1250	40	BBГ(4*4)	0,99
QF79	АД	18,5	33,21	6	199,25	39,07	40	125	BA88-32	1250	40	BBГ(4*4)	1,13
QF80	АД	9	16,16	6	96,93	19,01	40	125	BA88-32	1250	40	BBГ(4*4)	0,55
QF81	АД	7	12,57	6	75,39	14,78	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,43
QF82	АД	12	21,54	6	129,24	25,34	40	125	BA88-32	1250	40	BBГ(4*4)	0,73
QF83	АД	4	7,59	6	45,56	8,93	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,26
QF84	АД	3	5,69	6	34,17	6,70	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,19
QF85	АД	2	3,80	6	22,78	4,47	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,13
QF86	АД	4	7,76	6	46,57	9,13	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,26
QF87	АД	6	10,77	6	64,62	12,67	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,37
QF88	АД	26,5	47,57	6	285,42	55,96	63	125	BA88-32	1250	63	BBГ(4*6)	1,62
QF89	АД	30	53,85	6	323,11	63,36	63	125	BA88-32	1250	63	BBГ(4*6)	1,83
QF90	АД	2	3,59	6	21,54	4,22	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,12
QF91	АД	5	9,49	6	56,95	11,17	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,32
QF92	АД	10,6	20,12	6	120,73	23,67	40	125	BA88-32	1250	40	BBГ(4*4)	0,68

QF93	АД	10,6	20,12	6	120,73	23,67	40	125	BA88-32	1250	40	BBГ(4*4)	0,68
QF94	АД	0,5	0,97	6	5,82	1,14	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,03
QF95	АД	0,5	0,90	6	5,39	1,06	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,03
QF96	АД	4	7,18	6	43,08	8,45	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,24
QF97	АД	0,6	1,08	6	6,46	1,27	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,04
QF98	АД	0,5	0,90	6	5,39	1,06	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,03
QF99	АД	30	56,95	6	341,68	67,00	80	125	BA88-32	1250	80	BBГ(4*10)	1,94
QF100	АД	2,5	4,75	6	28,47	5,58	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,16
QF101	АД	15	28,47	6	170,84	33,50	40	125	BA88-32	1250	40	BBГ(4*4)	0,97
QF102	АД	2	3,88	6	23,28	4,57	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,13
QF103	АД	0,75	1,35	6	8,08	1,58	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,05
QF104	АД	11	19,75	6	118,47	23,23	40	125	BA88-32	1250	40	BBГ(4*4)	0,67
QF105	АД	3,7	6,64	6	39,85	7,81	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,23
QF106	АД	0,6	1,08	6	6,46	1,27	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,04
QF107	АД	0,5	0,95	6	5,69	1,12	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,03
QF108	АД	3	5,69	6	34,17	6,70	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,19
QF109	АД	2	3,80	6	22,78	4,47	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,13
QF110	АД	4,6	8,93	6	53,56	10,50	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,30
QF111	АД	2	3,59	6	21,54	4,22	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,12
QF112	АД	1,4	2,51	6	15,08	2,96	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,09
QF113	АД	1,4	2,51	6	15,08	2,96	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,09
QF114	АД	21,8	39,13	6	234,79	46,04	63	125	BA88-32	1250	63	BBГ(4*6)	1,33
QF115	АД	3	5,69	6	34,17	6,70	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,19
QF116	АД	2	3,80	6	22,78	4,47	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,13
QF117	АД	2	3,80	6	22,78	4,47	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,13
QF118	АД	25	48,51	6	291,06	57,07	63	125	BA88-32	1250	63	BBГ(4*6)	1,65
QF119	АД	0,6	1,08	6	6,46	1,27	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,04
QF120	АД	0,5	0,90	6	5,39	1,06	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,03
QF121	АД	0,6	1,08	6	6,46	1,27	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,04
QF122	АД	7	12,57	6	75,39	14,78	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,43
QF123	АД	0,5	0,95	6	5,69	1,12	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,03

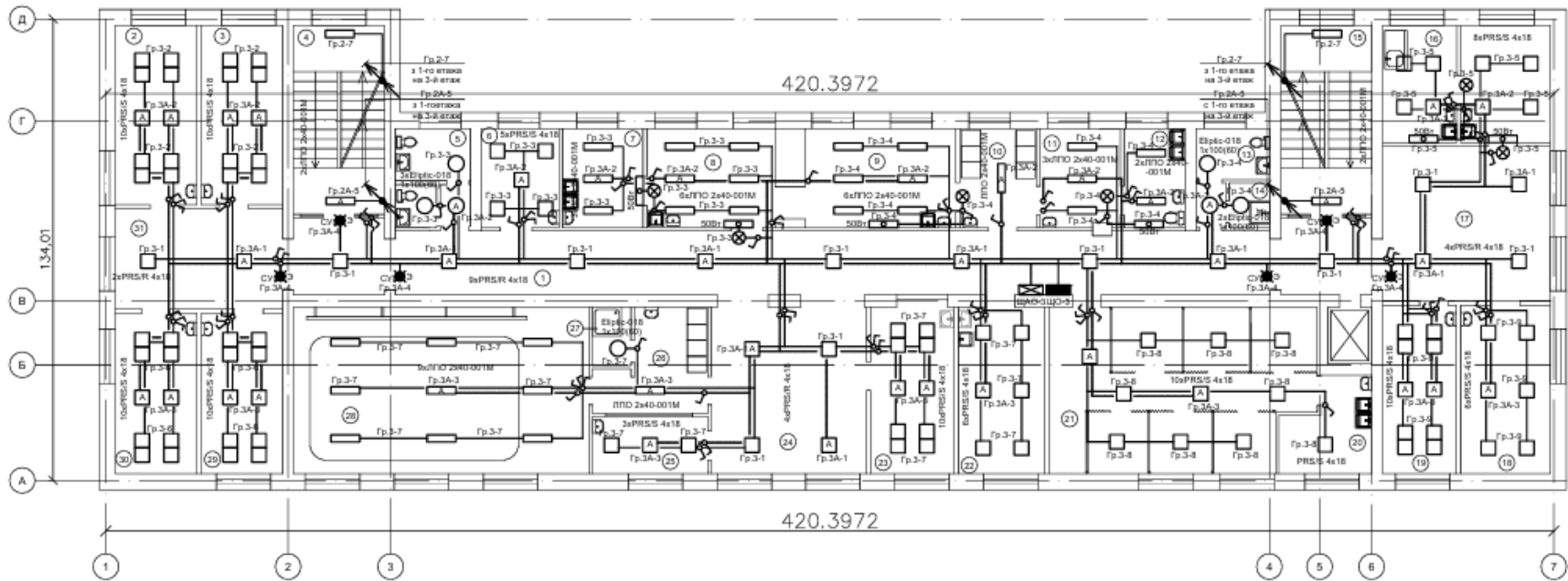
QF124	АД	6,1	11,58	6	69,48	13,62	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,39
QF125	АД	6,1	11,58	6	69,48	13,62	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,39
QF126		9,4	18,24	6	109,44	21,46	40	125	BA88-32	1250	40	BBГ(4*4)	0,62
QF127	АД	17	30,52	6	183,10	35,90	40	125	BA88-32	1250	40	BBГ(4*4)	1,04
QF128	АД	4,62	8,29	6	49,76	9,76	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,28
QF129	АД	2	3,59	6	21,54	4,22	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,12
QF130	АД	3	5,39	6	32,31	6,34	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	
QF131	АД	3	5,69	6	34,17	6,70	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,19
QF132	АД	7	13,29	6	79,73	15,63	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,45
QF133	АД	5,5	10,44	6	62,64	12,28	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,36
QF134	АД	7,5	14,55	6	87,32	17,12	40	125	BA88-32	1250	40	BBГ(4*4)	0,50
QF135	АД	5,5	9,87	6	59,24	11,62	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,34
QF136	АД	7,5	13,46	6	80,78	15,84	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,46
QF137	АД	5,5	9,87	6	59,24	11,62	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,34
QF138	АД	1	1,80	6	10,77	2,11	16	125	BA88-32	1250	16	BBГ(4*2,5)	0,06
QF139	АД	10	18,98	6	113,89	22,33	40	125	BA88-32	1250	40	BBГ(4*4)	0,65

420.3972



№ по плану	Найменування	Площа, м ²	Освітленість, м ²	№ по плану	Найменування	Площа, м ²	Освітленість, м ²
1	Коридор	-	150	18	Кімната червогих лікарів	10.3	300
2	Кабінет масажу	15.43	200	19	Коридор	7.7	150
3	Кабінет педіатра	14.09	500	20	Кімната диєтолога	3.8	300
4	ЛІК-1	-	50	21	Оглядальня	7.3	150
5	Сауна	7.26	30	22	Тамбур	4.9	150
6	Приміщення вантпроб крові	8.29	300	23	Кабінет червоного лікаря	13.5	300
7	Простудина внутрішніх вливів	14.75	400	24	Кабінет мед. статиста	7.6	300
8	Тамбур фільтр-бокс	2.9	30	25	Хол	8.9	150
9	Приміщення забору матеріалу на визначення інфекції	14.1	300	26	Ординаторська	9.6	300
10	Тамбур фільтр-бокс	2.9	30	27	Регістрація	23.4	200
11	Приміщення-світловий бокс	9.3	500	28	Вестиболь	23.7	150
12	Приміщення забору матеріалу на повітряно-капельну інфекцію	13.2	300	29	Пост охорони	4.3	200
13	Тамбур фільтр-бокс	2.7	30	30	Гардероб для відвідувачів на 240 крісели	21.3	75
14	Сауна для інвалідів	3.08	30	31	Басейн	13.0	150
15	ЛІК-2	-	50	32	Роздягальня при басейні	50.1	75
16	Кімната водопілля	6.2	150	33	Кабінет теплотопілення	5.0	200
17	Кімната відпочинку та прийому лікарів	9.0	150	34	Кабінет по охороні праці	7.6	150
				35	Хол	15.3	150

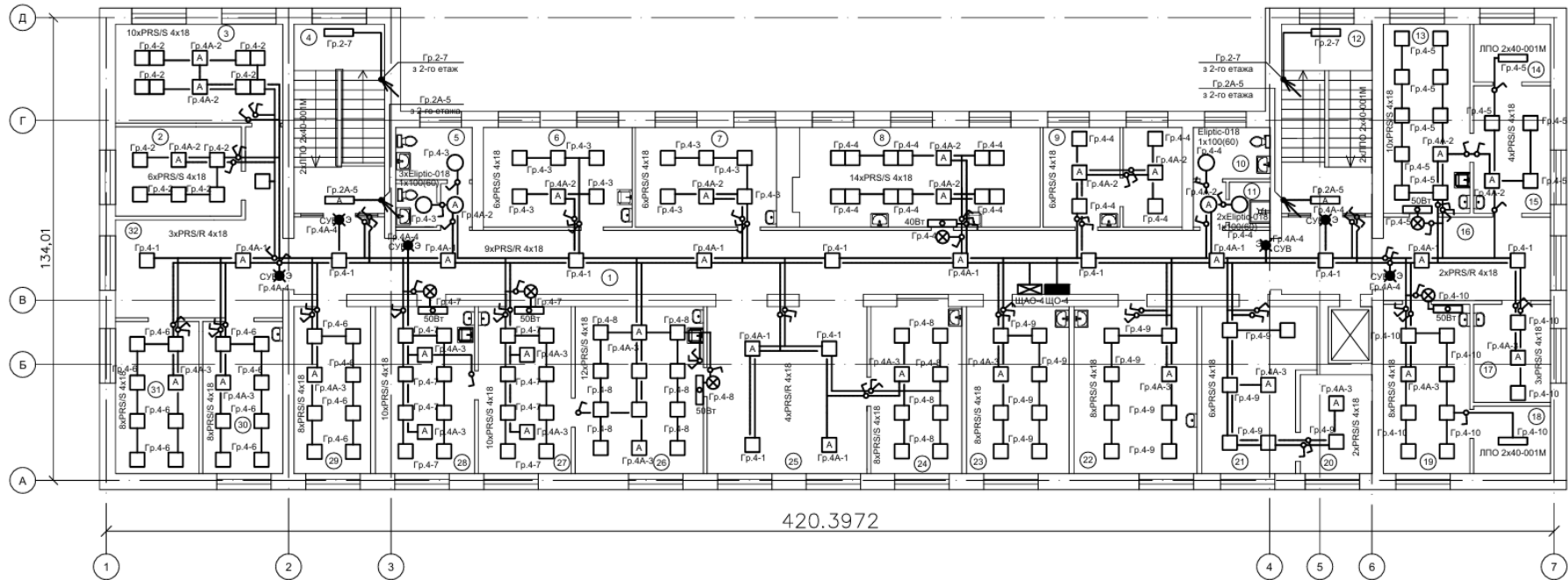
План 2-го поверху



Експлікація приміщень 2-го поверху

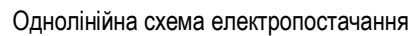
N по плану	Найменування	Площа, м2	Освітленість, м2	N по плану	Найменування	Площа, м2	Освітленість, м2
1	Коридор	-	150	19	Кабинет врача педиатра	13.5	500
2	Кабинет лікаря педіатра	14.0	500	20	Підсобне приміщення ФТО	7.3	75
3	Кабинет лікаря педіатра	14.0	500	21	Кабинет електросвітлопідключування	48.7	300
4	ЛК-1	-	50	22	Кабинет гіпокситерапії (горні повітря)	13.9	300
5	Санузел	7.1	30	23	Кабинет зав. педіатричним відділенням	13.9	500
6	Кабинет завідувочою лабораторій	7.5	400	24	Хол	25.2	150
7	Місечна	7.8	200	25	Кабинет завідувочого ФТО	6.5	500
8	Гематологічна лабораторія	12.0	300	26	Роздавальня	11.9	75
9	Клініко-діагностична лабораторія	14.6	300	27	Душ	2.2	30
10	Гардероб персоналу	7.13	75	28	Зал лікувальної фізкультури	47.8	200
11	Приміщення прийому проб мочі та кала	7.8	300	29	Кабинет лікаря педіатра	12.5	500
12	Місечна	5.9	200	30	Кабинет лікаря педіатра	12.5	500
13	Санузел персоналу	3.7	30	31	Хол	15.6	150
14	Кладовка уборочного інвентаря	1.56	30				
15	ЛК-2	-	50				
16	Прививочний кабінет	22.1	300				
17	Хол	25.2	150				
18	Кабинет "здорової дитини"	13.5	300				

План 3-го поверху



Експлікація приміщень 3-го поверху

N по плану	Найменування	Площа, м2	Освітленість, м2	N по плану	Найменування	Площа, м2	Освітленість, м2
1	Коридор	-	150	17	Кабинет лікаря логоведа	7.44	300
2	Кабинет зам. головного лікаря по АХЧ	10.9	400	18	Темная комната	4.6	20
3	Кабинет головного лікаря	18.0	500	19	Кабинет офтальмолога	14.1	300
4	ЛК-1	7.26	50	20	Приміщення сервера	6.8	150
5	Санузел посетителів	7.4	30	21	Приміщення оператора	16.5	300
6	Кабинет групових інгаляцій	14.4	300	22	Кабинет ЕКГ	19.9	300
7	Кабинет УЗІ	13.6	300	23	Кабинет лікаря невролога та кардіолога	16.6	400
8	Кабинет стоматолога на 2 роб.місця	22.6	500	24	Кабинет лікаря ДШО	14.7	400
9	Кабинет головної медсестри з приміщенням зберігання медикаментів	13.1	300	25	Хол	25.9	150
10	Санузел персонала	3.7	30	26	Перевозочна асептична	21.3	500
11	Кладова уборочного інвентаря	1.56	30	27	Кабинет лікаря хірурга-ортопеда	14.1	500
12	ЛК-2	-	50	28	Перевозочна септична	15.8	500
13	Процедурна отоларинголога	15.7	400	29	Бухгалтерія	12.2	400
14	Звукоізолююча кімната	4.32	75	30	Кабинет зам. головного лікаря по мед. часті	11.7	400
15	Приймочна отоларинголога	9.1	300	31	Кабинет зам. головного лікаря по економіці	11.7	400
16	Хол	13.5	150	32	Приймочна	16.6	150



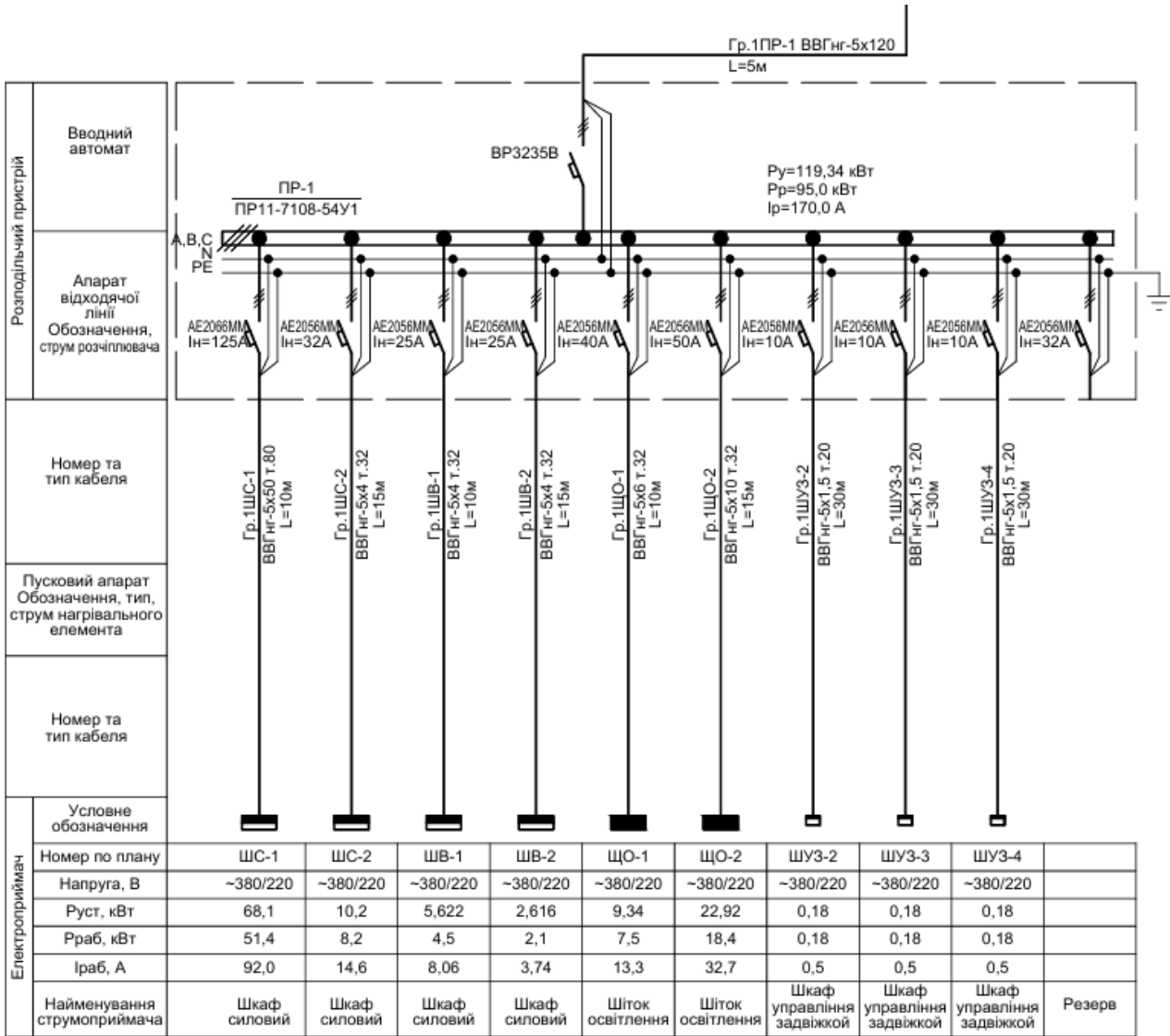


Схема ПР -1

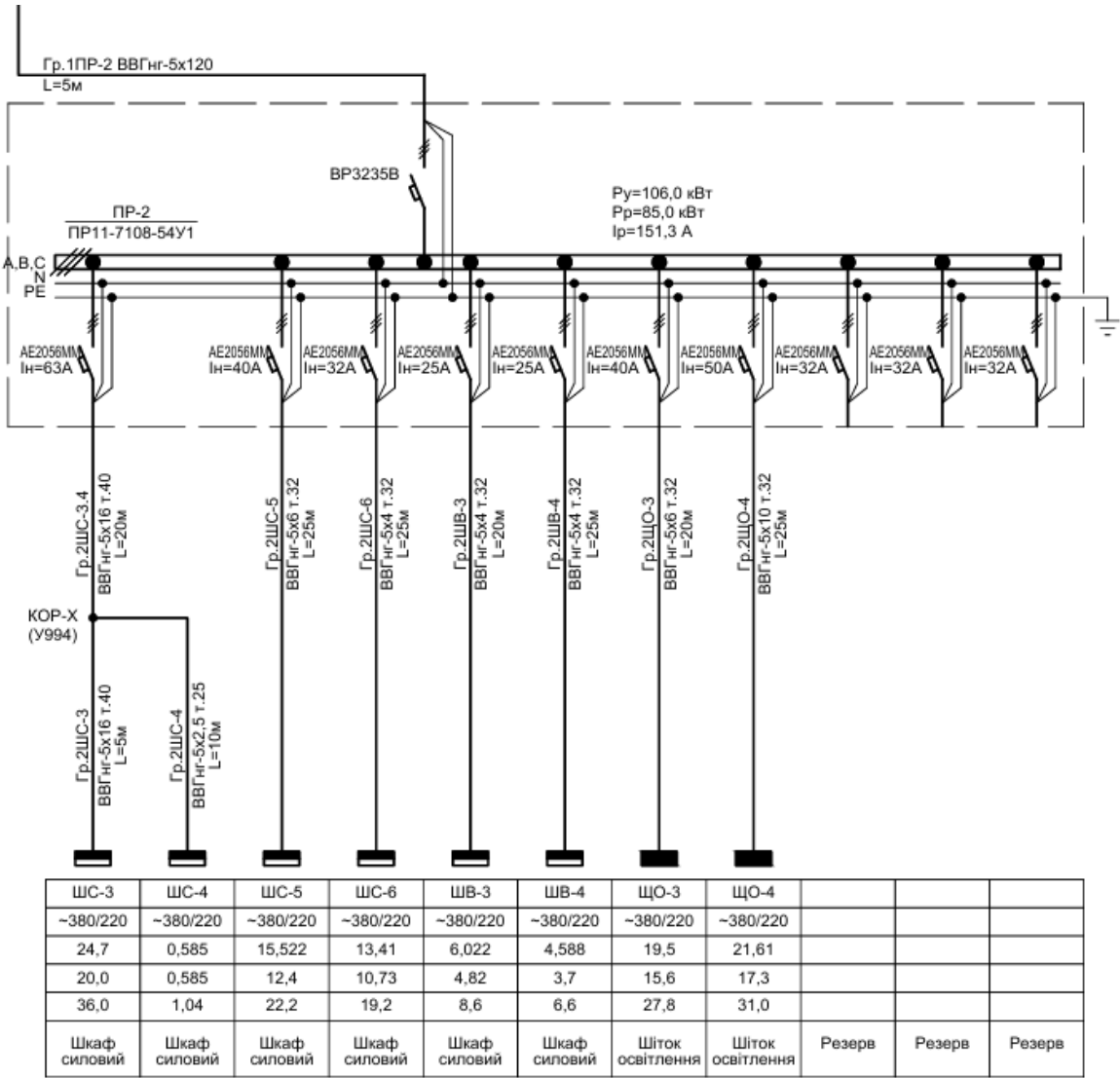


Схема ПР -2

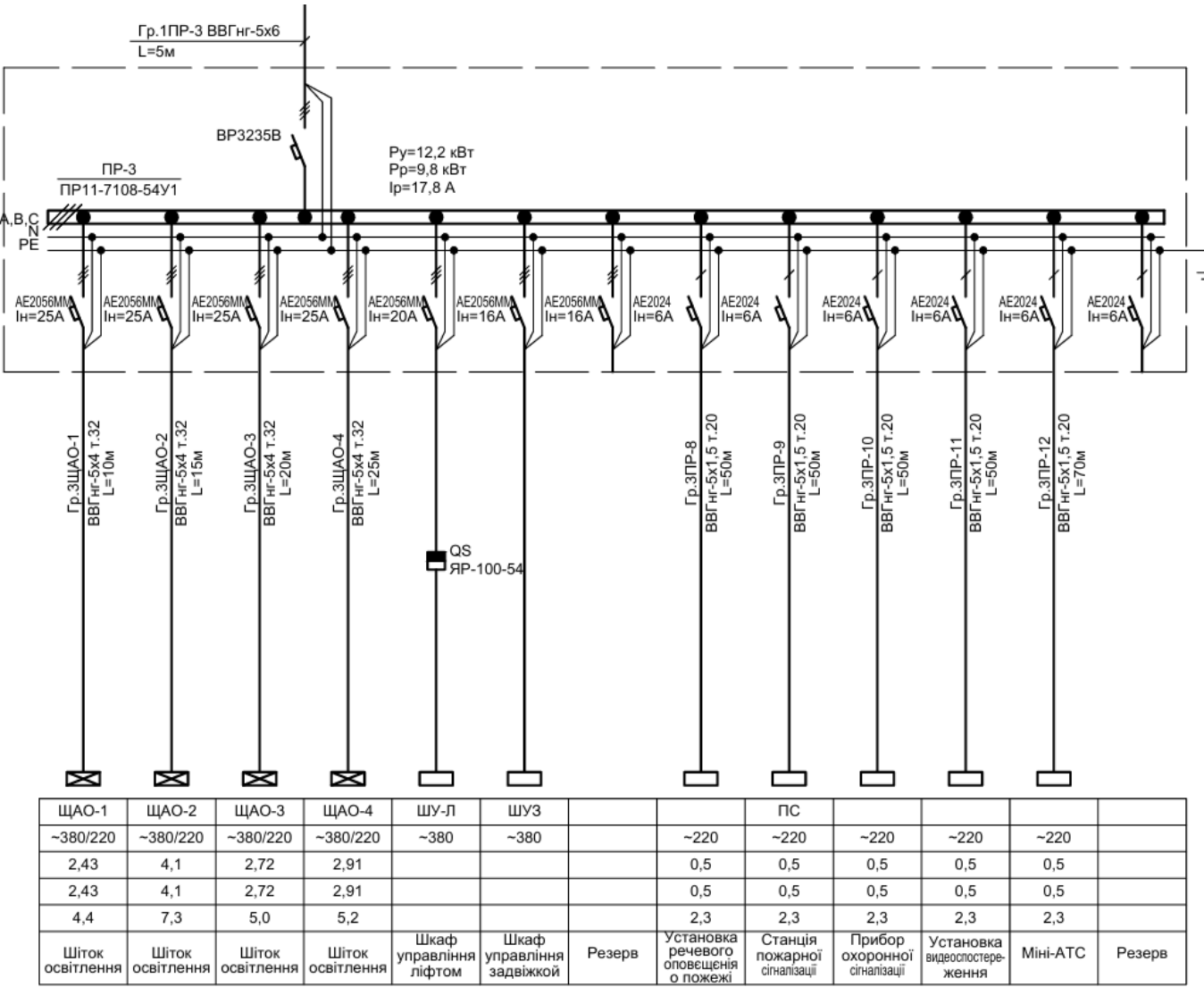


Схема ПР -3