

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Інститут (факультет) _____ ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого _____
Кафедра _____ Електропостачання та енергоменеджменту _____

«До захисту в ЕК»
Директор інституту
_____ Сергій БЛАЖЕНКО _____
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ____ » _____ лютого 2024 р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ Сергій БАЛЮТА _____
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ____ » _____ лютого 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми «Електротехнічні системи електроспоживання»
на тему: «Розробка системи електропостачання житлового масиву з формуванням
автоматизованої системи збору даних»

Виконав: здобувач 2 курсу, групи ЕЛ-2-7М

_____ Журавльов Максим Андрійович _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник _____ Чорний Юрій Аркадійович _____
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

_____ (ім'я та прізвище) (підпис)

_____ (ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент _____ Валентин ПЕТРЕНКО _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2024 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Навчально - науковий інженерно - технічний інститут ім. акад. І. С. Гулого

Кафедра Електропостачання та енергоменеджменту

Освітній ступінь магістр

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(код і назва)

Освітньо-професійна програма «Електротехнічні системи електроспоживання»

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач

кафедри ЕПЕМ

/Сергій БАЛЮТА/

“20” листопада 2023 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Журавльову Максиму Андрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Розробка системи електропостачання житлового масиву з формуванням автоматизованої системи збору даних»

керівник роботи Чорний Юрій Аркадійович, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ 20 ” листопада 2023 року № 940-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 09 лютого 2024 року

3. Вихідні дані до роботи схема житлового масиву, кількість будинків та їх поверховість.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Характеристика житлового масиву. 2. Розрахунок електричних навантажень. 3. Вибір трансформаторних підстанцій та їх кількість. 4. Розрахунок мережі низької напруги. 5. Визначення розрахункових навантажень трансформаторних підстанцій. 6. Розрахунок розподільних пунктів. 7. Впровадження автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії.

5. Перелік графічного матеріалу 1. Генеральний план житлового масиву. 2.

Генеральна система електропостачання житлового масиву. 3. Система електропостачання ТПб.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____ 20 листопада 2023 р. _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання на магістерську роботу	20.11.2023 р.	Виконано
2	Вступ	21 - 22.11.2023 р.	Виконано
3	Характеристика житлового масиву	23-30.11.2023	Виконано
4	Розрахунок електричних навантажень	01-8.12.2023	Виконано
5	Вибір трансформаторних підстанцій та їх кількість	9-16.12.2023	Виконано
6	Розрахунок мережі низької напруги	17-24.12.2023	Виконано
7	Визначення розрахункових навантажень трансформаторних підстанцій	25.12.2023-01.01.2024	Виконано
8	Розрахунок розподільних пунктів	02-09.01.2024	Виконано
9	Впровадження автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії	10-18.01.2024	Виконано
	Оформлення пояснювальної записки	19-27.01.2024	Виконано
	Оформлення креслень до роботи	28.01-04.02.2024	Виконано
	Подання готової роботи для перевірки на плагіат	09.02.2024 р.	Виконано

Здобувач _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

Максим ЖУРАВЛІОВ
(прізвище та ініціали)

Юрій ЧОРНИЙ
(прізвище та ініціали)

Анотація

Дипломний проект приділяє увагу важливій темі проектування міських електричних мереж, базуючись на реальних розрахункових навантаженнях та коефіцієнтах, що використовуються при створенні міських мереж. У межах цього проекту проведено аналіз електропостачання мікрорайону з різноманітною забудовою, враховуючи наступні аспекти: здійснено розрахунки навантажень для житлових та громадських об'єктів; вибрано тип та кількість трансформаторних пунктів, а також їх розташування на плані району; виконано розрахунки навантажень для трансформаторних пунктів; проведено аналіз та перевірка перерізів кабельних ліній напругою 0,38 кВ; вибрано кількість та тип розподільчих пунктів; здійснено розрахунок та перевірку перерізів розподільчої мережі напругою 10 кВ.

Ключові слова: система електропостачання, електричне навантаження, робочий струм.

Anotation

The diploma project focuses on the important topic of designing urban power grids, based on real design loads and coefficients used in the creation of urban grids. This project analyzed the power supply of a neighborhood with various buildings, taking into account the following aspects: calculated loads for residential and public facilities; selected the type and number of transformer stations, as well as their location on the district plan; calculated loads for transformer stations; analyzed and verified the cross-sections of 0.38 kV cable lines; selected the number and type of distribution points; calculated and verified the cross-sections of the 10 kV distribution network.

Keywords: power system, electrical load, operating current.

Зміст

Вступ.....	8
1. Характеристика житлового масиву	9
1.1 Визначення типу та категорії споживачів.....	11
1.2 Вибір пристроїв для приготвування їжі	16
2. Розрахунок електричних навантажень.....	17
2.1 Розрахунок електричних навантажень житлових будинків	17
2.2 Розрахунок електричних навантажень громадських споруд	57
3. Вибір ТП та їх кількість.....	64
4. Розрахунок мережі низької напруги.....	66
4.1 Вибір місця розміщення ТП	66
4.2 Вибір схеми живлення споживачів	66
4.3 Розрахунок і перевірка перерізів кабельних ліній низької напруги.....	67
5. Визначення розрахункових навантажень трансформаторних підстанцій.....	139
6. Розрахунок розподільної мережі 10 кВ.....	141
6.1 Вибір розподільних пунктів	141
6.2 Вибір схеми розподільної мережі 10 кВ.....	141
6.3 Розрахунок і перевірка перерізів РМ 10 кВ	142
7. Впровадження автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії в житловому масиві.....	150
7.1 Автоматизована система комерційного обліку електроенергії	150
7.2 Впровадження АСКОЕ в житловому масиві	153
Список використаної літератури	169

Вступ

У сучасному суспільстві розробка ефективних та стійких систем електропостачання стає ключовим завданням, особливо в контексті міських забудівель і нових житлових масивів, що розвиваються.. Даний дипломний проект присвячений розробці системи електропостачання для житлового масиву з акцентом на створення автоматизованої системи збору даних. З урахуванням вимог, які динамічно змінюються по відношенню до енергетичної безпеки та ефективності, даний проект прагне запропонувати інноваційні рішення, які забезпечують надійне та стійке електропостачання, а також оптимізацію управління та контролю через автоматизовану систему збору даних. У даній роботі розглядаються основні аспекти проектування та впровадження такої системи, забезпечуючи докладний аналіз технічних аспектів, економічної вигоди та екологічних аспектів, пов'язаних із сучасними вимогами до електропостачання житлових масивів.

1. Характеристика житлового масиву

В даній роботі проводиться проектування міської електричної мережі для мікрорайону, де розташовані житлові будинки і громадські споруди. Житловий фонд представлений 5, 9 та 10 поверховими будинками, на газу, а також 16, 18 та 24 поверховими будинками на електроенергії. Припускається, що всі квартири в будинках є однаковими за своєю структурою.

В мікрорайоні також розташовані суспільні та адміністративні будівлі, які створюють комфортні умови для мешканців, з яких 2 інститути, 2 школи, 2 дит. садка, торговий центр, кафе і поліклініка. Під час проектування будуть враховані трансформаторні та розподільні пункти, які також знаходяться в межах мікрорайону.

Таблиця 1.1. Житловий фонд

Номер будинку	Кількість будинків	Кількість квартир	Кількість поверхів	Кількість під'їздів
1	2	108	9	3
2	1	640	16	10
3	1	192	16	2
4	1	128	16	1
5	1	384	16	4
6	2	64	16	1
7	1	108	9	2
8	1	240	16	3
9	1	448	16	4
10	1	180	9	5
11	1	288	18	2
12	1	288	16	3
13	1	288	24	1
14	1	256	16	2
15	1	128	16	2
16	1	270	9	5

Продовження табл. 1.1

Номер будинку	К-ть будинків	К-ть квартир	К-ть поверхів	К-ть під'їздів
17	1	384	16	3
18	2	216	9	4
19	1	135	9	3
20	2	120	5	3
21	1	216	9	4
22	1	336	16	3
23	1	54	9	1
24	1	360	18	2
25	1	216	9	6
26	1	80	10	1
27	3	256	16	2

Таблиця 1.2. Громадські будівлі

Номер по списку	Кількість	Назва об'єкту	Характеристика об'єкта
28	1	Інститут № 1	5500 м2
29	1	Інститут № 2	4000 м2
30	1	Школа № 1	700 місць
31	1	Дитячий садок № 1	200 місць
32	1	Поліклініка	500 місць
33	1	Школа № 2	1000 місць
34	1	Торгівельний центр	1000 м2
35	1	Дитячий садок № 2	250 місць
36	1	Кафе	50 місць

1.1 Визначення типу та категорії споживачів

До багатоповерхових будівель, які знаходяться в міській забудові і в яких проживають люди ставлять конкретні вимоги до якості та надійності електропостачання. Надійність є ключовим показником ефективності електропостачальної мережі. Вимоги до цього показника значно варіюються в залежності від можливих наслідків, які можуть виникнути в разі перерв у електропостачанні конкретного електроприймача.

Відповідно до ПУЕ розрізняють 3 категорії електроприймачів щодо забезпечення надійності електропостачання.

До **I категорії** належать електроприймачі, переривання електропостачання яких може спричинити такі наслідки:

- Небезпеку для життя людей або смерті;
- Значні втрати народного господарства;
- Пошкодження дорогого обладнання;
- Масове бракування продукції або збій складного технологічного процесу;
- Порушення функціонування особливо важливих елементів комунального господарства.

Крім того, у I категорії виділяють особливу групу електроприймачів, безперебійне функціонування яких необхідне для безаварійної зупинки виробництва з метою запобігання загрозі життю людей, вибухам, пожежам і пошкодженням високоякісного дорогого обладнання, втраті важливої інформації.

У промисловості прикладом електроприймачів I категорії можуть бути:

- Робочі машини хімічних, газо та нафтопереробних підприємств;
- Етилозмішувальні установки;
- Компресори для подавання повітря для пневмотранспорту та циркуляції газових сумішей;
- Сировинні насоси;
- Система санітарно-технічної вентиляції;
- Насоси головного водозбору;

- Зворотного водопостачання й каналізації тощо

В електропостачальних системах житлових, громадських, адміністративних і побутових будинків прикладом електроприймачів I категорії можуть бути:

- 1) **У будинках понад 17 поверхів:** протипожежні пристрої (пожежні насоси, системи підпирання повітря, димовидалення, пожежної сигналізації й оповіщення про пожежу), ліфти, евакуаційне та аварійне освітлення, вогні світлового огороження;
- 2) **У будинках лікувально-профілактичних установ:** електроприймачі операційних і родильних блоків, відділення анестезіології, реанімації та інтенсивної терапії, кабінетів лапароскопії, бронхоскопії й ангіографії, протипожежних пристроїв та охоронної сигналізації, евакуаційного освітлення й лікарняних ліфтів;
- 3) **У будинках і приміщеннях підприємств громадського харчування:** їдальні, кафе й ресторани з кількістю посадкових місць понад 500 чоловік;
- 4) **У музеях та виставкових залах:** комплекс електроприймачів музеїв і виставкових залів державного значення.

Електроприймачі I категорії повинні бути забезпечені електроенергією від двох незалежних взаєморезервувальними джерел живлення, а переривання в їх електропостачанні в разі порушення електропостачання від одного джерела живлення можна допускати лише на час автоматичного відновлення живлення від іншого джерела.

Відповідно до ПУЕ більш жорстокі вимоги передбачені щодо електропостачання особливої групи електроприймачів I категорії – обов'язкова наявність третього незалежного взаєморезервувального джерела живлення. Функцію третього незалежного джерела живлення для особливої групи електроприймачів і другого для інших електроприймачів I категорії можуть виконувати місцеві електростанції, електростанції енергосистем, спеціальні агрегати безперебійного живлення, акумуляторні батареї та ін.

До II категорії належать електроприймачі, переривання в електропостачанні яких може спричинити такі наслідки:

- Масовий недовипуск продукції;
- Масові простої робітників, механізмів і промислового транспорту;
- Порухення нормальної життєдіяльності значної кількості міських та сільських жителів.

У промисловості прикладом електроприймачів II категорії можуть бути:

- Робочі машини целюлозних підприємств;
- Підприємств із виготовлення продуктів лісохімії, аміачної селітри, розбавленої азотної кислоти та ін.

В електропостачальних системах житлових, громадських, адміністративних і побутових будинків прикладом електроприймачів II категорії можуть бути:

- Електроприймачі в житлових будинках понад 5 і до 10 поверхів із плитами на газоподібному або твердому паливі;
- Електроприймачі лікувально-профілактичних закладів, окрім зазначених вище для I категорії;
- Електроприймачі закладів освіти, виховання та підготовки кадрів.

Згідно з ПУЕ електропостачання електричних приймачів II категорії можна забезпечувати від двох незалежних взаєморезервувальних джерел живлення, а переривання в їх електропостачанні в разі порушення електропостачання від одного джерела живлення прийнятне лише на час, необхідний для ввімкнення резервного живлення діями чергового персоналу або виїзної оперативної бригади.

Якщо електроприймачі забезпечені електроенергією від повітряної лінії – перерва в електропостачанні допускається на час до 24 годин (за умови 1 джерела живлення).

Якщо на підприємстві є запас трансформаторів і змога виконати заміну – допускається перерва в електропостачанні на час до 24 годин.

В новій редакції ПУЕ від 2014 року – обов'язково повинно бути 2 незалежних взаєморезервуючих джерела живлення, а перерва в електропостачанні допускається на час переключення чергового персоналу.

До III категорії належать усі інші електроприймачі, що не підходять під визначення I та II категорії.

Для електроприймачів III категорії електропостачання можна здійснювати від одного джерела живлення за умови, що переривання електропостачання, необхідні для ремонту або заміни пошкодженого елемента електропостачальної системи не перевищують однієї доби.

Обрані категорії споживачів зводимо в таблицю 1.3 для житлових будинків, таблицю 1.4 для громадських споруд.

Таблиця 1.3 Категорії для житлових будинків

Номер по списку	Кількість будинків	Кількість квартир	Кількість поверхів	Кількість під'їздів	Категорія надійності електропостачання
1	2	108	9	3	II
2	1	640	16	10	II
3	1	192	16	2	II
4	1	128	16	1	II
5	1	384	16	4	II
6	2	64	16	1	II
7	1	108	9	2	II
8	1	240	16	3	II
9	1	448	16	4	II
10	1	180	9	5	II
11	1	288	18	2	I
12	1	288	16	3	II
13	1	288	24	1	I
14	1	256	16	2	II
15	1	128	16	2	II
16	1	270	9	5	II

Номер по списку	К-ть будинків	К-ть квартир	К-ть поверхів	К-ть під'їздів	Категорії надійності
17	1	384	16	3	II
18	2	216	9	4	II
19	1	135	9	3	II
20	2	120	5	3	III
21	1	216	9	4	II
22	1	336	16	3	II
23	1	54	9	1	II
24	1	360	18	2	I
25	1	216	9	6	II
26	1	80	10	1	II
27	3	256	16	2	II

Таблиця 1.4 Категорії громадських споруд

Номер по списку	Кількість	Назва об'єкту	Характеристика об'єкта	Категорія надійності електропостачання
28	1	Інститут	5500 м2	II
29	1	Інститут	4000 м2	II
30	1	Школа	700 місць	II
31	1	Дитячий садок	200 місць	II
32	1	Поліклініка	500 місць	II
33	1	Школа	1000 місць	I
34	1	Торгівельний центр	1000 м2	II
35	1	Дитячий садок	250 місць	II
36	1	Кафе	50 місць	III

1.2 Вибір пристроїв для приготування їжі

У нашому житловому районі є будинки з різною кількістю поверхів: 5, 9, 10, 16, 18 і 24. З цілковитими п'ятьма, дев'ятьма та десятьма поверхами ми встановлюємо газові плити, оскільки це економічно обґрунтовано. Для будинків з 16, 18 та 24 поверхами обираємо індукційні електроплити.

Таблиця 1.5 Пристрої приготування їжі для житлових будинків

Номер по списку	Кількість будинків	Кількість квартир	Кількість поверхів	Кількість під'їздів	Носій для приготування їжі
1	2	108	9	3	газ
2	1	640	16	10	індукція
3	1	192	16	2	індукція
4	1	128	16	1	індукція
5	1	384	16	4	індукція
6	2	64	16	1	індукція
7	1	108	9	2	індукція
8	1	240	16	3	індукція
9	1	448	16	4	індукція
10	1	180	9	5	газ
11	1	288	18	2	індукція
12	1	288	16	3	індукція
13	1	288	24	1	індукція
14	1	256	16	2	індукція
15	1	128	16	2	індукція
16	1	270	9	5	газ
17	1	384	16	3	індукція
18	2	216	9	4	газ
19	1	135	9	3	газ
20	2	120	5	3	газ
21	1	216	9	4	газ
22	1	336	16	3	індукція
23	1	54	9	1	газ
24	1	360	18	2	індукція
25	1	216	9	6	газ
26	1	80	10	1	газ
27	3	256	16	2	індукція

2. Розрахунок електричних навантажень

2.1 Розрахунок електричних навантажень житлових будинків

Розрахункове навантаження - це найбільше значення півгодинної тривалості. Максимальне значення навантаження змінюється протягом року. Застосовуючи методи теорії ймовірності та математичної статистики, навантаження більш повно можна охарактеризувати значенням середнього максимуму та середньоквадратичним відхиленням окремих максимумів від середнього значення.

Як вказано у попередньому розділі, основною групою споживачів у цьому районі житлові будинки. Величина розрахункової потужності залежить від числа квартир, їхнього типу (приймаємо, що квартири в житлових будинках вважаються однаковими). А також від типу енергоносія для приготування їжі.

Розглянемо визначення розрахункового навантаження житлового будинку:

Розрахункове активне навантаження житлових будинків з урахуванням силових електроприймачів визначається за формулою:

$$P_{\text{ж.б.}} = P_{\text{кв}} + 0,9 \cdot P_{\text{с.о.}};$$

$$S_{\text{ж.б.}} = \frac{P_{\text{кв}}}{\cos \phi_{\text{кв}}} + 0,9 \left(\frac{P_{\text{р.л.}}}{\cos \phi_{\text{л}}} + \frac{P_{\text{р.сант}}}{\cos \phi_{\text{сант}}} \right),$$

де $P_{\text{кв}}$ - розрахункове активне навантаження квартир; $P_{\text{с.о.}}$ - навантаження силових електроспоживачів; $\cos \phi_{\text{кв}}$ - коефіцієнт потужності квартири; $\cos \phi_{\text{л}}$ - коефіцієнт потужності ліфтів; $\cos \phi_{\text{сант}}$ - коефіцієнт потужності сантехнічних пристроїв.

Розрахункове активне навантаження квартир на вводах житлових будинків і розподільних ліній 0,38 кВ, а також на шинах ТП визначається за формулою:

$$P_{\text{кв}} = P_{\text{кв.пит}} \cdot n_{\text{кв}};$$

де $P_{\text{пит}}$ - питоме навантаження квартири, кВт на квартиру; $n_{\text{кв}}$ - кількість квартир в будинку, які отримують живлення від даного вводу.

Навантаження силових електроприймачів $P_{\text{с.о.}}$ включає навантаження ліфтових установок $P_{\text{р.л.}}$ і навантаження електродвигунів насосів водопостачання, вентиляторів та інших сантехнічних пристроїв $P_{\text{р.сант}}$:

$$P_{\text{с.о.}} = P_{\text{р.л.}} + P_{\text{р.сант}};$$

Розрахункове електричне навантаження ліфтових установок $P_{\text{р.л.}}$ визначається за формулою:

$$P_{\text{р.л.}} = k_{\text{поп}} \sum_{i=1}^{n_{\text{л}}} (P_{\text{д.л.}} \sqrt{\text{ПВ}} + P_{\text{е.г.}}),$$

де $k_{\text{поп}}$ - коефіцієнт попиту, в залежності від кількості поверхів будівель та від загальної кількості ліфтових установок $n_{\text{л}}$; $P_{\text{д.л.}}$ - встановлена потужність електродвигуна ліфтової установки, кВт (для пасажирських ліфтів $P_{\text{д.л.}} = 4,5 \dots 7$ кВт, для вантажних ліфтів $P_{\text{д.л.}} = 7$ кВт); $P_{\text{е.г.}}$ - електричне навантаження від електромагнітного гальма, апаратів управління та освітлення ліфтової установки ($P_{\text{е.г.}} = 1,5 \dots 2,5$ кВт); ПВ - тривалість включення електродвигуна ліфтових установок, при відсутності паспортних даних $\text{ПВ} = 0,6$.

Розрахункове навантаження електродвигунів сантехнічних пристроїв при відсутності відомостей про електроустаткування житлового будинку можна визначити виходячи з питомого показника 0,05 кВт на одну квартиру:

$$P_{\text{р.сант}} = 0,05 \cdot n_{\text{кв}}$$

Визначимо питомі навантаження для всіх будинків заданого житлового масиву:

Будинок №1.

В будинках даного типу 108 квартир, 9 поверхів і 3 під'зда.

$$n_{кв} = 108, n_{під} = 3.$$

Для 9 поверхів передбачається 1 пасажирський ліфт на один під'їзд.
Кількість ліфтів становить $n_{ліфт} = 3$.

Коефіцієнт попиту ліфта для 9 поверхів і 3 ліфтів дорівнює $k_{поп} = 0,8$;

Питоме електричне навантаження квартири $P_{пнт} = 1,003$ кВт;

Коефіцієнт потужності для квартир з газовими плитами $\cos\phi_{кв} = 0,96$;

Коефіцієнт потужності для ліфтів $\cos\phi_{л} = 0,65$;

Для сантехнічних пристроїв коефіцієнт потужності $\cos\phi_{сант} = 0,8$.

Обчислимо навантаження житлового будинку. Знайдемо електричне навантаження ліфтової установки:

$$P_{р.л.} = k_{поп} \sum_{i=1}^{n_{л}} (P_{д.л.} \sqrt{ПВ} + P_{е.г.}),$$

де $P_{дл} = 5$ кВт, $P_{е.г.} = 2$ кВт, $ПВ = 0,6$.

$$P_{р.л.} = 0,8 \cdot \sum_{i=1}^3 (5\sqrt{0,6} + 2) = 14,095 \text{ кВт};$$

Обчислимо розрахункове навантаження електродвигунів сантехнічних пристроїв:

$$P_{р.сант} = 0,05 \cdot n_{кв} = 0,05 \cdot 108 = 5,4 \text{ кВт};$$

Обчислимо навантаження силових електроспоживачів, яке включає навантаження ліфтових установок $P_{р.л.}$ і навантаження електродвигунів насосів водопостачання, вентиляторів та інших сантехнічних пристроїв $P_{р.сант}$:

$$P_{c.o.} = P_{p.l.} + P_{p.cant} = 14,095 + 5,4 = 19,495 \text{ кВт.}$$

Обчислимо розрахункове активне навантаження квартир:

$$P_{кв} = P_{пит} \cdot n_{кв} = 1,003 \cdot 108 = 108,324 \text{ кВт.}$$

Обчислимо розрахункове активне навантаження житлових будинків з урахуванням силових електроспоживачів:

$$P_{ж.б.1} = P_{кв} + 0,9P_{c.o.} = 108,324 + 0,9 \cdot 19,495 = 128,869 \text{ кВт;}$$

$$P_{ж.б.1} = P_{ж.б.2} = 128,869 \text{ кВт.}$$

Обчислимо повне розрахункове навантаження житлових будинків:

$$S_{ж.б.1} = \frac{P_{кв}}{\cos \phi_{кв}} + 0,9 \left(\frac{P_{p.l.}}{\cos \phi_{\tau}} + \frac{P_{p.cant}}{\cos \phi_{c.л.пит}} \right) = \frac{108,324}{0,96} + 0,9 \left(\frac{14,095}{0,65} + \frac{5,4}{0,8} \right) = 138,429 \text{ кВА;}$$

$$S_{ж.б.1} = S_{ж.б.2} = 138,429 \text{ кВА.}$$

Будинок № 2

В будинку даного типу 640 квартир, 16 поверхів і 10 під'їздів.

$$n_{кв} = 640, n_{під} = 10.$$

Для 16 поверхів передбачається 1 пасажирський і 1 вантажний ліфти на один під'їзд. Отже, кількість ліфтів становить: $n_{л} = 20$.

Коефіцієнт попиту ліфтової установки для 16 поверхів і 20 ліфтів $k_{поп} = 0,5$.

Питоме електричне навантаження квартири $P_{пит} = 1,217 \text{ кВт.}$

Коефіцієнт потужності для квартир з електричними плитами $\cos \phi_{кв} = 0,98$.

Коефіцієнт потужності для ліфтів $\cos \phi_{л} = 0,65$.

Для сантехнічних пристроїв коефіцієнт потужності $\cos\phi_{\text{сант}} = 0,8$.

Проведемо розрахунок навантаження житлового будинку. Спочатку знайдемо електричне навантаження ліфтових установок:

$$P_{\text{р.л.}} = k_{\text{ноп}} \sum_{i=1}^{n_{\text{л}}} (P_{\text{д.л.}} \sqrt{ПВ} + P_{\text{е.с.}}),$$

де $P_{\text{д.л.}} = 7$ кВт, $P_{\text{е.с.}} = 2$ кВт, $ПВ = 0,6$ – для грузового ліфта

$$P_{\text{р.л.груз}} = 0,5 \cdot \sum_{i=1}^{10} (7 \cdot \sqrt{0,6} + 2,5) = 39,611 \text{ кВт.}$$

де $P_{\text{д.л.}} = 4,5$ кВт, $P_{\text{е.с.}} = 1,5$ кВт, $ПВ = 0,6$ – для пасажирського ліфта

$$P_{\text{р.л.пас}} = 0,5 \cdot \sum_{i=1}^{10} (4,5 \cdot \sqrt{0,6} + 1,5) = 24,928 \text{ кВт.}$$

Обчислимо сумму електричних навантажень грузових і пасажирських ліфтів:

$$P_{\text{р.л.сумма}} = P_{\text{р.л.груз}} + P_{\text{р.л.пас}} = 39,611 + 24,928 = 64,539 \text{ кВт}$$

Знайдемо розрахункове навантаження електродвигунів сантехнічних пристроїв:

$$P_{\text{р.сант}} = 0,05 \cdot n_{\text{кв}} = 0,05 \cdot 640 = 32 \text{ кВт.}$$

Обчислимо навантаження силових електроспоживачів:

$$P_{\text{с.о.}} = P_{\text{р.л.}} + P_{\text{р.сант}} = 64,539 + 32 = 96,539 \text{ кВт.}$$

Обчислимо розрахункове активне навантаження квартир:

$$P_{\text{кв}} = P_{\text{пит}} \cdot n_{\text{кв}} = 1,217 \cdot 640 = 778,88 \text{ кВт.}$$

Обчислимо розрахункове активне навантаження житлового будинку з урахуванням силових електроспоживачів:

$$P_{\text{ж.б.2}} = P_{\text{кв}} + 0,9P_{\text{с.о.}} = 778,88 + 0,9 \cdot 96,539 = 865,765 \text{ кВт.}$$

Обчислимо повне розрахункове навантаження житлового будинку:

$$S_{\text{ж.б.2}} = \frac{P_{\text{кв}}}{\cos \phi_{\text{кв}}} + 0,9 \left(\frac{P_{\text{р.л.}}}{\cos \phi_{\text{л}}} + \frac{P_{\text{р.сант}}}{\cos \phi_{\text{сант}}} \right) = \frac{778,88}{0,98} + 0,9 \left(\frac{64,539}{0,65} + \frac{32}{0,8} \right) = 920,137 \text{ кВА.}$$

Будинок № 3

В будинках даного типу 192 квартири, 16 поверхів і 2 під'зда:

$$n_{\text{кв}} = 192, n_{\text{під}} = 2$$

Для 16 поверхів передбачається 1 пасажирський і 1 вантажний ліфти на один під'зд. Отже, кількість ліфтів становить: $n_{\text{л}} = 4$.

Коефіцієнт попиту ліфтової установки для 16 поверхів і 4 ліфтів $k_{\text{поп}} = 0,8$.

Питоме електричне навантаження квартири $P_{\text{пит}} = 1,332 \text{ кВт.}$

Коефіцієнт потужності для квартир з електричними плитами $\cos \phi_{\text{кв}} = 0,98$

Коефіцієнт потужності для ліфтів $\cos \phi_{\text{л}} = 0,65$.

Для сантехнічних пристроїв коефіцієнт потужності $\cos \phi_{\text{сант}} = 0,8$.

Проведемо розрахунок навантаження житлових будинків. Для цього спочатку знайдемо електричне навантаження ліфтових установок:

$$P_{\text{р.л.}} = k_{\text{поп}} \sum_{i=1}^{n_{\text{л}}} (P_{\text{д.л.}} \sqrt{ПВ} + P_{\text{е.г.}}),$$

де $P_{\text{дл}} = 7 \text{ кВт, } P_{\text{е.г.}} = 2,5 \text{ кВт, } ПВ = 0,6$. – для грузового ліфта

$$P_{р.л.груз} = 0,8 \cdot \sum_{i=1}^2 (7 \cdot \sqrt{0,6} + 2,5) = 12,675 \text{ кВт.}$$

де $P_{дл} = 4,5$ кВт, $P_{е.г.} = 1,5$ кВт, $ПВ = 0,6$. – для пасажирського ліфта

$$P_{р.л.пас} = 0,8 \cdot \sum_{i=1}^2 (4,5 \cdot \sqrt{0,6} + 1,5) = 7,977 \text{ кВт.}$$

Обчислимо суммарне електричне навантаження грузових і пасажирських ліфтів:

$$P_{р.л.сумма} = P_{р.л.груз} + P_{р.л.пас} = 12,675 + 7,977 = 20,652 \text{ кВт}$$

Обчислимо розрахункове навантаження електродвигунів сантехнічних пристроїв:

$$P_{р.сант} = 0,05 \cdot n_{кв} = 0,05 \cdot 192 = 9,6 \text{ кВт.}$$

Обчислимо навантаження силових електроспоживачів:

$$P_{с.о.} = P_{р.л.} + P_{р.сант} = 20,652 + 9,6 = 30,252 \text{ кВт.}$$

Обчислимо розрахункове активне навантаження квартир:

$$P_{кв} = P_{пит} \cdot n_{кв} = 1,332 \cdot 192 = 255,744 \text{ кВт.}$$

Обчислимо розрахункове активне навантаження житлових будинків з урахуванням силових електроспоживачів:

$$P_{ж.б.з} = P_{кв} + 0,9P_{с.о.} = 255,744 + 0,9 \cdot 30,252 = 282,971 \text{ кВт.}$$

Обчислимо повне розрахункове навантаження житлових будинків:

$$S_{\text{ж.б.з}} = \frac{P_{\text{кв}}}{\cos \phi_{\text{кв}}} + 0,9 \left(\frac{P_{\text{р.л.}}}{\cos \phi_{\text{л}}} + \frac{P_{\text{р.сант}}}{\cos \phi_{\text{сант}}} \right) = \frac{255,744}{0,98} + 0,9 \left(\frac{20,652}{0,65} + \frac{9,6}{0,8} \right) = 300,358 \text{ кВА};$$

Будинок № 4

В будинку даного типу 128 квартир, 16 поверхів і 1 під'зд:

$$n_{\text{кв}} = 128, n_{\text{під}} = 1.$$

Для 16 поверхів передбачається 1 пасажирський і 1 вантажний ліфти на один під'зд. Отже, кількість ліфтів становить: $n_{\text{л}} = 2$.

Коефіцієнт попиту ліфтової установки для 16 поверхів і 2 ліфтів $k_{\text{поп}} = 0,9$.

Питоме електричне навантаження квартири $P_{\text{пит}} = 1,607$ кВт.

Коефіцієнт потужності для квартир з електричними плитами $\cos \phi_{\text{кв}} = 0,98$

Коефіцієнт потужності для ліфтів $\cos \phi_{\text{л}} = 0,65$.

Для сантехнічних пристроїв коефіцієнт потужності $\cos \phi_{\text{сант}} = 0,8$.

Проведемо розрахунок навантаження житлового будинку. Знайдемо електричне навантаження ліфтових установок:

$$P_{\text{р.л.}} = k_{\text{поп}} \sum_{i=1}^{n_{\text{л}}} (P_{\text{д.л.}} \sqrt{\text{ПВ}} + P_{\text{е.г.}}),$$

Де $P_{\text{дл}} = 7$ кВт, $P_{\text{е.г.}} = 2,5$ кВт, $\text{ПВ} = 0,6$. – для грузового ліфта

$$P_{\text{р.л.}} = 0,9 \cdot \sum_{i=1}^1 (7 \cdot \sqrt{0,6} + 2,5) = 7,13 \text{ кВт.}$$

Де $P_{\text{дл}} = 4,5$ кВт, $P_{\text{е.г.}} = 1,5$ кВт, $\text{ПВ} = 0,6$. – для пасажирського ліфта

$$P_{р.л.} = 0,9 \cdot \sum_{i=1}^1 (4,5 \cdot \sqrt{0,6} + 1,5) = 4,487 \text{ кВт.}$$

$$P_{р.л.сумма} = P_{р.л.груз} + P_{р.л.кас} = 7,13 + 4,487 = 11,617 \text{ кВт}$$

Обчислимо розрахункове навантаження електродвигунів сантехнічних пристроїв:

$$P_{р.сант} = 0,05 \cdot n_{кв} = 0,05 \cdot 128 = 6,4 \text{ кВт.}$$

Обчислимо навантаження силових електроспоживачів:

$$P_{с.о.} = P_{р.л.} + P_{р.сант} = 11,617 + 6,4 = 18,017 \text{ кВт.}$$

Обчислимо розрахункове активне навантаження квартир:

$$P_{кв} = P_{пит} \cdot n_{кв} = 1,607 \cdot 128 = 205,696 \text{ кВт.}$$

Обчислимо розрахункове активне навантаження житлового будинку з урахуванням силових електроспоживачів:

$$P_{ж.б.4} = P_{кв} + 0,9P_{с.о.} = 205,696 + 0,9 \cdot 18,017 = 221,911 \text{ кВт.}$$

Обчислимо повне розрахункове навантаження житлового будинку:

$$S_{ж.б.4} = \frac{P_{кв}}{\cos \phi_{кв}} + 0,9 \left(\frac{P_{р.л.}}{\cos \phi_{л}} + \frac{P_{р.сант}}{\cos \phi_{сант}} \right) = \frac{205,696}{0,98} + 0,9 \left(\frac{11,617}{0,65} + \frac{6,4}{0,8} \right) = 233,179 \text{ кВА.}$$

Будинок № 5

В будинку даного типу 384 квартир, 16 поверхів і 4 під'зда:

$$n_{кв} = 384, n_{під} = 4.$$

Для 16 поверхів передбачається 1 пасажирський і 1 вантажний ліфти на один під'зд. Отже, кількість ліфтів становить: $n_{л} = 8$.

Коефіцієнт попиту ліфтової установки для 16 поверхів і 8 ліфтів $k_{\text{поп}} = 0,675$.

Питоме електричне навантаження квартири $P_{\text{квт}} = 1,313$ кВт.

Коефіцієнт потужності для квартир з електричними плитами $\cos\phi_{\text{кв}} = 0,98$

Коефіцієнт потужності для ліфтів $\cos\phi_{л} = 0,65$.

Для сантехнічних пристроїв коефіцієнт потужності $\cos\phi_{\text{сант}} = 0,8$.

Проведемо розрахунок навантаження житлового будинку. Для цього спочатку знайдемо електричне навантаження ліфтових установок:

$$P_{\text{р.л.}} = k_{\text{поп}} \sum_{i=1}^{n_{л}} (P_{\text{д.л.}} \sqrt{\text{ПВ}} + P_{\text{е.г.}}),$$

де $P_{\text{д.л.}} = 7$ кВт, $P_{\text{е.г.}} = 2,5$ кВт, $\text{ПВ} = 0,6$. – для грузового ліфта

$$P_{\text{р.л.}} = 0,675 \cdot \sum_{i=1}^4 (7 \cdot \sqrt{0,6} + 2,5) = 21,39 \text{ кВт.}$$

де $P_{\text{д.л.}} = 4,5$ кВт, $P_{\text{е.г.}} = 1,5$ кВт, $\text{ПВ} = 0,6$. – для грузового ліфта

$$P_{\text{р.л.}} = 0,675 \cdot \sum_{i=1}^4 (4,5 \cdot \sqrt{0,6} + 1,5) = 13,46 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{р.л.сумма}} = P_{\text{р.л.груз}} + P_{\text{р.л.пас}} = 21,39 + 13,46 = 34,85 \text{ кВт}$$

Обчислимо розрахункове навантаження електродвигунів сантехнічних пристроїв:

$$P_{\text{р.сант}} = 0,05 \cdot n_{\text{кв}} = 0,05 \cdot 384 = 19,2 \text{ кВт.}$$

Обчислимо навантаження силових електроспоживачів:

$$P_{c.o.} = P_{p.l.} + P_{p.сант} = 34,85 + 19,2 = 54,05 \text{ кВт.}$$

Обчислимо розрахункове активне навантаження квартир:

$$P_{кв} = P_{пит} \cdot n_{кв} = 1,313 \cdot 384 = 504,192 \text{ кВт.}$$

Обчислимо розрахункове активне навантаження житлового будинку з урахуванням силових електроспоживачів:

$$P_{ж.б.5} = P_{кв} + 0,9P_{c.o.} = 504,192 + 0,9 \cdot 54,05 = 552,837 \text{ кВт.}$$

Обчислимо повне розрахункове навантаження житлового будинку:

$$S_{ж.б.5} = \frac{P_{кв}}{\cos \phi_{кв}} + 0,9 \left(\frac{P_{p.l.}}{\cos \phi_{л}} + \frac{P_{p.сант}}{\cos \phi_{сант}} \right) = \frac{504,192}{0,98} + 0,9 \left(\frac{34,85}{0,65} + \frac{19,2}{0,8} \right) = 584,335 \text{ кВА.}$$

Будинок № 6

В будинку даного типу 64 квартири, 16 поверхів і 1 під'зд:

$$n_{кв} = 64, n_{під} = 1$$

Для 16 поверхів передбачається 1 пасажирський і 1 вантажний ліфти на один під'зд. Отже, кількість ліфтів становить: $n_{л} = 2$.

Коефіцієнт попиту ліфтової установки для 16 поверхів і 2 ліфтів $k_{поп} = 0,9$.

Питоме електричне навантаження квартири $P_{пит} = 1,839 \text{ кВт.}$

Коефіцієнт потужності для квартир з електричними плитами $\cos \phi_{кв} = 0,98$.

Коефіцієнт потужності для ліфтів $\cos \phi_{л} = 0,65$.

Для сантехнічних пристроїв коефіцієнт потужності $\cos \phi_{сант} = 0,8$.

Тоді отримаємо:

$$P_{p.l.} = k_{\text{поп}} \sum_{i=1}^{n_l} (P_{d.l.} \sqrt{PB} + P_{e.g.}),$$

де $P_{d.l.} = 7$ кВт, $P_{e.g.} = 2,5$ кВт, $PB = 0,6$. – для грузового ліфта;

$$P_{p.l.} = 0,9 \cdot \sum_{i=1}^1 (7 \cdot \sqrt{0,6} + 2,5) = 7,129 \text{ кВт};$$

де $P_{d.l.} = 4,5$ кВт, $P_{e.g.} = 1,5$ кВт, $PB = 0,6$. – для пасажирського ліфта;

$$P_{p.l.} = 0,9 \cdot \sum_{i=1}^1 (4,5 \cdot \sqrt{0,6} + 1,5) = 3,587 \text{ кВт};$$

$$P_{p.l. \text{ сумма}} = P_{p.l. \text{ груз}} + P_{p.l. \text{ пас}} = 7,129 + 3,587 = 10,716 \text{ кВт};$$

$$P_{p.сант} = 0,05 \cdot n_{\text{кв}} = 0,05 \cdot 64 = 3,2 \text{ кВт};$$

$$P_{c.o.} = P_{p.l.} + P_{p.сант} = 10,716 + 3,2 = 13,916 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{кв}} = P_{\text{пит}} \cdot n_{\text{кв}} = 1,839 \cdot 64 = 117,696 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{ж.б.б}} = P_{\text{кв}} + 0,9P_{c.o.} = 117,696 + 0,9 \cdot 13,916 = 130,220 \text{ кВт}.$$

Обчислимо повне розрахункове навантаження житлового будинку:

$$S_{\text{ж.б.б}} = \frac{P_{\text{кв}}}{\cos \phi_{\text{кв}}} + 0,9 \left(\frac{P_{p.l.}}{\cos \phi_l} + \frac{P_{p.сант}}{\cos \phi_{\text{сант}}} \right) = \frac{117,696}{0,98} + 0,9 \left(\frac{10,716}{0,65} + \frac{3,2}{0,8} \right) = 138,535 \text{ кВА}.$$

Будинок № 7

В будинку даного типу 108 квартир, 9 поверхів і 2 під'зд:

$$n_{\text{кв}} = 108, n_{\text{під}} = 2.$$

Для 9 поверхів передбачається 1 пасажирський ліфт на один під'зд. Отже, кількість ліфтів становить: $n_{л} = 2$.

Коефіцієнт попиту ліфтової установки для 9 поверхів і 2 ліфтів $k_{\text{поп}} = 0,8$

Питоме електричне навантаження квартири $P_{\text{пит}} = 0,884$ кВт.

Коефіцієнт потужності для квартир з газовими плитами $\cos\phi_{\text{кв}} = 0,96$.

Коефіцієнт потужності для ліфтів $\cos\phi_{л} = 0,65$.

Для сантехнічних пристроїв коефіцієнт потужності $\cos\phi_{\text{сант}} = 0,8$.

Тоді отримаємо:

$$P_{\text{р.л.}} = k_{\text{поп}} \sum_{i=1}^{n_{л}} (P_{\text{д.л.}} \sqrt{\text{ПВ}} + P_{\text{е.г.}}),$$

де $P_{\text{д.л.}} = 4,5$ кВт, $P_{\text{е.г.}} = 1,5$ кВт, $\text{ПВ} = 0,6$.

$$P_{\text{р.л.}} = 0,8 \cdot \sum_{i=1}^2 (4,5 \cdot \sqrt{0,6} + 1,5) = 7,977 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{р.сант}} = 0,05 \cdot n_{\text{кв}} = 0,05 \cdot 108 = 5,4 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{с.о.}} = P_{\text{р.л.}} + P_{\text{р.сант}} = 7,977 + 5,4 = 13,377 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{кв}} = P_{\text{пит}} \cdot n_{\text{кв}} = 0,884 \cdot 108 = 95,472 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{ж.б.7}} = P_{\text{кв}} + 0,9 P_{\text{с.о.}} = 95,472 + 0,9 \cdot 13,377 = 107,511 \text{ кВт}.$$

Обчислимо повне розрахункове навантаження житлового будинку:

$$S_{\text{ж.б.7}} = \frac{P_{\text{кв}}}{\cos\phi_{\text{кв}}} + 0,9 \left(\frac{P_{\text{р.л.}}}{\cos\phi_{л}} + \frac{P_{\text{р.сант}}}{\cos\phi_{\text{сант}}} \right) = \frac{95,472}{0,96} + 0,9 \left(\frac{7,977}{0,65} + \frac{5,4}{0,8} \right) = 114,540 \text{ кВА}.$$

Будинок № 8

В будинку даного типу 240 квартир, 16 поверхів і 3 під'зда:

$$n_{\text{кв}} = 240, n_{\text{під}} = 3$$

Для 16 поверхів передбачається 1 пасажирський і 1 вантажний ліфти на один під'зд. Отже, кількість ліфтів становить: $n_{\text{л}} = 6$.

Коефіцієнт попиту ліфтової установки для 16 поверхів і 6 ліфтів $k_{\text{поп}} = 0,75$.

Питоме електричне навантаження квартири $P_{\text{пит}} = 1,19$ кВт.

Коефіцієнт потужності для квартир з електричними плитами $\cos\phi_{\text{кв}} = 0,98$.

Коефіцієнт потужності для ліфтів $\cos\phi_{\text{л}} = 0,65$.

Для сантехнічних пристроїв коефіцієнт потужності $\cos\phi_{\text{сант}} = 0,8$.

Тоді отримаємо:

$$P_{\text{р.л.}} = k_{\text{поп}} \sum_{i=1}^{n_{\text{л}}} (P_{\text{д.л.}} \sqrt{\text{ПВ}} + P_{\text{е.г.}}),$$

де $P_{\text{дл}} = 7$ кВт, $P_{\text{е.г.}} = 2,5$ кВт, $\text{ПВ} = 0,6$. – для грузового ліфта;

$$P_{\text{р.л.}} = 0,75 \cdot \sum_{i=1}^3 (7 \cdot \sqrt{0,6} + 2,5) = 17,825 \text{ кВт};$$

де $P_{\text{дл}} = 4,5$ кВт, $P_{\text{е.г.}} = 1,5$ кВт, $\text{ПВ} = 0,6$. – для пасажирського ліфта;

$$P_{\text{р.л.}} = 0,75 \cdot \sum_{i=1}^3 (4,5 \cdot \sqrt{0,6} + 1,5) = 11,218 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{р.л.сумма}} = P_{\text{р.л.груз}} + P_{\text{р.л.пас}} = 17,825 + 11,218 = 29,043 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{р.сант}} = 0,05 \cdot n_{\text{кв}} = 0,05 \cdot 240 = 12 \text{ кВт};$$

$$P_{c.o.} = P_{p.l.} + P_{p.cант} = 29,043 + 12 = 41,043 \text{ кВт};$$

$$P_{кв} = P_{пит} \cdot n_{кв} = 1,19 \cdot 240 = 285,6 \text{ кВт};$$

$$P_{ж.б.8} = P_{кв} + 0,9P_{c.o.} = 285,6 + 0,9 \cdot 41,043 = 322,539 \text{ кВт}.$$

Обчислимо повне розрахункове навантаження житлового будинку:

$$S_{ж.б.8} = \frac{P_{кв}}{\cos \phi_{кв}} + 0,9 \left(\frac{P_{p.l.}}{\cos \phi_{л}} + \frac{P_{p.cант}}{\cos \phi_{cант}} \right) = \frac{285,6}{0,98} + 0,9 \left(\frac{29,043}{0,65} + \frac{12}{0,8} \right) = 345,142 \text{ кВА}.$$

Будинок № 9

В будинку даного типу 448 квартир, 16 поверхів і 4 під'зда:

$$n_{кв} = 448, n_{під} = 4$$

Для 16 поверхів передбачається 1 пасажирський і 1 вантажний ліфти на один під'зд. Отже, кількість ліфтів становить: $n_{л} = 8$.

Коефіцієнт попиту ліфтової установки для 16 поверхів і 2 ліфтів $k_{поп} = 0,675$.

Питоме електричне навантаження квартири $P_{пит} = 1,10$ кВт.

Коефіцієнт потужності для квартир з електричними плитами $\cos \phi_{кв} = 0,98$.

Коефіцієнт потужності для ліфтів $\cos \phi_{л} = 0,65$.

Для сантехнічних пристроїв коефіцієнт потужності $\cos \phi_{cант} = 0,8$.

Тоді отримаємо:

$$P_{p.l.} = k_{поп} \sum_{i=1}^{n_{л}} (P_{д.л.} \sqrt{ПВ} + P_{e.г.}),$$

де $P_{д.л.} = 7$ кВт, $P_{e.г.} = 2,5$ кВт, $ПВ = 0,6$. – для грузового ліфта;

$$P_{p.l.} = 0,675 \cdot \sum_{i=1}^4 (7 \cdot \sqrt{0,6} + 2,5) = 21,39 \text{ кВт};$$

де $P_{дл} = 4,5$ кВт, $P_{e.g.} = 1,5$ кВт, $ПВ = 0,6$. – для пасажирського ліфта;

$$P_{p.l.} = 0,675 \cdot \sum_{i=1}^4 (4,5 \cdot \sqrt{0,6} + 1,5) = 13,461 \text{ кВт};$$

$$P_{p.l.сумма} = P_{p.l.груз} + P_{p.l.пас} = 21,39 + 13,461 = 34,851 \text{ кВт};$$

$$P_{p.сант} = 0,05 \cdot n_{кв} = 0,05 \cdot 448 = 22,4 \text{ кВт};$$

$$P_{с.о.} = P_{p.l.} + P_{p.сант} = 34,851 + 22,4 = 57,251 \text{ кВт};$$

$$P_{кв} = P_{пит} \cdot n_{кв} = 1,10 \cdot 448 = 492,8 \text{ кВт};$$

$$P_{ж.б.9} = P_{кв} + 0,9P_{с.о.} = 492,8 + 0,9 \cdot 57,251 = 544,326 \text{ кВт}.$$

Обчислимо повне розрахункове навантаження житлового будинку:

$$S_{ж.б.9} = \frac{P_{кв}}{\cos \phi_{кв}} + 0,9 \left(\frac{P_{p.l.}}{\cos \phi_{л}} + \frac{P_{p.сант}}{\cos \phi_{сант}} \right) = \frac{492,8}{0,98} + 0,9 \left(\frac{34,851}{0,65} + \frac{22,4}{0,8} \right) = 623,112 \text{ кВА}.$$

Будинок № 10

В будинку даного типу 180 квартир, 9 поверхів і 5 під'зда:

$$n_{кв} = 180, n_{під} = 5.$$

Для 9 поверхів передбачається 1 пасажирський ліфт на один під'зд. Отже, кількість ліфтів становить: $n_{л} = 5$.

Коефіцієнт попиту ліфтової установки для 9 поверхів і 2 ліфтів $k_{поп} = 0,7$

Питоме електричне навантаження квартири $P_{пит} = 0,87$ кВт.

Коефіцієнт потужності для квартир з газовими плитами $\cos \phi_{кв} = 0,96$.

Коефіцієнт потужності для ліфтів $\cos\phi_{л} = 0,65$.

Для сантехнічних пристроїв коефіцієнт потужності $\cos\phi_{сант} = 0,8$.

Тоді отримаємо:

$$P_{р.л.} = k_{поп} \sum_{i=1}^{n_{л}} (P_{д.л.} \sqrt{ПВ} + P_{е.г.}),$$

де $P_{д.л.} = 4,5$ кВт, $P_{е.г.} = 1,5$ кВт, $ПВ = 0,6$.

$$P_{р.л.} = 0,7 \cdot \sum_{i=1}^5 (4,5 \cdot \sqrt{0,6} + 1,5) = 17,45 \text{ кВт};$$

$$P_{р.сант} = 0,05 \cdot n_{кв} = 0,05 \cdot 180 = 9 \text{ кВт};$$

$$P_{с.о.} = P_{р.л.} + P_{р.сант} = 17,45 + 9 = 26,45 \text{ кВт};$$

$$P_{кв} = P_{пит} \cdot n_{кв} = 0,87 \cdot 180 = 156,6 \text{ кВт};$$

$$P_{ж.б.10} = P_{кв} + 0,9P_{с.о.} = 156,6 + 0,9 \cdot 26,45 = 180,405 \text{ кВт}.$$

Обчислимо повне розрахункове навантаження житлового будинку:

$$S_{ж.б.10} = \frac{P_{кв}}{\cos\phi_{кр}} + 0,9 \left(\frac{P_{р.л.}}{\cos\phi_{л}} + \frac{P_{р.сант}}{\cos\phi_{сант}} \right) = \frac{156,6}{0,96} + 0,9 \left(\frac{17,45}{0,65} + \frac{9}{0,8} \right) = 197,411 \text{ кВА}.$$

Будинок № 11

В будинку даного типу 288 квартир, 18 поверхів і 2 під'зда:

$$n_{кв} = 288, n_{під} = 2$$

Для 18 поверхів передбачається 1 пасажирський і 1 вантажний ліфти на один під'зд. Отже, кількість ліфтів становить: $n_{л} = 4$.

Коефіцієнт попиту ліфтової установки для 18 поверхів і 4 ліфтів $k_{поп} = 0,8$.

Питоме електричне навантаження квартири $P_{\text{пит}} = 1,38$ кВт.

Коефіцієнт потужності для квартир з електричними плитами $\cos\phi_{\text{кв}} = 0,98$.

Коефіцієнт потужності для ліфтів $\cos\phi_{\text{л}} = 0,65$.

Для сантехнічних пристроїв коефіцієнт потужності $\cos\phi_{\text{сант}} = 0,8$.

Тоді отримаємо:

$$P_{\text{р.л.}} = k_{\text{поп}} \sum_{i=1}^{n_{\text{л}}} (P_{\text{д.л.}} \sqrt{\text{ПВ}} + P_{\text{е.г.}}),$$

де $P_{\text{дл}} = 7$ кВт, $P_{\text{е.г.}} = 2,5$ кВт, $\text{ПВ} = 0,6$. – для грузового ліфта;

$$P_{\text{р.л.}} = 0,8 \cdot \sum_{i=1}^2 (7 \cdot \sqrt{0,6} + 2,5) = 12,675 \text{ кВт};$$

де $P_{\text{дл}} = 4,5$ кВт, $P_{\text{е.г.}} = 1,5$ кВт, $\text{ПВ} = 0,6$. – для пасажирського ліфта;

$$P_{\text{р.л.}} = 0,8 \cdot \sum_{i=1}^2 (4,5 \cdot \sqrt{0,6} + 1,5) = 7,977 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{р.л.сумма}} = P_{\text{р.л.груз}} + P_{\text{р.л.пас}} = 12,675 + 7,977 = 20,652 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{р.сант}} = 0,05 \cdot n_{\text{кв}} = 0,05 \cdot 288 = 14,4 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{с.о.}} = P_{\text{р.л.}} + P_{\text{р.сант}} = 20,652 + 14,4 = 35,052 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{кв}} = P_{\text{пит}} \cdot n_{\text{кв}} = 1,38 \cdot 288 = 397,44 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{ж.б.11}} = P_{\text{кв}} + 0,9P_{\text{с.о.}} = 397,44 + 0,9 \cdot 35,052 = 428,987 \text{ кВт}.$$

Обчислимо повне розрахункове навантаження житлового будинку:

$$S_{ж.б.11} = \frac{P_{кв}}{\cos \phi_{кв}} + 0,9 \left(\frac{P_{р.л.}}{\cos \phi_{л.}} + \frac{P_{р.сант}}{\cos \phi_{сант}} \right) = \frac{397,44}{0,98} + 0,9 \left(\frac{20,652}{0,65} + \frac{14,4}{0,8} \right) = 450,346 \text{ кВА.}$$

Будинок № 12

В будинку даного типу 288 квартир, 16 поверхів і 3 під'зда:

$$n_{кв} = 288, n_{під} = 3$$

Для 16 поверхів передбачається 1 пасажирський і 1 вантажний ліфти на один під'зд. Отже, кількість ліфтів становить: $n_{л} = 6$.

Коефіцієнт попиту ліфтової установки для 16 поверхів і 6 ліфтів $k_{поп} = 0,75$.

Питоме електричне навантаження квартири $P_{пит} = 1,19$ кВт.

Коефіцієнт потужності для квартир з електричними плитами $\cos \phi_{кв} = 0,98$.

Коефіцієнт потужності для ліфтів $\cos \phi_{л.} = 0,65$.

Для сантехнічних пристроїв коефіцієнт потужності $\cos \phi_{сант} = 0,8$.

Тоді отримаємо:

$$P_{р.л.} = k_{поп} \sum_{i=1}^{n_{л}} (P_{д.л.} \sqrt{ПВ} + P_{е.г.}),$$

де $P_{дл} = 7$ кВт, $P_{е.г.} = 2,5$ кВт, $ПВ = 0,6$. – для грузового ліфта;

$$P_{р.л.} = 0,75 \cdot \sum_{i=1}^3 (7 \cdot \sqrt{0,6} + 2,5) = 17,825 \text{ кВт};$$

де $P_{дл} = 4,5$ кВт, $P_{е.г.} = 1,5$ кВт, $ПВ = 0,6$. – для пасажирського ліфта;

$$P_{р.л.} = 0,75 \cdot \sum_{i=1}^3 (4,5 \cdot \sqrt{0,6} + 1,5) = 11,218 \text{ кВт};$$

$$P_{р.л.сумма} = P_{р.л.груз} + P_{р.л.пас} = 17,825 + 11,218 = 29,043 \text{ кВт};$$

$$P_{p,сант} = 0,05 \cdot n_{кв} = 0,05 \cdot 288 = 14,4 \text{ кВт};$$

$$P_{с.о.} = P_{р.л.} + P_{p,сант} = 29,043 + 14,4 = 43,443 \text{ кВт};$$

$$P_{кв} = P_{пит} \cdot n_{кв} = 1,19 \cdot 288 = 342,72 \text{ кВт};$$

$$P_{ж.б.12} = P_{кв} + 0,9P_{с.о.} = 342,72 + 0,9 \cdot 43,443 = 381,819 \text{ кВт}.$$

Обчислимо повне розрахункове навантаження житлового будинку:

$$S_{ж.б.12} = \frac{P_{кв}}{\cos \phi_{кв}} + 0,9 \left(\frac{P_{р.л.}}{\cos \phi_{л}} + \frac{P_{p,сант}}{\cos \phi_{сант}} \right) = \frac{342,72}{0,98} + 0,9 \left(\frac{29,043}{0,65} + \frac{14,4}{0,8} \right) = 406,127 \text{ кВА}.$$

Будинок № 13

В будинку даного типу 288 квартир, 24 поверхів і 1 під'зд:

$$n_{кв} = 288, n_{під} = 1$$

Для 24 поверхів передбачається 2 пасажирських і 2 вантажних ліфти на один під'зд. Отже, кількість ліфтів становить: $n_{л} = 4$.

Коефіцієнт попиту ліфтової установки для 16 поверхів і 6 ліфтів $k_{поп} = 0,8$.

Питоме електричне навантаження квартири $P_{пит} = 1,10$ кВт.

Коефіцієнт потужності для квартир з електричними плитами $\cos \phi_{кв} = 0,98$.

Коефіцієнт потужності для ліфтів $\cos \phi_{л} = 0,65$.

Для сантехнічних пристроїв коефіцієнт потужності $\cos \phi_{сант} = 0,8$.

Тоді отримаємо:

$$P_{р.л.} = k_{поп} \sum_{i=1}^{n_{л}} (P_{д.л.} \sqrt{ПВ} + P_{е.г.}),$$

де $P_{дл} = 7$ кВт, $P_{е.г.} = 2,5$ кВт, $ПВ = 0,6$. – для грузового ліфта;

$$P_{р.л.} = 0,8 \cdot \sum_{i=1}^2 (7 \cdot \sqrt{0,6} + 2,5) = 12,675 \text{ кВт};$$

де $P_{дл} = 4,5$ кВт, $P_{е.г.} = 1,5$ кВт, $ПВ = 0,6$. – для пасажирського ліфта;

$$P_{р.л.} = 0,8 \cdot \sum_{i=1}^2 (4,5 \cdot \sqrt{0,6} + 1,5) = 7,977 \text{ кВт};$$

$$P_{р.л.сумма} = P_{р.л.груз} + P_{р.л.пас} = 12,675 + 7,977 = 20,652 \text{ кВт};$$

$$P_{р.сант} = 0,05 \cdot n_{кв} = 0,05 \cdot 288 = 14,4 \text{ кВт};$$

$$P_{с.о.} = P_{р.л.} + P_{р.сант} = 20,652 + 14,4 = 35,052 \text{ кВт};$$

$$P_{кв} = P_{пит} \cdot n_{кв} = 1,10 \cdot 288 = 316,8 \text{ кВт};$$

$$P_{ж.б.13} = P_{кв} + 0,9P_{с.о.} = 316,8 + 0,9 \cdot 35,052 = 348,347 \text{ кВт}.$$

Обчислимо повне розрахункове навантаження житлового будинку:

$$S_{ж.б.13} = \frac{P_{кв}}{\cos \phi_{кв}} + 0,9 \left(\frac{P_{р.л.}}{\cos \phi_{л}} + \frac{P_{р.сант}}{\cos \phi_{сант}} \right) = \frac{316,8}{0,98} + 0,9 \left(\frac{20,652}{0,65} + \frac{14,4}{0,8} \right) = 368,06 \text{ кВА}.$$

Будинок № 14

В будинках даного типу 256 квартир, 16 поверхів і 2 під'зда:

$$n_{кв} = 256, n_{під} = 2$$

Для 16 поверхів передбачається 1 пасажирський і 1 вантажний ліфти на один під'зд. Отже, кількість ліфтів становить: $n_{л} = 4$.

Коефіцієнт попиту ліфтової установки для 16 поверхів і 4 ліфтів $k_{поп} = 0,8$.

Питоме електричне навантаження квартири $P_{пит} = 1,19$ кВт.

Коефіцієнт потужності для квартир з електричними плитами $\cos\phi_{\text{кв}} = 0,98$

Коефіцієнт потужності для ліфтів $\cos\phi_{\text{л}} = 0,65$.

Для сантехнічних пристроїв коефіцієнт потужності $\cos\phi_{\text{сант}} = 0,8$.

Проведемо розрахунок навантаження житлових будинків. Для цього спочатку знайдемо електричне навантаження ліфтових установок:

$$P_{\text{р.л.}} = k_{\text{поп}} \sum_{i=1}^{n_{\text{л}}} (P_{\text{д.л.}} \sqrt{\text{ПВ}} + P_{\text{е.г.}}),$$

де $P_{\text{дл}} = 7$ кВт, $P_{\text{е.г.}} = 2,5$ кВт, $\text{ПВ} = 0,6$. – для грузового ліфта

$$P_{\text{р.л.груз}} = 0,8 \cdot \sum_{i=1}^2 (7 \cdot \sqrt{0,6} + 2,5) = 12,675 \text{ кВт.}$$

де $P_{\text{дл}} = 4,5$ кВт, $P_{\text{е.г.}} = 1,5$ кВт, $\text{ПВ} = 0,6$. – для пасажирського ліфта

$$P_{\text{р.л.пас}} = 0,8 \cdot \sum_{i=1}^2 (4,5 \cdot \sqrt{0,6} + 1,5) = 7,977 \text{ кВт.}$$

Обчислимо суммарне електричне навантаження грузових і пасажирських ліфтів:

$$P_{\text{р.л.сумма}} = P_{\text{р.л.груз}} + P_{\text{р.л.пас}} = 12,675 + 7,977 = 20,652 \text{ кВт}$$

Обчислимо розрахункове навантаження електродвигунів сантехнічних пристроїв:

$$P_{\text{р.сант}} = 0,05 \cdot n_{\text{кв}} = 0,05 \cdot 256 = 12,8 \text{ кВт.}$$

Обчислимо навантаження силових електроспоживачів:

$$P_{c.o.} = P_{p.l.} + P_{p.cант} = 20,652 + 12,8 = 33,452 \text{ кВт.}$$

Обчислимо розрахункове активне навантаження квартир:

$$P_{кв} = P_{пит} \cdot n_{кв} = 1,19 \cdot 256 = 304,64 \text{ кВт.}$$

Обчислимо розрахункове активне навантаження житлових будинків з урахуванням силових електроспоживачів:

$$P_{ж.б.14} = P_{кв} + 0,9P_{c.o.} = 304,64 + 0,9 \cdot 33,452 = 334,747 \text{ кВт.}$$

Обчислимо повне розрахункове навантаження житлових будинків:

$$S_{ж.б.14} = \frac{P_{кв}}{\cos \phi_{кр}} + 0,9 \left(\frac{P_{p.l.}}{\cos \phi_{л}} + \frac{P_{p.cант}}{\cos \phi_{cант}} \right) = \frac{304,64}{0,98} + 0,9 \left(\frac{20,652}{0,65} + \frac{12,8}{0,8} \right) = 353,852 \text{ кВА;}$$

Будинок № 15

В будинках даного типу 128 квартир, 16 поверхів і 2 під'зда:

$$n_{кв} = 128, n_{під} = 2$$

Для 16 поверхів передбачається 1 пасажирський і 1 вантажний ліфти на один під'зд. Отже, кількість ліфтів становить: $n_{л} = 4$.

Коефіцієнт попиту ліфтової установки для 16 поверхів і 4 ліфтів $k_{поп} = 0,8$.

Питоме електричне навантаження квартири $P_{пит} = 1,38 \text{ кВт.}$

Коефіцієнт потужності для квартир з електричними плитами $\cos \phi_{кв} = 0,98$

Коефіцієнт потужності для ліфтів $\cos \phi_{л} = 0,65$.

Для сантехнічних пристроїв коефіцієнт потужності $\cos \phi_{cант} = 0,8$.

Проведемо розрахунок навантаження житлових будинків. Для цього спочатку знайдемо електричне навантаження ліфтових установок:

$$P_{p.l.} = k_{\text{поп}} \sum_{i=1}^{n_l} (P_{d.l.} \sqrt{ПВ} + P_{e.g.}),$$

де $P_{дл} = 7$ кВт, $P_{e.g.} = 2,5$ кВт, $ПВ = 0,6$. – для грузового ліфта

$$P_{p.l.груз} = 0,8 \cdot \sum_{i=1}^2 (7 \cdot \sqrt{0,6} + 2,5) = 12,675 \text{ кВт.}$$

де $P_{дл} = 4,5$ кВт, $P_{e.g.} = 1,5$ кВт, $ПВ = 0,6$. – для пасажирського ліфта

$$P_{p.l.пас} = 0,8 \cdot \sum_{i=1}^2 (4,5 \cdot \sqrt{0,6} + 1,5) = 7,977 \text{ кВт.}$$

Обчислимо суммарне електричне навантаження грузових і пасажирських ліфтів:

$$P_{p.l.сумма} = P_{p.l.груз} + P_{p.l.пас} = 12,675 + 7,977 = 20,652 \text{ кВт}$$

Обчислимо розрахункове навантаження електродвигунів сантехнічних пристроїв:

$$P_{p.сант} = 0,05 \cdot n_{кв} = 0,05 \cdot 128 = 6,4 \text{ кВт.}$$

Обчислимо навантаження силових електроспоживачів:

$$P_{с.о.} = P_{p.l.} + P_{p.сант} = 20,652 + 6,4 = 27,052 \text{ кВт.}$$

Обчислимо розрахункове активне навантаження квартир:

$$P_{кв} = P_{пит} \cdot n_{кв} = 1,38 \cdot 128 = 176,64 \text{ кВт.}$$

Обчислимо розрахункове активне навантаження житлових будинків з урахуванням силових електроспоживачів:

$$P_{\text{ж.б.15}} = P_{\text{кв}} + 0,9P_{\text{с.о.}} = 176,64 + 0,9 \cdot 27,052 = 200,987 \text{ кВт.}$$

Обчислимо повне розрахункове навантаження житлових будинків:

$$S_{\text{ж.б.15}} = \frac{P_{\text{кв}}}{\cos \phi_{\text{кв}}} + 0,9 \left(\frac{P_{\text{р.л.}}}{\cos \phi_{\text{л}}} + \frac{P_{\text{р.сант}}}{\cos \phi_{\text{сант}}} \right) = \frac{176,64}{0,98} + 0,9 \left(\frac{20,652}{0,65} + \frac{6,4}{0,8} \right) = 216,04 \text{ кВА};$$

Будинок № 16

В будинку даного типу 270 квартир, 9 поверхів і 5 під'здів:

$$n_{\text{кв}} = 270, n_{\text{під}} = 5.$$

Для 9 поверхів передбачається 1 пасажирський ліфт на один під'зд. Отже, кількість ліфтів становить: $n_{\text{л}} = 5$.

Коефіцієнт попиту ліфтової установки для 9 поверхів і 5 ліфтів $k_{\text{поп}} = 0,7$

Питоме електричне навантаження квартири $P_{\text{пит}} = 0,74 \text{ кВт.}$

Коефіцієнт потужності для квартир з газовими плитами $\cos \phi_{\text{кв}} = 0,96$.

Коефіцієнт потужності для ліфтів $\cos \phi_{\text{л}} = 0,65$.

Для сантехнічних пристроїв коефіцієнт потужності $\cos \phi_{\text{сант}} = 0,8$.

Тоді отримаємо:

$$P_{\text{р.л.}} = k_{\text{поп}} \sum_{i=1}^{n_{\text{л}}} (P_{\text{д.л.}} \sqrt{\text{ПВ}} + P_{\text{е.г.}}),$$

де $P_{\text{д.л.}} = 4,5 \text{ кВт, } P_{\text{е.г.}} = 1,5 \text{ кВт, } \text{ПВ} = 0,6$.

$$P_{\text{р.л.}} = 0,7 \cdot \sum_{i=1}^5 (4,5 \cdot \sqrt{0,6} + 1,5) = 17,45 \text{ кВт};$$

$$P_{p.сант} = 0,05 \cdot n_{кв} = 0,05 \cdot 270 = 13,5 \text{ кВт};$$

$$P_{с.о.} = P_{р.л.} + P_{p.сант} = 17,45 + 13,5 = 30,95 \text{ кВт};$$

$$P_{кв} = P_{пит} \cdot n_{кв} = 0,74 \cdot 270 = 199,8 \text{ кВт};$$

$$P_{ж.б.16} = P_{кв} + 0,9P_{с.о.} = 199,8 + 0,9 \cdot 30,95 = 227,655 \text{ кВт}.$$

Обчислимо повне розрахункове навантаження житлового будинку:

$$S_{ж.б.16} = \frac{P_{кв}}{\cos \phi_{кв}} + 0,9 \left(\frac{P_{р.л.}}{\cos \phi_{л}} + \frac{P_{p.сант}}{\cos \phi_{сант}} \right) = \frac{199,8}{0,96} + 0,9 \left(\frac{17,45}{0,65} + \frac{13,5}{0,8} \right) = 247,474 \text{ кВА}.$$

Будинок № 17

В будинку даного типу 384 квартири, 16 поверхів і 3 під'здів:

$$n_{кв} = 384, n_{під} = 3$$

Для 16 поверхів передбачається 1 пасажирський і 1 вантажний ліфти на один під'зд. Отже, кількість ліфтів становить: $n_{л} = 6$.

Коефіцієнт попиту ліфтової установки для 16 поверхів і 6 ліфтів $k_{поп} = 0,75$.

Питоме електричне навантаження квартири $P_{пит} = 1,31 \text{ кВт}$.

Коефіцієнт потужності для квартир з електричними плитами $\cos \phi_{кв} = 0,98$.

Коефіцієнт потужності для ліфтів $\cos \phi_{л} = 0,65$.

Для сантехнічних пристроїв коефіцієнт потужності $\cos \phi_{сант} = 0,8$.

Тоді отримаємо:

$$P_{р.л.} = k_{поп} \sum_{i=1}^{n_{л}} (P_{д.л.} \sqrt{ПВ} + P_{е.г.}),$$

де $P_{дл} = 7$ кВт, $P_{е.г.} = 2,5$ кВт, $ПВ = 0,6$. – для грузового ліфта;

$$P_{р.л.} = 0,75 \cdot \sum_{i=1}^3 (7 \cdot \sqrt{0,6} + 2,5) = 17,825 \text{ кВт};$$

де $P_{дл} = 4,5$ кВт, $P_{е.г.} = 1,5$ кВт, $ПВ = 0,6$. – для пасажирського ліфта;

$$P_{р.л.} = 0,75 \cdot \sum_{i=1}^3 (4,5 \cdot \sqrt{0,6} + 1,5) = 11,218 \text{ кВт};$$

$$P_{р.л.сумма} = P_{р.л.груз} + P_{р.л.пас} = 17,825 + 11,218 = 29,043 \text{ кВт};$$

$$P_{р.сант} = 0,05 \cdot n_{кв} = 0,05 \cdot 384 = 19,2 \text{ кВт};$$

$$P_{с.о.} = P_{р.л.} + P_{р.сант} = 29,043 + 19,2 = 48,243 \text{ кВт};$$

$$P_{кв} = P_{пит} \cdot n_{кв} = 1,31 \cdot 384 = 503,04 \text{ кВт};$$

$$P_{ж.б.17} = P_{кв} + 0,9P_{с.о.} = 503,04 + 0,9 \cdot 48,243 = 546,818 \text{ кВт}.$$

Обчислимо повне розрахункове навантаження житлового будинку:

$$S_{ж.б.17} = \frac{P_{кв}}{\cos \phi_{кв}} + 0,9 \left(\frac{P_{р.л.}}{\cos \phi_{л}} + \frac{P_{р.сант}}{\cos \phi_{сант}} \right) = \frac{503,04}{0,98} + 0,9 \left(\frac{29,043}{0,65} + \frac{19,2}{0,8} \right) = 575,120 \text{ кВА}.$$

Будинок № 18

В будинку даного типу 216 квартир, 9 поверхів і 4 під'здів:

$$n_{кв} = 216, n_{під} = 4.$$

Для 9 поверхів передбачається 1 пасажирський ліфт на один під'зд. Отже, кількість ліфтів становить: $n_{л} = 4$.

Коефіцієнт попиту ліфтової установки для 9 поверхів і 4 ліфтів $k_{поп} = 0,7$

Питоме електричне навантаження квартири $P_{пит} = 0,66$ кВт.

Коефіцієнт потужності для квартир з газовими плитами $\cos\phi_{\text{кв}} = 0,96$.

Коефіцієнт потужності для ліфтів $\cos\phi_{\text{л}} = 0,65$.

Для сантехнічних пристроїв коефіцієнт потужності $\cos\phi_{\text{сант}} = 0,8$.

Тоді отримаємо:

$$P_{\text{р.л.}} = k_{\text{поп}} \sum_{i=1}^{n_{\text{л}}} (P_{\text{д.л.}} \sqrt{\text{ПВ}} + P_{\text{е.г.}}),$$

де $P_{\text{д.л.}} = 4,5$ кВт, $P_{\text{е.г.}} = 1,5$ кВт, $\text{ПВ} = 0,6$.

$$P_{\text{р.л.}} = 0,7 \cdot \sum_{i=1}^4 (4,5 \cdot \sqrt{0,6} + 1,5) = 13,96 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{р.сант}} = 0,05 \cdot n_{\text{кв}} = 0,05 \cdot 216 = 10,8 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{с.о.}} = P_{\text{р.л.}} + P_{\text{р.сант}} = 13,96 + 10,8 = 24,76 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{кв}} = P_{\text{пит}} \cdot n_{\text{кв}} = 0,66 \cdot 216 = 142,56 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{ж.б.18}} = P_{\text{кв}} + 0,9P_{\text{с.о.}} = 142,56 + 0,9 \cdot 24,76 = 164,844 \text{ кВт}.$$

Обчислимо повне розрахункове навантаження житлового будинку:

$$S_{\text{ж.б.18}} = \frac{P_{\text{кв}}}{\cos\phi_{\text{кв}}} + 0,9 \left(\frac{P_{\text{р.л.}}}{\cos\phi_{\text{л}}} + \frac{P_{\text{р.сант}}}{\cos\phi_{\text{сант}}} \right) = \frac{142,56}{0,96} + 0,9 \left(\frac{13,96}{0,65} + \frac{10,8}{0,8} \right) = 184,146 \text{ кВА}.$$

Будинок № 19

В будинку даного типу 135 квартир, 9 поверхів і 3 під'здів:

$$n_{\text{кв}} = 135, n_{\text{під}} = 3.$$

Для 9 поверхів передбачається 1 пасажирський ліфт на один під'зд. Отже,

кількість ліфтів становить: $n_{л} = 3$.

Коефіцієнт попиту ліфтової установки для 9 поверхів і 4 ліфтів $k_{\text{поп}} = 0,8$

Питоме електричне навантаження квартири $P_{\text{пит}} = 1$ кВт.

Коефіцієнт потужності для квартир з газовими плитами $\cos\phi_{\text{кв}} = 0,96$.

Коефіцієнт потужності для ліфтів $\cos\phi_{л} = 0,65$.

Для сантехнічних пристроїв коефіцієнт потужності $\cos\phi_{\text{сант}} = 0,8$.

Тоді отримаємо:

$$P_{\text{р.л.}} = k_{\text{поп}} \sum_{i=1}^{n_{л}} (P_{\text{д.л.}} \sqrt{\text{ПВ}} + P_{\text{е.г.}}),$$

де $P_{\text{д.л.}} = 4,5$ кВт, $P_{\text{е.г.}} = 1,5$ кВт, $\text{ПВ} = 0,6$.

$$P_{\text{р.л.}} = 0,8 \cdot \sum_{i=1}^3 (4,5 \cdot \sqrt{0,6} + 1,5) = 11,965 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{р.сант}} = 0,05 \cdot n_{\text{кв}} = 0,05 \cdot 135 = 6,75 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{с.о.}} = P_{\text{р.л.}} + P_{\text{р.сант}} = 11,965 + 6,75 = 18,715 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{кв}} = P_{\text{пит}} \cdot n_{\text{кв}} = 1 \cdot 135 = 135 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{ж.б.19}} = P_{\text{кв}} + 0,9P_{\text{с.о.}} = 135 + 0,9 \cdot 18,715 = 151,844 \text{ кВт}.$$

Обчислимо повне розрахункове навантаження житлового будинку:

$$S_{\text{ж.б.19}} = \frac{P_{\text{кв}}}{\cos\phi_{\text{кв}}} + 0,9 \left(\frac{P_{\text{р.л.}}}{\cos\phi_{л}} + \frac{P_{\text{р.сант}}}{\cos\phi_{\text{сант}}} \right) = \frac{135}{0,96} + 0,9 \left(\frac{11,965}{0,65} + \frac{6,75}{0,8} \right) = 164,786 \text{ кВА}.$$

Будинок № 20

В будинку даного типу 120 квартир, 5 поверхів і 3 під'здів:

$$n_{\text{кв}} = 120, n_{\text{під}} = 3.$$

Для 5 поверхового будинку наявність ліфта не передбачається.

Питоме електричне навантаження квартири $P_{\text{пит}} = 1$ кВт.

Коефіцієнт потужності для квартир з газовими плитами $\cos\phi_{\text{кв}} = 0,96$.

Для сантехнічних пристроїв коефіцієнт потужності $\cos\phi_{\text{сант}} = 0,8$.

Тоді отримаємо:

$$P_{\text{р.л.}} = k_{\text{поп}} \sum_{i=1}^{n_{\text{л}}} (P_{\text{д.л.}} \sqrt{\text{ПВ}} + P_{\text{е.г.}}),$$

де $P_{\text{д.л.}} = 4,5$ кВт, $P_{\text{е.г.}} = 1,5$ кВт, $\text{ПВ} = 0,6$.

$$P_{\text{р.л.}} = 0,8 \cdot \sum_{i=1}^3 (4,5 \cdot \sqrt{0,6} + 1,5) = 11,965 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{р.сант}} = 0,05 \cdot n_{\text{кв}} = 0,05 \cdot 120 = 6 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{с.о.}} = P_{\text{р.сант}} = 6 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{кв}} = P_{\text{пит}} \cdot n_{\text{кв}} = 1 \cdot 120 = 120 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{ж.б.20}} = P_{\text{кв}} + 0,9P_{\text{с.о.}} = 120 + 0,9 \cdot 6 = 125,4 \text{ кВт}.$$

Обчислимо повне розрахункове навантаження житлового будинку:

$$S_{\text{ж.б.20}} = \frac{P_{\text{кв}}}{\cos\phi_{\text{кр}}} + 0,9 \left(\frac{P_{\text{р.сант}}}{\cos\phi_{\text{сант}}} \right) = \frac{120}{0,96} + 0,9 \left(\frac{6}{0,8} \right) = 131,75 \text{ кВА}.$$

Будинок № 21

В будинку даного типу 216 квартир, 9 поверхів і 4 під'зда:

$$n_{\text{кв}} = 216, n_{\text{під}} = 4.$$

Для 9 поверхів передбачається 1 пасажирський ліфт на один під'зд. Отже, кількість ліфтів становить: $n_{\text{л}} = 4$.

Коефіцієнт попиту ліфтової установки для 9 поверхів і 4 ліфтів $k_{\text{поп}} = 0,7$

Питоме електричне навантаження квартири $P_{\text{пит}} = 0,87$ кВт.

Коефіцієнт потужності для квартир з газовими плитами $\cos\phi_{\text{кв}} = 0,96$.

Коефіцієнт потужності для ліфтів $\cos\phi_{\text{л}} = 0,65$.

Для сантехнічних пристроїв коефіцієнт потужності $\cos\phi_{\text{сант}} = 0,8$.

Тоді отримаємо:

$$P_{\text{р.л.}} = k_{\text{поп}} \sum_{i=1}^{n_{\text{л}}} (P_{\text{д.л.}} \sqrt{\text{ПВ}} + P_{\text{е.г.}}),$$

де $P_{\text{д.л.}} = 4,5$ кВт, $P_{\text{е.г.}} = 1,5$ кВт, $\text{ПВ} = 0,6$.

$$P_{\text{р.л.}} = 0,7 \cdot \sum_{i=1}^4 (4,5 \cdot \sqrt{0,6} + 1,5) = 13,959 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{р.сант}} = 0,05 \cdot n_{\text{кв}} = 0,05 \cdot 216 = 10,8 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{с.о.}} = P_{\text{р.л.}} + P_{\text{р.сант}} = 13,959 + 10,8 = 24,759 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{кв}} = P_{\text{пит}} \cdot n_{\text{кв}} = 0,87 \cdot 216 = 187,92 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{ж.б.2.1}} = P_{\text{кв}} + 0,9P_{\text{с.о.}} = 187,92 + 0,9 \cdot 24,759 = 210,203 \text{ кВт}.$$

Обчислимо повне розрахункове навантаження житлового будинку:

$$S_{ж.б.21} = \frac{P_{кв}}{\cos \phi_{кв}} + 0,9 \left(\frac{P_{р.л.}}{\cos \phi_{л.}} + \frac{P_{р.сант}}{\cos \phi_{сант}} \right) = \frac{187,92}{0,96} + 0,9 \left(\frac{13,959}{0,65} + \frac{10,8}{0,8} \right) = 227,227 \text{ кВА.}$$

Будинок № 22

В будинку даного типу 336 квартир, 16 поверхів і 3 під'зда:

$$n_{кв} = 336, n_{під} = 3$$

Для 16 поверхів передбачається 1 пасажирський і 1 вантажний ліфти на один під'зд. Отже, кількість ліфтів становить: $n_{л} = 6$.

Коефіцієнт попиту ліфтової установки для 16 поверхів і 6 ліфтів $k_{поп} = 0,75$.

Питоме електричне навантаження квартири $P_{пит} = 1,31$ кВт.

Коефіцієнт потужності для квартир з електричними плитами $\cos \phi_{кв} = 0,98$.

Коефіцієнт потужності для ліфтів $\cos \phi_{л.} = 0,65$.

Для сантехнічних пристроїв коефіцієнт потужності $\cos \phi_{сант} = 0,8$.

Тоді отримаємо:

$$P_{р.л.} = k_{поп} \sum_{i=1}^{n_{л}} (P_{д.л.} \sqrt{ПВ} + P_{е.г.}),$$

де $P_{дл} = 7$ кВт, $P_{е.г.} = 2,5$ кВт, $ПВ = 0,6$. – для грузового ліфта;

$$P_{р.л.} = 0,75 \cdot \sum_{i=1}^3 (7 \cdot \sqrt{0,6} + 2,5) = 17,825 \text{ кВт};$$

де $P_{дл} = 4,5$ кВт, $P_{е.г.} = 1,5$ кВт, $ПВ = 0,6$. – для пасажирського ліфта;

$$P_{р.л.} = 0,75 \cdot \sum_{i=1}^3 (4,5 \cdot \sqrt{0,6} + 1,5) = 11,218 \text{ кВт};$$

$$P_{р.л.сумма} = P_{р.л.груз} + P_{р.л.пас} = 17,825 + 11,218 = 29,043 \text{ кВт};$$

$$P_{p,сант} = 0,05 \cdot n_{кв} = 0,05 \cdot 336 = 16,8 \text{ кВт};$$

$$P_{с.о.} = P_{р.л.} + P_{р.сант} = 29,043 + 16,8 = 45,843 \text{ кВт};$$

$$P_{кв} = P_{пит} \cdot n_{кв} = 1,31 \cdot 336 = 440,16 \text{ кВт};$$

$$P_{ж.б.22} = P_{кв} + 0,9P_{с.о.} = 440,16 + 0,9 \cdot 45,843 = 481,418 \text{ кВт}.$$

Обчислимо повне розрахункове навантаження житлового будинку:

$$S_{ж.б.22} = \frac{P_{кв}}{\cos \phi_{кв}} + 0,9 \left(\frac{P_{р.л.}}{\cos \phi_{л}} + \frac{P_{р.сант}}{\cos \phi_{сант}} \right) = \frac{440,16}{0,98} + 0,9 \left(\frac{29,043}{0,65} + \frac{16,8}{0,8} \right) = 508,256 \text{ кВА}.$$

Будинок № 23

В будинку даного типу 54 квартири, 9 поверхів і 1 під'зд:

$$n_{кв} = 54, n_{під} = 1.$$

Для 9 поверхів передбачається 1 пасажирський ліфт на один під'зд. Отже, кількість ліфтів становить: $n_{л} = 1$.

Коефіцієнт попиту ліфтової установки для 9 поверхів і 1 ліфтів $k_{поп} = 0,9$

Питоме електричне навантаження квартири $P_{пит} = 1,14 \text{ кВт}$.

Коефіцієнт потужності для квартир з газовими плитами $\cos \phi_{кв} = 0,96$.

Коефіцієнт потужності для ліфтів $\cos \phi_{л} = 0,65$.

Для сантехнічних пристроїв коефіцієнт потужності $\cos \phi_{сант} = 0,8$.

Тоді отримаємо:

$$P_{р.л.} = k_{поп} \sum_{i=1}^{n_{л}} (P_{д.л.} \sqrt{ПВ} + P_{е.г.}),$$

де $P_{д.л.} = 4,5 \text{ кВт}$, $P_{е.г.} = 1,5 \text{ кВт}$, $ПВ = 0,6$.

$$P_{p.l.} = 0,9 \cdot \sum_{i=1}^1 (4,5 \cdot \sqrt{0,6} + 1,5) = 4,487 \text{ кВт};$$

$$P_{p.сант} = 0,05 \cdot n_{кв} = 0,05 \cdot 54 = 2,7 \text{ кВт};$$

$$P_{c.o.} = P_{p.l.} + P_{p.сант} = 4,487 + 2,7 = 7,187 \text{ кВт};$$

$$P_{кв} = P_{пит} \cdot n_{кв} = 1,14 \cdot 54 = 61,56 \text{ кВт};$$

$$P_{ж.б.23} = P_{кв} + 0,9P_{c.o.} = 61,56 + 0,9 \cdot 7,187 = 68,028 \text{ кВт}.$$

Обчислимо повне розрахункове навантаження житлового будинку:

$$S_{ж.б.23} = \frac{P_{кв}}{\cos \phi_{кр}} + 0,9 \left(\frac{P_{p.l.}}{\cos \phi_{л}} + \frac{P_{p.сант}}{\cos \phi_{сант}} \right) = \frac{61,56}{0,96} + 0,9 \left(\frac{4,487}{0,65} + \frac{2,7}{0,8} \right) = 73,375 \text{ кВА}.$$

Будинок № 24

В будинку даного типу 360 квартир, 18 поверхів і 2 під'зда:

$$n_{кв} = 360, n_{під} = 2$$

Для 18 поверхів передбачається 1 пасажирський і 1 вантажний ліфти на один під'зд. Отже, кількість ліфтів становить: $n_{л} = 4$.

Коефіцієнт попиту ліфтової установки для 18 поверхів і 4 ліфтів $k_{поп} = 0,8$.

Питоме електричне навантаження квартири $P_{пит} = 1,19$ кВт.

Коефіцієнт потужності для квартир з електричними плитами $\cos \phi_{кв} = 0,98$.

Коефіцієнт потужності для ліфтів $\cos \phi_{л} = 0,65$.

Для сантехнічних пристроїв коефіцієнт потужності $\cos \phi_{сант} = 0,8$.

Тоді отримаємо:

$$P_{p.l.} = k_{\text{поп}} \sum_{i=1}^{n_l} (P_{d.l.} \sqrt{PB} + P_{e.g.}),$$

де $P_{d.l.} = 7$ кВт, $P_{e.g.} = 2,5$ кВт, $PB = 0,6$. – для грузового ліфта;

$$P_{p.l.} = 0,8 \cdot \sum_{i=1}^2 (7 \cdot \sqrt{0,6} + 2,5) = 12,675 \text{ кВт};$$

де $P_{d.l.} = 4,5$ кВт, $P_{e.g.} = 1,5$ кВт, $PB = 0,6$. – для пасажирського ліфта;

$$P_{p.l.} = 0,8 \cdot \sum_{i=1}^2 (4,5 \cdot \sqrt{0,6} + 1,5) = 7,977 \text{ кВт};$$

$$P_{p.l. \text{сумма}} = P_{p.l. \text{груз}} + P_{p.l. \text{пас}} = 12,675 + 7,977 = 20,672 \text{ кВт};$$

$$P_{p. \text{сант}} = 0,05 \cdot n_{\text{кв}} = 0,05 \cdot 360 = 18 \text{ кВт};$$

$$P_{c.o.} = P_{p.l.} + P_{p. \text{сант}} = 20,672 + 18 = 38,672 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{кв}} = P_{\text{пит}} \cdot n_{\text{кв}} = 1,19 \cdot 360 = 428,4 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{ж.б.24}} = P_{\text{кв}} + 0,9P_{c.o.} = 428,4 + 0,9 \cdot 38,672 = 463,205 \text{ кВт}.$$

Обчислимо повне розрахункове навантаження житлового будинку:

$$S_{\text{ж.б.24}} = \frac{P_{\text{кв}}}{\cos \phi_{\text{кр}}} + 0,9 \left(\frac{P_{p.l.}}{\cos \phi_l} + \frac{P_{p. \text{сант}}}{\cos \phi_{\text{сант}}} \right) = \frac{428,4}{0,98} + 0,9 \left(\frac{20,672}{0,65} + \frac{18}{0,8} \right) = 486,015 \text{ кВА}.$$

Будинок № 25

В будинку даного типу 216 квартир, 9 поверхів і 6 під'здів:

$$n_{\text{кв}} = 216, n_{\text{під}} = 6.$$

Для 9 поверхів передбачається 1 пасажирський ліфт на один під'зд. Отже, кількість ліфтів становить: $n_{л} = 6$.

Коефіцієнт попиту ліфтової установки для 9 поверхів і 6 ліфтів $k_{\text{поп}} = 0,65$

Питоме електричне навантаження квартири $P_{\text{пит}} = 0,74$ кВт.

Коефіцієнт потужності для квартир з газовими плитами $\cos\phi_{\text{кв}} = 0,96$.

Коефіцієнт потужності для ліфтів $\cos\phi_{л} = 0,65$.

Для сантехнічних пристроїв коефіцієнт потужності $\cos\phi_{\text{сант}} = 0,8$.

Тоді отримаємо:

$$P_{\text{р.л.}} = k_{\text{поп}} \sum_{i=1}^{n_{л}} (P_{\text{д.л.}} \sqrt{\text{ПВ}} + P_{\text{е.г.}}),$$

де $P_{\text{д.л.}} = 4,5$ кВт, $P_{\text{е.г.}} = 1,5$ кВт, $\text{ПВ} = 0,6$.

$$P_{\text{р.л.}} = 0,65 \cdot \sum_{i=1}^6 (4,5 \cdot \sqrt{0,6} + 1,5) = 19,444 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{р.сант}} = 0,05 \cdot n_{\text{кв}} = 0,05 \cdot 216 = 10,8 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{с.о.}} = P_{\text{р.л.}} + P_{\text{р.сант}} = 19,444 + 10,8 = 30,244 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{кв}} = P_{\text{пит}} \cdot n_{\text{кв}} = 0,74 \cdot 216 = 159,84 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{ж.б.25}} = P_{\text{кв}} + 0,9P_{\text{с.о.}} = 159,84 + 0,9 \cdot 30,244 = 187,06 \text{ кВт}.$$

Обчислимо повне розрахункове навантаження житлового будинку:

$$S_{\text{ж.б.25}} = \frac{P_{\text{кв}}}{\cos\phi_{\text{кв}}} + 0,9 \left(\frac{P_{\text{р.л.}}}{\cos\phi_{л}} + \frac{P_{\text{р.сант}}}{\cos\phi_{\text{сант}}} \right) = \frac{159,84}{0,96} + 0,9 \left(\frac{19,444}{0,65} + \frac{10,8}{0,8} \right) = 205,572 \text{ кВА}.$$

Будинок № 26

В будинку даного типу 80 квартир, 10 поверхів і 1 під'зд:

$$n_{\text{кв}} = 80, n_{\text{під}} = 1.$$

Для 10 поверхів передбачається 1 пасажирський ліфт на один під'зд. Отже, кількість ліфтів становить: $n_{\text{л}} = 1$.

Коефіцієнт попиту ліфтової установки для 10 поверхів і 1 ліфтів $k_{\text{поп}} = 0,95$

Питоме електричне навантаження квартири $P_{\text{пит}} = 1$ кВт.

Коефіцієнт потужності для квартир з газовими плитами $\cos\phi_{\text{кв}} = 0,96$.

Коефіцієнт потужності для ліфтів $\cos\phi_{\text{л}} = 0,65$.

Для сантехнічних пристроїв коефіцієнт потужності $\cos\phi_{\text{сант}} = 0,8$.

Тоді отримаємо:

$$P_{\text{р.л.}} = k_{\text{поп}} \sum_{i=1}^{n_{\text{л}}} (P_{\text{д.л.}} \sqrt{\text{ПВ}} + P_{\text{е.г.}}),$$

де $P_{\text{д.л.}} = 4,5$ кВт, $P_{\text{е.г.}} = 1,5$ кВт, $\text{ПВ} = 0,6$.

$$P_{\text{р.л.}} = 0,95 \cdot \sum_{i=1}^1 (4,5 \cdot \sqrt{0,6} + 1,5) = 4,736 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{р.сант}} = 0,05 \cdot n_{\text{кв}} = 0,05 \cdot 80 = 4 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{с.о.}} = P_{\text{р.л.}} + P_{\text{р.сант}} = 4,736 + 4 = 8,736 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{кв}} = P_{\text{пит}} \cdot n_{\text{кв}} = 1 \cdot 80 = 80 \text{ кВт};$$

$$P_{\text{ж.б.26}} = P_{\text{кв}} + 0,9P_{\text{с.о.}} = 80 + 0,9 \cdot 8,736 = 87,862 \text{ кВт}.$$

Обчислимо повне розрахункове навантаження житлового будинку:

$$S_{ж.б.26} = \frac{P_{кв}}{\cos \phi_{кв}} + 0,9 \left(\frac{P_{р.л.}}{\cos \phi_{л.}} + \frac{P_{р.сант}}{\cos \phi_{сант}} \right) = \frac{80}{0,96} + 0,9 \left(\frac{4,736}{0,65} + \frac{4}{0,8} \right) = 94,391 \text{ кВА.}$$

Будинок № 27

В будинку даного типу 256 квартир, 16 поверхів і 2 під'зда:

$$n_{кв} = 256, n_{під} = 2$$

Для 16 поверхів передбачається 1 пасажирський і 1 вантажний ліфти на один під'зд. Отже, кількість ліфтів становить: $n_{л} = 4$.

Коефіцієнт попиту ліфтової установки для 16 поверхів і 4 ліфтів $k_{поп} = 0,8$.

Питоме електричне навантаження квартири $P_{пит} = 1,25$ кВт.

Коефіцієнт потужності для квартир з електричними плитами $\cos \phi_{кв} = 0,98$.

Коефіцієнт потужності для ліфтів $\cos \phi_{л} = 0,65$.

Для сантехнічних пристроїв коефіцієнт потужності $\cos \phi_{сант} = 0,8$.

Тоді отримаємо:

$$P_{р.л.} = k_{поп} \sum_{i=1}^{n_{л}} (P_{д.л.} \sqrt{ПВ} + P_{е.г.}),$$

де $P_{дл} = 7$ кВт, $P_{е.г.} = 2,5$ кВт, $ПВ = 0,6$. – для грузового ліфта;

$$P_{р.л.} = 0,8 \cdot \sum_{i=1}^2 (7 \cdot \sqrt{0,6} + 2,5) = 12,675 \text{ кВт};$$

де $P_{дл} = 4,5$ кВт, $P_{е.г.} = 1,5$ кВт, $ПВ = 0,6$. – для пасажирського ліфта;

$$P_{р.л.} = 0,8 \cdot \sum_{i=1}^2 (4,5 \cdot \sqrt{0,6} + 1,5) = 7,977 \text{ кВт};$$

$$P_{р.л.сумма} = P_{р.л.груз} + P_{р.л.пас} = 12,675 + 7,977 = 20,672 \text{ кВт};$$

$$P_{р.сант} = 0,05 \cdot n_{кв} = 0,05 \cdot 256 = 12,8 \text{ кВт};$$

$$P_{c.o.} = P_{p.l.} + P_{p.cant} = 20,672 + 12,8 = 33,472 \text{ кВт};$$

$$P_{кв} = P_{пит} \cdot n_{кв} = 1,25 \cdot 256 = 320 \text{ кВт};$$

$$P_{ж.б.27} = P_{кв} + 0,9P_{c.o.} = 320 + 0,9 \cdot 33,472 = 350,125 \text{ кВт}.$$

Обчислимо повне розрахункове навантаження житлового будинку:

$$S_{ж.б.27} = \frac{P_{кв}}{\cos \phi_{кр}} + 0,9 \left(\frac{P_{p.l.}}{\cos \phi_{л}} + \frac{P_{p.cant}}{\cos \phi_{cant}} \right) = \frac{320}{0,98} + 0,9 \left(\frac{20,672}{0,65} + \frac{12,8}{0,8} \right) = 369,553 \text{ кВА}.$$

Обчислимо сумарне навантаження житлових будинків і занесемо результати в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1. Поодиначне та сумарне навантаження будинків

Номер по списку	Кількість будинків	Кількість квартир	Кількість поверхів	Кількість під'їздів	Категорія надійності електропостачання	P, кВт	S, кВА
1	2	108	9	3	II	128,869	138,429
2	1	640	16	10	II	865,765	920,137
3	1	192	16	2	II	282,971	300,358
4	1	128	16	1	II	221,911	233,179
5	1	384	16	4	II	552,837	584,335
6	2	64	16	1	II	130,220	138,535
7	1	108	9	2	II	107,511	114,540
8	1	240	16	3	II	322,539	345,142
9	1	448	16	4	II	544,326	623,112
10	1	180	9	5	II	180,405	197,411
11	1	288	18	2	I	428,987	450,346
12	1	288	16	3	II	381,819	406,127
13	1	288	24	1	I	348,347	368,06
14	1	256	16	2	II	334,747	353,852
15	1	128	16	2	II	200,987	216,04
16	1	270	9	5	II	227,655	247,474
17	1	384	16	3	II	546,818	575,120
18	2	216	9	4	II	164,844	184,146
19	1	135	9	3	II	151,844	164,786
20	2	120	5	3	III	125,4	131,75
21	1	216	9	4	II	210,203	227,227
22	1	336	16	3	II	481,418	508,256
23	1	54	9	1	II	68,028	73,375
24	1	360	18	2	I	463,205	486,015
25	1	216	9	6	II	187,06	205,572
26	1	80	10	1	II	87,862	94,391
27	3	256	16	2	II	350,125	369,553
Сумарне навантаження усіх житлових будинків						8996,161	9595

2.2 Розрахунок електричних навантажень громадських споруд

Для визначення електричних навантажень на вводах у громадські споруди скористаємося усередненими питомими розрахунковими навантаженнями. Характеристики громадських споруд та значення усереднених питомих розрахункових навантажень і коефіцієнтів потужності наведені в таблиці 2.2. Енергоносій для приготування їжі в дитячих садках, школах, лікарнях, їдальнях і т.д. приймається такий же як і у житлових будинках, тобто індукція.

Таблиця 2.2. Характеристики громадських будівель

Номер по списку	Кількість	Назва об'єкту	Характеристика об'єкта	$P_{пит}$	$\cos \phi$
28	1	Інститут 1	5500 м ²	0,45 кВт на 1 учня	0,8
29	1	Інститут 2	4000 м ²	0,45 кВт на 1 учня	0,92
30	1	Школа	700 місць	0,25 кВт на 1 учня	0,95
31	1	Дитячий садок	200 місць	0,45 кВт на місце	0,98
32	1	Поліклініка	300 місць	0,15 кВт на відвід. в зміну	0,92
33	1	Школа	1000 місць	0,25 кВт на 1 учня	0,95
34	1	Торгівельний центр	1000 м ²	0,2 кВт на м ² торгівельної зали	0,85
35	1	Дитячий садок	250 місць	0,45 кВт на місце	0,98
36	1	Кафе	50 місць	1,03 кВт на місце	0,98

Електричне навантаження на вводах громадських споруд визначається за

формулою:

$$P_{\text{гс}} = P_{\text{пит}} \cdot N,$$

де $P_{\text{пит}}$ - усереднене питоме розрахункове навантаження громадської споруди;
 N - характеристика громадської споруди (кількість місць, кількість відвідувань, площа і т.д.).

Повна потужність громадських споруд:

$$S_{\text{гс}} = \frac{P_{\text{гс}}}{\cos \phi}.$$

Виконаємо розрахунок електричних навантажень для всіх громадських будівель:

Будівля № 28 (Інститут № 1 з площею 5500 м² і кількістю людей 750 чоловік)

Питоме навантаження громадської споруди: $P_{\text{пит}} = 0,45$ кВт/м².

Корисна площа: $N = 5500$ м².

Коефіцієнт потужності: $\cos \phi = 0,8$.

Визначимо активне навантаження громадської споруди:

$$P_{\text{гс.28}} = P_{\text{пит}} \cdot N = 0,45 \cdot 750 = 337,5 \text{ кВт};$$

Визначимо повну потужність громадської споруди:

$$S_{\text{гс.28}} = \frac{P_{\text{гс.28}}}{\cos \phi} = \frac{337,5}{0,8} = 421,875 \text{ кВ} \cdot \text{А}.$$

Будівля № 29 (Інститут № 2 з площею 4000 м² і кількістю чоловік 500)

Питоме навантаження громадської споруди: $P_{\text{пит}} = 0,45$ кВт/чол.

Корисна площа: $N = 4000 \text{ м}^2$.

Коефіцієнт потужності: $\cos \phi = 0,92$.

Визначимо активне навантаження громадської споруди:

$$P_{\text{гс.29}} = P_{\text{пит}} \cdot N = 0,45 \cdot 500 = 225 \text{ кВт};$$

Визначимо повну потужність громадської споруди:

$$S_{\text{гс.29}} = \frac{P_{\text{гс.29}}}{\cos \phi} = \frac{225}{0,92} = 244,565 \text{ кВА}.$$

Будівля № 30 (Школа на 700 місць)

Питоме навантаження громадської споруди: $P_{\text{пит}} = 0,25$ кВт на 1 учня.

Кількість учнів: $N = 700$.

Коефіцієнт потужності: $\cos \phi = 0,95$.

Визначимо активне навантаження громадської споруди:

$$P_{\text{гс.30}} = P_{\text{пит}} \cdot N = 0,25 \cdot 700 = 175 \text{ кВт};$$

Визначимо повну потужність громадської споруди:

$$S_{\text{гс.30}} = \frac{P_{\text{гс.30}}}{\cos \phi} = \frac{175}{0,95} = 184,211 \text{ кВ} \cdot \text{А}.$$

Будівля № 31 (Дит. садок на 200 місць)

Питоме навантаження громадської споруди: $P_{\text{пит}} = 0,45$ кВт на місце.

Кількість місць: $N = 200$

Коефіцієнт потужності: $\cos \phi = 0,98$.

Визначимо активне навантаження громадської споруди:

$$P_{\text{гс.31}} = P_{\text{пит}} \cdot N = 0,45 \cdot 200 = 90 \text{ кВт};$$

Визначимо повну потужність громадської споруди:

$$S_{\text{гс.31}} = \frac{P_{\text{гс.31}}}{\cos \phi} = \frac{90}{0,98} = 91,837 \text{ кВ}\cdot\text{А}.$$

Будівля № 32 (Поліклініка на 300 місць для відвідування)

Питоме навантаження громадської споруди: $P_{\text{нум}} = 0,15$ кВт на відвідування.

Кількість відвідувань в зміну: $N = 300$.

Коефіцієнт потужності: $\cos \phi = 0,92$.

Визначимо активне навантаження громадської споруди:

$$P_{\text{сг32}} = P_{\text{нум}} \cdot N = 0,15 \cdot 300 = 45 \text{ кВт};$$

Визначимо повну потужність громадської споруди:

$$S_{\text{сг.32}} = \frac{P_{\text{сг.32}}}{\cos \phi} = \frac{45}{0,92} = 48,913 \text{ кВ}\cdot\text{А}.$$

Будівля № 33 (Школа на 1000 місць)

Питоме навантаження громадської споруди: $P_{\text{нум}} = 0,25$ кВт на 1 учня.

Кількість учнів: $N = 1000$.

Коефіцієнт потужності: $\cos \phi = 0,95$.

Визначимо активне навантаження громадської споруди:

$$P_{\text{сг.33}} = P_{\text{нум}} \cdot N = 0,25 \cdot 1000 = 250 \text{ кВт};$$

Визначимо повну потужність громадської споруди:

$$S_{гс.33} = \frac{P_{гс.33}}{\cos \phi} = \frac{250}{0,95} = 263,158 \text{ кВ}\cdot\text{А}.$$

Будівля № 34 (Торгівельний центр на 1000 м²)

Питоме навантаження громадської споруди: $P_{пит} = 0,2$ кВт/м².

Площа торгівельної зали: $N = 1000$ м².

Коефіцієнт потужності: $\cos \phi = 0,85$.

Визначимо активне навантаження громадської споруди:

$$P_{гс.34} = P_{пит} \cdot N = 0,2 \cdot 1000 = 200 \text{ кВт};$$

Визначимо повну потужність громадської споруди:

$$S_{гс.34} = \frac{P_{гс.34}}{\cos \phi} = \frac{200}{0,85} = 235,294 \text{ кВ}\cdot\text{А}.$$

Будівля № 35 (Дитячий садок на 250 місць)

Питоме навантаження громадської споруди: $P_{пит} = 0,45$ кВт на місце.

Кількість місць: $N = 250$.

Коефіцієнт потужності: $\cos \phi = 0,98$.

Визначимо активне навантаження громадської споруди:

$$P_{гс.35} = P_{пит} \cdot N = 0,45 \cdot 250 = 112,5 \text{ кВт};$$

Визначимо повну потужність громадської споруди:

$$S_{гс.35} = \frac{P_{гс.35}}{\cos \phi} = \frac{112,5}{0,98} = 114,796 \text{ кВА}.$$

Будівля № 36 (Кафе на 50 місць)

Питоме навантаження громадської споруди: $P_{пит} = 1,03$ кВт на місце.

Кількість місць: $N = 50$.

Коефіцієнт потужності: $\cos \phi = 0,98$.

Визначимо активне навантаження громадської споруди:

$$P_{сп.зн.58} = P_{нум} \cdot N = 1,03 \cdot 500 = 51,5 \text{ кВт};$$

Визначимо повну потужність громадської споруди:

$$S_{сп.зн.58} = \frac{P_{сп.зн.58}}{\cos \phi} = \frac{51,5}{0,98} = 52,551 \text{ кВА};$$

Порахуємо сумарне навантаження громадських споруд:

$$P_{\Sigma ГС} = P_{гс.28} + P_{гс.29} + P_{гс.30} + P_{гс.31} + P_{гс.32} + P_{гс.33} + P_{гс.34} + P_{гс.35} + P_{гс.36} = \\ 337,5 + 225 + 175 + 90 + 45 + 250 + 200 + 112,5 + 51,5 = 1486,5 \text{ кВт}$$

;

$$S_{\Sigma ГС} = S_{гс.28} + S_{гс.29} + S_{гс.30} + S_{гс.31} + S_{гс.32} + S_{гс.33} + S_{гс.34} + S_{гс.35} + S_{гс.36} = \\ 421,875 + 244,565 + 184,211 + 91,837 + 48,913 + 263,158 + 235,294 + \\ 114,796 + 52,551 = 1657,2 \text{ кВА}$$

.

Отримані результати занесемо в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 Поодиначне та сумарне навантаження громадських споруд

Номер по списку	Кількість	Назва об'єкту	Характеристика об'єкта	$\cos \phi$	$P_{гг}$, кВт	$S_{гг}$, кВА
28	1	Інститут 1	5500 м2	0,8	337,5	421,875
29	1	Інститут 2	4000 м2	0,92	225	244,565
30	1	Школа	700 місць	0,95	175	184,211
31	1	Дитячий садок	200 місць	0,98	90	91,837
32	1	Поліклініка	300 місць	0,92	45	48,913
33	1	Школа	1000 місць	0,95	250	263,158
34	1	Торгівельний центр	1000 м2	0,85	200	235,294
35	1	Дитячий садок	250 місць	0,98	112,5	114,796
36	1	Кафе	50 місць	0,98	51,5	52,551
Сумарні навантаження гром.спор.					1486,5	1657,2

Знайдемо сумарне навантаження житлових будинків і громадських споруд:

$$P_C = P_{\Sigma ж.б.} + P_{\Sigma гг} = 8996,161 + 1486,5 = 10482,661 \text{ кВт};$$

$$S_C = S_{\Sigma ж.б.} + S_{\Sigma гг} = 9595 + 1657,2 = 11252,2 \text{ кВА};$$

Розрахуємо сумарне навантаження житлового масиву:

$$S_{\Sigma} = S_C + 0,05 \cdot S_C = 11252,2 + 0,05 \cdot 11252,2 = 11814,81 \text{ кВА}.$$

3. Вибір ТП та їх кількість

Визначення оптимальної потужності трансформаторної підстанції (ТП) є складним завданням через вплив кількості та потужності ТП 10/0,4 кВ на техніко-економічні показники розподільних мереж середньої та низької напруги.

Наприклад, збільшення кількості ТП та відповідне зменшення їхньої потужності призводять до збільшення довжини кабельних ліній 10 кВ та скорочення довжини кабельних ліній 0,38 кВ. Зменшення кількості ТП призводить до скорочення довжини мережі 10 кВ, але збільшує довжину лінії 0,38 кВ.

Розв'язання цієї проблеми можливе за допомогою розгляду різних варіантів побудови мережі з різною кількістю ТП. Проте цей підхід є часо- та працезатратним, оскільки розрахунок та вибір всіх параметрів розподільних мереж вимагають значних часових ресурсів.

Початково враховуємо встановлення для мікрорайону двох трансформаторних підстанцій потужністю 2×1000 кВ·А з урахуванням вимог до надійності електропостачання.

Тоді потужність одного ТП:

$$S_{ТП} = 2 \cdot 1000 = 2000 \text{ кВА};$$

Максимальне навантаження на одну ТП:

$$S_{ТП_{\text{навант}}} = S_{ТП} \cdot 0,7 = 2000 \cdot 0,7 = 1400 \text{ кВА};$$

Приблизна кількість ТП:

$$N = \frac{S_{\Sigma}}{S_{ТП_{\text{навант}}}} = \frac{11814,81}{1400} = 8,439;$$

Таким чином, приблизна кількість ТП для встановлення у мікрорайоні:

$$N = 9.$$

В таблицю 3.1 занесені дані про номери будинків, що отримують живлення від кожної з трансформаторних підстанцій, а також потужність, на яку кожна ТП завантажена в кВА та у відсотках (%).

Таблиця 3.1. Дані будинків та громадських споруд

Номер ТП РП	Тип і кількість трансформаторів	Номера будинків та громадських споруд	Завантаження кВА	Завантаження %
ТП1	2x1000	28,1,4,24,26	1315,718	65,8%
ТП2	2x1000	30,3,5,6,19	1510,76	75,5%
ТП3	2x1000	31,7,8,10,11,18.1	1383,422	69,2%
ТП4	2x1000	32,25,27	1363,144	68,2%
ТП5	2x1000	36,2,14,33	1589,698	79,5%
ТП6	2x1000	34,16,20,24,15,23	1232,283	76,1%
ТП7	2x1000	29,17,18.2,13	1371,871	68,6%
ТП8	2x1000	33,13,21,22	1366,701	68,3%
ТП9	2x1000	35,11,12,9	1594,381	79,7%

4. Розрахунок мережі низької напруги

4.1 Вибір місця розміщення ТП

Трансформаторні підстанції виконані у формі окремих будівель, розташованих внутрішніх територіях району, в непрякій близькості до центру навантажень. Згідно з державними будівельними нормами, ТП повинні мати відстань не менше 15 м від будівель, за винятком центральних зон озеленення, майданчиків відпочинку та спортивних майданчиків. До того ж необхідно передбачити можливість доступу вантажних автомобілів до ТП.

4.2 Вибір схеми живлення споживачів

З'єднання споживачів із трансформаторною підстанцією здійснюється за допомогою кабельних ліній. Кількість введів залежить від розміру електричного навантаження кожного споживача. У нашому випадку для всіх будинків та громадських споруд кожне підключення буде реалізовано за допомогою пари кабелів марки АВВГ.

Отримуємо такі результати:

До ТП1 приєднані житлові будинки № 1, 4, 24, 26 і інститут № 1 (28);

До ТП2 приєднані житлові будинки № 3, 5, 6, 9, 19 і школа № 1 (30);

До ТП3 приєднані житлові будинки № 7, 8, 10, 11, 18.1 і дитячий садок № 1 (31);

До ТП4 приєднані житлові будинки № 25, 27 і поліклініка (32);

До ТП5 приєднані житлові будинки № 2, 14, школа (33) і кафе (36);

До ТП6 приєднані житлові будинки № 16, 20, 24, 15, 23 і торговельний центр (34);

До ТП7 приєднані житлові будинки № 17, 18.2, 13 і інститут № 2 (29);

До ТП8 приєднані житлові будинки № 13, 21, 22 і школа № 2 (33);

До ТП9 приєднані житлові будинки № 11, 12, 9 і дитячий садок № 2 (35).

Розрахунок і перевірка перерізів кабельних ліній низької напруги

Траси ліній 0,38 кВ визначаються враховуючи розташування ТП і будинків у районі. Вони повинні іти вздовж контурів будинків, уникати перетину з зонами зелених насаджень і пішохідних доріжок, а також уникати проходження через спортивні та ігрові майданчики, якщо це можливо.

У місцевостях з багатоповерховою забудовою часто використовуються кабелі з алюмінієвими жилами марки АВВГ для мереж низької напруги.

Кабель АВВГ застосовують для передачі і розподілу електроенергії від 660 В до 1 кВ в мережах постійної і змінної напруги. Він використовується при обладнанні електрикою сухих, холодних або вологих приміщень, електростанцій, промислових і житлових будівель, на відкритому повітрі, в різних блоках і тунелях, в пожежонебезпечних зонах і місцях з підвищеною вібрацією. Небажана прокладка силового кабелю АВВГ в земляних траншеях. Через відсутність спеціального захисного шару, його використовують тільки в стаціонарних установках.

Кабель алюмінієвий АВВГ отримав свою назву завдяки м'якому скрученому алюмінієвому дроту, що представляє струмопровідні жили кабелю. Саме перша літера аббревіатури АВВГ позначає матеріал, з якого виготовлені жили цього силового кабелю. Наступні букви вказують на матеріал ізоляції і оболонки – вогнетривкий полівінілхлоридний пластикат (ПВХ), в який поміщають алюмінієві жили. Те, що кабель не броньований, тобто «голий», зрозуміло з букви «Г». Ізоляція жил має різне забарвлення: блакитним кольором позначені нульові жили, жовто-зеленим – захисний дріт.

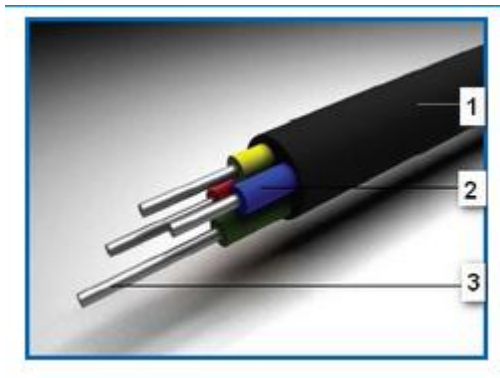


Рис. 4.1. Структура кабелю АВВГ

1. Зовнішня оболонка з полівінілхлоридного пластику;
2. Ізоляція з полівінілхлоридного пластику;
3. Алюмінієва струмопровідна жила.

При монтажі необхідно уникати механічних пошкоджень і деформації кабелю: радіус вигину повинен бути не більше 7,5 для багатожильних і 10 для моножильних його зовнішніх діаметрів.

До характеристик кабелю АВВГ слід також віднести широкий температурний діапазон – від $+50^{\circ}$ до -50°C , при експлуатації допускається тривалий нагрів до $+70^{\circ}\text{C}$, а в аварійному режимі - до $+80^{\circ}\text{C}$ (але не більше 8 годин на добу і 1000 годин за повний період служби). Максимальна допустима температура нагріву жил при короткому замиканні (до 4 сек) $+160^{\circ}\text{C}$. Прокладення і монтування кабелів АВВГ, без попереднього підігрівання, робиться при температурі не нижче -15°C При дотриманні всіх вимог монтажу та експлуатації, термін його служби складе не менше 30 років.

Таблиця 4.1 Технічні характеристики кабелю марки АВВГ

Число жил, номінальний переріз, мм ²	Товщина ізоляції, мм	Товщи на оболонки, мм	Зовнішній діаметр кабелю, мм	Вага кабелю, кг/км	Опір жили, Ом/км	Допустимі струмові навантаження кабелю при прокладці	
						в землі	в повітрі
3x16	1,0	1,5	17,0	305	1,91	77	67
3x25	1,2	1,7	20,7	456	1,2	100	88
3x35	1,2	1,7	20,1	563	0,868	121	109
3x50	1,2	1,7	22,9	734	0,641	147	136
3x70	1,4	1,9	26,0	966	0,443	178	167
3x95	1,5	1,9	29,4	1258	0,32	212	204
3x120	1,5	1,9	31,8	1507	0,253	241	236
3x150	1,6	2,1	35,0	1829	0,206	274	273
3x185	1,7	2,1	38,1	2221	0,164	308	313
3x240	1,9	2,1	43,3	2834	0,125	355	369

Перерізи для кабельних ліній низької напруги варіюється від 16 мм² до 240 мм².

Перерізи проводів і кабелів в електричних мережах до 1000 В обирають по допустимій втраті напруги і використовують для цього різні методи:

- розрахунок на постійність перерізу $F=const$ в окремих ділянках мережі;
- розрахунок на мінімум використання матеріалу $y=min$;
- розрахунок на постійну щільність струму $j=const$, яка забезпечує мінімум втрат потужності;
- розрахунок на мінімум приведених затрат $Z=min$.

В даній роботі вибір буде виконуватися по допустимому струму і буде перевірятися по умовам нагріву в нормальному та після аварійному режимах.

Враховуючи вимоги до якості напруги на затисках основної маси електроприймачів у проектних розрахунках, дозволяється припустити допустиму втрату напруги від шин трансформаторних підстанцій до вводу в житлові та громадські споруди на рівні 5%.

Для досягнення цього використовуються розподільчі трансформатори з пристроями багатоступінчастого регулювання (ПБВ) із ступенями регулювання на рівні 2,5%. Максимально допустима втрата напруги відзначена на рівні не більше 2,5% у внутрішньобудинкових електричних мережах.

Для розподільчих мереж, побудованих за петлевою схемою, післяаварійний режим вважається такий режим, коли виходить з ладу одна з головних ділянок лінії напругою 0,38 кВ. У випадку двох магістральних ліній розглядається пошкодження однієї з них. Для післяаварійного режиму необхідно провести перевірку за допустимою втратою напруги. Згідно з Правилами устрою електроустановок (ПУЕ) в післяаварійному режимі дозволяється додаткове зниження напруги на 5%.

Виконаємо розрахунок перерізів всіх КЛ нашого житлового району.

КЛ будинку № 1 (корпус 1)

Будинок має 1 ввід і під'єднаний до ТП1 2 кабельними лініями.

Активна потужність: $P=128,869$ кВт.

Повна потужність: $S=138,429$ кВ·А.

Номинальна напруга: $U=0,38$ кВ.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{138,429}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 105,16 \text{ А};$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=35 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 121 \text{ А}$.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k=0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 105,16 < I_{\text{доп}} \cdot k = 121 \cdot 0,92 = 111,32 \text{ А};$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/a\epsilon} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{138,429}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 210,3 \text{ А};$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=95 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 212 \text{ А}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/a\epsilon} = 210,3 < I_{\text{доп}} \cdot k \cdot 1,3 = 212 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 253,552 \text{ А};$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,32 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: $L=56 \text{ м}$

Втрата напруги рахуємо по найдовшому вводу.

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_n = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{128,869 \cdot 0,32 \cdot 56}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 0,8 \text{ \%};$$

Умова виконується: $\Delta U_n < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/a\epsilon} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{128,869 \cdot 0,32 \cdot 56}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 1,6\%.$$

Умова виконується.

КЛ будинку № 1 (корпус 2)

Будинок має 1 ввід і під'єднаний до ТП1 2 кабельними лініями.

Активна потужність: $P=128,869$ кВт.

Повна потужність: $S=138,429$ кВА.

Номінальна напруга: $U=0,38$ кВ.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{138,429}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 105,16 \text{ А};$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=35 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 121 \text{ А}$.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k=0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 105,16 < I_{\text{доп}} \cdot k = 121 \cdot 0,92 = 111,32 \text{ А};$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/a\epsilon} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{138,429}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 210,3 \text{ А};$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=95 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 212 \text{ А}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/a\epsilon} = 210,3 < I_{\text{доп}} \cdot k \cdot 1,3 = 212 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 253,552 \text{ А};$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,32 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: $L=77 \text{ м}$

Втрату напруги рахуємо по найдовшому вводу.

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_{\text{н}} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{128,869 \cdot 0,32 \cdot 77}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 1,1 \%;$$

Умова виконується: $\Delta U_{\text{н}} < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/a\epsilon} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{128,869 \cdot 0,32 \cdot 77}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 2,2\%.$$

Умова виконується.

КЛ будинку № 2

Будинок має 5 вводів і під'єднаний до ТП5 10 КЛ.

Активна потужність: $P=865,765 \text{ кВт}$.

Повна потужність: $S=920,137 \text{ кВА}$.

Номинальна напруга: $U=0,38 \text{ кВ}$.

Робочий струм в нормальному режимі:

$$I_p = \frac{S}{5 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{920,137}{5 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 139,8 \text{ А};$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=50 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 147 \text{ А}$.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k=0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 139,8 < I_{\text{доп}} \cdot k = 147 \cdot 0,92 = 135,24 \text{ А};$$

Умова не виконується.

Вибираємо кабель перерізом: $F=70 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 178 \text{ А}$.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k=0,92$

$$I_p = 139,8 < I_{\text{доп}} \cdot k = 178 \cdot 0,92 = 163,76;$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/a\epsilon} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{184,03}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 279,6 \text{ А};$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=185 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 308 \text{ А}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/a\epsilon} = 279,6 < I_{\text{доп}} \cdot k \cdot 1,3 = 308 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 368,4 \text{ А};$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,164 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: Ввід № 1: $L=57 \text{ м}$. Ввід № 2: $L=65 \text{ м}$; Ввід № 3: $L=74 \text{ м}$; Ввід №4: $L=83 \text{ м}$; Ввід №5: $L=91 \text{ м}$. Розрахунок пров одимо по найдовшому кабелю.

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_n = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{173,153 \cdot 0,164 \cdot 91}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 0,9 \%;$$

Умова виконується: $\Delta U_n < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/ав} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{173,153 \cdot 0,164 \cdot 91}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 1,8 \%.$$

Умова виконується.

КЛ будинку № 3

Будинок має 2 вводи і під'єднаний до ТП2 4 кабельними лініями.

Активна потужність: $P=282,971$ кВт.

Повна потужність: $S=300,358$ кВ·А.

Номінальна напруга: $U=0,38$ кВ.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{300,358}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 114,1 \text{ А};$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=35$ мм².

Тривалий допустимий струм: $I_{доп} = 121$ А.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k=0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 114,1 < I_{доп} \cdot k = 121 \cdot 0,92 = 111,32 \text{ А};$$

Умова не виконується.

Вибираємо кабель перерізом: $F=50$ мм².

Тривалий допустимий струм: $I_{доп} = 147$ А.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k=0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 114,1 < I_{\text{доп}} \cdot k = 147 \cdot 0,92 = 135,24 \text{ А};$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/aс} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{150,179}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 228,17 \text{ А};$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=120 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 241 \text{ А}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/aс} = 228,17 < I_{\text{доп}} \cdot k \cdot 1,3 = 241 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 288,236 \text{ А};$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,253 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: Ввід №1: $L=41 \text{ м}$; Ввід №2: $L=49 \text{ м}$;

Втрата напруги рахуємо по найдовшому вводу.

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_n = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{141,49 \cdot 0,253 \cdot 49}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 0,6 \text{ \%};$$

Умова виконується: $\Delta U_n < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/as} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{141,49 \cdot 0,253 \cdot 49}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 1,2 \%$$

Умова виконується.

КЛ будинку № 4

Будинок має 1 ввід і під'єднаний до ТП1 2 кабельними лініями.

Активна потужність: $P=221,911$ кВт.

Повна потужність: $S=233,179$ кВ·А.

Номинальна напруга: $U=0,38$ кВ.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{233,179}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 177,1 \text{ А};$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=95 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 212 \text{ А}$.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k=0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 177,1 < I_{\text{доп}} \cdot k = 212 \cdot 0,92 = 195,04 \text{ А};$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/as} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{233,179}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 354,28 \text{ А};$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=240 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 355 \text{ А}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/ae} = 354,28 < I_{дон} \cdot k \cdot 1,3 = 355 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 424,58 \text{ А};$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,125 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: $L=101 \text{ м};$

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_n = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{221,911 \cdot 0,125 \cdot 101}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 0,97 \%;$$

Умова виконується: $\Delta U_n < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/ae} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{221,911 \cdot 0,125 \cdot 101}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 1,94 \%.$$

Умова виконується.

КЛ будинку № 5

Будинок має 3 вводи і під'єднаний до ТП2 6 кабельними лініями.

Активна потужність: $P=552,837 \text{ кВт}.$

Повна потужність: $S=584,335 \text{ кВА}.$

Номинальна напруга: $U=0,38 \text{ кВ}.$

Робочий струм в нормальному режимі для 1/3 повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{3 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{584,335}{3 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 147,97 \text{ А};$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=70 \text{ мм}^2.$

Тривалий допустимий струм: $I_{дон} = 178 \text{ А}.$

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k=0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 147,97 < I_{\text{дон}} \cdot k = 178 \cdot 0,92 = 163,76 \text{ А};$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/ас} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{194,78}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 295,9 \text{ А};$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=185 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 308 \text{ А}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/ас} = 295,9 < I_{\text{доп}} \cdot k \cdot 1,3 = 308 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 368,368 \text{ А};$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,164 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: Ввід №1: $L=97 \text{ м}$; Ввід №2: $L=105 \text{ м}$; Ввід №3: $L=120 \text{ м}$

Втрата напруги рахуємо по найдовшому вводу.

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_{\text{н}} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{184,279 \cdot 0,164 \cdot 120}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 1,26 \%;$$

Умова виконується: $\Delta U_{\text{н}} < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/ас} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{184,279 \cdot 0,164 \cdot 120}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 2,5 \%.$$

Умова виконується.

КЛ будинку № 6 (корпус 1)

Будинок має 1 ввід і під'єднаний до ТП2 2 кабельними лініями.

Активна потужність: $P= 130,220$ кВт.

Повна потужність: $S= 138,535$ кВ·А.

Номинальна напруга: $U=0,38$ кВ.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{138,535}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 105,2 \text{ А};$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=35$ мм².

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 121$ А.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k=0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 105,2 < I_{\text{доп}} \cdot k = 121 \cdot 0,92 = 111,32 \text{ А};$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/a\epsilon} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{138,535}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 210,48 \text{ А};$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=95$ мм².

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 212$ А.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/a\epsilon} = 210,48 < I_{\text{доп}} \cdot k \cdot 1,3 = 212 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 253,552 \text{ А};$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,32 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: $L=55$ м;

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_n = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{130,220 \cdot 0,32 \cdot 55}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 0,8 \text{ \%};$$

Умова виконується: $\Delta U_n < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/ав} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{130,220 \cdot 0,32 \cdot 55}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 1,58 \text{ \%}.$$

Умова виконується.

КЛ будинку № 6 (корпус 2)

Будинок має 1 ввід і під'єднаний до ТП2 2 кабельними лініями.

Активна потужність: $P= 130,220$ кВт.

Повна потужність: $S= 138,535$ кВ·А.

Номинальна напруга: $U=0,38$ кВ.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{138,535}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 105,2 \text{ А};$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=35 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{доп} = 121 \text{ А}$.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k=0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 105,2 < I_{доп} \cdot k = 121 \cdot 0,92 = 111,32 \text{ А};$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/ав} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{138,535}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 210,48 \text{ А};$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=95 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{доп} = 212 \text{ А}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/ав} = 210,48 < I_{доп} \cdot k \cdot 1,3 = 212 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 253,552 \text{ А};$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,32 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: $L=75 \text{ м}$;

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_n = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{130,220 \cdot 0,32 \cdot 75}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 1,1\%;$$

Умова виконується: $\Delta U_n < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/ав} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{130,220 \cdot 0,32 \cdot 75}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 2,16 \%$$

Умова виконується.

КЛ будинку № 7

Будинок має 1 ввід і під'єднаний до ТПЗ 2 кабельними лініями.

Активна потужність: $P= 107,511$ кВт.

Повна потужність: $S= 114,540$ кВ·А.

Номинальна напруга: $U=0,38$ кВ.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{114,540}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 87 \text{ А};$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=25$ мм².

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 100$ А.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k=0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 87 < I_{\text{доп}} \cdot k = 100 \cdot 0,92 = 92 \text{ А};$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/aс} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{114,540}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 174,03 \text{ А};$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=70$ мм².

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 178$ А.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/aс} = 174,03 < I_{\text{доп}} \cdot k \cdot 1,3 = 178 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 212,888 \text{ А};$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,443 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: $L=41$ м;

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_n = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{107,511 \cdot 0,443 \cdot 41}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 0,67 \%;$$

Умова виконується: $\Delta U_n < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/ас} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{107,511 \cdot 0,443 \cdot 41}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 1,35 \%$$

Умова виконується.

КЛ будинку № 8

Будинок має 2 вводи і під'єднаний до ТПЗ 4 кабельними лініями.

Активна потужність: $P=322,539$ кВт.

Повна потужність: $S=345,142$ кВ·А.

Номинальна напруга: $U=0,38$ кВ.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{345,142}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 131,1 \text{ А};$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=50$ мм².

Тривалий допустимий струм: $I_{доп} = 147$ А.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k=0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 131,1 < I_{доп} \cdot k = 147 \cdot 0,92 = 135,24 \text{ А};$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/a\epsilon} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{172,571}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 262,19 \text{ А};$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=150 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 274 \text{ А}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/a\epsilon} = 262,19 < I_{\text{доп}} \cdot k \cdot 1,3 = 274 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 327,704 \text{ А};$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,206 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: Ввід №1: $L=61 \text{ м}$; Ввід №2: $L=81 \text{ м}$;

Втрата напруги рахуємо по найдовшому вводу.

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_{\text{н}} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{161,27 \cdot 0,206 \cdot 81}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 0,93 \text{ \%}.$$

Умова виконується: $\Delta U_{\text{н}} < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/a\epsilon} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{161,27 \cdot 0,206 \cdot 81}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 1,86 \text{ \%}.$$

Умова виконується.

КЛ будинку № 9

Будинок має 3 вводи і під'єднаний до ТП9 6 кабельними лініями.

Активна потужність: $P= 544,326 \text{ кВт}$.

Повна потужність: $S= 623,112 \text{ кВ} \cdot \text{А}$.

Номинальна напруга: $U=0,38 \text{ кВ}$.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{3 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{623,112}{3 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 157,79 \text{ А};$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=70 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 178 \text{ А}$.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k=0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 157,79 < I_{\text{доп}} \cdot k = 178 \cdot 0,92 = 163,76 \text{ А};$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/a\epsilon} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{207,704}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 315,6 \text{ А};$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=240 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 355 \text{ А}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/a\epsilon} = 315,6 < I_{\text{доп}} \cdot k \cdot 1,3 = 355 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 424,58 \text{ А};$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,125 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: Ввід №1: $L=101 \text{ м}$; Ввід №2: $L=89 \text{ м}$; Ввід № 3: $L=122 \text{ м}$

Втрата напруги рахуємо по найдовшому вводу.

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_n = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{181,442 \cdot 0,125 \cdot 122}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 0,95 \%;$$

Умова виконується: $\Delta U_n < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/ав} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{181,442 \cdot 0,125 \cdot 122}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 1,9 \%$$

Умова виконується.

КЛ будинку № 10

Будинок має 1 ввід і під'єднаний до ТПЗ 2 кабельними лініями.

Активна потужність: $P = 180,405$ кВт.

Повна потужність: $S = 197,411$ кВ·А.

Номинальна напруга: $U = 0,38$ кВ.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{197,411}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 149,9 \text{ А};$$

Вибираємо кабель перерізом: $F = 70$ мм².

Тривалий допустимий струм: $I_{доп} = 178$ А.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k = 0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 149,9 < I_{доп} \cdot k = 178 \cdot 0,92 = 163,76 \text{ А};$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/ав} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{197,411}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 299,9 \text{ А};$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=185 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 308 \text{ А}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/ав} = 299,9 < I_{\text{доп}} \cdot k \cdot 1,3 = 308 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 368,368 \text{ А};$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,164 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: $L=140 \text{ м}$;

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_n = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{180,405 \cdot 0,164 \cdot 140}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 1,43 \%;$$

Умова виконується: $\Delta U_n < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/ав} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{180,405 \cdot 0,164 \cdot 140}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 2,87 \%.$$

Умова виконується.

КЛ будинку № 11

Будинок має сумарно 4 вводи: 2 вводи з 4 кабельними лініями від ТПЗ і 2 вводи з 4 кабельними лініями від ТП9.

Активна потужність: $P= 428,987 \text{ кВт}$.

Повна потужність: $S= 450,346 \text{ кВ} \cdot \text{А}$.

Номинальна напруга: $U=0,38 \text{ кВ}$.

Розрахуємо для ТПЗ.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{450,346}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 171,06 \text{ A};$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=95 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 212 \text{ A}$.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k=0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 171,06 < I_{\text{доп}} \cdot k = 212 \cdot 0,92 = 195,04 \text{ A}$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/ав} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{225,173}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 342,12 \text{ A}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=240 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 355 \text{ A}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/ав} = 342,12 < I_{\text{доп}} \cdot k \cdot 1,3 = 355 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 424,58 \text{ A}$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,125 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: $L1=50 \text{ м}$; $L2=70 \text{ м}$

Втрата напруги рахуємо по найдовшому вводу.

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_{\text{н}} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{214,49 \cdot 0,125 \cdot 70}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 0,65 \%$$

Умова виконується: $\Delta U_{\text{н}} < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{\text{н/ав}} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{214,49 \cdot 0,125 \cdot 70}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 1,3 \%$$

Умова виконується.

Для ТП 9.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{450,346}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 171,06 \text{ А.}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=95 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 212 \text{ А}$.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k=0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 171,06 < I_{\text{доп}} \cdot k = 212 \cdot 0,92 = 195,04 \text{ А}$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{\text{н/ав}} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{225,173}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 342,12 \text{ А}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=240 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 355 \text{ А}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/a\epsilon} = 342,12 < I_{\partial on} \cdot k \cdot 1,3 = 355 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 424,58 \text{ A}$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,125 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: L1=240 м; L2=266 м

Втрата напруги рахуємо по найдовшому вводу.

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_n = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{214,49 \cdot 0,125 \cdot 266}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 2,5 \%$$

Умова виконується: $\Delta U_n < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/a\epsilon} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{214,49 \cdot 0,125 \cdot 266}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 4,9 \%$$

Умова виконується.

КЛ будинку № 12

Будинок має 2 вводи і під'єднаний до ТП9 4 кабельними лініями.

Активна потужність: P=381,819 кВт.

Повна потужність: S=406,127 кВ·А.

Номинальна напруга: U=0,38 кВ.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{406,127}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 154,26 \text{ A.}$$

Вибираємо кабель перерізом: F= 70 мм².

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 178 \text{ А}$.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k=0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 154,26 < I_{\text{доп}} \cdot k = 178 \cdot 0,92 = 163,76 \text{ А}$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/ав} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{203,063}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 308,5 \text{ А}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=185 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 308 \text{ А}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/ав} = 308,5 < I_{\text{доп}} \cdot k \cdot 1,3 = 308 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 368,368 \text{ А}$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,164 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: Ввід №1: $L=126 \text{ м}$; Ввід №2: $L=148 \text{ м}$;

Втрата напруги рахуємо по найдовшому вводу.

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_n = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{190,910 \cdot 0,164 \cdot 148}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 1,6 \%$$

Умова виконується: $\Delta U_n < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/ас} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{190,910 \cdot 0,164 \cdot 148}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 3,21 \%$$

Умова виконується.

КЛ будинку № 13

Будинок має сумарно 4 вводи: 2 вводи з 4 кабельними лініями від ТП7 і 2 вводи з 4 кабельними лініями від ТП8.

Активна потужність: $P = 348,347$ кВт.

Повна потужність: $S = 368,06$ кВ·А.

Номінальна напруга: $U = 0,38$ кВ.

Розраховуємо для ТП7.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{368,06}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 139,8 \text{ А.}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F = 70 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 178 \text{ А}$.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k = 0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 139,8 < I_{\text{доп}} \cdot k = 178 \cdot 0,92 = 163,76 \text{ А}$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/ас} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{184,03}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 279,6 \text{ А}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F = 185 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 308 \text{ А}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/ас} = 279,6 < I_{доп} \cdot k \cdot 1,3 = 308 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 368,368 \text{ А}$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,164 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: L1=230 м; L2=250 м

Втрата напруги рахуємо по найдовшому вводу.

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_{\text{н}} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{174,17 \cdot 0,164 \cdot 250}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 2,47 \%$$

Умова виконується: $\Delta U_{\text{н}} < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/ас} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{174,17 \cdot 0,164 \cdot 250}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 4,9 \%$$

Умова виконується.

Для ТП 8.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{368,06}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 139,8 \text{ А.}$$

Вибираємо кабель перерізом: F=70 мм².

Тривалий допустимий струм: $I_{доп} = 178 \text{ А.}$

При прокладці двох кабелів разом в землі: k=0,92

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 139,8 < I_{\text{доп}} \cdot k = 178 \cdot 0,92 = 163,76 \text{ А}$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/a\epsilon} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{184,03}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 279,6 \text{ А}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=185 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 308 \text{ А}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/a\epsilon} = 279,6 < I_{\text{доп}} \cdot k \cdot 1,3 = 308 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 368,368 \text{ А}$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,164 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: $L_1=50 \text{ м}$; $L_2=70 \text{ м}$

Втрата напруги рахуємо по найдовшому вводу.

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_n = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{174,17 \cdot 0,164 \cdot 70}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 0,7 \%$$

Умова виконується: $\Delta U_n < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/a\epsilon} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{174,17 \cdot 0,164 \cdot 70}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 1,38\%$$

Умова виконується.

КЛ будинку № 14

Будинок має 2 вводи і під'єднаний до ТП5 4 кабельними лініями.

Активна потужність: $P = 334,747$ кВт.

Повна потужність: $S = 353,852$ кВ·А.

Номинальна напруга: $U = 0,38$ кВ.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{353,852}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 134,4 \text{ А.}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F = 50 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 147 \text{ А}$.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k = 0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 134,4 < I_{\text{доп}} \cdot k = 147 \cdot 0,92 = 135,24 \text{ А}$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/a\epsilon} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{176,926}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 268,8 \text{ А}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F = 150 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 274 \text{ А}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/a\epsilon} = 268,8 < I_{\text{доп}} \cdot k \cdot 1,3 = 274 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 327,704 \text{ А}$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,206 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: Ввід №1: L=93 м; Ввід №2: L=111 м;

Втрата напруги рахуємо по найдовшому вводу.

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_n = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{167,374 \cdot 0,206 \cdot 111}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 1,33 \%$$

Умова виконується: $\Delta U_n < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/ав} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{167,374 \cdot 0,206 \cdot 111}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 2,65 \%$$

Умова виконується.

КЛ будинку № 15

Будинок має 1 ввід і під'єднаний до ТП6 2 кабельними лініями.

Активна потужність: P= 200,987 кВт.

Повна потужність: S= 216,04 кВ·А.

Номинальна напруга: U=0,38 кВ.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{216,04}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 164,12 \text{ А.}$$

Вибираємо кабель перерізом: F=95 мм².

Тривалий допустимий струм: $I_{доп} = 212 \text{ А.}$

При прокладці двох кабелів разом в землі: k=0,92

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 164,12 < I_{доп} \cdot k = 212 \cdot 0,92 = 195,04 \text{ А}$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/ас} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{216,04}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 328,24 \text{ А}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=240 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{доп} = 355 \text{ А}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/ас} = 328,24 < I_{доп} \cdot k \cdot 1,3 = 355 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 424,58 \text{ А}$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,125 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: $L=35 \text{ м}$;

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_n = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{200,987 \cdot 0,125 \cdot 35}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 0,3 \%$$

Умова виконується: $\Delta U_n < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/ас} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{200,987 \cdot 0,125 \cdot 35}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 0,609 \%$$

Умова виконується.

КЛ будинку № 16

Будинок має 2 вводи і під'єднаний до ТПБ 4 кабельними лініями.

Активна потужність: $P = 227,655$ кВт.

Повна потужність: $S = 247,474$ кВА.

Номинальна напруга: $U = 0,38$ кВ.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{247,474}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 94 \text{ А.}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F = 35 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 121 \text{ А}$.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k = 0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 94 < I_{\text{доп}} \cdot k = 121 \cdot 0,92 = 111,32 \text{ А}$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/a\epsilon} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{123,737}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 188,01 \text{ А}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F = 95 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 212 \text{ А}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/a\epsilon} = 188,01 < I_{\text{доп}} \cdot k \cdot 1,3 = 212 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 253,552 \text{ А}$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,32 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: Ввід №1: $L_1 = 50$ м; Ввід №2: $L_2 = 65$ м;

Втрата напруги рахуємо по найдовшому вводу.

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_n = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{113,828 \cdot 0,32 \cdot 65}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 0,819 \%$$

Умова виконується: $\Delta U_n < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/ав} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{113,828 \cdot 0,32 \cdot 65}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 1,64 \%$$

Умова виконується.

КЛ будинку № 17

Будинок має 3 вводи і під'єднаний до ТП7 6 кабельними лініями.

Активна потужність: $P = 546,818$ кВт.

Повна потужність: $S = 575,120$ кВ·А.

Номинальна напруга: $U = 0,38$ кВ.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{3 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{575,120}{3 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 145,63 \text{ А.}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F = 70 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{доп} = 178 \text{ А}$.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k = 0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 145,63 < I_{доп} \cdot k = 178 \cdot 0,92 = 163,76 \text{ А}$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/ав} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{191,71}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 291,27 \text{ А}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=185 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{доп} = 308 \text{ А}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/ав} = 291,27 < I_{доп} \cdot k \cdot 1,3 = 308 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 368,368 \text{ А}$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,164 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: Ввід №1: $L=37 \text{ м}$; Ввід №2: $L=45 \text{ м}$; Ввід № 3: $L=53 \text{ м}$

Втрата напруги рахуємо по найдовшому вводу.

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_n = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{182,273 \cdot 0,164 \cdot 53}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 0,55 \%$$

Умова виконується: $\Delta U_n < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/ав} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{182,273 \cdot 0,164 \cdot 53}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 1,1\%$$

Умова виконується.

КЛ будинку №18 (корпус 1)

Будинок має 1 ввід і під'єднаний до ТПЗ 2 кабельними лініями.

Активна потужність: $P= 164,844 \text{ кВт}$.

Повна потужність: $S = 184,146 \text{ кВ} \cdot \text{А}$.

Номинальна напруга: $U = 0,38 \text{ кВ}$.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{184,146}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 139,9 \text{ А}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F = 70 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 178 \text{ А}$.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k = 0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 139,9 < I_{\text{доп}} \cdot k = 178 \cdot 0,92 = 163,76 \text{ А}$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/aс} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{184,146}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 279,8 \text{ А}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F = 185 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 308 \text{ А}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/aс} = 279,8 < I_{\text{доп}} \cdot k \cdot 1,3 = 308 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 368,368 \text{ А}$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,164 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: $L = 40 \text{ м}$;

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_n = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{164,844 \cdot 0,164 \cdot 40}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 0,37 \%$$

Умова виконується: $\Delta U_n < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/ав} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{164,844 \cdot 0,164 \cdot 40}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 0,75 \%$$

Умова виконується.

КЛ будинку №18 (корпус 2)

Будинок має 1 ввід і під'єднаний до ТП7 2 кабельними лініями.

Активна потужність: $P = 164,844$ кВт.

Повна потужність: $S = 184,146$ кВ·А.

Номинальна напруга: $U = 0,38$ кВ.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{184,146}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 139,9 \text{ А.}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F = 70 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 178 \text{ А}$.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k = 0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 139,9 < I_{\text{доп}} \cdot k = 178 \cdot 0,92 = 163,76 \text{ А}$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/ас} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{184,146}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 279,8 \text{ А}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=185 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{доп} = 308 \text{ А}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/ас} = 279,8 < I_{доп} \cdot k \cdot 1,3 = 308 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 368,368 \text{ А}$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,164 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: $L=166 \text{ м}$;

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_n = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{164,844 \cdot 0,164 \cdot 166}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 1,55 \%$$

Умова виконується: $\Delta U_n < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/ас} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{164,844 \cdot 0,164 \cdot 166}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 3,2 \%$$

Умова виконується.

КЛ будинку № 19

Будинок має 1 ввід і під'єднаний до ТП2 2 кабельними лініями.

Активна потужність: $P= 151,844 \text{ кВт}$.

Повна потужність: $S= 164,786 \text{ кВ} \cdot \text{А}$.

Номинальна напруга: $U=0,38 \text{ кВ}$.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{164,768}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 125,17 \text{ А.}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=50 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 147 \text{ А}$.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k=0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 125,17 < I_{\text{доп}} \cdot k = 147 \cdot 0,92 = 135,24 \text{ А}$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/a\epsilon} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{164,786}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 250,34 \text{ А}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=150 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 274 \text{ А}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/a\epsilon} = 250,34 < I_{\text{доп}} \cdot k \cdot 1,3 = 274 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 327,704 \text{ А}$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,206 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: $L=80 \text{ м}$;

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_n = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{151,844 \cdot 0,206 \cdot 80}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 0,87\%.$$

Умова виконується: $\Delta U_n < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/ав} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{151,844 \cdot 0,206 \cdot 80}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 1,73 \%$$

Умова виконується.

КЛ будинку № 20 (корпус 1)

Будинок має 1 ввід і під'єднаний до ТП6 1 кабельною лінією.

Активна потужність: $P = 125,4$ кВт.

Повна потужність: $S = 131,75$ кВ·А.

Номинальна напруга: $U = 0,38$ кВ.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{131,75}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 200,17 \text{ А.}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F = 120 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 241 \text{ А}$.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k = 0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 200,17 < I_{\text{доп}} \cdot k = 241 \cdot 0,92 = 221,72 \text{ А}$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/ав} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{131,75}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 200,17 \text{ А}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F = 120 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 241 \text{ А}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{\text{н/ав}} = 200,17 < I_{\text{доп}} \cdot k \cdot 1,3 = 241 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 221,72 \text{ А}$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,253 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: $L=79 \text{ м}$;

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_{\text{н}} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{125,4 \cdot 0,253 \cdot 79}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 1,74 \%$$

Умова виконується: $\Delta U_{\text{н}} < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{\text{н/ав}} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{125,4 \cdot 0,253 \cdot 79}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 1,74 \%$$

Умова виконується.

КЛ будинку № 20 (корпус 2)

Будинок має 1 ввід і під'єднаний до ТП6 1 кабельною лінією.

Активна потужність: $P= 125,4 \text{ кВт}$.

Повна потужність: $S= 131,75 \text{ кВА}$.

Номинальна напруга: $U=0,38 \text{ кВ}$.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_P = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{131,75}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 200,17 \text{ А}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=120 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 241 \text{ А}$.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k=0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 200,17 < I_{\text{доп}} \cdot k = 241 \cdot 0,92 = 221,72 \text{ А}$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/a\epsilon} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{131,75}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 200,17 \text{ А}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=120 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 241 \text{ А}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/a\epsilon} = 200,17 < I_{\text{доп}} \cdot k \cdot 1,3 = 241 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 221,72 \text{ А}$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,253 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: $L=95 \text{ м}$;

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_{\pi} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{125,4 \cdot 0,253 \cdot 95}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 2,1 \text{ \%}$$

Умова виконується: $\Delta U_{\pi} < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/a\epsilon} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{125,4 \cdot 0,253 \cdot 95}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 2,1 \%$$

Умова виконується.

КЛ будинку № 21

Будинок має 1 ввід і під'єднаний до ТП8 2 кабельними лініями.

Активна потужність: $P = 210,203$ кВт.

Повна потужність: $S = 227,227$ кВ·А.

Номінальна напруга: $U = 0,38$ кВ.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{227,227}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 172,6 \text{ А.}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F = 95 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 212 \text{ А}$.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k = 0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 172,6 < I_{\text{доп}} \cdot k = 212 \cdot 0,92 = 195,04 \text{ А}$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/a\epsilon} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{227,227}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 345,24 \text{ А}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F = 240 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 355 \text{ А}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/ав} = 345,24 < I_{доп} \cdot k \cdot 1,3 = 355 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 424,58 \text{ А}$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,125 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: $L=55 \text{ м}$;

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_n = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{210,203 \cdot 0,125 \cdot 55}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 0,5 \%$$

Умова виконується: $\Delta U_n < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/ав} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{210,203 \cdot 0,125 \cdot 55}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 1 \%$$

Умова виконується.

КЛ будинку № 22

Будинок має 3 вводи і під'єднаний до ТП8 6 кабельними лініями.

Активна потужність: $P= 481,418 \text{ кВт}$.

Повна потужність: $S= 508,256 \text{ кВ} \cdot \text{А}$.

Номинальна напруга: $U=0,38 \text{ кВ}$.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{3 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{508,256}{3 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 128,7 \text{ А}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F= 50 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{доп} = 147 \text{ А}$.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k=0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 128,7 < I_{\text{доп}} \cdot k = 147 \cdot 0,92 = 135,24 \text{ А}$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/as} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{169,419}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 257,406 \text{ А}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=150 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 274 \text{ А}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/as} = 257,406 < I_{\text{доп}} \cdot k \cdot 1,3 = 274 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 327,704 \text{ А}$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,206 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: Ввід №1: $L_1=83 \text{ м}$; Ввід №2: $L_2=102 \text{ м}$; Ввід №3: $L_3=122 \text{ м}$

Втрата напруги рахуємо по найдовшому вводу.

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_n = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{160,473 \cdot 0,206 \cdot 122}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 1,4 \%$$

Умова виконується: $\Delta U_n < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/as} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{160,473 \cdot 0,206 \cdot 122}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 2,8 \%$$

Умова виконується.

КЛ будинку № 23

Будинок має 1 ввід і під'єднаний до ТП6 2 кабельними лініями.

Активна потужність: $P = 68,028$ кВт.

Повна потужність: $S = 73,375$ кВ·А.

Номинальна напруга: $U = 0,38$ кВ.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{73,375}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 55,74 \text{ А.}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F = 16$ мм².

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 77$ А.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k = 0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 55,74 < I_{\text{доп}} \cdot k = 77 \cdot 0,92 = 70,84 \text{ А}$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/a\epsilon} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{73,375}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 111,48 \text{ А}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F = 35$ мм².

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 121$ А.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/a\epsilon} = 111,48 < I_{\text{доп}} \cdot k \cdot 1,3 = 121 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 144,716 \text{ А}$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,868 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: $L=115 \text{ м}$;

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_n = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{68,028 \cdot 0,868 \cdot 115}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 2,35 \%$$

Умова виконується: $\Delta U_n < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/ав} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{68,028 \cdot 0,868 \cdot 115}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 4,7 \%$$

Умова виконується.

КЛ будинку № 24

Будинок має сумарно 4 вводи: 2 вводи з 4 кабельними лініями від ТП1 і 2 вводи з 4 кабельними лініями від ТП6.

Активна потужність: $P= 463,205 \text{ кВт}$.

Повна потужність: $S= 486,015 \text{ кВ} \cdot \text{А}$.

Номинальна напруга: $U=0,38 \text{ кВ}$.

Розрахуємо для ТП1.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{486,015}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 184,6 \text{ А.}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=95 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{доп} = 212 \text{ А}$.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k=0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 184,6 < I_{\text{доп}} \cdot k = 212 \cdot 0,92 = 195,04 \text{ А}$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/ас} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{243}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 369,2 \text{ А}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=240 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 355 \text{ А}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/ас} = 369,2 < I_{\text{доп}} \cdot k \cdot 1,3 = 355 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 424,58 \text{ А}$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,125 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: $L1=30 \text{ м}$; $L2=45 \text{ м}$

Втрата напруги рахуємо по найдовшому вводу.

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_{\text{н}} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{231,6025 \cdot 0,125 \cdot 45}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 0,45 \%$$

Умова виконується: $\Delta U_{\text{н}} < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/ас} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{231,6025 \cdot 0,125 \cdot 45}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 0,9 \%$$

Умова виконується.

Для ТП 6.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{486,015}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 184,6 \text{ А.}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=95 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 212 \text{ А}$.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k=0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 184,6 < I_{\text{доп}} \cdot k = 212 \cdot 0,92 = 195,04 \text{ А}$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/ав} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{243}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 369,2 \text{ А}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=240 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 355 \text{ А}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/ав} = 369,2 < I_{\text{доп}} \cdot k \cdot 1,3 = 355 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 424,58 \text{ А}$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,125 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: $L_1=222 \text{ м}$; $L_2=244 \text{ м}$

Втрата напруги рахуємо по найдовшому вводу.

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_n = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{231,6025 \cdot 0,125 \cdot 244}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 2,45 \%$$

Умова виконується: $\Delta U_n < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/ав} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{231,6025 \cdot 0,125 \cdot 244}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 4,89 \%$$

Умова виконується.

КЛ будинку № 25

Будинок має 1 ввід і під'єднаний до ТП6 2 кабельними лініями.

Активна потужність: $P = 187,06$ кВт.

Повна потужність: $S = 205,572$ кВ·А.

Номинальна напруга: $U = 0,38$ кВ.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{205,572}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 156,17 \text{ А.}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F = 70 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{доп} = 178 \text{ А}$.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k = 0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 156,17 < I_{доп} \cdot k = 178 \cdot 0,92 = 163,76 \text{ А}$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/a\epsilon} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{205,572}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 312,33 \text{ A}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=240 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 355 \text{ A}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/a\epsilon} = 312,33 < I_{\text{доп}} \cdot k \cdot 1,3 = 355 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 424,58 \text{ A}$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,125 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: $L=125 \text{ м}$;

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_{\text{н}} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{187,06 \cdot 0,125 \cdot 125}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 1,01 \%$$

Умова виконується: $\Delta U_{\text{н}} < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/a\epsilon} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{187,06 \cdot 0,125 \cdot 125}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 2,02 \%$$

Умова виконується.

КЛ будинку № 26

Будинок має 1 ввід і під'єднаний до ТП1 2 кабельними лініями.

Активна потужність: $P= 87,862 \text{ кВт}$.

Повна потужність: $S= 94,391 \text{ кВ} \cdot \text{А}$.

Номинальна напруга: $U=0,38 \text{ кВ}$.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{94,391}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 71,7 \text{ А.}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=25 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 100 \text{ А}$.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k=0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 71,7 < I_{\text{доп}} \cdot k = 100 \cdot 0,92 = 92 \text{ А}$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/aс} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{94,391}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 143,4 \text{ А}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=50 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 147 \text{ А}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/aс} = 143,4 < I_{\text{доп}} \cdot k \cdot 1,3 = 147 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 175,812 \text{ А}$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,641 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: $L=37 \text{ м}$;

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_{\text{н}} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{87,862 \cdot 0,641 \cdot 37}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 0,72 \%$$

Умова виконується: $\Delta U_{\text{н}} < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{\text{н/ав}} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{87,862 \cdot 0,641 \cdot 37}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 1,44\%$$

Умова виконується.

КЛ будинку № 27 (корпус 1)

Будинок має 2 вводи і під'єднаний до ТП4 4 кабельними лініями.

Активна потужність: $P = 350,125$ кВт.

Повна потужність: $S = 369,553$ кВ·А.

Номинальна напруга: $U = 0,38$ кВ.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{369,553}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 140,37 \text{ А.}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F = 70 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{дон}} = 178$ А.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k = 0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 140,37 < I_{\text{дон}} \cdot k = 178 \cdot 0,92 = 163,76 \text{ А}$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{\text{н/ав}} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{184,777}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 280,74 \text{ А}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=185 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 308 \text{ А}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/a\epsilon} = 280,74 < I_{\text{доп}} \cdot k \cdot 1,3 = 308 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 368,368 \text{ А}$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,164 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: Ввід №1: $L_1=27 \text{ м}$; Ввід №2: $L_2=38 \text{ м}$;

Втрата напруги рахуємо по найдовшому вводу.

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_n = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{175,063 \cdot 0,164 \cdot 38}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 0,38 \%$$

Умова виконується: $\Delta U_n < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/a\epsilon} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{175,063 \cdot 0,164 \cdot 38}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 0,76 \%$$

Умова виконується.

КЛ будинку № 27 (корпус 2)

Будинок має 2 вводи і під'єднаний до ТП4 4 кабельними лініями.

Активна потужність: $P= 350,125 \text{ кВт}$.

Повна потужність: $S= 369,553 \text{ кВ} \cdot \text{А}$.

Номинальна напруга: $U=0,38 \text{ кВ}$.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{369,553}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 140,37 \text{ А.}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F = 70 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 178 \text{ А}$.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k = 0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 140,37 < I_{\text{доп}} \cdot k = 178 \cdot 0,92 = 163,76 \text{ А}$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/a\epsilon} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{184,777}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 280,74 \text{ А}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F = 185 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 308 \text{ А}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/a\epsilon} = 280,74 < I_{\text{доп}} \cdot k \cdot 1,3 = 308 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 368,368 \text{ А}$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,164 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: Ввід №1: $L_1 = 55 \text{ м}$; Ввід №2: $L_2 = 71 \text{ м}$;

Втрата напруги рахуємо по найдовшому вводу.

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_n = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{175,063 \cdot 0,164 \cdot 71}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 0,71 \%$$

Умова виконується: $\Delta U_n < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/ас} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{175,063 \cdot 0,164 \cdot 71}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 1,41\%$$

Умова виконується.

КЛ будинку № 27 (корпус 3)

Будинок має 2 вводи і під'єднаний до ТП4 4 кабельними лініями.

Активна потужність: $P = 350,125$ кВт.

Повна потужність: $S = 369,553$ кВ·А.

Номинальна напруга: $U = 0,38$ кВ.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{369,553}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 140,37 \text{ А.}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F = 70 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{дон} = 178$ А.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k = 0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 140,37 < I_{дон} \cdot k = 178 \cdot 0,92 = 163,76 \text{ А}$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/ас} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{184,777}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 280,74 \text{ А}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F = 185 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 308 \text{ А}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/a\epsilon} = 280,74 < I_{\text{доп}} \cdot k \cdot 1,3 = 308 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 368,368 \text{ А}$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,164 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: Ввід №1: $L_1=88 \text{ м}$; Ввід №2: $L_2=112 \text{ м}$;

Втрата напруги рахуємо по найдовшому вводу.

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_n = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{175,063 \cdot 0,164 \cdot 112}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 1,11 \%$$

Умова виконується: $\Delta U_n < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/a\epsilon} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{175,063 \cdot 0,164 \cdot 112}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 2,22\%$$

Умова виконується.

КЛ для будинку № 28 (Інститут № 1)

Будинок має 2 вводи і під'єднаний до ТП1 4 кабельними лініями.

Активна потужність: $P= 337,5 \text{ кВт}$.

Повна потужність: $S= 421,875 \text{ кВ} \cdot \text{А}$.

Номинальна напруга: $U=0,38 \text{ кВ}$.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_P = \frac{S}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{421,875}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 160,24 \text{ А}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=70 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 178 \text{ А}$.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k=0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 160,24 < I_{\text{доп}} \cdot k = 178 \cdot 0,92 = 163,76 \text{ А}$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/ав} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{210,938}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 320,5 \text{ А}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=240 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 355 \text{ А}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/ав} = 320,5 < I_{\text{доп}} \cdot k \cdot 1,3 = 355 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 424,58 \text{ А}$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,125 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: Ввід №1: $L_1=43 \text{ м}$; Ввід №2: $L_2=55 \text{ м}$;

Втрата напруги рахуємо по найдовшому вводу.

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_{\%} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{168,75 \cdot 0,125 \cdot 55}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 0,36 \%$$

Умова виконується: $\Delta U_{\%} < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/a\epsilon} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{168,75 \cdot 0,125 \cdot 55}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 0,7\%.$$

Умова виконується.

КЛ будинку № 29 (Інститут № 2)

Будинок має 2 вводи і під'єднаний до ТП7 4 кабельними лініями.

Активна потужність: $P = 225$ кВт.

Повна потужність: $S = 244,565$ кВ·А.

Номинальна напруга: $U = 0,38$ кВ.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{244,565}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 92,9 \text{ А.}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F = 35$ мм².

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 121$ А.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k = 0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 92,9 < I_{\text{доп}} \cdot k = 121 \cdot 0,92 = 111,32 \text{ А}$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/a\epsilon} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{122,283}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 185,8 \text{ А}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F = 95$ мм².

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 212$ А.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/ав} = 185,8 < I_{дон} \cdot k \cdot 1,3 = 212 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 253,552 \text{ А}$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,32 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: Ввід №1: L1=69 м; Ввід №2: L2=81 м;

Втрата напруги рахуємо по найдовшому вводу.

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_{\text{н}} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{112,5 \cdot 0,32 \cdot 81}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 1,01 \%$$

Умова виконується: $\Delta U_{\text{н}} < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/ав} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{112,5 \cdot 0,32 \cdot 81}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 2,02\%$$

Умова виконується.

КЛ будинку № 30 (Школа № 1)

Будинок має 1 ввід і під'єднаний до ТП2 2 кабельними лініями.

Активна потужність: P= 175 кВт.

Повна потужність: S= 184,211 кВ·А.

Номинальна напруга: U=0,38 кВ.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{184,211}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 139,9 \text{ А.}$$

Вибираємо кабель перерізом: F=75 мм².

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 178 \text{ А}$.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k=0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 139,9 < I_{\text{доп}} \cdot k = 178 \cdot 0,92 = 163,76 \text{ А}$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/ав} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{184,211}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 279,9 \text{ А}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=185 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 308 \text{ А}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/ав} = 279,9 < I_{\text{доп}} \cdot k \cdot 1,3 = 308 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 368,368 \text{ А}$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,164 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: $L=66 \text{ м}$;

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_n = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{175 \cdot 0,164 \cdot 66}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 0,66\%.$$

Умова виконується: $\Delta U_n < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/a\epsilon} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{175 \cdot 0,164 \cdot 66}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 1,31\%.$$

Умова виконується.

КЛ будинку № 31 (Дит. садок № 1)

Будинок має 1 ввід і під'єднаний до ТПЗ 2 кабельними лініями.

Активна потужність: $P = 90$ кВт.

Повна потужність: $S = 91,837$ кВ·А.

Номинальна напруга: $U = 0,38$ кВ.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{91,837}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 69,8 \text{ А.}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F = 25 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 100 \text{ А}$.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k = 0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 69,8 < I_{\text{доп}} \cdot k = 100 \cdot 0,92 = 92 \text{ А}$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/a\epsilon} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{91,837}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 139,5 \text{ А}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F = 50 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 147 \text{ А}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/ав} = 139,5 < I_{дон} \cdot k \cdot 1,3 = 147 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 175,812 \text{ А}$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,641 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: $L=50$ м;

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_n = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{90 \cdot 0,641 \cdot 50}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 0,99\%.$$

Умова виконується: $\Delta U_n < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/ав} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{90 \cdot 0,641 \cdot 50}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 1,99\%.$$

Умова виконується.

КЛ будинку № 32 (Поліклініка)

Будівля має 1 ввід і під'єднаний до ТП4 2 кабельними лініями.

Активна потужність: $P=45$ кВт.

Повна потужність: $S=48,913$ кВ·А.

Номинальна напруга: $U=0,38$ кВ.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{48,913}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 37,16 \text{ А.}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=16$ мм².

Тривалий допустимий струм: $I_{доп} = 77$ А.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k=0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 37,16 < I_{\text{доп}} \cdot k = 77 \cdot 0,92 = 70,84 \text{ А}$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/a\epsilon} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{48,913}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 74,32 \text{ А}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=25 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 100 \text{ А}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/a\epsilon} = 74,32 < I_{\text{доп}} \cdot k \cdot 1,3 = 100 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 119,6 \text{ А}$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 1,2 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: $L=45 \text{ м}$;

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_{\text{н}} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{45 \cdot 1,2 \cdot 45}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 0,84 \%$$

Умова виконується: $\Delta U_{\text{н}} < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/a\epsilon} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{45 \cdot 1,2 \cdot 45}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 1,68\%$$

Умова виконується.

КЛ будівлі № 33 (Школа № 2)

Будівля має 4 вводи і під'єднана 4 кабелями до ТП 5 і 4 кабелями до ТП 8

Активна потужність: $P = 250$ кВт.

Повна потужність: $S = 263,158$ кВ·А.

Номинальна напруга: $U = 0,38$ кВ.

Розрахуємо для ТП5.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{263,158}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 99,9 \text{ А.}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F = 35 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 121 \text{ А}$.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k = 0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 99,9 < I_{\text{доп}} \cdot k = 121 \cdot 0,92 = 111,32 \text{ А}$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/aс} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{131,579}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 199,9 \text{ А}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F = 95 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 212 \text{ А}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/aс} = 199,9 < I_{\text{доп}} \cdot k \cdot 1,3 = 212 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 253,552 \text{ А}$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,32 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: L1=125 м; L2=140м.

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_n = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{125 \cdot 0,32 \cdot 140}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 1,94 \%$$

Умова виконується: $\Delta U_n < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/a\epsilon} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{125 \cdot 0,32 \cdot 140}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 3,88\%$$

Умова виконується.

Розрахунок для ТП8.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{263,158}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 99,9 \text{ А.}$$

Вибираємо кабель перерізом: F=35 мм².

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 121 \text{ А.}$

При прокладці двох кабелів разом в землі: k=0,92

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 99,9 < I_{\text{доп}} \cdot k = 121 \cdot 0,92 = 111,32 \text{ А}$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/ас} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{131,579}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 199,9 \text{ А}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=95 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{доп} = 212 \text{ А}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/ас} = 199,9 < I_{доп} \cdot k \cdot 1,3 = 212 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 253,552 \text{ А}$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,32 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: $L_1= 62 \text{ м}$; $L_2= 80 \text{ м}$.

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_n = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{125 \cdot 0,32 \cdot 80}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 1,1 \%$$

Умова виконується: $\Delta U_n < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/ас} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{125 \cdot 0,32 \cdot 80}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 2,2 \%$$

Умова виконується.

КЛ будівлі № 34 (Торгівельний центр)

Будівля має 2 вводи і під'єднана до ТП6 4 кабельними лініями.

Активна потужність: $P= 200 \text{ кВт}$.

Повна потужність: $S= 235,294 \text{ кВ} \cdot \text{А}$.

Номинальна напруга: $U=0,38 \text{ кВ}$.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{235,294}{2 \cdot 2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 89,37 \text{ А.}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=25 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 100 \text{ А}$.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k=0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 89,37 < I_{\text{доп}} \cdot k = 100 \cdot 0,92 = 92 \text{ А}$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/aс} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{117,647}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 178,75 \text{ А}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=95 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 212 \text{ А}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/aс} = 178,75 < I_{\text{доп}} \cdot k \cdot 1,3 = 212 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 253,552 \text{ А}$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,32 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: $L1=55 \text{ м}$; $L2=65 \text{ м}$.

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_n = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{100 \cdot 0,32 \cdot 54}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 0,6 \%$$

Умова виконується: $\Delta U_n < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/as} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{100 \cdot 0,32 \cdot 54}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 1,2\%$$

Умова виконується.

КЛ будівлі № 35 (Дит. садок № 2)

Будівля має 1 ввід і під'єднаний до ТП9 2 кабельними лініями.

Активна потужність: $P = 112,5$ кВт.

Повна потужність: $S = 114,796$ кВ·А.

Номінальна напруга: $U = 0,38$ кВ.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{114,796}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 87,2 \text{ А.}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F = 25$ мм².

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 100$ А.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k = 0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 87,2 < I_{\text{доп}} \cdot k = 100 \cdot 0,92 = 92 \text{ А}$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/as} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{114,796}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 174,4 \text{ А}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=70 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 178 \text{ А}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/ас} = 174,4 < I_{\text{доп}} \cdot k \cdot 1,3 = 178 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 212,888 \text{ А}$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 0,443 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: $L=60 \text{ м}$;

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_n = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{112,5 \cdot 0,443 \cdot 60}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 1,04 \%$$

Умова виконується: $\Delta U_n < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/ас} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{112,5 \cdot 0,443 \cdot 60}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 2,07\%$$

Умова виконується.

КЛ будівлі № 36 (Кафе)

Будівля має 1 ввід і під'єднаний до ТП5 2 кабельними лініями.

Активна потужність: $P= 51,5 \text{ кВт}$.

Повна потужність: $S= 52,551 \text{ кВ} \cdot \text{А}$.

Номинальна напруга: $U=0,38 \text{ кВ}$.

Робочий струм в нормальному режимі для повної потужності будинку:

$$I_p = \frac{S}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U} = \frac{52,551}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,38} = 39,9 \text{ А.}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=16 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 77 \text{ А}$.

При прокладці двох кабелів разом в землі: $k=0,92$

Виконаємо перевірку даного перерізу:

$$I_p = 39,9 < I_{\text{доп}} \cdot k = 77 \cdot 0,92 = 70,84 \text{ А}$$

Умова виконується.

Обчислимо струм в після аварійному режимі:

$$I_{n/a\epsilon} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{52,551}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 79,8 \text{ А}$$

Вибираємо кабель перерізом: $F=25 \text{ мм}^2$.

Тривалий допустимий струм: $I_{\text{доп}} = 100 \text{ А}$.

Виконаємо перевірку в після аварійному режимі:

$$I_{n/a\epsilon} = 79,8 < I_{\text{доп}} \cdot k \cdot 1,3 = 100 \cdot 0,92 \cdot 1,3 = 119,6 \text{ А}$$

Умова виконується.

Погонний активний опір кабелю:

$$r_0 = 1,2 \text{ Ом/км}$$

Довжина КЛ: $L=77 \text{ м}$;

Втрата напруги в нормальному режимі:

$$\Delta U_{\%} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{51,5 \cdot 1,2 \cdot 77}{2 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 1,65 \%$$

Умова виконується: $\Delta U_n < 5\%$

Втрата напруги в після аварійному режимі:

$$\Delta U_{n/as} = \frac{P \cdot r_0 \cdot L}{1000 \cdot 10 \cdot U^2} = \frac{51,5 \cdot 1,2 \cdot 77}{1000 \cdot 10 \cdot 0,38^2} = 3,3\%$$

Умова виконується.

Всі обчислені результати занесемо в таблицю 4.2.

Таблиця 4.2 Результати розрахунків

ТП/буд	I_p , А	$I_{доп} \cdot k$ А	$I_{n/as}$ А	$I_{доп} \cdot k \cdot 1,3$ А	F, мм ²	L, м	ΔU_H , %	$\Delta U_{n/as}$ %
ТП1-1к1	105,16	111,32	210,3	253,552	95	56	0,8	1,6
ТП1-1к2	105,16	111,32	210,3	253,552	95	77	1,1	2,2
ТП5-2	139,8	163,76	279,6	368,4	185	91	0,9	1,8
ТП2-3	114,1	135,24	228,17	288,236	120	49	0,6	1,2
ТП1-4	177,1	195,04	354,28	424,58	240	101	0,97	1,94
ТП2-5	147,97	163,76	295,9	368,368	185	120	1,26	2,5
ТП2-6к1	105,2	111,32	210,48	253,552	95	55	0,8	1,58
ТП2-6к2	105,2	111,32	210,48	253,552	95	75	1,1	2,16
ТП3-7	87	92	174,03	212,888	70	41	0,67	1,35
ТП3-8	131,1	135,24	262,19	327,704	150	81	0,93	1,86
ТП9-9	157,79	163,76	315,6	424,58	240	122	0,95	1,9
ТП3-10	149,9	163,76	299,9	368,368	185	140	1,43	2,87
ТП3-11	171,06	195,04	342,12	424,58	240	70	0,65	1,3
ТП9-11	171,06	195,04	342,12	424,58	240	266	2,5	4,9
ТП9-12	154,26	163,76	308,5	368,368	185	148	1,6	3,21
ТП7-13	139,8	163,76	279,6	368,368	185	250	2,47	4,9
ТП8-13	139,8	163,76	279,6	368,368	185	70	0,7	1,38
ТП5-14	134,4	135,24	268,8	327,704	150	111	1,33	2,65
ТП6-15	164,12	195,04	328,24	424,58	240	35	0,3	0,609
ТП6-16	94	111,32	188,01	253,552	95	65	0,819	1,64
ТП7-17	145,63	163,76	291,27	368,368	185	53	0,55	1,1
ТП3-18к1	139,9	163,76	279,8	368,368	185	40	0,37	0,75
ТП7-18к2	139,9	163,76	279,8	368,368	185	166	1,55	3,2
ТП2-19	125,17	135,24	250,34	327,704	150	80	0,87	1,73
ТП6-20к1	200,17	221,72	200,17	221,72	120	79	1,74	1,74
ТП6-20к2	200,17	221,72	200,17	221,72	120	95	2,1	2,1
ТП8-21	172,6	195,04	345,24	424,58	240	55	0,5	1

табл. 4.2

ТП/буд	I_p , А	$I_{дон} \cdot k$ А	$I_{н/ас}$ А	$I_{дон} \cdot k \cdot 1,3$ А	F, мм ²	L, м	ΔU_H , %	$\Delta U_{н/ас}$ %
ТП8-22	128,7	135,24	257,406	327,704	150	122	1,4	2,8
ТП6-23	55,74	70,84	111,48	144,716	35	115	2,35	4,7
ТП1-24	184,6	195,04	369,2	424,58	240	245	0,45	0,9
ТП6-24	184,6	195,04	369,2	424,58	240	244	2,45	4,89
ТП6-25	156,17	163,76	312,33	424,58	240	125	1,01	2,02
ТП1-26	71,7	92	143,4	175,812	50	37	0,72	1,44
ТП4-27к1	140,37	163,76	280,74	368,368	185	38	0,38	0,76
ТП4-27к2	140,37	163,76	280,74	368,368	185	71	0,71	1,41
ТП4-27к3	140,37	163,76	280,74	368,368	185	112	1,11	2,22
ТП1-28	160,24	163,76	320,5	424,58	240	55	0,36	0,7
ТП7-29	92,9	111,32	185,8	253,552	95	81	1,01	2,02
ТП2-30	139,9	163,76	279,9	368,368	185	66	0,66	1,31
ТП3-31	69,8	92	139,5	175,812	50	50	0,99	1,99
ТП4-32	37,16	70,84	74,32	119,6	25	45	0,84	1,68
ТП5-33	99,9	111,32	199,9	253,552	95	140	1,94	3,88
ТП8-33	99,9	111,32	199,9	253,552	95	80	1,1	1,2
ТП6-34	89,37	92	178,75	253,552	95	65	0,6	1,2
ТП9-35	87,2	92	174,4	212,888	70	60	1,04	2,07
ТП5-36	39,9	70,84	79,8	119,6	25	77	1,65	3,3

5. Визначення розрахункових навантажень трансформаторних підстанцій

Отримаємо конкретні обсяги навантаження обраних ТП, використовуючи коефіцієнти, що враховують розбіжності у пікових навантаженнях споживачів різних категорій. Розрахунок кожного ТП виконується порівняно зі споживачем, який має найвище навантаження.

$$S_{ТП1} = 486,015 + 138,429 + 138,429 + 233,179 + 94,931 + 0,6 \cdot 421,875 = 1344,108$$

кВА;

$$S_{ТП2} = 584,335 + 300,358 + 138,535 + 138,535 + 164,786 + 0,4 \cdot 184,211 = 1400,2334$$

кВА;

$$S_{\text{ТП3}} = 450,346 + 114,540 + 345,142 + 197,411 + 184,146 + 0,4 \cdot 91,837 = 1328,3198$$

кВА;

$$S_{\text{ТП4}} = 369,553 + 369,553 + 369,553 + 205,572 + 0,7 \cdot 48,913 = 1348,47 \text{ кВ}$$

А;

$$S_{\text{ТП5}} = 920,137 + 353,852 + 0,4 \cdot 263,158 + 0,7 \cdot 52,551 = 1416,04 \text{ кВА};$$

$$S_{\text{ТП6}} = 486,015 + 247,474 + 131,75 + 131,75 + 216,04 + 73,375 + 0,8 \cdot 235,294 = 1474,6$$

кВА;

$$S_{\text{ТП7}} = 575,120 + 368,06 + 184,146 + 0,6 \cdot 244,565 = 1274,1 \text{ кВА};$$

$$S_{\text{ТП8}} = 508,256 + 368,06 + 227,227 + 0,4 \cdot 263,158 = 1226,8 \text{ кВА};$$

$$S_{\text{ТП9}} = 623,112 + 450,346 + 406,127 + 0,4 \cdot 114,796 = 1525,5 \text{ кВА}.$$

Результати розрахунків занесемо в таблицю 5.

Таблиця 5. Результати розрахунків навантажень ТП

Номер ТП	$S_{\text{ТП}}$, кВА
ТП1	1344,108
ТП2	1400,2334
ТП3	1328,47
ТП4	1348,47
ТП5	1416,04
ТП6	1476,4
ТП7	1274,1
ТП8	1226,8
ТП9	1525,5

6. Розрахунок розподільної мережі 10 кВ

6.1 Вибір розподільних пунктів

У зв'язку з віддаленістю джерел живлення від центрів навантажень міських споживачів і високою вартістю комірок розподільчих пристроїв (РУ) 10 кВ на підстанціях, а також з урахуванням зручності експлуатації, в більшості випадків передбачається спорудження розподільчих пунктів (РП) з простими та економічно вигідними РУ 10 кВ. Створення РП дозволяє використовувати в розподільчих мережах кабелі середнього та малого перерізу.

Для вибору найбільш вигідної потужності РП будемо користуватися даними проектувальної практики щодо потужності РП в залежності від щільності навантаження.

Площа житлового району дорівнює $W = 201000 \text{ м}^2 = 0,201 \text{ км}^2$;

Сумарне навантаження житлового району дорівнює $S = 12,338 \text{ МВА}$.

Поверхнева щільність навантаження:

$$\rho = \frac{12,338}{0,201} = 61,38 \text{ МВт/км}^2$$

Оскільки найбільша поверхнева щільність перевищує 15 МВт/км^2 , то обираємо для встановлення два РП.

6.2 Вибір схеми розподільної мережі 10 кВ

Схеми розподільчих мереж середньої напруги 10 кВ, розташовані на території міста, мають забезпечувати високий рівень надійності електропостачання споживачів, якість електроенергії, можливість поступового розвитку відповідно до зростання навантаження без необхідності радикального перепланування, а також бути зручними у використанні та безпечними у підтримці.

Залежно від розміру міста та місцезнаходження підстанцій вводу, розподільча мережа середньої напруги може бути підключена безпосередньо до джерел живлення 10 кВ або містити додаткову ланку у вигляді живлячої мережі 10 кВ і розподільчих пунктів. Згідно з Правилами улаштування електроустановок (ПУЕ) потрібне техніко-економічне обґрунтування для будівництва розподільчих пунктів.

Проте, на практиці, внаслідок віддаленості джерел живлення та умов експлуатації, зазвичай рекомендується будівництво розподільчих пунктів.

Основний принцип побудови розподільчої мережі полягає у створенні комбінації петльових ліній 10 кВ з резервуванням. У нормальному режимі петльові схеми перериваються біля точок розподілу струму. Кожний кінець петльових ліній 10 кВ з'єднаний з різними відрізками шин у центрах живлення або розподільчих пунктах (РП), що забезпечує можливість подвійного живлення кожної трансформаторної підстанції. Приблизно 5-10 трансформаторних підстанцій підключаються до кожної петльової лінії 10 кВ. Через їхню простоту та вигідні техніко-економічні показники, петльові схеми рекомендуються як основний варіант при розгортанні розподільчих мереж середньої напруги.

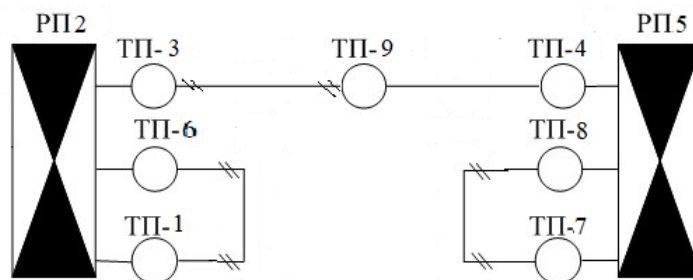


Рис. 6.2. Петльова схема розподільчої мережі 10 кВ

6.3 Розрахунок і перевірка перерізів РМ 10 кВ

Вибір перерізів кабелів у розподільчій мережі 10 кВ проводиться на основі економічних критеріїв, які спрямовані на мінімізацію загальних витрат. Цей підхід відомий як метод економічних інтервалів, за яким подальша перевірка

здійснюється з точки зору теплової стійкості струмів короткого замикання як в нормальних, так і в післяаварійних режимах роботи.

Для РМ 10 кВ обираємо кабель марки NA2XSU.



Рис. 6.3 Структура кабеля NA2XSU

Кабель NA2XSU — це кабель з мідними провідниками, призначений для використання у розподільних мережах середньої напруги. Його структура включає такі елементи:

1. Провідник: Зазвичай це мідний провідник, який забезпечує передачу електричного струму.

2. Ізоляція провідника: Ця частина кабелю відокремлює провідник від інших елементів кабелю та забезпечує ізоляцію від зовнішнього середовища. Ізоляція може бути з вулканізованої гуми, поліетилену, полівінілхлориду (ПВХ) або хроматованого поліетилену.

3. Пластикова оболонка: Цей шар захищає ізольований провідник від механічних пошкоджень та впливу навколишнього середовища.

4. Металевий пласт: Деякі типи кабелів можуть мати металевий пласт, який служить як екран, захищаючи від електромагнітних перешкод.

5. Оболонка: Зовнішній шар кабелю, який захищає всю структуру від зовнішніх впливів і механічних пошкоджень.

Ця структура забезпечує надійну та безпечну передачу електроенергії через розподільну мережу середньої напруги.

Кабель NA2XSU застосовується для передачі електроенергії у розподільних мережах середньої напруги, зазвичай на напругу 10 кВ. Він використовується для підключення між трансформаторними підстанціями та розподільчими пунктами, а також для підключення від пунктів розподілу до кінцевих споживачів. Кабель

NA2XSU часто застосовується в міських, промислових та житлових районах для надійного та безперебійного живлення електрообладнання.

Технічні характеристики:

- Температурний режим: від -5°C до $+70^{\circ}\text{C}$;
- Максимальна температура провідника: $+90^{\circ}\text{C}$;
- Максимальна температура провідника при короткому замиканні: $+250^{\circ}\text{C}$ (тривалість короткого замикання 5 сек.);

- Температура при монтажі: от $+5^{\circ}\text{C}$ до $+50^{\circ}\text{C}$;

Напруга робоча: для 6/10 кВ – максимально 12 кВ; для 12/20 кВ – максимально 24 кВ; для 18/30 кВ – максимально 36 кВ.

Напруга випробувальна: для 6/10 кВ – 15 кВ; для 12/20 кВ – 30 кВ; для 18/30 кВ – 45 кВ.

Табл. 6.3 Технічні дані кабелю NA2XSU

Число жил, номінальний переріз, мм^2	Максимальний зовнішній діаметр, мм	Вага міді, кг/км	Вага алюмінію, кг/км	Вага кабелю, кг/км	Допустимі струмові навантаження кабелю при прокладці	
					в землі	в повітрі
1x50/16	29	190	147	750	171	181
1x70/16	31	190	206	850	209	226
1x95/16	32	190	279	950	249	275
1x120/16	34	190	353	1050	283	317
1x150/25	35	190	441	1300	316	359
1x185/25	37	295	544	1400	358	412
1x240/25	39	295	706	1650	416	489
1x300/25	40	295	882	1850	469	559
1x400/25	45	410	1176	2300	532	651

Обчислимо лінійну квадратичну потужність променя РП2-ТПЗ:

$$S_{\text{лкРП2-ТП3}} = \sqrt{\frac{\sum_1^n S_i^2 \cdot l_i}{l_{\Sigma}}} = \sqrt{\frac{1328,47^2 \cdot 150}{150}} = 1328,47 \text{ кВ}\cdot\text{А}$$

Обчислимо робочий струм в нормальному режимі для променя РП2-ТП1:

$$I_{\text{лкРП2-ТП3}} = \frac{S_{\Sigma}}{\sqrt{3} \cdot U_w} = \frac{1328,47}{\sqrt{3} \cdot 10} = 76,7 \text{ А.}$$

Перерізи вибираємо по струмовим інтервалам, які приведені у таблиці 6.4

Таблиця 6.4 Струмові інтервали

$F_{\text{вк}} \text{ мм}^2$	35	50	70	95	120	150
$I_{\text{српн}} \text{ А}$	0-34	34-51	51-79	79- 128	128-165	165- 213
$I_{\text{дон}} \text{ А}$	-	171	209	249	283	316

По струмовим інтервалам обираємо переріз: $F=70 \text{ мм}^2$.

Перевіримо обраний переріз за умовами нагріву:

$$I_{\text{лк}} = 76,7 < I_{\text{дон}} = 209 \text{ А.}$$

Отже умова виконується.

Лінійна квадратична потужність променя РП5-ТП4-ТП9:

$$S_{\text{лкРП5-ТП9}} = \sqrt{\frac{\sum_1^n S_i^2 \cdot l_i}{l_{\Sigma}}} = \sqrt{\frac{1525,5^2 \cdot 220 + 1348,47^2 \cdot 120}{220 + 120}} = 1465,5 \text{ кВА}$$

Обчислимо робочий струм в нормальному режимі для променя РП5-ТП4-ТП9:

$$I_{\text{лкРП5-ТП9}} = \frac{S_{\Sigma}}{\sqrt{3} \cdot U_w} = \frac{1465,5}{\sqrt{3} \cdot 10} = 84,7 \text{ А}$$

По струмовим інтервалам обираємо переріз: $F=95 \text{ мм}^2$.

Перевіримо обраний переріз за умовами нагріву:

$$I_{лк} = 84,7 < I_{дон} = 249 \text{ А.}$$

Отже умова виконується.

В післяаварійному режимі розглянемо випадок аварії на головній ділянці. Тоді по другій головній ділянці буде протікати сума потужностей всіх приєднаних ТП:

$$I_{н/ав} = \frac{S_{\Sigma}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{н}}} = \frac{1328,47 + 1525,5 + 1348,47}{\sqrt{3} \cdot 10} = 242,6 \text{ А.}$$

Перевіримо обрані перерізи по умовах нагріву:

$$I_{н/ав} = 242,6 < I_{дон} \cdot 1,3 = 249 \cdot 1,3 = 323,7 \text{ А.}$$

Отже умова виконується.

Обираємо кабель NA2XSU перерізом $F=95 \text{ мм}^2$

Обчислимо лінійну квадратичну потужність променя РП2-ТП1:

$$S_{лкРП2-ТП1} = \sqrt{\frac{\sum_1^n S_i^2 \cdot l_i}{l_{\Sigma}}} = \sqrt{\frac{1344,108^2 \cdot 100}{100}} = 1344,108 \text{ кВ} \cdot \text{А}$$

Обчислимо робочий струм в нормальному режимі для променя РП2-ТП1:

$$I_{лкРП2-ТП1} = \frac{S_{\Sigma}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{н}}} = \frac{1344,108}{\sqrt{3} \cdot 10} = 77,7 \text{ А.}$$

По струмовим інтервалам обираємо переріз: $F=70 \text{ мм}^2$.

Перевіримо обраний переріз за умовами нагріву:

$$I_{лк} = 77,7 < I_{дон} = 209 \text{ А.}$$

Отже умова виконується.

Обчислимо лінійну квадратичну потужність променя РП2-ТП6:

$$S_{\text{лкРП2-ТП6}} = \sqrt{\frac{\sum_1^n S_i^2 \cdot l_i}{l_{\Sigma}}} = \sqrt{\frac{1476,4^2 \cdot 300}{300}} = 1476,4 \text{ кВ} \cdot \text{А}$$

Обчислимо робочий струм в нормальному режимі для променя РП2-ТП6:

$$I_{\text{лкРП2-ТП6}} = \frac{S_{\Sigma}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{н}}} = \frac{1476,4}{\sqrt{3} \cdot 10} = 85,3 \text{ А.}$$

По струмовим інтервалам обираємо переріз: $F=95 \text{ мм}^2$.

Перевіримо обраний переріз за умовами нагріву:

$$I_{\text{лк}} = 85,3 < I_{\text{дон}} = 249 \text{ А.}$$

Отже умова виконується.

В післяаварійному режимі розглянемо випадок аварії на головній ділянці. Тоді по другій головній ділянці буде протікати сума потужностей всіх приєднаних ТП:

$$I_{\text{н/ав}} = \frac{S_{\Sigma}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{н}}} = \frac{1476,4 + 1344,108}{\sqrt{3} \cdot 10} = 163,04 \text{ А.}$$

Перевіримо обрані перерізи по умовах нагріву:

$$I_{\text{н/ав}} = 163,04 < I_{\text{дон}} \cdot 1,3 = 171 \cdot 1,3 = 222,3 \text{ А.}$$

Отже умова виконується.

Обираємо кабель NA2XSU перерізом $F=50 \text{ мм}^2$

Обчислимо лінійну квадратичну потужність променя РП5-ТП8:

$$S_{\text{лкРП5-ТП8}} = \sqrt{\frac{\sum_1^n S_i^2 \cdot l_i}{l_{\Sigma}}} = \sqrt{\frac{1226,8^2 \cdot 140}{140}} = 1226,8 \text{ кВ} \cdot \text{А}$$

Обчислимо робочий струм в нормальному режимі для променя РП5-ТП8:

$$I_{\text{лкРП5-ТП8}} = \frac{S_{\Sigma}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{н}}} = \frac{1226,8}{\sqrt{3} \cdot 10} = 70,9 \text{ А.}$$

По струмовим інтервалам обираємо переріз: $F=70 \text{ мм}^2$.

Перевіримо обраний переріз за умовами нагріву:

$$I_{\text{лк}} = 70,9 < I_{\text{дон}} = 209 \text{ А.}$$

Отже умова виконується.

Обчислимо лінійну квадратичну потужність променя РП5-ТП7:

$$S_{\text{лкРП5-ТП7}} = \sqrt{\frac{\sum_1^n S_i^2 \cdot l_i}{l_{\Sigma}}} = \sqrt{\frac{1274,1^2 \cdot 200}{200}} = 1476,4 \text{ кВ} \cdot \text{А}$$

Обчислимо робочий струм в нормальному режимі для променя РП5-ТП7:

$$I_{\text{лкРП5-ТП7}} = \frac{S_{\Sigma}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{н}}} = \frac{1274,1}{\sqrt{3} \cdot 10} = 73,6 \text{ А.}$$

По струмовим інтервалам обираємо переріз: $F=70 \text{ мм}^2$.

Перевіримо обраний переріз за умовами нагріву:

$$I_{\text{лк}} = 73,6 < I_{\text{дон}} = 209 \text{ А.}$$

Отже умова виконується.

В післяаварійному режимі розглянемо випадок аварії на головній ділянці. Тоді по другій головній ділянці буде протікати сума потужностей всіх приєднаних ТП:

$$I_{n/a\phi} = \frac{S_{\Sigma}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{1226,8 + 1274,1}{\sqrt{3} \cdot 10} = 144,6 \text{ А.}$$

Перевіримо обрані перерізи по умовах нагріву:

$$I_{n/a\phi} = 144,6 < I_{\text{дон}} \cdot 1,3 = 171 \cdot 1,3 = 222,3 \text{ А.}$$

Отже умова виконується.

Обираємо кабель NA2XSU перерізом $F=50 \text{ мм}^2$

Необхідно внести корективи у перерізи кабелів розподільної мережі 10 кВ, враховуючи їхню термічну стійкість до струмів короткого замикання, зокрема при нормальному та аварійному режимах нагріву. У випадку багатофазних коротких замикань необхідно забезпечити цілісність кабельних ліній в розподільній мережі 10 кВ.

Знайдемо мінімально допустимий переріз кабельних ліній за умови термічної стійкості до струмів короткого замикання:

$$F_{k,e} = I_{k,e} \frac{\sqrt{t_{\phi}}}{c}$$

де $I_{k,e}$ – струм короткого замикання в розрахунковій точці, А; t_{ϕ} – фіктивний час спрацьовування захисту, приймається рівним дійсному часу спрацьовування захисту, $t_{\phi} = 0,5$; c – стала нагріву, $c = 90$ (для кабелів з алюмінієвими жилами).

На шинах РП $I_{k,3} = 4000 \text{ А}$, тоді маємо:

$$F_{k,e} = I_{k,e} \frac{\sqrt{t_{\phi}}}{c} = 4000 \frac{\sqrt{0,5}}{90} = 31,4 \text{ мм}^2.$$

Як бачимо, КЛ, які входять в РП повинні бути виконані перерізом не менше 35 мм².

7. Впровадження автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії в житловому масиві

7.1 Автоматизована система комерційного обліку електроенергії

Автоматизація обліку електроенергії охоплює впровадження інтегрованих систем, що забезпечують збір, аналіз та управління інформацією щодо споживання електроенергії в різних секторах і виробничих об'єктах. Це включає в себе встановлення різноманітних датчиків, лічильників та контрольно-вимірювального обладнання, які забезпечують збір та передачу даних до центральної системи.

Автоматизовані системи контролю та обліку електроенергії (АСКОЕ) мають численні **переваги**, які включають:

1. Ефективність в управлінні енергією: АСКОЕ дозволяють точно вимірювати, аналізувати та контролювати споживання електроенергії в реальному часі. Це дозволяє підприємствам та організаціям ефективно управляти своїми енергетичними ресурсами та зменшувати витрати.

2. Економія витрат: Завдяки збору та аналізу даних про споживання електроенергії, АСКОЕ допомагають ідентифікувати місця зайвого споживання, оптимізувати режими роботи обладнання та зменшувати енерговитрати, що веде до економії витрат.

3. Точність та надійність: Використання автоматизованих систем дозволяє уникнути помилок, що можуть виникати при ручному зборі та аналізі даних. Це забезпечує більшу точність та надійність вимірювань, що є критичним для точного управління електроенергією.

4. Віддалений моніторинг та управління: АСКОЕ можуть бути налаштовані для віддаленого моніторингу та управління споживанням електроенергії через інтернет або мережу зв'язку. Це дозволяє оперативно

реагувати на зміни у споживанні енергії та виконувати налаштування системи віддалено, що зручно для управлінців та операторів систем енергозабезпечення.

5. Сприяння екологічній стійкості: Ефективне управління енергією за допомогою АСКОЕ сприяє зменшенню викидів та енерговитрат, що сприяє зниженню негативного впливу на довкілля та підвищенню екологічної стійкості.

Зокрема, **додаткові переваги** автоматизованих систем контролю та обліку електроенергії (АСКОЕ) включають:

6. Простота інтеграції: АСКОЕ можуть легко інтегруватися з існуючими системами управління та моніторингу, що дозволяє ефективно використовувати вже наявні інфраструктури та максимізувати їхню функціональність.

7. Автоматичне сповіщення про несправності: АСКОЕ можуть бути налаштовані для автоматичного виявлення несправностей у системі електропостачання та надсилання сповіщень операторам для подальшого втручання та виправлення проблем.

8. Вдосконалення робочих процесів: За допомогою зібраної та аналізованої інформації про споживання електроенергії, підприємства можуть вдосконалювати свої робочі процеси, зокрема, встановлюючи оптимальні графіки виробництва та використання енергії.

9. Моніторинг ефективності обладнання: АСКОЕ дозволяють відслідковувати роботу електроприладів та обладнання, що споживає електроенергію, і вчасно виявляти проблеми з їхньою ефективністю або ресурсом, що дозволяє проводити планове обслуговування та уникати аварій.

10. Системи управління навантаженням: АСКОЕ можуть бути інтегровані з системами управління навантаженням, що дозволяє автоматично регулювати споживання енергії в залежності від поточного навантаження та цін на електроенергію, що сприяє зменшенню витрат.

Хоча автоматизовані системи контролю та обліку електроенергії (АСКОЕ) мають численні переваги, вони також мають свої **недоліки**:

1. Високі витрати на впровадження: Початкові витрати на встановлення та налаштування АСКОЕ можуть бути значними, особливо для великих підприємств або систем з складною інфраструктурою.

2. Потреба в кваліфікованому персоналі: Ефективне використання АСКОЕ вимагає наявності кваліфікованого персоналу, здатного налаштовувати, моніторити та управляти системою. Це може становити проблему для підприємств без відповідного технічного персоналу.

3. Можливість витоку даних: Збір та передача великого обсягу даних від АСКОЕ може стати об'єктом атак з боку хакерів або несанкціонованого доступу, що може призвести до витоку конфіденційної інформації.

4. Залежність від електронної системи: Введення АСКОЕ може зробити підприємство вразливим у випадку відмови системи або перебоїв в електропостачанні. У разі відмови системи може виникнути необхідність в швидкому відновленні роботи системи, що може вимагати додаткового часу та ресурсів.

5. Необхідність постійного оновлення та підтримки: АСКОЕ вимагають постійного оновлення програмного забезпечення та обладнання для забезпечення його ефективності та сумісності з іншими системами.

6. Можливість помилок в роботі системи: Незалежно від автоматизованого характеру, АСКОЕ можуть стикатися з помилками в роботі, що може призвести до неточних вимірів або недостовірних даних щодо споживання електроенергії.

Застосування PLC технологій у системах обліку електроенергії є ключовим кроком у напрямку створення ефективних та інтелектуальних мереж електропостачання, які відповідають вимогам сучасності щодо стійкості, енергоефективності та економічної доцільності.

Необхідність контролю за споживанням електроенергії виникла внаслідок зростання кількості побутових електроприладів та промислових установок, що призвело до перевантаження електричних мереж у пікові періоди. Для вирішення цієї проблеми було впроваджено систему автоматизованого комерційного обліку електроенергії. Ця система надала можливість встановлення різних тарифів на

електроенергію в залежності від періоду часу, що спонукало споживачів раціонально використовувати електроенергію та знижувати навантаження в пікові періоди, що в свою чергу підвищило ефективність використання енергії.

У загальному розумінні, автоматизована система комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ) є вельми перспективною системою, яка отримує дані від приладів обліку та проводить їх автоматичну обробку в реальному часі з метою інформування енергопостачальних компаній та операторів систем розподілу електроенергії про якість електроенергії на будь-якій ділянці лінії, а також про кількість спожитої, переданої та виробленої електроенергії.

Основними засобами виміру енергії є лічильники. У системах автоматизованого комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ) використовуються в основному повністю електронні лічильники. Ці лічильники відрізняються між собою за типом передачі даних, номінальним струмом роботи, номінальною напругою, типом схеми підключення та класом точності.

7.2 Впровадження АСКОЕ в житловому масиві

Для вибору систем автоматизованого комерційного обліку електричної енергії в житловому масиві необхідно врахувати наступні аспекти:

- розглянути типи та характеристики доступних лічильників, які підтримують обрану систему, з урахуванням виду споживача та місця встановлення.
- врахувати особливості регіону використання, такі як кліматичні умови та доступність різних каналів зв'язку для передачі даних.
- оцінити вартість закупівлі та встановлення системи.
- проаналізувати площу зони, де планується встановлення системи, та передбачувану кількість робочих електроустановок.
- проаналізувати робочу напругу мережі, в яку буде інтегроване обладнання для передачі даних.

Для того щоб обрати найкращий варіант, треба розглянути найпопулярніші варіанти і проаналізувати їх. Розглянемо 4 системи за типом передачі даних:

- система, що повністю побудована на роботі в мережі зв'язку GSM;

- RS-485, M-BUS, RS-232 - передає дані окремою провідною лінією зв'язку;
- PLC - передає дані до маршрутизатора по силовим лініям;
- RADIO:

Розглянемо кожну систему:

1) **GSM/GPRS**: передача даних через мережу GSM. Ця система використовується для передачі інформації щодо споживання енергії як від блоку збору даних до енергопостачальника, так і від лічильників до блоку збору даних. Устаткування, яке використовується: системи використовують як зовнішні модеми GSM/GPRS, так і вбудовані в лічильники, маршрутизатори GSM. На схемі на рисунку 7.1.1 зображено процес передачі даних через мережу GSM.

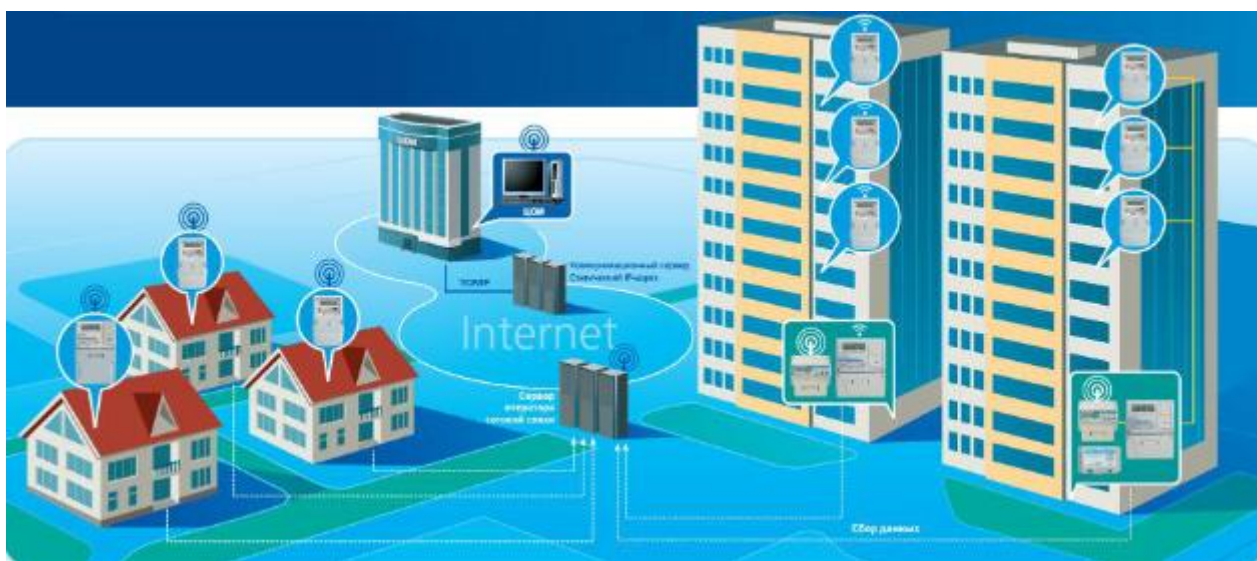


Рис. 7.1.1 Структурна схема передачі даних за допомогою GSM/GPRS

Переваги: велика площа покриття і великий вибір обладнання.

Недоліки: залежність від ефективності обладнання мобільного оператора та рівня сигналу GSM у спеціальних приміщеннях часто призводить до слабкого сигналу, що потребує додаткових заходів і витрат на встановлення зовнішніх антен.

2) **PLC (Power Line Communication)**: передача даних по силовим лініям. Цей канал зв'язку використовує діапазон частот від 9 до 140 кГц. Цей діапазон поділяється на три групи: А (9 – 95 кГц) – частоти, призначені для використання комунальними підприємствами електроживлення; В (95 – 125 кГц) та С (125 –

140 кГц) – призначені для приватного використання. Діапазон А, як правило, застосовується для реалізації так званих енергетичних послуг, зокрема, для організації сервісів віддаленого контролю за кількістю електроенергії, використаної домогосподарством. Смуги В та С в основному використовуються для здійснення віддаленого керування «розумним будинком» (Smart home). Він застосовується для передачі інформації про споживання енергії від лічильників до роутерів, які, як правило, встановлюються на трансформаторних підстанціях. PLC найчастіше використовується в системах автоматизованого комерційного обліку енергії адміністративних будівель та в житлово-комунальному секторі.

Різновиди обладнання включають зовнішні PLC-модеми та вбудовані в електролічильники, такі як "Teletec MTX1, MTX3, NP-06", "Matrix NP515, NP71, НІК 2103, НІК 2104". На рисунку 7.1.2 зображено принцип роботи системи автоматизованого комерційного обліку енергії з використанням технології PLC.



Рис. 7.1.2 Структурна схема передачі даних по PLC-технології

Переваги: Дані від лічильників до маршрутизатора передаються безпосередньо через існуючу мережу напругою 0,4 кВ. Це сприяє зменшенню витрат на оплату праці та впровадження системи, оскільки не потрібно витратити кошти на прокладання інформаційних кабелів та користуватися послугами операторів зв'язку.

Недоліки: на стабільність і швидкість роботи PLC впливає якість виконання електропроводки, наявність стиків з різних матеріалів (наприклад, мідного і

алюмінієвого провідника), а також просто кількість з'єднань провідника; погано працює через [мережеві фільтри](#) і [джерела безперебійного живлення](#), якщо вони не обладнані спеціальними розетками «PLC READY»; На якість зв'язку можуть негативно впливати дешеві енергозберігаючі лампи, тиристорні диммери, [імпульсні блоки живлення](#) та зарядні пристрої, особливо в разі їх підключення безпосередньо біля PLC-модему.

Навіть якщо система налаштована і стабільна, неможливо гарантувати на 100%, що передача даних у системі буде працювати на сто відсотків з часом, наприклад, при переїзді мешканців будинку або додаванні обладнання в офісну будівлю. Проте, є надія на те, що у нічний час, коли більша частина обладнання буде вимкнена, система зможе збирати відсутні дані. Енергопостачальні та обслуговуючі компанії намагаються підтримувати опрос на рівні 95% і більше.

Таким чином, цю технологію рекомендовано використовувати лише в системах, де своєчасність отримання даних не є критичною.

3) **RADIO**: це передача даних по радіоканалу на неліцензованій (не приватизованій) частоті. Ця система використовується для передачі інформації про споживання енергії від лічильників до роутерів. Вона застосовується у випадках, коли прокладка інформаційного кабелю неможлива технічно або економічно недоцільна.

Перевагами цього типу зв'язку є відсутність будь-яких платежів за передачу даних і відсутність потреби у дозволах. Дальність зв'язку може сягати кількох кілометрів. Дані передаються від лічильників до засобів збору даних по радіоканалу, що знижує витрати на оплату праці та витрати на впровадження системи, оскільки немає необхідності прокладати інформаційні кабелі.

Недоліки: У системах з вбудованими радіомодемами в лічильниках потрібно прокласти кілька кабелів для з'єднання пристроїв збору та передачі даних з радіоретрансляторами. Радіоретранслятори розташовуються в ключових точках і до них необхідно підвести інформаційний провід. Зазвичай ці точки розташовані

на одному рівні з пристроями для збору та передачі даних (наприклад, у підвалі або на першому поверсі), і кабель прокладається уздовж них.



Рис. 7.1.3 Структурна схема передачі даних за допомогою RADIO

4) **RS-485, M-BUS, RS-232** - це передача даних по окремих низьковольтних проводах. Цей метод використовується для передачі інформації про спожиту електричну енергію як від лічильників до пристроїв збору та передачі даних, так і від пристроїв збору та передачі даних до серверів. Зазвичай цей метод використовується для підключення юридичних об'єктів, коли на ТП не встановлена інша система передачі даних, а також через невелику вартість обладнання. Обладнання включає лічильники електроенергії, пристрої збору та передачі даних, модеми, перетворювачі та інше.

Переваги цього методу включають надійну передачу даних між пристроями на різних рівнях, а також можливість паралельного з'єднання великої кількості пристроїв за допомогою обмеженої кількості проводів.

Однак **недоліком** є необхідність прокладання додаткових низьковольтних кабелів та невелика кількість опитуваних лічильників.

Після проведення аналізу характеристик різних технологій для створення системи автоматизованого комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ), ми обираємо найбільш оптимальний варіант. З серед розглянутих систем АСКОЕ для нашого населеного пункту найбільше підходить технологія PLC – для передачі даних від лічильників абонентів до контролера збору даних, який встановлений на ТП, а для передачі даних від контролера до енергопостачальної компанії будемо

користуватися мобільним зв'язком оператора. Незважаючи на те, що у даному типі є деякі недоліки, вони не мають критичного значення для нашого об'єкту.

Для того, щоб визначити найкращого оператора для передачі даних на високому рівні, треба проаналізувати основних операторів в Україні.

Основним операторами в Україні є: Київстар, Водафон і Лайф.

Для передачі даних на високому рівні можна використовувати мережу якогось одного оператора або всіх одразу, в залежності який оператор має краще покриття в тому чи іншому районі. Роботу з ними можна організувати двома способами:

- 1) Кожна сімкарта підключається, як окремий номер та абонплата знімається з неї.
- 2) Всі сімкарти підключаються до одного корпоративного рахунку та абонплата за всі сімкарти знімається з нього.

Розглянемо карту покриття Києва оператором Kyivstar, Vodafone і Life.

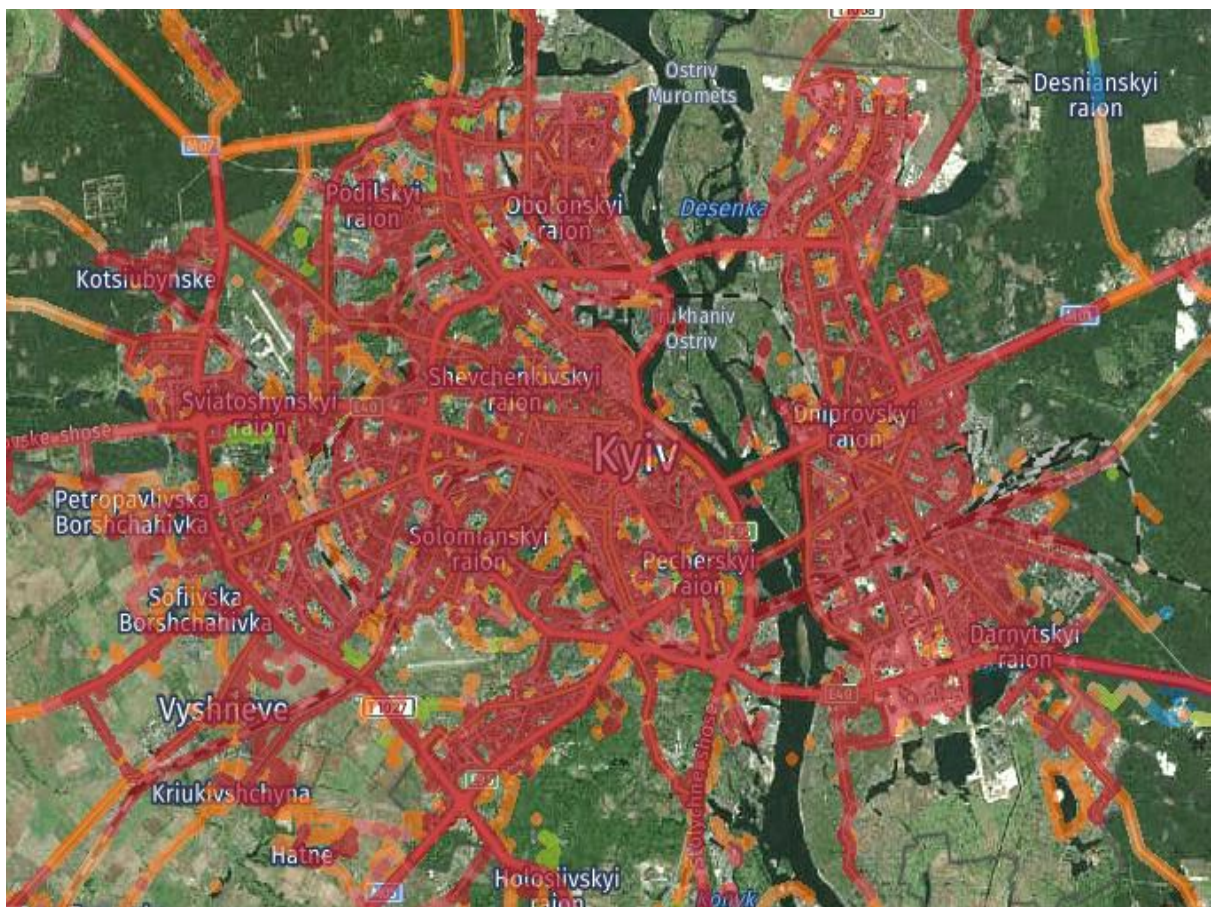


Рис. 7.1.4 Карта покриття Києва оператором Kyivstar

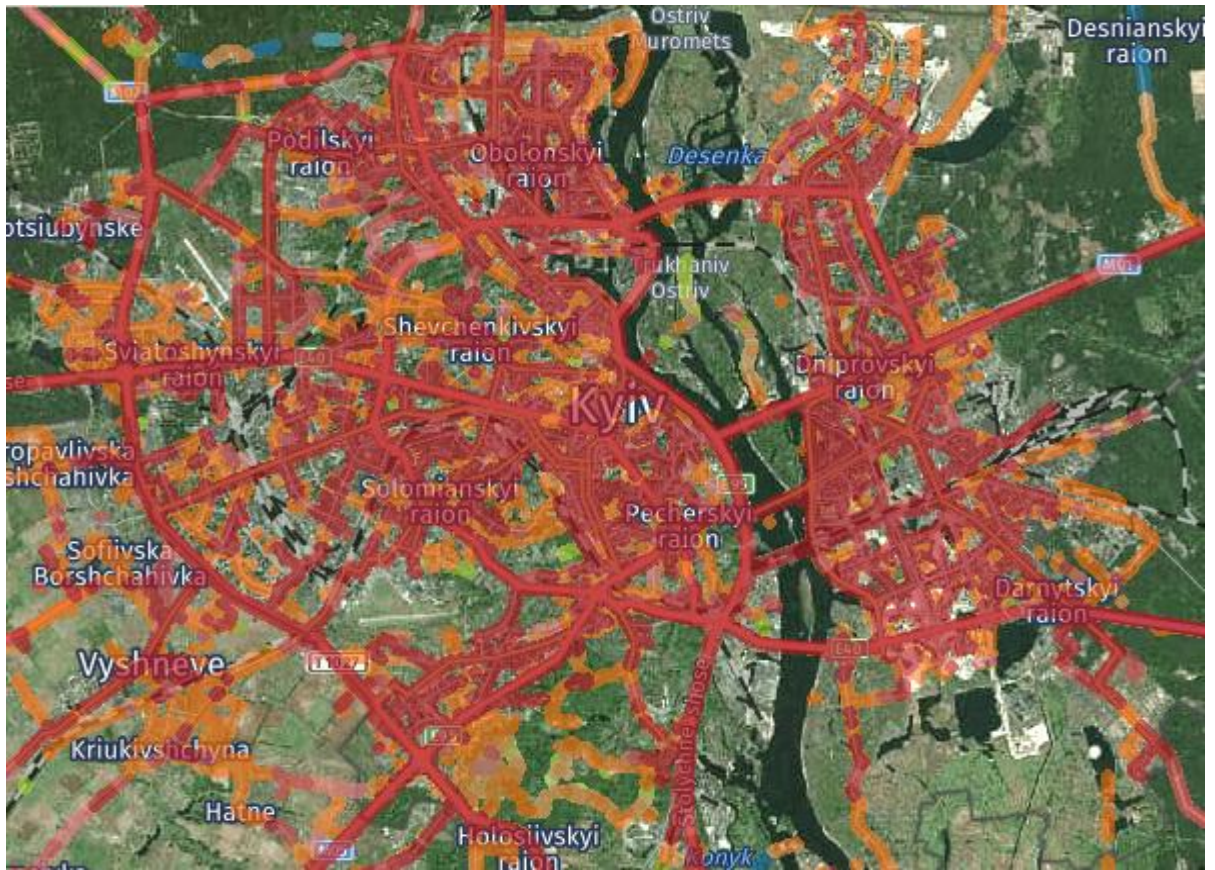


Рис. 7.1.5 Карта покриття оператором Vodafone

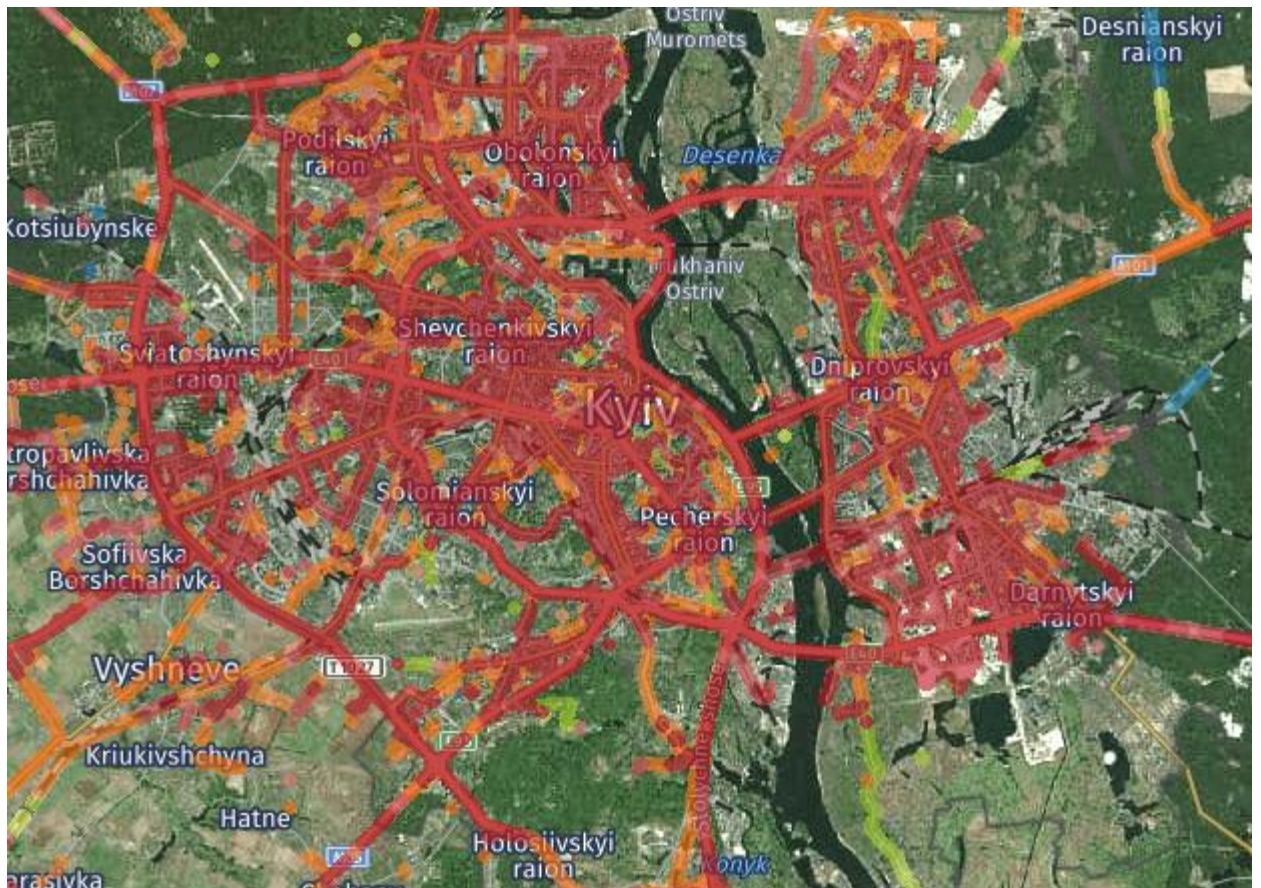


Рис. 7.1.6 Карта покриття оператором Life

Як видно з рис. 7.1.4, 7.1.5, 7.1.6 найбільшу зону покриття в Києві має Київстар, потім йде Водафон і Лайф. Тому, в якості основного оператора будемо використовувати Київстар та Водафон. Обираємо не менше 2 операторів для того, щоб система працювала навіть в непередбачуваних обставинах, як наприклад кібератака на Київстар 12 грудня 2023 році.

Розберемо більш детально про PLC.

PLC (Power Line Communication) - це інноваційна телекомунікаційна технологія, яка базується на використанні електричних мереж для обміну інформацією. У цій технології, яка ґрунтується на частотному поділі сигналу, високошвидкісний потік даних розбивається на кілька низькошвидкісних, кожен з яких передається на окремій частоті з подальшим їх об'єднанням в один сигнал. Мережа може передавати як голосові (аудіосигнали), так і дані, що накладаються на аналоговий сигнал поверх стандартного змінного струму з частотою 50 Гц або 60 Гц.

На початку цього століття технологія передачі даних по електричних мережах почала отримувати широке визнання та розповсюдження. Розвиток PLC-технології був сприяний появою відповідної елементної бази, включаючи сигнальні процесори, за допомогою яких були реалізовані складні методи модуляції сигналу. Це, в свою чергу, призвело до покращення надійності передачі інформації.

PLC включає BPL та NPL. Broadband over Power Lines (BPL) - передача широкопasmового сигналу через лінії електропередачі, забезпечуючи швидкість передачі даних понад 1 Мбіт в секунду, та NPL, або Narrowband over Power Lines - передача вузькопasmового сигналу через лінії електропередачі з меншою швидкістю передачі даних.

Особливості електричних мереж включають:

- високий рівень шумів та швидке згасання високочастотного сигналу;
- непостійність ліній зв'язку.

Такі умови експлуатації електричних мереж потребують застосування різних методів компенсації, таких як встановлення фільтрів. Це призводить до суттєвого обмеження використання технології PLC та підвищення вартості відповідного обладнання.

Однією з головних проблем є зношеність електропроводки в старих багатоквартирних будинках. Ще до цього часу у цих будівлях використовуються алюмінієві дроти, які мають меншу електропровідність порівняно з мідними. Крім того, скрутки проводів, які часто присутні у домашній проводці, також негативно впливають на передачу сигналу. Тому технологія PLC найбільш ефективно використовується у новобудовах, де найчастіше використовуються мідні дроти та сучасні технології їх з'єднання та підключення.

Перешкоди від різних електроприладів, таких як лампи денного освітлення (зокрема світлодіодні) та інші пристрої, значно впливають на достовірність передачі даних, створюючи перешкоди (шуми) в електричних лініях.

Рівень постійного шуму залежить від якості прокладки електричних ліній. Важливо пам'ятати, що спочатку лінії електропередачі проектуються для передачі енергії, а не для передачі даних, тому питанню зниження рівня шуму зазвичай приділяється мало уваги при розробці електричної мережі і тому вирішення цієї проблеми частково покладається на енергопостачальну компанію.

Для вибору лічильників звертаюсь до каталогу заводу виробника НІК. На даний момент в Києві, ДТЕК надає перевагу встановленню лічильників і обладнання типу EL-GAMA, я все ж надаю перевагу вітчизняній продукції. Оскільки НІК до тепер має стабільну та функціонуючу систему в країні.

Для квартир вибираю однофазний лічильник прямого включення НІК 2104 та трифазний лічильник прямого включення НІК 2303. Для адміністративних будівель також приймаємо для встановлення ці лічильники в залежності від схеми підключення.



Рис. 7.1.7 Лічильник електроенергії НІК 2104

Характеристики лічильника НІК 2104:

- Номінальна напруга – 220 В, 230 В, 240 В;
- Допустиме відхилення напруги - -20%...+15%;
- Частота 50 Гц;
- Номінальний струм – 5 А;
- Максимальний струм – 60, 80, 100 А;
- Передаточне число – 6400 имп/(кВт*час);
- Повірочний інтервал – 16 років;
- Термін служби – 30 років.

Особливості: широкий вибір комунікаційних інтерфейсів, рахує активну і реактивну енергію, 4 тарифи/12зон; два вимірювальні елементи, функція передплати; контроль якості напруги; оптичний порт; реле відключення навантаження; індикатори впливу магнітного та електромагнітного полів; датчики механічного втручання; батарейний режим (2 батарейки); захист даних шифрування; дистанційна зміна програмного забезпечення; кнопка RESET з параметризацією; миттєві значення потужності, напруги, сили струму.



Рис. 7.1.8 Лічильник електроенергії НІК 2303

Характеристики лічильника НІК 2303:

- вимір активної і реактивної енергії в прямому і зворотному напрямку, по одному або декільком тарифами в трифазних трипровідних і чотирипровідних ланцюгах змінного струму, з безпосереднім підключенням по напрузі і струму;
- клас точності для вимірювання активної енергії - 1,0 (ДСТУ 30207 та ДСТУ ІЕС 62053-21);
- номінальну напругу – 3x220 / 380 В;
- частота – 50 Гц;
- номінальна сила струму – 5 А;
- максимальна сила струму – 120 А;
- наявність оптичного порту для програмування і зчитування даних;
- для багатотарифного виконання: до 4-х тарифів і 12-ти тимчасових зон з автоматичним переходом на зимовий і літній час;
- ступінь захисту – IP54 (ГОСТ 14254);

- кількість розрядів лічильного механізму – 6+2;
- міжповірочний інтервал – 16 років;
- середній термін експлуатації (до першого капітального ремонту) – 24 роки.
- Основні переваги даного засобу обліку:
- Розширений діапазон робочих напруг (3x140 / 242 В - 3x270 / 467 В);
- Встановлене реле управління навантаженням до 80 А;
- Підвищена ступінь захисту від впливу постійних і змінних магнітних полів;
- Технологічний запас по класу точності не менше 50%;
- Мале власне енергоспоживання;
- Зварні шви корпусу;
- Можливість установки модуля підсвічування РКІ;
- Індикація впливу магнітного поля з величиною індукції понад 100 мТл;
- Індикація впливу електромагнітного поля напруженістю понад 10 В / м в діапазоні частот 80-500 МГц;
- Захист від розкрадань енергії: індикація неправильних підключень, зворотного напрямку струму;
- Зберігання в незалежній пам'яті подій з міткою дати і часу;
- Можливість відключення навантаження споживача при перевищенні встановлених значень: ліміту потужності, сили струму і напруги, впливу постійного магнітного поля більше 100 мТл та електромагнітного поля більше 10 В / м, відключення за несплату;
- Встановлено модуль PLC для дистанційного зчитування даних, програмування лічильників і застосування їх в АСКОЕ.

Після вибору лічильників, приступаю до вибору пристрою збору і передачі даних. Вибираю контролер збору даних НІК КС-02.

Контролер являє собою автономний пристрій, призначений для дистанційного збору, накопичення і передачі інформації на сервер про спожиту електричну енергію з однофазних і трифазних лічильників електричної енергії з однофазних і трифазних лічильників електричної енергії.

Працюючи в АСКОЕ, контролер отримує дані як з самих лічильників електроенергії, так і з комутаційних контролерів, які можуть бути встановлені в системі, як проміжні ланки між лічильниками і контролером збору даних.

Керування приладом здійснюється дистанційно, через Ethernet мережу або GPRS зв'язок. Передбачено також можливість безпосереднього керування контролером з комп'ютера за допомогою під'єднаної консолі.

Дані зберігаються на внутрішньому флеш-диску (КС-02: 300 Мб, КС-03: до 4 Гб).

Є можливість підключення зовнішнього флеш-диска для збереження бази даних.

Особливість нового контролера полягає в тому, що тепер не потрібно встановлювати 2 додаткових комутаційних контролера, які допомагали старій версії контролера збирати дані з різних ввідів. Тепер в ньому встановлені 2 інтерфейса PLC і два вводи.

На рис. 7.1.9 наведено зовнішній вигляд контролера.



Рис. 7.1.9 Контролер збору і передачі даних КС-02

Схема підключення контролера відображена на рис. 7.1.10

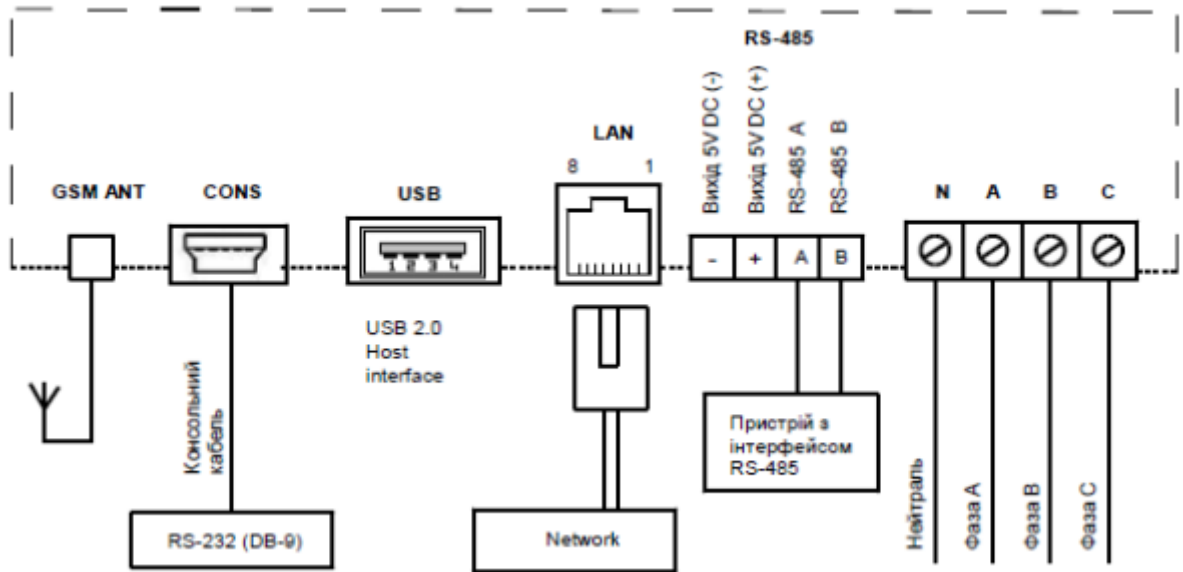


Рис. 7.1.10 Схема підключення контролера НІК КС-02

Технічні характеристики контролера наведені в таблиці 7.1.

Табл. 7.1 Характеристики контролера НІК КС-02

Максимальна кількість лічильників, що можуть одночасно з'єднуватись з контролером, шт	1000
Об'єм енергонезалежної пам'яті контролера, МБ	300
Об'єм оперативної пам'яті, МБ	60
Частота центрального процесора, МГц	180
Робоча частота радіомодуля, ГГц	2,4
Робочі діапазони GSM/GPRS модема, МГц	900/1800/1900
Вихідна потужність радіомодуля, dBm	+17
Клас GPRS зв'язку	B
Відповідність класам GSM	Class 4 (2 W @ 900 MHz) Class 1 (1 W @ 800/1900MHz)
Смуга робочих частот PLC модема, кГц	65 - 95
Номинальна напруга живлення $U_{ном}$, В	220
Номинальний струм споживання $I_{ном}$, мА	50
Робочий діапазон напруг при живленні від однофазної мережі, В	від 143 до 420
Робочий діапазон напруг при живленні від трифазної мережі, В	від 143 до 300
Потужність споживання, Вт	не більше 20
Номинальна частота мережі, Гц	50
Діапазон температури, °С: - робочий; - зберігання	від мінус 25 до плюс 70 від мінус 45 до плюс 80
Відносна вологість повітря при температурі плюс 30 °С, %	не більше 95

Контролер встановлюється в окремій шафі АСКОЕ наведеній на рис. 7.2



Рис. 7.2 Шафа АСКОЕ

Оскільки кожен лічильник обладнаний оптопортом, то для налаштування лічильників для роботи в системі АСКОЕ будемо використовувати оптоголовку виробництва НІК. Сама оптоголовка наведена на рис. 7.3.



Рис. 7.3 Оптична головка НІК ОР-03

Список використаної літератури

1. ДБН В.2.5-23-2003. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення. – К., 2004
2. Правила улаштування електроустановок. – Видання офіційне. Міненерговугілля України. -Х.: Видавництво «Форт» 2017. – 760 с.
3. Довідник з електропостачання промислових підприємств. Електрообладнання та автоматизація / за редакцією А. А. Федорова - М.: Энергоатомиздат, 1981
4. Електрична частина станцій і підстанцій /Неклепаєв Б.Н., Крючков І.П. - М.: Энергоатоміздат, 1989.
5. І.Є. Цигельман. Електропостачання цивільних будівель і комунальних підприємств: Підручник для технікумів. - 2-е видання, виправлене і доповнене - М.: Вища школа, 1982 р.
6. Довідкові дані (таблиці) до виконання практичних занять, контрольних і самостійних робіт, курсового проекту з дисципліни «Системи електропостачання». – К., 2014
7. Методичні вказівки та завдання до практичних занять з курсу «Електропостачання та електрозбереження». Харків – 2015
8. Праховник А.В. Концептуальні положення побудови АСКОЕ в умовах запровадження перспективних моделей енергоринку України. Праховник А.В., Коцар О.В. – Енергетика та електрифікація. – 2009.- № 2. – С.45-50
9. <https://nik-el.com/ru>
10. <https://nik.net.ua/ru>
11. <https://www.nperf.com/uk/map/UA/-/65222.Kyivstar-Mobile/signal/?ll=50.41989391200375&lg=30.55229187011719&zoom=11>