

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лекційних занять з дисципліни

"СПЕЦІАЛЬНІ ПИТАННЯ ЕЛЕКТРОПОПОСТАЧАННЯ"

(для здобувачів другого магістерського рівня вищої освіти спеціальності 141

«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»)

(Електронне видання)

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні кафедри

електричної інженерії

Протокол № 6 від 20.01.2022 р.

Сєвєродонецьк – 2022

УДК 621.313.

Методичні вказівки до лекційних занять з дисципліни "Спеціальні питання електропостачання ". (для здобувачів другого магістерського рівня вищої освіти спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка») (Електронне видання) / Уклад.: К.В. Філімоненко – Сєверодонецьк: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2021. – 27 с.

Методичні вказівки призначені для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм навчання, які вивчають дисципліну " Спеціальні питання електропостачання". Методичні вказівки містять теми за якими проводять лекції такими розділами: 1. Загальна характеристика систем електропостачання. 2. Електроприймачі будинків і будівель. 3. Електричні навантаження.

Методичні матеріали розраховані на студентів вищих навчальних закладів.

Укладачі

К. В. Філімоненко к.т.н., доц.

Н. М. Філімоненко к.т.н., доц.

Рецензент

В. І. Соколов, д.т.н., проф.

ЗМІСТ

ТЕМА 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ.....	4
1.1 Основні поняття і визначення.....	4
1.2 Структура електричних мереж у містах.....	8
1.3 Види електричних мереж і їх напруги.....	10
ТЕМА 2. ЕЛЕКТРОПРИЙМАЧІ БУДИНКІВ І БУДІВЕЛЬ.....	13
2.1 Категорії електроприймачів.....	13
2.2 Загальна характеристики електроприймачів.....	16
2.3 Технічні характеристики електроприймачів.....	21
2.4 Режими роботи електроприймачів.....	22
2.5 Електричне освітлення.....	24
ТЕМА 3. ЕЛЕКТРИЧНІ НАВАНТАЖЕННЯ.....	29
3.1 Розрахункові навантаження та методи їхнього визначення.....	29
3.2 Навантаження житлових будинків.....	36
3.3.Розрахунок навантаження громадських будинків та споруд.....	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	56

ТЕМА 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

1.1 Основні поняття і визначення

На території міст і у сільській місцевості розташовані різноманітні об'єкти (споживачі), які використовують електричну енергію для реалізації технологічних процесів. Електроспоживачі розміщуються в будівлях і спорудах на території підприємств, будівельних майданчиків, житлових будинків тощо. Основна питома вага в споживанні електричної енергії припадає на міста, на території яких розташовані основні промислові підприємства і проживає більша частина населення країни.

У системі електропостачання об'єктів виділяють наступні групи електроустановок: з виробництва електроенергії - *електричні станції*; з перетворення і розподілу електроенергії – *електричні підстанції*; з транспортування (розподілу) електроенергії – *лінії електропередачі (ЛЕП)*, з споживання електроенергії – *приймачі електроенергії*.

Тлумачення понять (категорій) систем електропостачання та електроспоживання наведено у Правилах улаштування електроустановок (ПУЕ), державних будівельних нормах (ДБН), інструкціях і методичних рекомендаціях з проектування, улаштування і експлуатації електроустановок. Розглянемо деякі з них.

Під **електричною установкою** розуміють сукупність машин, апаратів, ліній і допоміжного обладнання (разом зі спорудами і приміщеннями, в яких вони встановлені), призначених для виробництва, перетворення, трансформації, передачі, розподілу електричної енергії і перетворення її на інший вид енергії.

Електричною станцією (ЕС) називається сукупність обладнання, на якому виробляється електрична енергія. На електричних станціях різноманітні види енергії (топлива, напору води, вітру, атому) перетворюються на електричну

енергію. Залежно від виду первинної енергії розрізняють теплові, гідравлічні, повітряні, атомні електростанції.

Електрична (трансформаторна) підстанція (ТП) – електроустановка, призначена для перетворення (підвищення або зниження) напруги в мережі змінного струму і розподілу електроенергії. ТП складається з силових трансформаторів, розподільного пристрою (РП), пристрою автоматичного управління і захисту, а також допоміжних споруд.

Приймачем електричної енергії (електроприймачем) називають апарат, агрегат, механізм призначений для перетворення електричної енергії на інший вид енергії (механічну, теплову, хімічну, світлову, енергію електростатичного чи електромагнітного полів).

За технологічним призначенням приймачі електричної енергії розрізняються залежно від виду енергії, на яку цей приймач перетворює електричну енергію: електродвигуни приводів машин і механізмів, електротермічне обладнання, електрохімічні, пристрої електростатичного і електромагнітного полів, електрофільтри та ін. Електроприймачі характеризуються номінальними параметрами: напругою, струмом, потужністю тощо.

Електроприймач або група електроприймачів, об'єднаних технологічним процесом, розташованих на визначеній території і приєднаних за допомогою електричних мереж до спільного пункту живлення називається **електроспоживачем**.

Сукупність електричних станцій, ЛЕП, підстанцій і приймачів, об'єднаних спільним і безперервним процесом виробництва, перетворення, передачі, розподілу і споживання електроенергії називається **електроенергетичною системою**.

Частина електроенергетичної системи, яка об'єднує електричне устаткування для передачі і розподілу електроенергії на визначеній території і включає підстанції і розподільні пристрої, з'єднані лініями електропередач, називається **електричною мережею**.

Схему виробництва електричної енергії показано на рис.1.1. Електрична

енергія, вироблена генератором електричної станції G, через підвищуючий трансформатор підстанції ТП, потрапляє в магістральні лінії електропередачі енергосистеми. Генерація, залежно від виду електростанції і її потужності, відбувається на напругах 6,3; 10,4 або 20,5 кВ. На підстанції ТП вона підвищується до 110, 330, 500, 750 кВ, що забезпечує зменшення втрат електроенергії під час її передачі на великі відстані (сотні км).

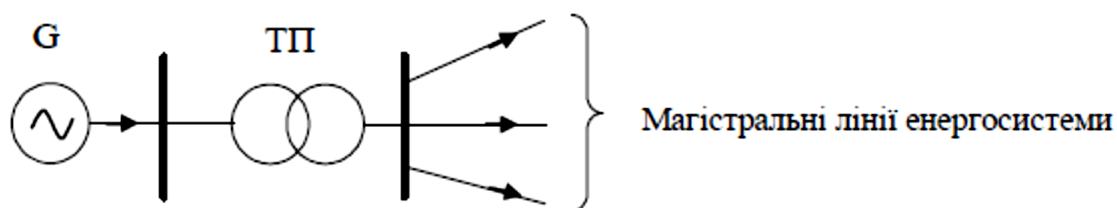


Рис. 1.1 – Схема виробництва електричної енергії

Під **системою електропостачання** розуміється сукупність електричних мереж і трансформаторних підстанцій, розташованих на певній території і призначених для електропостачання споживачів цієї території.

Система електропостачання міста охоплює всіх споживачів міста, включаючи адміністративні, комунально-побутові, промислові, електричний транспорт, житловий сектор.

Малі міста і селища міського типу, розташовані біля великих промислових підприємств, найчастіше одержують електроенергію від системи електропостачання підприємств, а промислові підприємства, що розташовані у великих містах, як правило, отримують електроенергію від системи електропостачання міста. Тому в більшості випадків системи електропостачання міст і промислових підприємств тісно пов'язані й безпосередньо впливають одна на одну.

Система обмежена, з одного боку, джерелами живлення, з другого – вво-

дами електричних мереж до споживачів. Основні показники системи визначаються місцевими умовами: розмірами міста, наявністю джерел живлення, характеристиками споживачів і тощо.

На схемі (рис.1.2) показано фрагмент схеми електропостачання, де джерелами живлення є місцева електростанція I і районна знижувальна підстанція II), яка отримує електроенергію від енергосистеми. Зазвичай ці джерела використовуються також і для електропостачання промислових підприємств, розташованих на території міста. Живлення електроспоживачів міста забезпечують розподільними мережами (РМ) з напругою 10(6)* кВ і 0,4 кВ. Трансформаторні підстанції (ТП) живлять розподільну мережу загального користування 0,4 кВ (380/220 В), схема будови якої залежить від характеру електроспоживачів.

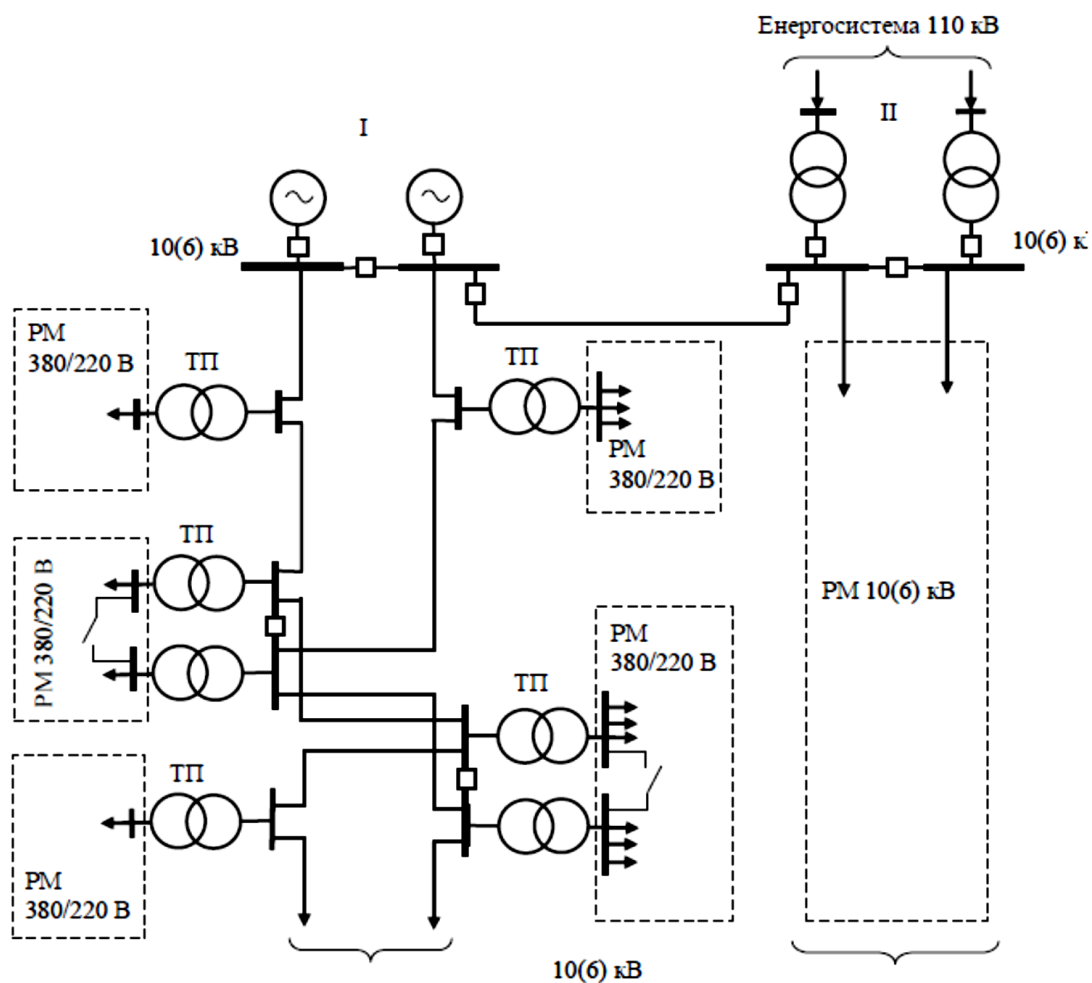


Рис. 1.2 – Фрагмент схеми електропостачання міста

1.2 Структура електричних мереж у містах

Система електропостачання міських споживачів, особливо на території великих міст, являє собою сукупність багатьох ТП та електричних мереж різних напруг (рис. 1.3). Джерелом живлення цієї системи є місцеві електростанції, понижуючі підстанції з розподільними пристроями, а також власні стаціонарні і пересувні електричні станції.

Загальну систему електропостачання поділяють на дві частини. До першої відносять електричні мережі та знижувальні підстанції 35-110 кВ (зона А на рис. 1.3). Сукупність цих мереж називається **електропостачальними мережами**. Збірні шини 10(6) кВ підстанції є **центрами живлення (ЦЖ)** міських мереж. Електропостачальні мережі виконують функцію розподілу енергії між районами міста.

До другої частини системи електропостачання відносять **мережі живлення 10(6) кВ** та **мережі розподілу 10-0,4 кВ** (зони Б, В, Г, Д на рис. 1.3). Ця частина системи електропостачання призначена для розподілу енергії безпосередньо серед споживачів. Межі цієї частини починаються на збірних шинах 10 (6) кВ центрів живлення і закінчуються на вводі до споживача (підключення до ввідно-розподільного пристрою (ВРП) споживача).

Для великих міст побудову мережі 10(6) кВ виконують за дволанцюговим принципом: мережі живлення 10(6) кВ (зона Б на рис. 1.3), мережі розподілу такої ж напруги (зона В на рис. 1.3).

Цей принцип передбачає спорудження так званих розподільних пунктів. **Розподільним пунктом (РП)** міської електричної мережі називається розподільна мережа, яка починається безпосередньо з шини 10 (6) кВ ЦЖ. На рис. 1.3 показані розподільні пункти РП1 – РП4.

Розподільною мережею 10(6) кВ відбувається живлення ТП, котрі, в свою чергу, можуть використовуватись для живлення розподільної мережі 0,4 кВ загального користування. Такі ТП на рис. 1.4 позначені ТП1. Від цієї ж мережі

може здійснюватися живлення підстанцій або ввідно-розподільних пристроїв (ВРП) окремих споживачів.

Головним завданням міських електромережєвих підприємств є забезпечення споживачів електричною енергією нормованої якості при необхідному ступені надійності.

** Переважно застосовуються мережі напругою 10 кВ. Мережі 6 кВ за умов економічної ефективності поступово переводяться на напругу 10 кВ.*

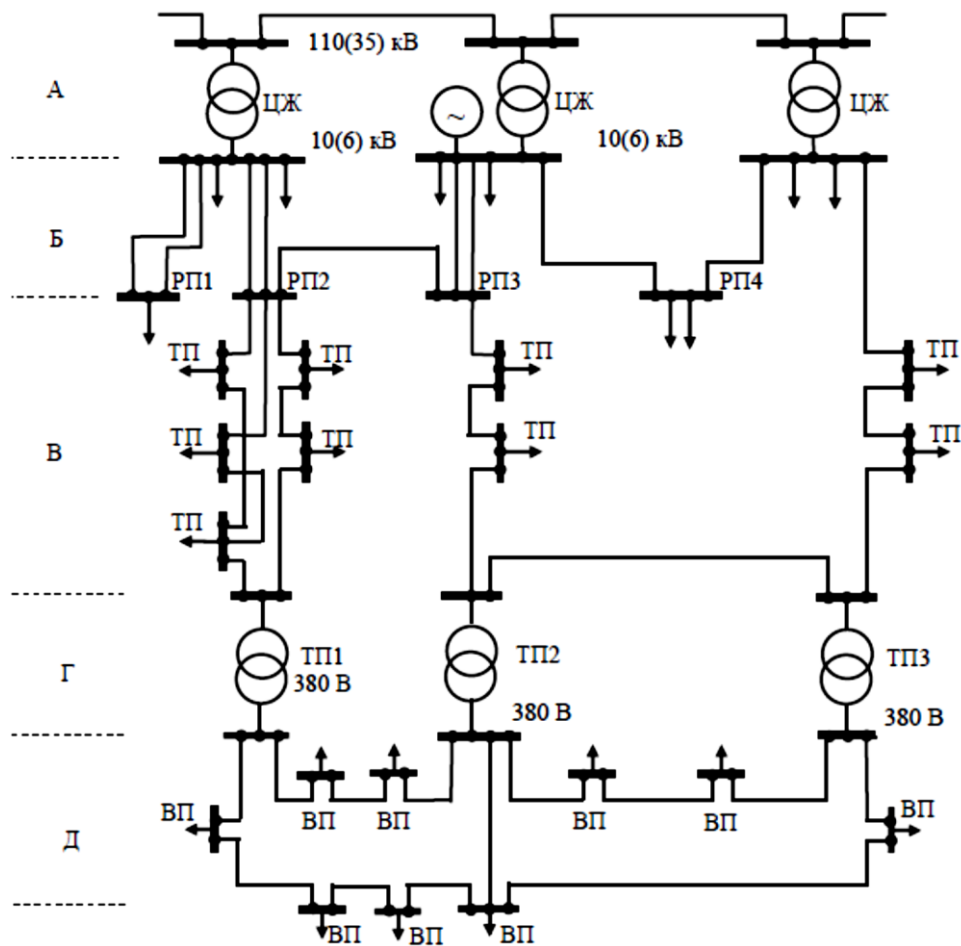


Рис.1.3 – Фрагмент системи електропостачання міста

Для транспортування і розподілу електроенергії застосовують повітряні або кабельні лінії електропередачі (ЛЕП) високої та низької напруги. До ліній

високої напруги відносять лінії з напругою понад 1000 В, до ліній низької напруги – лінії з напругою до 1000 В. Класифікація ЛЕП за призначенням наведена у табл. 1.1.

1.3 Види електричних мереж і їх напруги

Електричні мережі підрозділяють за наступними ознаками.

Напруга мережі. Мережі з напругою до 1кВ – низьковольтні або низької напруги (НН), з напругою вище 1 кВ – високовольтні або високої напруги (ВН).

Рід струму. Розрізняють мережі постійного і змінного струму. Електричні мережі головним чином виконуються за системою трифазного змінного струму, який має багато переваг порівняно з постійним струмом.

Таблиця 1.1 – Класифікація ЛЕП

ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ І ОСНОВНЕ ПРИЗНАЧЕННЯ	Номінальна напруга, кВ	Потужність передачі, МВА	Довжина лінії, км
Електропостачання окремих приймачів, розподіл електричної енергії усе- редині підприємств.	до 1	до 0,1	до 3
Електропостачання промислових та сільськогосподарчих споживачів, розподіл електричної енергії усередині крупних підприємств.	1 - 10	0,1 - 3	15 - 30
Розподіл електричної енергії у містах і великих населених пунктах, електропостачання великих віддалених будівельних майданчиків і сільських об'єктів.	20 - 35	2 - 15	30 - 100

Розподіл електричної енергії усередині енергосистем і підприємств електричних мереж, електропостачання віддалених сільських споживачів і віддалених промислових комплексів, розподіл електричної енергії усередині великих міст.	110, 150	15 - 100	100 - 300
Розподіл електричної енергії усередині крупних енергосистем, електропостачання віддалених крупних і віддалених споживачів від енергосистем і електричних станцій.	220, 330	110 - 600	300 - 1000
Магістральні ЛЕП	500, 750	понад 600	понад 1000

Призначення. За характером приймачів і призначенням території, на якій вони розташовані, розрізняють електричні мережі у містах, на промислових підприємствах, у сільській місцевості, мережі електричного транспорту.

Розрізняють також: **районні електричні мережі**, які призначені для з'єднання крупних електричних станцій і підстанцій на напругах вище 35 кВ; **мережі міжсистемних зв'язків**, які з'єднують електроенергетичні системи на напругах 330, 500 і 750 кВ.

Розрізняють також розподільні і живлячі електричні мережі.

Електричне обладнання, що застосовується в електричних системах, характеризується номінальною напругою. При номінальній напрузі електроустановки працюють в нормальному економічному режимі.

Генератори електростанцій і вторинні обмотки трансформаторів знаходяться на початку мережі, яку вони живлять, і їх напруги повинні бути вище номінальної напруги приймачів на величину втрат напруги в мережі. Номінальну напругу вторинних обмоток трансформаторів приймають на 5 – 10% вище номінальної напруги електроприймачів.

Значення напруг, які застосовуються в електричних мережах, наведені в табл.1. 2.

Таблиця 1.2 – Номінальні напруги електричних мереж

Номінальні напруги при ймачів і мережі, кВ	Номінальні міжфазні напруги на зажимах, кВ		
	генераторів	трансформаторів	
		первинні обмотки	вторинні обмотки
0,22	0,23	0,22	0,23
0,38	0,4	0,38	0,4
0,66	0,69	0,66	0,69
6	6,3	6	6,3
10	10,5	10	10,5
20	21	20	22
35	-	35	38,5
110	-	110	115
220	-	220	230
330	-	330	347
500	-	500	-
750	-	750	-

ТЕМА 2. ЕЛЕКТРОПРИЙМАЧІ БУДИНКІВ І БУДІВЕЛЬ

2.1 Категорії електроприймачів

За ступенем надійності електропостачання електроприймачі (електроустановки будинків, будівель і підприємств) поділяють на три категорії.

Електроприймачі I категорії – це електроприймачі, перерва електропостачання яких може становити загрозу для життя людей, спричинити значний збиток економіці держави, викликати пошкодження дорогого обладнання та масовий брак продукції, розлад складного технологічного процесу, порушення функціонування особливо важливих елементів комунального господарства.

У складі електроприймачів I категорії виділяють **особливу групу** електроприймачів, безперебійне електропостачання яких необхідне для безаварійної зупинки виробництва з метою запобігання загрозі життю людей, вибухів, пожеж і пошкодження дорогого основного обладнання.

До **електроприймачів II категорії** відносять електроспоживачі, перерва електропостачання яких призводить до масового недовиробництва продукції, масовим простоям робітників, механізмів і промислового транспорту, порушення нормальної діяльності значної кількості міських і сільських мешканців.

Усі інші електроприймачі, які не підпадають під визначення 1 і 2-ї категорій відносять до **електроприймачів 3-ї категорії**.

Електроприймачі 1-ї категорії отримують електричну енергію від двох незалежних взаємо резервованих джерел живлення, і перерва їхнього електропостачання при порушенні електропостачання від одного з джерел живлення допускається лише на час автоматичного відновлення живлення.

Незалежним джерелом живлення називається джерело живлення, на якому зберігається напруга в межах, регламентованих ПУЕ для післяаварійного режиму, при зникненні її на іншому або інших джерелах живлення цих електроприймачів.

Для електропостачання особливої групи електроприймачів I категорії передбачається додаткове живлення від третього незалежного взаєморезерво-

ваного джерела живлення. Таким джерелом живлення можуть бути дизельні електростанції, акумуляторні батареї.

Електропостачання приймачів II категорії надійності здійснюється від двох незалежних взаєморезервованих джерел. Перерва в їх електропостачанні допускається на час, необхідний для вмикання резервного живлення черговим персоналом або виїзною оперативною бригадою.

Електропостачання приймачів 3-ї категорії може здійснюватись від одного джерела живлення за умови, що перерва електропостачання, яка необхідна для ремонту і заміни пошкодженого елемента системи електропостачання, не перевищує однієї доби.

У містах найбільш характерними електроприймачами I категорії є:

- електроприймачі операційних і пологових блоків, відділень анестезії, реанімації та інтенсивної терапії, кабінетів лапароскопії, бронхоскопії й ангіографії та інші, від безперервної роботи яких безпосередньо залежить життя хворих;
- електроприймачі протипожежного устаткування, сигналізація загазованості, лікарняні ліфти, аварійне освітлення, охоронна сигналізація лікувально-профілактичних та санаторних закладів;
- електроприймачі протипожежного устаткування, сигналізація загазованості, ліфти, аварійне і евакуаційне освітлення, вогні світлового огороження у житлових, громадських будинках і гуртожитках заввишки понад 16 поверхів;
- електроприймачі протипожежного устаткування, сигналізація загазованості, ліфти, аварійне і евакуаційне освітлення, охоронна сигналізація у будинках установ, організацій, офісів з чисельністю працюючих понад 2000 осіб, незалежно від кількості поверхів;
- електроприймачі протипожежних установок, сигналізація загазованості, ліфти, аварійне і евакуаційне освітлення, охоронна сигналізація у готелях (мотелях), будинках відпочинку, пансіонатах і турбазах з кількістю місць понад 1000 або в будівлях понад 16 поверхів заввишки, незалежно від кількості місць;
- електроприймачі протипожежних установок, сигналізація загазованості, аварійне освітлення, охоронна сигналізація у будинках навчальних закладів, у

яких навчається понад 1000 осіб;

- електроприймачі протипожежних установок, сигналізація загазованості, аварійне освітлення, охоронна сигналізація у будинках культурно-видовищних закладів, закладів дозвілля, культових закладів, критих спортивних споруд.

До електроприймачів другої категорії відносять:

- житлові будинки до 16 поверхів заввишки включно з електроплитами і електроводонагрівачами для гарячого водопостачання, за винятком одновосьмиквартирних будинків;

- житлові будинки понад 5 поверхів заввишки з плитами на природному, скрапленому газі або твердому паливі;

- будинки гуртожитків до 16 поверхів заввишки та загальною місткістю понад 50 осіб;

- будинки установ, організацій, офісів до 16 поверхів заввишки включно з чисельністю працюючих від 50 до 2000 осіб;

- готелі (мотелі), будинки відпочинку, пансіонати і турбази з кількістю місць від 200 до 1000;

- медичні заклади, аптеки;

- будинки навчальних закладів, в яких навчається від 200 до 1000 осіб;

- електроприймачі протипожежних установок, сигналізація загазованості, аварійне освітлення, охоронна сигналізація універсамів, торговельних центрів і магазинів з торговими залами загальною площею понад 2000 м²;

- торговельні заклади з торговою площею від 250 до 2000 м² включно;

- заклади громадського харчування з кількістю посадкових місць від 100 до 500 включно;

- деякі інші.

До електроприймачів III категорії відносять:

- житлові будинки до 5 поверхів заввишки включно з плитами на природному, скрапленому газі або твердому паливі;

- житлові одно- восьми квартині будинки, в тому числі з електроплитами і

електроводонагрівачами для гарячого водопостачання;

- будинки гуртожитків заввишки до 5 поверхів загальною міскістю до 50 осіб включно;
- будинки навчальних закладів, в яких навчається до 200 осіб включно;
- готелі, будинки відпочинку, пансіонати і турбази з кількістю місць до 200 включно.

Повний перелік електроприймачів будинків і споруд, що відносяться до I, II і III категорій надійності електропостачання наведено у ПУЕ:

2.2 Загальна характеристика електроприймачів

Територія міст і населених пунктів за призначення поділяється на кілька зон:

- промислову, в якій розміщені промислові, енергетичні та інші підприємства, а також пов'язані з ними транспортні та інші об'єкти;
- сельбищну, в якій розміщені житлові райони, мікрорайони, громадські будинки та споруди;
- комунально-складську, в якій розміщуються склади, гаражі, трамвайно-тролейбусні та автобусні парки, автобази, тощо;
- зовнішнього транспорту, в якій розміщуються вокзали, порти, пристані тощо;
- місця відпочинку населення, які відводяться в межах населеного пункту.

Основною структурною одиницею сельбищної зони є мікрорайон, на території якого розміщуються житлові будинки, дитячі та освітні заклади, під обслуговування населення мікрорайону. Чисельність населення мікрорайону, як правило, від 6 до 12 тис. людей, а при висотній забудові – до 16 тис. людей.

Мікрорайони об'єднуються в житловий район з чисельністю населення 24-36 тис. людей, а при висотній забудові – до 60 тис. людей.

Житловий район звичайно має громадський центр, до складу якого входять

театри, кінотеатри, торгівельні центри (рис.2.1) та інші культурно-побутові заклади для обслуговування населення житлового району.



Рис.2.1 – Будівля торгівельно-розважального центру Дафі у м. Харков

За характером електропостачання і призначенням усі споживачі електричної енергії міста поділяються на такі групи:

- споживачі сельбищних зон;
- промислові споживачі;
- комунальні загальноміські споживачі (водопровід, водовідвід, міський електротранспорт);
- споживачі приміських районів.

Споживачі сельбищної зони, в свою чергу, поділяються на такі групи:

- електроприймачі квартир;
- електроприймачі загального будинкового призначення;
- електроприймачі громадських і культурно-побутових підприємств, а також установ сельбищної зони.

2.2.1.Електроприймачі квартир. Характерними споживачами електроенергії у квартирах є: електричне освітлення, електронагрівальні прилади, холодильники і морозильні камери, кондиціонери, пральні машини, радіоприлади, дрібні побутові прилади.

Електричне освітлення. Для електричного освітлення квартир

використовують головним чином лампи розжарювання потужністю 40 – 150 Вт у вигляді однолампових або багатолампових світильників. Останнім часом поширені люмінесцентні енергозберігаючі лампи потужністю 5 – 30 Вт, споживання електричної енергії яких в середньому у 5 разів менше порівняно з лампами розжарювання, які забезпечують аналогічний рівень освітленості.

Коефіцієнт потужності ламп розжарювання $\cos\varphi = 1$, люмінесцентних ламп – 0,5...0,6 (якщо вони не мають компенсуючих конденсаторів, вмонтованих у світильник).

Електронагрівальні прилади. До цієї групи належать пересувні (електрочайники, кип'ятильники, електрокаміни, пилососи тощо) та стаціонарні (кухонні плити, водонагрівачі, електроопалювальні печі тощо) прилади. Потужність пересувних приладів $0,5 \div 1,5$ кВт, включаються вони у звичайні розетки, розраховані на струм до $6 \div 10$ А. Потужність стаціонарних приладів від 3 до 25 кВт, включаються вони в електромережу з допомогою спеціальних розеток більшої потужності (16 або 25 А) з третім (заземлюючим) контактом. Коефіцієнт потужності електронагрівальних приладів $\cos\varphi = 1$.

Крім електроопалювальних печей, використовуються також інші прилади (електрошпалери, електроплінтуси, електрорадіатори, електрокалорифери, електронагрівальні панелі, а також електронагрівальні кабелі), які прокладаються у стінах, підлогах і стелях, Питома потужність при електричному обігріванні підлоги електрокабелями $120 \div 150$ Вт/м², при цьому 1 м довжини кабелю повинен мати потужність не більшу за $20 \div 25$ Вт, щоб температура підлоги, з гігієнічних міркувань, не перевищувала $25 \div 27$ °С.

До теплових приладів відносять також теплові насоси та кондиціонери, призначені для забору теплоти від більш нагрітого середовища і передачі його менш нагрітому середовищу. За рахунок забору теплоти від зовнішнього середовища кількість теплоти, що віддається, у $2 \div 4$ рази перебільшує кількість енергії, яка витрачається на роботу теплового насоса. Працюють ці пристрої або за типом компресійного холодильника, або використовуючи ефект Пельтьє у напівпровідниках.

Встановлена потужність теплових насосів і кондиціонерів $0,3 \div 5$ кВт.

Електрохолодильники. У квартирах використовують холодильники і морозильні камери компресійного типу з потужністю двигун-компресорного агрегату 160 Вт і добовою витратою електроенергії $0,8 \div 1,2$ кВт·год (залежно від об'єму холодильної камери) та адсорбційні холодильники з нагрівальними елементами потужністю $40 \div 125$ Вт і добовою витратою електроенергії $1,2 \div 3,1$ кВт·год (залежно від об'єму холодильної камери), коефіцієнт потужності $\cos\varphi=0,8$.

Адсорбційні холодильники менш економічні за витратою електроенергії, але вони працюють безшумно, що є їх перевагою порівняно з компресійними, коефіцієнт потужності $\cos\varphi = 1$.

Пральні машини. Використовуються машини різних типів. Сучасні пральні машини працюють у програмованому режимі автоматично і мають центрифуги для віджимання білизни та пристрої для підігрівання води. Встановлена потужність пральних машин $0,4 \div 4$ кВт. Коефіцієнт потужності $\cos\varphi \approx 0,6$.

Радіоприлади. До цієї групи належать телевізори, радіоприймачі, магнітофони, персональні ЕОМ та інше обладнання, побудоване на базі використання напівпровідникових приладів. Потужність радіоприладів, як правило, невелика: десятки – сотні ват.

Характерною особливістю телевізорів є їхня одночасність вмикання у часи вечірнього максимуму, що створює високе навантаження в системі електропостачання.

Дрібні побутові прилади. Це група найрізноманітніших приладів: електричні м'ясорубки, соковижималки, кавомолки, кавоварки, міксери, вентилятори, іонізатори, тощо. Потужність їх $30 \div 250$ Вт, $\cos\varphi = 0,2 \div 0,6$. Вмикаються порівняно рідко і на короткий час.

2.2.2. Загальнобудинкові електроприймачі. До цієї групи електроприймачів відносять:

- освітлення (коридорів, сходів, технічних приміщень, горищ, входів до будинків, зовнішнє);

- силові електроприймачі (електрообладнання ліфтів, вентиляції, підкачувальних і протипожежних насосних установок тощо).

Освітлення. Характерною особливістю загальнобудинкових освітлювальних пристроїв є їхня робота в нічні часи при збільшеній напрузі, що призводить до швидкого перегорання звичайних ламп. У зв'язку з цим для таких пристроїв випускаються лампи розжарювання на вищу напругу (237, 248 В). Строк служби таких ламп значно зростає, але для освітлення квартир ці лампи використовувати не слід, тому що при нормальній напрузі 220 В світловіддача таких ламп дуже низька і це призводить до перевитрати електроенергії. Для подовження роботи ламп розжарювання загальнобудинкових освітлювальних пристроїв часто використовують при напрузі 220 В по дві лампи на 127 В, з'єднані послідовно. Використовують також послідовно з'єднані дві лампи на 220 В різної потужності, більш потужна з яких служить баластним опором для меншої.

Часто послідовно з лампами вмикають діод, який зрізає один з напівперіодів напруги. При цьому лампа дає "мерехтливий" світловий потік, але термін її служби подовжується.

Люмінесцентні світильники менш чутливі до підвищення напруги, але їх використання для загальнобудинкових освітлювальних пристроїв затримується через високу вартість та неможливість запалювання при низьких температурах.

Силові електроприймачі. До цієї групи належать пасажирські і грузопасажирські ліфти та різні санітарно-технічні пристрої. Пасажирські ліфти у житлових будинках встановлюються двох типів: вантажопід'ємністю 350 кг та 500 кг. Перші з них мають електродвигуни потужністю $4 \div 4,5$ кВт, другі – $7 \div 7,5$ кВт. Як правило, двигуни двошвидкісні. Крім того, ліфтова установка має гальмівний електромагніт і трансформатор для живлення системи керування. Шахти ліфтів освітлюються лампами розжарювання, вимикати які забороняється за правилами техніки безпеки незалежно від того, чи працює ліфтова установка, чи ні. Щоб лампи не перегорали при збільшеній напрузі у нічні часи, послідовно з ними включають діод.

Системи подавання повітря, видалення диму, протипожежного

водопостачання та підкачки обладнують асинхронними короткозамкненими електро- двигунами потужністю $0,6 \div 10$ кВт. Крім того, встановлюються допоміжні електроприводи з двигунами або електромагнітами для відкривання шиберів, димових ґраток, вентилів. Усі сантехнічні пристрої обладнують системами автоматичного або дистанційного керування. Встановлюють системи вентиляції, димовидалення та водоподачі, як правило, тільки у висотних житлових будинках (понад 9 поверхів).

2.3 Технічні характеристики електроприймачів

Основними технічними характеристиками електроприймачів є номінальна напруга, встановлена (номінальна) потужність, коефіцієнт потужності.

Під номінальною напругою розуміють напругу мережі живлення в межах допустимих відхилень, при якій технічні і технологічні параметри електроприймача відповідають його паспортним значенням.

Зважаючи на напругу системи електропостачання усі електроприймачі можна поділити на п'ять груп:

- електроприймачі трифазного змінного струму напругою до 1000 В, частотою 50 Гц;
- електроприймачі трифазного змінного струму напругою понад 1000 В, частотою 50 Гц;
- електроприймачі однофазного струму частотою 50 Гц;
- електроприймачі постійного струму;
- електроприймачі, що працюють на частотах, відмінних від 50 Гц. При цьому частоти менші за 50 Гц називаються пониженими, понад 50 до 10000 Гц – підвищеними, а понад 10000 Гц - високими.

Усі споживачі електроенергії в нашій країні одержують від електростанцій і підстанцій енергосистем трифазний змінний струм певної напруги з частотою 50 Гц. Тому постійний струм і струм з частотами, відмінними від 50 Гц, одержують

на самих підприємствах-споживачах з допомогою різноманітних перетворювальних агрегатів - як електромашинних, так і напівпровідникових. Величина напруги, необхідна для реалізації технологічних процесів, забезпечується використанням як трансформаторних підстанцій, так і окремих трансформаторів.

Встановлена (номінальна) потужність. Ця характеристика є основною вихідною величиною для всіх розрахунків системи електропостачання. За встановлену потужність приймають:

- для електродвигунів асинхронних і постійного струму $P_n = P_{\text{пасп}}$, де $P_{\text{пасп}}$ – паспортна потужність електродвигуна, яку він розвиває на валу за номінальної напруги;
- для синхронних електродвигунів $P_n = S_n \cos\varphi_n \eta_n$, де S_n , $\cos\varphi_n$ і η_n – повна потужність, коефіцієнт потужності та коефіцієнт корисної дії, вказані в паспорті електродвигуна;
- для електропримачів опору (електропечі, праски) та освітлювальних приладів $P_n = P_{\text{пасп}}$, де $P_{\text{пасп}}$ – активна потужність, вказана в паспорті.

2.4 Режими роботи електроприймачів

Розрізняють три режими роботи електроприймачів: короткочасний, повторно-короткочасний і сталий (тривалий).

Короткочасним називається режим такої тривалості, при якій температура усіх елементів електроприймача при його роботі не досягає сталого значення і зменшується до температури навколишнього середовища під час паузи в роботі електро- приймача (електродвигуни заслонок, кранів, підйомних механізмів тощо).

Повторно-короткочасний режим характеризується тим, що під час вмикання температура у приймачі підвищується, а під час пауз – зменшується. Але нагрівання за нормального навантаження не перевищує допустимі температури для класу ізоляції приймача, а охолодження за час паузи не досягає

температури оточуючого середовища. Після кількох циклів вмикання коливання температури досягають значень τ_{\max} і τ_{\min} .

Сталим (тривалим) називають режим такої тривалості, за якої температура усіх частин електроприймача досягає сталого значення при незмінній температурі оточуючого середовища. У тривалому режимі працюють насоси, вентилятори, компресори, транспортери і т. ін.

Основною характеристикою повторно-короткочасного режиму роботи є відносна тривалість вмикання ПВ (%), яка враховує тривалість робочого циклу і визначає теплове навантаження приймача повторно-короткочасного режиму.

Державними стандартами встановлені наступні стандартні значення ПВ, які враховуються при розрахунках режимів роботи електрообладнання: 15; 25; 40 і 60%.

При тривалості циклу більше 10 хвилин і ПВ > 60% режим роботи електроприймача вважається сталим.

Розрізняють також і режими системи електропостачання. Вони визначаються режимами енергосистеми та електроспоживачів. Можливі наступні чотири режими системи електропостачання (електричної мережі):

- **нормальний сталий режим** при якому напруги у вузлах мережі і ступи в ЛЕП знаходяться у нормативних і розрахункових межах;
- **нормальний перехідний режим**, пов'язаний з експлуатаційними змінами схеми електропостачання;
- **аварійний перехідний режим** з різкою зміною параметрів внаслідок аварійної зміни у схемі живильної енергосистеми або в схемі розподілу електроенергії;
- **післяаварійний сталий режим** виникає після аварійного вимкнення частини елементів схеми електропостачання.

2.5 Електричне освітлення

Значну частку серед електроприймачів складає електроосвітлювальне устаткування, яке відіграє важливу роль в забезпеченні нормального функціонування житлових будинків, будівель громадського призначення, реалізації технологічного процесу на підприємствах.

Правильна організація електричного освітлення має істотне значення для успішного виконання роботи та створення комфортних умов у помешканнях. Недостатня освітленість робочого місця знижує продуктивність праці, погіршує якість роботи і, крім того, часто є причиною травматизму.

Достатність освітлення і його якість оцінюють показниками, для визначення яких служать світлові величини й одиниці їхнього виміру.

Достатність освітлення на тій або іншій площині або в тій або іншій точці визначається величиною *освітленості* (позначається латинською буквою *E*); одиниця виміру освітленості – *люкс* (лк).

Для виконання точних робіт в механічних майстернях за нормами потрібна освітленість в $100 \div 150$ лк, для читання – освітленість порядку 75 лк.

Будівельними нормами і правилами встановлені мінімальні величини освітленості, необхідні для тих або інших виробничих, службових і побутових приміщень. На їхній основі розроблені норми електричного освітлення будівельних і монтажних робіт (табл. 2.1).

Освітлення може бути загальним, місцевим і комбінованим. При цьому загальне освітлення поділяють на рівномірне й локалізоване.

При загальному рівномірному освітленні освітлюється все приміщення або зовнішня площа, світильники встановлюють рівномірно. При загальному локалізованому освітленні на окремих ділянках приміщення або зовнішньої території створюється більша освітленість. На таких ділянках встановлюють додаткові світильники або їх розміщують більш часто. При місцевому освітленні освітлюють тільки робочі поверхні, при комбінованому – застосовують і загальне і місцеве освітлення.

Крім звичайного, робочого освітлення, влаштовують аварійне освітлення, що забезпечує мінімальну освітленість. Для аварійного освітлення організують

окреме живлення.

2.5.1 Джерела світла й освітлювальна арматура. Як джерела світла убудівництві й у промисловості застосовують лампи розжарювання і газорозрядні лампи, які, в свою чергу, поділяються на ртутні лампи низького тиску - люмінесцентні й ртутні лампи високого тиску – лампи ДРЛ.

Таблиця 2.1 – Норми освітленості будівельних і монтажних робіт

Найменування ділянок території й робочих операцій	Освітленість E , лк	Площина, у якій нормується освітленість	Примітка
Територія будівельного майданчика в районі провадження робіт	2	Горизонтальна на рівні землі	Освітлення повинно бути багатобічним
Автодороги на території будівництва з інтенсивним рухом	3	Те ж	—
Залізничні колії на території будівництва	0,5	—	—
Грабарства, вироблені землерийними механізмами	5...10	Горизонтальна, вертикальна	—
Монтаж будівельних конструкцій	25	Горизонтальна, вертикальна	—
Бетонування	25	На поверхні бетону	—
Опоряджувальні роботи	50	На робочій поверхні	—
Кранові й такелажні роботи	10	Горизонтальна	—
Складання й монтаж будівельних механізмів	50	Те ж	Необхідні додаткові переносні освітлювальні засоби
Монтаж обладнання	50	На робочих поверхнях	Те ж

У лампах розжарювання світлова енергія створюється за рахунок нагрівання тонкої вольфрамової нитки електричним струмом, що проходить нею. Нитка вміщена у скляну колбу, заповнену інертним газом; є також конструкції ламп розжарювання, в яких нитка вміщена у вакуум. Розпечена (при температурі порядку 3000°C) нитка яскраво світиться. Колба лампи укріплена на металевому різьбовому цоколі, за допомогою якого лампа ввертається у патрон, який служить для її приєднання до проводів електромережі. Лампи розжарювання випускають

на напруги 220, 127, 36 і 12 В. На будівельних майданчиках, як правило, застосовують лампи на 220 В. Їх випускають потужністю від 15 до 1500 Вт. Лампи розжарювання для напруг 36 і 12 В випускають потужністю від 11 до 100 Вт.

При зниженні напруги проти номінальної світловий потік і світловіддача ламп розжарювання різко знижуються. Підвищення напруги понад 105% номінальної значно зменшує термін служби лампи.

Дія *газорозрядних ламп* заснована на електричному розряді в середовищі розрідженого газу. Порівняно з лампами розжарювання вони характеризуються меншим споживанням електричної енергії.

2.5.2. Норми освітленості, спрощені способи розрахунку освітлювальних установок. В ряді випадків (за відсутності проекту електричного освітлення) може трапитися необхідність визначення кількості й потужності освітлювальних приладів - прожекторів або світильників - для створення необхідної за нормами освітленості на тому або іншому майданчику території будівництва або в будь-якому приміщенні. Для цих цілей найбільш зручний простий метод розрахунку, що називається *методом питомої потужності*.

Розглянемо порядок розрахунку за цим методом. Дані за нормами освітленості, якими необхідно керуватися під час розрахунку, наведені в табл. 2.1.

Зовнішнє прожекторне освітлення. Кількість прожекторів, необхідна для освітлення заданої площі, за методом питомої потужності визначають за формулою:

$$N = \omega \cdot E \cdot S / P_{л}, \quad (2.1)$$

де ω - питома потужність ламп прожекторів, що припадає на 1 м² освітлюваної площі й 1 лк освітленості (її слід приймати: для прожекторів ПЗС-35 рівною 0,25÷0,4 Вт/(м²·лк), а для прожекторів ПЗС-45 рівною 0,2÷0,3 Вт/(м²·лк)); E - освітленість, лк (див. табл. 2.1); S - площа, що підлягає освітленню, м²; $P_{л}$ - потужність лампи прожектора, Вт.

Внутрішнє освітлення. Розрахунок загального освітлення усередині виробничих, адміністративно-управлінських та інших будинків, а також у

приміщеннях споруджуваних будинків виконують аналогічно методом питомої потужності.

Дані, необхідні для проведення найпростіших розрахунків, наведені в табл. 2.2.

Наведемо хід розрахунку з використанням цих таблиць. Визначають за табл. 2.1 величину освітленості, що відповідає заданим умовам. Обирають для певного приміщення тип світильника, визначають (відповідно до розмірів приміщення) розрахункову висоту підвісу світильників. Потім з табл. 2.2 знаходять для цього типу світильника, розрахункової висоти підвісу, площі приміщень і необхідної освітленості величину питомої потужності у Вт/м². Розрахунковою висотою підвісу (позначається h_p) називається висота підвісу світильника над освітлюваною робочою поверхнею (верстата, стола).

Знайдене значення питомої потужності помножують на площу приміщення, обчислюють загальну потужність ламп світильників, необхідну для даного приміщення:

$$P_{\text{заг}} = \omega' \cdot S, \quad (2.2)$$

де ω' - питома потужність ламп світильників, Вт/м²; S - площа приміщення, м².

Таблиця 2.2 – Питома потужність загального рівномірного освітлення світильником "Універсаль" без затінювача з лампами розжарювання

Розрахункова висота, м	Площа приміщення, м ²	Питома потужність ω' (Вт/м ²) при мінімальній освітленості (лк), яка дорівнює:					
		20	30	50	75	100	150
2-3	25-50	6,4	8,6	13,8	19,5	24,5	35
	50-150	5,3	7,2	11,4	16,3	21	29
	150-300	4,7	6,4	10,2	14,3	18,5	26
3-4	30-50	6,4	8,9	14,5	20,5	25	35
	50-120	5,5	7,6	12	17	21,5	29,5
	120-300	4,7	6,6	10,2	14	18	25

Після цього, знаючи стандартні потужності ламп, придатні для певного світильника, обирають кількість світильників і потужність ламп.

ТЕМА 3. ЕЛЕКТРИЧНІ НАВАНТАЖЕННЯ

3.1 Розрахункові навантаження і методи їхнього визначення

Проектування системи електропостачання кожного об'єкта будівництва починається з визначення очікуваних (або розрахункових) електричних навантажень цього об'єкта, зокрема їх середніх і максимальних значень.

Середнє навантаження (або потужність) споживача за розглянутий період (добу, рік або за найбільш навантажену зміну) визначаються відповідно до виразу:

$$P_c = \frac{W}{T}, \quad (3.1)$$

де W – витрата електроенергії за розглянутий період, кВт·год;

T – тривалість розглянутого періоду роботи споживача, год.

Середнє навантаження за рік використовують для визначення річних втрат електроенергії, а середнє навантаження за найбільш завантажену зміну – для визначення розрахункового максимуму навантаження.

Середні навантаження за найбільш завантажену зміну $P_{зм}$ (зазвичай денну) найчастіше визначають за формулою:

$$P_{зм} = k_v \cdot P_n, \quad (3.2)$$

де k_v – коефіцієнт використання активної потужності приймача або групи приймачів;

P_n – номінальна потужність приймача або групи однойменних приймачів.

Номінальну потужність приймача або групи однойменних приймачів ще називають встановленою потужністю приймача і позначають P_n .

Коефіцієнт використання для різних видів приймачів визначається на основі статистичних даних і наводиться в довідкових таблицях (див. табл.3.1). При повторно-короткочасному режимі роботи приймачів їхня номінальна потужність

зводиться до тривалого режиму за паспортними даними приймача відповідно до виразу:

$$P_{\text{н}} = P_{\text{пасп}} \cdot \sqrt{\text{ПВ}} \quad (3.3)$$

де ПВ – відносна тривалість включення, зумовлена співвідношенням (2.1)

Знання очікуваних (або розрахункових) максимальних навантажень системи електропостачання необхідно для вибору елементів електричних мереж за критеріями припустимого нагрівання і відхилення напруги, визначення максимальних втрат потужності в мережах, вибору трансформаторів підстанцій й елементів захисту груп споживачів і системи електропостачання в цілому.

Максимальне або розрахункове навантаження групи електроприймачів за активною потужністю (тридцятихвилинний максимум навантаження $P_{\text{макс}}$, $P_{\text{р}}$) визначається:

$$P_{\text{макс}} = k_{\text{п}} P_{\text{зм}} = k_{\text{м}} k_{\text{в}} P_{\text{н}}, \quad (3.4)$$

де $k_{\text{п}}$, $k_{\text{м}}$, $k_{\text{в}}$ – коефіцієнти попиту, максимуму і використання відповідно.

Таблиця 3.1 – Коефіцієнти електроспоживачів

Електроспоживач	Коефіцієнт		
	$k_{\text{в}}$	$\cos\varphi$	$k_{\text{п}}$
Виробництво бетону (бетонорозчинний змішувачий пристрій)	0,6 – 0,7	0,7	0,65 – 0,75
Конвеєр	0,7	0,75	0,8
Вібратор	0,7	0,75	0,6
Дозатор		0,35	0,5
Насос, вентилятор	0,64	0,75	0,8
Компресори	0,75	0,85	0,8
Пост дугової зварки (трифазна навантаження)	0,2	0,4	
Верстат для різання і виправлення дроту	0,15	0,4	
Верстат контактної зварювання (трифазне навантаження)	0,2	0,4	
Гельфер	0,1 – 0,4	0,5	

У практичних розрахунках k_m обирають з довідкових таблиць [1.10] за загальною ефективною кількістю приймачів:

$$n_E = \frac{\left(\sum_{i=1}^n P_{n,i} \right)^2}{\sum_{i=1}^n P_{n,i}^2} \quad (3.5)$$

і середнім коефіцієнтом використання групи приймачів:

$$k_{\epsilon, cp} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{zm,i}}{\sum_{i=1}^n P_{n,i}}, \quad (3.6)$$

де n – кількість приймачів.

Для $n_E < 4$ розрахункова потужність групи приймачів може бути визначена як сума їхніх номінальних потужностей:

$$P_{\max} = \sum P_n. \quad (3.7)$$

Значення розрахункової потужності або півгодинного максимуму одного приймача визначається його номінальною потужністю з урахуванням втрат:

$$P_{\max} = P_n / \eta, \quad (3.8)$$

де η – коефіцієнт корисної дії.

Для визначення максимального навантаження групи електроприймачів, які відрізняються як за ступенем їхнього завантаження так і за графіком роботи, можна використати формулу

$$P_{\max} = k_{\Pi} \cdot P_n, \quad (3.9)$$

де k_{Π} – коефіцієнт попиту для розглянутої групи приймачів за активною потужністю.

Коефіцієнт попиту показує, яку частку від суми номінальних потужностей приймачів складає максимальна розрахункова потужність. Коефіцієнт попиту

визначають на підставі досвіду експлуатації однойменних приймачів і наводять в довідкових таблицях (табл.3.1). Загальний коефіцієнт попиту для різних видів будівельного виробництва коливається в межах 0,3 - 0,8.

За знайденим значенням максимальної (або розрахункової) активної потужності групи однойменних приймачів легко визначити відповідні реактивні і повні потужності навантаження:

$$Q_{\text{макс}} = P_{\text{макс}} \cdot \text{tg}\varphi ; \quad (3.10)$$

$$S_{\text{макс}} = \sqrt{P_{\text{макс}}^2 + Q_{\text{макс}}^2} , \quad (3.11)$$

де $\text{tg}\varphi$ знаходять за середньозваженим коефіцієнтом потужності $\cos\varphi$ цієї групи приймачів (значення $\cos\varphi$ для різних груп приймачів наводять в довідкових таблицях, див. наприклад табл. 3.1)

Якщо є кілька різних груп приймачів, то їх повну максимальну (розрахункову) потужність визначають за формулою:

$$S_{\text{макс}} = k_{\text{од}} \cdot \sqrt{\left(\sum_1^m P_{\text{макс}}\right)^2 + \left(\sqrt{\sum_1^m Q_{\text{макс}}}\right)^2} \quad (3.12)$$

де $k_{од}$ – коефіцієнт одночасності максимумів навантаження груп приймачів, що характеризує зсув максимумів навантаження у часі (на практиці коефіцієнт одночасності приймають рівним у межах $0,85 \div 1$).

Таблиця 3.2 – Питомі витрати електроенергії на виготовлення різних будівельних матеріалів

Матеріал, виріб	Питома втрата електроенергії, кВт·год на	
	1 т	1 м ³
Цемент	2240	-
Заповнювач	90	-
Вода	22	2
Бетон	490	1100
Прокатний матеріал	8740	-
Залізобетон (при 2 %-му насиченні арматурою)	880	2200
Цегла	990	-
Будівельний розчин	420	-
Кладка	810	1500
Будівельний лісоматеріал	300	-
Столярний лісоматеріал	450	-
Електрообігрівання бетону	-	2,4

За наявності даних стосовно питомих витрат електроенергії на одиницю продукції (табл.3.2 і 3.3) і відсутності даних про встановлену потужність приймачів для попередніх оцінок застосовують метод розрахунку електричних навантажень за питомою втратою енергії на одиницю продукції.

Відповідно до цього методу споживана кількість енергії протягом року:

$$W_{рік} = W_{пит} \cdot M_{річ}, \quad (3.13)$$

де $W_{пит}$ - норма витрат електроенергії на одиницю продукції, кВт·год/од. продукції;

$M_{річ}$ – річний випуск продукції у натуральних одиницях.

Таблиця 3.3 – Питомі витрати електроенергії на одиницю об'єму будинку

Будинок	Конструкція	Витрати на 1 м ³	
		матеріалу, т	електроенергії кВт·год
Житлове	Крупнопанельна	0,333	290
	Кладочна	0,216	180
Цивільне	Каркас залізобетонний	0,214**	109
	Каркас сталевий	0,030***	260
Промислове одноповерхове	Залізобетонна	0,040	35
	Сталева	0,030**	260

* - середнє значення; ** - без зовнішньої огорожуючої конструкції, без перегородок; *** - без перекриттів і перегородок.

За знайденим значенням споживаної за рік енергії визначають величину максимальної (розрахункової) потужності:

$$P_{\text{макс}} = \frac{W_{\text{річн}}}{T_{\text{макс}}}, \quad (3.14)$$

де $T_{\text{макс}}$ – максимальна кількість годин використання максимуму активної потужності за рік.

За значенням максимальної активної потужності і прийнятому середньозвишеному значенню річного коефіцієнта потужності об'єкта $\cos\varphi$ можна визначити і значення повної максимальної (розрахункової) потужності устаткування об'єкта.

Максимальну (розрахункову) активну потужність електричного освітлення об'єкта зазвичай визначають за формулою:

$$P_{\text{макс.о}} = k_{\text{п.о}} k_{\text{л}} P_{\text{н.о}}, \quad (3.15)$$

де $P_{\text{н.о}}$ – номінальна (установлена) потужність групи однойменних освітлювальних приладів, рівна сумі номінальних потужностей усіх ламп, кВт;

$k_{\text{л}}$ – коефіцієнт лампи, що враховує втрати в пускорегулюючій апаратурі: для люмінесцентних ламп $k_{\text{л}} = 1,25$, для ртутних $k_{\text{л}} = 1,12$, для ламп накаливання

$k_{л} = 1$; $k_{п.о}$ – коефіцієнт попиту освітлювальних установок, приймається рівним:

- для виробничих будинків, що складаються з одного або кількох великих приміщень, – 0,95;
- для приміщень середньої площі – 0,9;
- для конторських, лабораторних і аналогічних приміщень – 0,9;
- для житлових приміщень – 0,7 - 0,8;
- для складів і підстанцій – 0,5 - 0,6.

Без зниження установленної потужності приймають розрахункове навантаження (тобто $k_{п.о} = 1$) для будь-яких групових ліній і ліній зовнішнього освітлення.

Розрахунок освітлювальних навантажень також може бути виконаний методом питомої потужності за формулою:

$$P_{\text{макс.о}} = P_{\text{пит}} \cdot S, \quad (3.16)$$

де $P_{\text{пит}}$ – питома потужність, яка визначається за довідковими даними, кВт/м²; S – площа освітлюваного приміщення, м².

При визначенні загального навантаження об'єкта електропостачання до виразів активної і повної максимальної (розрахункової) потужності будівельного обладнання додають сумарну (розрахункову) потужність електричного освітлення

$$P_{\text{макс}} = \sum_1^n P_{\text{макс}} + \sum_1^n P_{\text{макс.о}} \quad (3.17)$$

Потім за отриманим максимальним навантаженням на стороні 0,4 кВ обирають трансформатор і остаточно визначають навантаження об'єкта з урахуванням втрат потужності і вирішують питання про компенсацію реактивної потужності.

При остаточному визначенні максимальних навантажень об'єкта алгебраїчно складають розрахункові навантаження силових і освітлювальних приймачів, компенсуючих пристроїв $Q_{к.п}$ і втрат у лініях $\Delta P_{л}$, $\Delta Q_{л}$ і трансформаторах $\Delta P_{тр}$, $\Delta Q_{тр}$ (з урахуванням негативного знака при випереджуючому струмі):

$$P_{\text{макс.пр}} = P_{\text{макс}} + P_{\text{макс.о}} + \Delta P_{\text{л}} + \Delta P_{\text{тр}} \quad (3.18)$$

$$Q_{\text{макс.пр}} = Q_{\text{макс}} + Q_{\text{макс.о}} + Q_{\text{к.п}} + \Delta Q_{\text{л}} + \Delta Q_{\text{тр}} \quad (3.19)$$

При визначенні навантажень також варто враховувати несиметричність навантаження.

Якщо несиметрія однофазного навантаження не перевищує 15 % сумарної установленної потужності трифазних приймачів, несиметричне навантаження разом із симетричним вважають за симетричне. При перевищенні однофазним навантаженням 15 % потужності трифазного навантаження, розрахунок ведуть за найбільш завантаженою фазою лінії. При цьому, оскільки трансформатор лінії буде недовантаженим, його потужність або номінальне значення струму за найбільш завантаженою фазою можна зменшити відповідно до виразу коефіцієнта припустимого перевантаження у несиметричному режимі:

$$k_n = \frac{I_{\text{л}}}{I_{\text{н.т}}} = \frac{1,53}{1 + 0,45 \cdot \left[1 + \left(\frac{I_{\text{А}}}{I_{\text{С}}} \right)^2 + \left(\frac{I_{\text{В}}}{I_{\text{А}}} \right)^2 \right]}, \quad (3.20)$$

де $I_{\text{А}}$ – струм найбільш завантаженої фази; $I_{\text{н.т}}$ – номінальний струм фази трансформатора; $I_{\text{В}}$ і $I_{\text{С}}$ – струми в двох інших фазах.

Нормативні вимоги до визначення розрахункових електричних навантажень житлових будинків, громадських будинків та споруд викладені у розділі 4 БДН В. 5-23-2003. Далі, у п.3.2 і 3.3 наведені основні положення цих вимог.

3.2 Навантаження житлових будинків

Основними споживачами електричної енергії в житлових будинках є житла (квартири), які залежно від оснащеності побутовими електроприладами та їх розрахункових навантажень умовно поділяють на три види:

1 – у будинках масового будівництва із загальною площею від 35 до 95 м² та заявленою (встановленою) потужністю електроприймачів до 30 кВт;

2 – у багатоквартирних будинках із загальною площею від 100 до 300 м² та заявленим замовником високим рівнем комфортності, що відповідає встановленій потужності електроприймачів від 30 до 60 кВт;

3 – у котеджах, будинках в розрахунку, як правило, на одну родину із загальною площею від 150 до 600 м² та заявленим замовником високим рівнем комфортності, що відповідає встановленій потужності електроприймачів від 60 до 140 кВт.

Для жител 1-го виду (квартир у багато- та малоквартирних будинках, будинків на одну родину і будиночків на ділянках садівничих товариств) встановлюються п'ять рівнів електрифікації та відповідні їм нормативні розрахункові питомі навантаження:

I – житла (квартири) з плитами на природному газі; II – житла (квартири) плитами на скрапленому газі;

III – житла (квартири) з електричними плитами потужністю до 8,5 кВт; IV – житла (квартири) з електричними плитами потужністю до 10,5 кВт; V – будиночки на ділянках садівничих товариств.

Для жител 2-го виду встановлюються два рівні електрифікації та відповідні їм нормативні розрахункові питомі навантаження:

I – житла з плитами на природному газі;

II – житла з електричними плитами потужністю до 10,5 кВт.

Розрахункове навантаження групи жител з однаковим питомим електричним навантаженням, приведене до лінії живлення, вводу в житловий будинок, шин напругою 0,4 кВ ТП $P_{ЖN}$, визначають за формулою

$$P_{ЖN} = \sum P_{Жn} / N, \quad (3.21)$$

де $P_{Жn}$ – питоме розрахункове електричне навантаження одного житла (квартири), яке вибирається залежно від прийнятого рівня електрифікації та кількості квартир, приєднаних до даної ланки електромережі, кВт/житло; N – кількість жител (квартир), приєднаних до вводу, лінії, ТП.

Питомі розрахункові електричні навантаження жител охоплюють наван-

таження освітлення загальнобудинкових приміщень.

Для вибору засобів обліку і апаратів захисту загальнобудинкових споживачів сумарне розрахункове навантаження освітлення загальнобудинкових приміщень $P_{ос.заг}$ рекомендується визначати за формулою

$$P_{ос.заг} = (P_{сх.кл} + P_{л.хол} + P_{кор} + P_{вест}) + 0,5 \cdot P_{інш} \quad (3.22)$$

де $P_{сх.кл}$, $P_{л.хол}$, $P_{кор}$, $P_{вест}$ – розрахункові навантаження освітлення відповідно сходових кліток, ліфтових холів, коридорів, вестибюлю, кВт; $P_{інш}$ – інші розрахункові навантаження освітлення (сміттєві камери, горища, технічні підлогові простори, підвали тощо), кВт.

Зазначимо, що загальнобудинкове силове навантаження, освітлювальне і силове навантаження вбудованих (прибудованих) приміщень громадського призначення, навантаження реклами, а також навантаження системи протиобліднення даху на основі нагрівальних кабелів в наведений вище розрахунок не входить.

Для жителів 3-го виду рівня електрифікації не має обмежень, визначається Замовником і може включати повне електроопалення та електропідігрівання води. Розрахункове навантаження на їх вводі визначають відповідно до завдання на проектування за проектом внутрішнього електрообладнання залежно від параметрів застосовуваних приладів, режимів їх роботи та відповідних теплотехнічних розрахунків.

Потужність електротеплоакумуляційних систем повного опалення на передпроектних стадіях орієнтовно визначають з розрахунку 200-300 Вт на 1 м² загальної площі житла (у період мінімальних навантажень енергосистеми).

Допускається в попередніх розрахунках визначати питоме навантаження на вводі такого житла (котеджу) $P_{кт.п}$ за формулою

$$P_{кт.п} = P_{заяв(ус)} \cdot K_{поп}, \quad (3.23)$$

де $P_{заяв(ус)}$ - заявлена (встановлена) потужність електроприймачів, яку визначають додаванням номінальних потужностей електро побутових та освітлювальних приладів, систем електричного опалення та електроводопідігрівання, що ними оснащується житло (котедж), кВт; $K_{поп}$ –

коефіцієнт попиту, що визначається за табл. 3.6 залежно від величини заявленої потужності електроприймачів у житлі.

Таблиця 3.6 – Коефіцієнт попиту

Заявлена потужність, кВт	До 15	20	30	40	50	60	70	80	90	100 і більше
Коефіцієнт попиту для котеджів без повного електроопалення	0,75	0,65	0,63	0,59	0,55	0,53	0,50	0,47	0,46	0,45
Коефіцієнт попиту для котеджів з повним електроопалення постійного включення	-	-	-	0,75	0,70	0,65	0,63	0,62	0,62	0,61

Розрахункове навантаження ліній живлення та на шинах 0,4 кВ ТП від електроприймачів жител (котеджів) 3-го виду з однаковими питомими навантаженнями на діпопередньо можна визначати за формулою

$$P_{ктл} = P_{жл} \cdot N \cdot K_{од}, \quad (3.24)$$

де $P_{жл}$ – питоме навантаження на ввіді одного певного типу житла (котеджу), кВт/житло (котедж); N – кількість жител (котеджів), приєднаних до даної ланки мереж; $K_{од}$ – коефіцієнт одночасності, що визначається за табл. 3.7 відповідно до кількості жител (котеджів) та їх характеристик.

Таблиця 3.7 Значення коефіцієнта одночасності

Характеристика котеджу	Значення коефіцієнта одночасності $K_{од}$ при кількості жителів (котеджів)												
	1	3	6	9	12	15	18	24	40	60	100	200	400
3 плити на природному газі	1	0,65	0,51	0,38	0,32	0,28	0,26	0,22	0,18	0,16	0,14	0,12	0,11
3 електроплити потужністю до 10,5 кВт	1	0,81	0,50	0,38	0,32	0,29	0,27	0,24	0,20	0,18	0,16	0,14	0,13
Те саме та повним електроопаленням площа 150 м ²	1	0,87	0,65	0,56	0,52	0,50	0,49	0,47	0,44	0,42	0,41	0,40	0,39
Те саме та повним електроопаленням площа 300 м ²	1	0,90	0,73	0,66	0,63	0,62	0,60	0,59	0,57	0,55	0,54	0,53	0,52
Те саме та повним електроопаленням площа 600 м ²	1	0,93	0,81	0,77	0,75	0,74	0,73	0,72	0,70	0,69	0,68	0,675	0,67

Розрахункове навантаження від жител з різними питомими розрахунковими електричними навантаженнями $P_{ж,різ}$, зведене до лінії живлення, вводу в житловий будинок, шин 0,4 кВ ТП, визначають за формулою

$$P_{ж,різ} = (P_{ж_{п1}} - P_{ж_{п3}}) \cdot N_1 \cdot K_{од1} + (P_{ж_{п2}} - P_{ж_{п3}}) \cdot N_2 \cdot K_{од(1+2)} + P_{ж_{п3}} \cdot (N_1 + N_2 + N_3) K_{од(1+2+3)}, \quad (3.25)$$

$P_{ж_{п1}}, P_{ж_{п2}}, P_{ж_{п3}}$ – розрахункові навантаження на вводі жител (квартир, котеджів) різновидів “1”, “2”, “3”, кВт (найбільшому значенню присвоюється номер “1”, найменшому – останній номер);

$N_{1,2,3}$ – кількість жителів (квартир, котеджів) відповідних різновидів;

$K_{од1}$ – коефіцієнт одночасності, визначений за табл. 3.7 для кількості жителів 1-го різновиду;

$K_{од(1+2)}$ – коефіцієнт одночасності, визначений за табл. 3.7 для сумарної

кількості жител 1-го та 2-го різновидів;

$K_{од(1+2+3)}$ – коефіцієнт одночасності, визначений за табл. 3.7 для сумарної кількості жител 1-го, 2-го і 3-го різновидів.

Якщо розрахункове навантаження на вводі в житло будь-якого виду складає більше 11,0 кВт, ввід виконують трифазним.

Розрахункове навантаження силових електроприймачів житлового будинку, приведені до вводу, лінії або шин напругою 0,4 кВ ТП, $P_{сил}$ визначають за формулою:

$$P_{сил} = \sum_{i=1}^n P_{лi} \cdot K_{ноп.лi} + \sum_{j=1}^m P_{сан.j} \cdot K_{ноп.сан.j}, \quad (3.26)$$

де $P_{л1} \dots P_{лm}$ – встановлена потужність електродвигуна кожного з ліфтів за паспортом, кВт;

$K_{ноп.л.i}$ – коефіцієнт попиту для ліфтів, що визначається за табл.

3.8 залежно від кількості ліфтових установок та кількості поверхів будинку;

$P_{сан.1} \dots P_{сан.m}$ – встановлена потужність кожного електродвигуна сантехнічних установок за їх паспортами, кВт;

$K_{ноп.сан.j}$ – коефіцієнт попиту для електродвигунів сантехнічних установок, що визначається за табл. 4.10.

Таблиця 3.8 – Коефіцієнти попиту для ліфтових установок

Кількість ліфтових установок	$K_{ноп}$ - для будинків заввишки	
	до 12 поверхів	12 і більше поверхів
2 – 3	0,80	0,90
4 – 5	0,70	0,80
6	0,65	0,75
10	0,50	0,60
20	0,40	0,50
25 і більше	0,35	0,40

Примітка. Коефіцієнт попиту для кількості ліфтових установок, не вказаної в таблиці, визначається інтерполяцією.

Потужність резервних електродвигунів, механізмів для прибирання загально-будинкових приміщень та протипожежних установок при розрахунку навантажень ліній живлення та введів у будівлю не враховується, за винятком тих випадків, коли вона визначає вибір захисних апаратів і перетинів провідників.

Для розрахунку ліній живлення одночасно працюючих електроприймачів протипожежних пристроїв K_{non}^n приймається рівним 1. При цьому враховують одночасну роботу вентиляторів димовидалення і підпирання повітря, розташованих лише в одній секції.

Значення розрахункових коефіцієнтів потужності ($\cos \varphi$) і реактивного навантаження ($\tan \varphi$) житлових будинків приймають за табл. 3.9.

Таблиця 3.9 – Розрахункові коефіцієнти

Лінія живлення	Розрахункові коефіцієнти	
	потужності ($\cos \varphi$)	реактивного навантаження ($\tan \varphi$)
Квартири з електричними плитами	0,98	0,20
Квартири з електричними плитами і побутовими кондиціонерами повітря	0,93	0,40
Квартири з плитами на природному, зрідженому газі, на твердому паливі	0,96	0,29
Квартири з плитами на природному, зрідженому газі, твердому наливні та з побутовими кондиціонерами повітря	0,92	0,43
Загальнобудинкове освітлення: з лампами розжарювання;	1	0,00
те саме з люмінесцентними лампами	0,92	0,43
Господарські насоси, вентиляційні установки та інші санітарно-технічні пристрої	0,80	0,75
Ліфти	0,65	1,17

Розрахункове навантаження ліній живлення, введів і на шинах 0,4 кВ ТП від загального освітлення гуртожитку коридорного типу визначають з урахуванням

коефіцієнта попиту $c_{K_{non}}$, прийнятого відповідно до встановленої потужності світильників, P наведено нижче:

до	5	кВт	включно		- 1,00
понад	5	до	10 кВт	включно	- 0,90
“	10	“	15 кВт	“	- 0,85
“	15	“	25 кВт	“	- 0,80
“	25	“	50 кВт	“	- 0,70
“	50	“	100 кВт	“	- 0,65
“	100	“	200 кВт	“	- 0,60
“	200	кВт			- 0,55

Розрахункове навантаження групових ліній та ліній живлення від електроприймачів, що підключаються до розеток у гуртожитках коридорного типу, $P_{розN}$ визначають за формулою:

$$P_{розN} = P_{пит} \cdot N_{роз} \cdot K_{од,роз}, \quad (3.27)$$

де $P_{пит}$ – питома потужність на 1 розетку при кількості розеток до 100 приймається 0,1 кВт, понад 100 – 0,06 кВт;

$N_{роз}$ – кількість розеток;

$K_{од,роз}$ - коефіцієнт одночасності для мережі розеток, що визначається залежно від кількості розеток:

до	10	розеток	включно		- 1,00
понад	10	до	20 кВт	включно	- 0,90
“	20	“	50 кВт	“	- 0,80
“	50	“	100 кВт	“	- 0,70
“	100	“	200 кВт	“	- 0,60
“	200	“	400 кВт	“	- 0,50
“	400	“	600 кВт	“	- 0,40
“	650				- 0,35

Розрахункове навантаження ліній живлення, вводів і на шинах 0,4 кВ ТП від побутових підлогових електричних плит $P_{плN}$ гуртожитків коридорного типу визначають з формулою:

$$P_{плN} = P_{пл_{ус}} \cdot N_{пл} \cdot K_{поп_{пл}}, \quad (3.28)$$

де $P_{пл_{ус}}$ – установка потужність електроплити, кВт; $N_{пл}$ – кількість електроплит; $K_{поп_{пл}}$ – коефіцієнт попиту, зумовлений кількістю приєднаних плит, необхідно приймати: 1 – при одній плиті; 0,9 – при двох плитах; 0,4 – 20; 0,2 – 100; 0,15 – для 200 електроплит.

Розрахункове навантаження вводів і на шинах 0,4 кВ ТП при змішаному живленні відних загального освітлення, розеток, кухонних електричних плит приміщень громадського призначення в гуртожитках коридорного типу визначають як суму розрахункових навантажень ліній живлення, помножену на 0,75.

Розрахункове навантаження житлового будинку в цілому (від жител, силових електроприймачів та в будованих чи прибудованих приміщень) за умови, коли найбільшою складовою є навантаження від жител, $P_{буд.ж}$ визначають за формулою:

$$P_{буд.ж} = P_{ж} + 0,9P_{сил} + \sum_1^n P_{сп} \cdot K_{у+n}, \quad (3.29)$$

де $P_{ж}$ – розрахункове навантаження електроприймачів жител (квартир), кВт;

$P_{сил}$ – розрахункове навантаження силових електроприймачів житлового будинку, кВт;

$P_{гр1} \dots P_{грn}$ – розрахункові навантаження вбудованих чи прибудованих громадських приміщень, кВт, що живляться від електрощитової житлового будинку (визначаються за методикою, викладеною в п.3.3), кВт;

$K_{у1} \dots K_{у+n}$ – коефіцієнти участі в максимумі навантаження квартир і силових електроприймачів житлового будинку, навантажень вбудованих і прибудованих приміщень.

3.3 Розрахунок навантаження громадських будинків та споруд

Розрахункове навантаження ліній, що живлять робоче освітлення громадських будинків (приміщень) та споруд, адміністративних і побутових будинків (приміщень) підприємств, $P_{ос.р}$ визначають за формулою:

$$P_{ос.р} = P_{ос.р.ус} + K_{поп.ос.р}, \quad (3.30)$$

де $P_{ос.р.ус}$ – установлена потужність робочого освітлення, кВт;

$K_{поп.ос.р}$ – коефіцієнт попиту робочого освітлення залежно від його встановленої потужності.

Коефіцієнти попиту для розрахунку навантажень робочого освітлення мережі і вводів громадських, адміністративних і побутових будинків (приміщень) приймають за табл. 3.10.

Коефіцієнт попиту для розрахунку групової мережі робочого освітлення, мереж живлення і групових мереж аварійного освітлення будинків, освітлення вітрин і світлової реклами приймають рівним 1.

Коефіцієнти попиту для розрахунку електричних навантажень ліній, що живлять постановне освітлення в залах, клубах і будинках культури, приймають рівними 0,35 для регульованого освітлення естради і 0,2 – для нерегульованого.

Розрахункове електричне навантаження ліній, що живлять розетки, $P_{розN}$ визначають за формулою

$$P_{розN} = P_{роз.ус} \times N_{роз} + K_{поп.роз}, \quad (3.31)$$

де $P_{роз.ус}$ – установлена потужність розетки, що приймається 0,08 кВт (у тому числі для підключення оргтехніки); $N_{роз}$ – кількість розеток;

$K_{поп.роз}$ – розрахунковий коефіцієнт попиту, прийнятий за табл. 3.11

Таблиця 3.10 – Коефіцієнти попиту

Організації, підприємства та установи	$K_{\text{пощ.р}}$ залежно від установленної потужності робочого освітлення, кВт							
	10	15	25	50	100	200	400	Понад 500
Готелі, спальні корпуси й адміністративні приміщення санаторіїв, будинків відпочинку, пансіонатів, турбаз, дитячих таборів; побутові будинки підприємств	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40	0,35	0,30	0,30
Підприємства громадського харчування, дитячі ясла-сади, навчально-виробничі майстерні профтехучилищ	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	0,50
Організації і установи управління, адміністративні будинки підприємств, установи фінансування, кредитування і страхування, загальноосвітні школи, спеціальні навчальні заклади, навчальні корпуси профтехучилищ.	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
Проектні, конструкторські організації, науково-дослідні інститути	1	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65
Актові зали, конференц-зали (освітлення залу і президії), спортзали.	1	1	1	1	1	—	—	—
Клуби і будинки культури	0,90	0,80	0,75	0,70	0,65	0,55	—	—
Кінотеатри	0,90	0,80	0,70	0,65	0,60	0,50	—	—

Таблиця 3.11

Організації, підприємства й установи	Коефіцієнт попиту розеток K_{non}		
	групові мережі	мережі живлення	вводи будинків
Організації й установи управління, адміністративні будинки підприємств, проектні і конструкторські організації, науково-дослідні інститути, установи фінансування, кредитування і страхування, загальноосвітні школи, спеціальні навчальні заклади, навчальні корпуси профтехучилищ	1	0,2	0,1
Готелі, обідні зали ресторанів, кафе та їдалень, підприємства побутового обслуговування, побутові будинки підприємств, бібліотеки, архіви	1	0,4	0,2

При змішаному живленні загального освітлення і розеткової мережі розрахункове навантаження $P_{зм}$ визначають за формулою:

$$P_{зм} = P_{заг} + P_{роз}, \quad (3.32)$$

де $P_{заг}$ — розрахункове навантаження ліній загального освітлення, кВт;

$P_{роз}$ — розрахункове навантаження розеткової мережі, кВт.

Розрахункове навантаження силових ліній живлення і вводів $P_{сил}$ визначають з формулою:

$$P_{сил} = P_{ел.ус} \times K_{non_{сил}}, \quad (3.33)$$

де $P_{ел.ус}$ — установлена потужність електроприймачів (крім протипожежних і резервних пристроїв), кВт;

$K_{non_{сил}}$ — розрахунковий коефіцієнт попиту.

Розрахункове навантаження ліній живлення технологічного устаткування і посудомийних машин підприємств громадською харчування і харчоблоків $P_{заг.т}$ визначають за формулою

$$P_{заг.т} = P_{нм} + 0,65 P_{тех.об} \geq P_{тех.об}, \quad (3.34)$$

де $P_{нм}$ — розрахункове навантаження посудомийних машин, визначене з коефіцієнтом попиту, що приймається за табл. 3.12, кВт;

$P_{тех.об}$ — розрахункове навантаження технологічного обладнання, визначене з

коефіцієнтом попиту, що приймається за табл. 3.13

Таблиця 3.12 – Коефіцієнт попиту посудомийних машин

Кількість посудомийних машин	1	2	3
Коефіцієнт попиту, $K_{\text{поп}_{\text{нм}}}$	<u>1,00</u> 0,65	<u>0,90</u> 0,60	<u>0,85</u> 0,55

Примітка. У чисельнику наведені $K_{\text{поп}_{\text{нм}}}$ для посудомийних машин, що працюють від мережі холодного водопостачання, у знаменнику - від мережі гарячого водопостачання.

Таблиця 3.13 – Коефіцієнт попиту технологічного обладнання

Кількість електроприймачів теплого устаткування підприємств громадського харчування і харчоблоків, підключених до цього елемента мережі	2	3	5	8	10	15	20	30	Від 60 до 100	Більше 125
$K_{\text{поп}_{\text{сил}}}$ для технологічного обладнання	0,90	0,85	0,75	0,65	0,60	0,50	0,45	0,40	0,30	0,25

Примітка. До технологічного обладнання слід відносити: теплове (електричні плити, сковороди, жарильні і кондитерські шафи, казани, кип'ятильники, тощо); механічне (тістомісильні машини, універсальні приводи, хліборізки, вібро-сита, коктейлезбивалки, м'ясорубки, картоплекістки, тощо); дрібне холодильне (подібні пристрої з одиничною потужністю менше ніж 1 кВт); ліфти, підйомники та інше устаткування (касові апарати, радіоапаратура тощо).

Сумарне розрахункове навантаження ліній живлення і силових вводів підприємств громадського харчування $P_{\text{нід}}$ визначають за формулою

$$P_{\text{нід}} = P_{\text{тех.об}} + 0,6P_{\text{сан}}, \quad (3.35)$$

де $P_{\text{сан}}$ – розрахункове навантаження ліній сантехнічного устаткування чи холодильних машин.

Розрахункове навантаження силових вводів підприємств громадського харчування при підприємствах, організаціях і установах, що обслуговують осіб, які постійно працюють в установі, а також при навчальних закладах, визначають за формулою (3.35) з коефіцієнтом 0,7.

Навантаження розподільних ліній електроприймачів прибиральних механізмів для розрахунку перетинів провідників і уставок захисних апаратів приймають рівним 9 кВт і при напрузі 380/220 В і 4 кВт – при напрузі 220 В. При цьому встановлену потужність одного прибирального механізму, що приєднується до трифазної розетки, приймають рівним 4,5 кВт, а до однофазної – 2 кВт.

Розрахункове електричне навантаження конференц-залів і актових залів у всіх елементах мережі будівель визначають за найбільшим з навантажень – освітлення залу і президії, кінотехнології чи освітлення естради.

У розрахункове навантаження кінотехнологічного устаткування конференц-залів і актових залів включають потужність одного найбільшого кінопроекційного апарата з його випрямною установкою і потужність працюючої звукопідсилювальної апаратури з коефіцієнтом попиту рівним 1. Якщо в кінопроекційній встановлена апаратура для кількох форматів екрана, то в розрахункове навантаження включається апаратура найбільшої потужності.

Розрахункове навантаження силових введів будівель (приміщень), що належать до одного комплексу, але мають різне функціональне призначення (навчальні приміщення і майстерні ПТУ, спеціальні навчальні заклади і школи; перукарні, ательє, ремонтні майстерні комбінатів побутового обслуговування; громадські приміщення і обчислювальні центри тощо), приймають з коефіцієнтом розбіжності максимумів їхніх навантажень рівним 0,85. При цьому сумарне розрахункове навантаження повинне бути не меншим за розрахункове навантаження найбільшої з груп споживачів.

Розрахункове навантаження ліній живлення і введів у робочому та післяаварійному режимах при спільному живленні силових електроприймачів і освітлення $P_{заг}$ визначають за формулою:

$$P_{заг} = K (P_{ос} + P_{елпс} + P_{хс} \cdot K_I), \quad (3.36)$$

де K – коефіцієнт, що враховує розбіжність розрахункових максимумів навантажень силових електроприймачів, включаючи холодильне устаткування і освітлення, прийнятий за табл. 3.14;

$P_{ос}$ – розрахункове навантаження освітлення, кВт;

$P_{елмс}$ – розрахункове навантаження силових електроприймачів без холодильних машин систем кондиціонування повітря, кВт;

$P_{хс}$ – розрахункове навантаження холодильного устаткування систем кондиціонування повітря, кВт;

K_1 – коефіцієнт, що залежить від відношення розрахункового навантаження освітлення до навантаження холодильного устаткування холодильної станції, прийнятий за приміткою 3 до табл. 3.14.

Таблиця 3.14

Будівлі	Коефіцієнт K при відношенні розрахункового навантаження освітлення до силового, %		
	від 20 до 75 включно	більше 75 до 140 включно	більше 140 до 250
Підприємства торгівлі і громадського харчування, готелі, побутові будинки підприємств	0,90(0,85)	0,85 (0,75)	0,90 (0,85)
Загальноосвітні школи, спеціальні навчальні заклади, профтехучилища	0,95	0,90	0,95
Дитячі ясла-садки	0,85	0,80	0,85
Ательє, комбінати побутового обслуговування, хімчистки з пральнями самообслуговування, перукарні	0,85	0,75	0,85
Організації й установи управління, фінансування і кредитування, адміністративні будинки підприємств, проектні та конструкторські організації	0,95 (0,85)	0,90 (0,75)	0,95 (0,85)

Примітка 1. При відношенні розрахункового освітлювального навантаження до силового до 20 і більше 250% коефіцієнт K приймають рівним 1.

Примітка 2. У дужках наведений коефіцієнт K для будинків і приміщень з кондиціонуванням повітря.

Примітка 3. Коефіцієнт K_1 при відношенні розрахункового навантаження освітлення до розрахункового навантаження холодильного устаткування холодильної станції, %:

1,0	до	15 %
0,8		20 %

0,6	50%
0,4	100%
0,2	більше 150%

При цьому коефіцієнт попиту для проміжних співвідношень визначається інтерполяцією. У розрахунковому і навантаженні освітлення не враховуються навантаження приміщень без природного освітлення.

Коефіцієнти потужності для розрахунку силових мереж будівель приймають такими:

Підприємства громадського харчування:

а) повністю електрифіковані0,98

б) частково електрифіковані (із плитами на газоподібному і твердому паливі)0,95

Продовольчі та промтоварні магазини0,85

Ясла-садки:

а) з електрифікованими харчоблоками0,98

б) без електрифікованих харчоблоків0,90

Загальноосвітні школи

а) з електрифікованими харчоблоками0,95

б) без електрифікованих харчоблоків0,90

Фабрики-хімчистки з пральнями самообслуговування0,75

Навчальні корпуси професійно-технічних училищ.....0,90

Навчально-виробничі майстерні з металообробки та деревообробки 0,60

Готелі:

а) без ресторанів 0,85

б) з ресторанами0,90

Будинки і установи управління, фінансування, кредитування та страхування, адміністративні будинки підприємств, проектні

та конструкторські організації.....0,85
 Перукарні та салони-перукарні.....0,97
 Ательє, комбінати побутового обслуговування, побутові будинки підприємств.....0,85
 Холодильне устаткування підприємств торгівлі і громадського харчування, насоси, вентилятори і кондиціонери повітря при потужності електродвигунів, кВт:

а) до 1.....0,65
 б) від 1 до 4 включно0,75
 в) понад 4.....0,85
 Ліфти та інше підймальне обладнання0,65
 Обчислювальні машини (без технологічного кондиціонування повітря).....0,65
 Коефіцієнти потужності для розрахунку мереж освітлення слід приймати,

лампами:

люмінесцентними.....0,92
 розжарювання1,00
 ГЛВД з компенсованими ПРА.....0,85
 те саме з некомпенсованими ПРА 0,30-0,50
 газоосвітлювальних рекламних установок 0,35-0,40

Розрахункове навантаження лінії живлення (ТП) при спільному електропостачанні цивільних будівель (приміщень) різного призначення $P_{\delta,ц}$ визначають за формулою:

$$P_{\delta,ц} = P_{\delta_{\max}} + P_{\delta 1} \cdot K_1 + P_{\delta 2} \cdot K_2 + \dots + P_{\delta n} \cdot K_n \quad (3.37)$$

де $P_{\delta 1} \dots P_{\delta n}$ – розрахункові навантаження всіх інших будівель (приміщень), крім будинку, що має найбільше навантаження (ТП), кВт;

$P_{\delta 1} \dots P_{\delta n}$ – розрахункові навантаження всіх інших будівель (приміщень),

крім будинку, що має найбільше навантаження $\delta_{\max} P$, які живляться лінією

(ТП), кВт;

$K_1, K_2 \dots K_n$ — коефіцієнти, що враховують частку електричних навантажень будівель (приміщень) громадського призначення і житлових будинків у найбільшому розрахунковому навантаженні і $b_{\max} P$.

Попередні орієнтовні розрахунки електричних навантажень будівель (приміщень) громадського призначення допускається виконувати за укрупненими питомими електричними навантаженнями.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Василега П. О.* Електропостачання [Текст]: підручник. – Суми: СумДУ, 2019. – 521 с.
2. *Мансуров Н. Н., Попов В.С.* Теоретическая электротехника. – М: Энергия, 1968. – 576 с.
3. *Данилов И. А., Иванов П. Т.* Общая электротехника. – М: Высшая школа, 1987. – 352 с.
4. *Будіщев М. С.* Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка. Підручник. – Львів: Афіша, 2001. – 424 с.
5. Методичні вказівки до розрахункового завдання з курсу «Електричні машини» для студентів електротехнічних спеціальностей всіх форм навчання, уклад. В. І. Мілих, Н. В. Полякова; за ред. В.І. Мілих.– Харків: НТУ «ХП», 2013. – 51 с.
6. Літерні позначення величин та параметрів електричних машин / уклад. Мілих В. І. – Х.: НТУ «ХП», 2007. – 32 с.
7. *Самбрус Є.* Плоди освітлення // Будівництво і реконструкція. – 2003. – № 1–2. – С. 28–29. Режим доступу: <http://www.parket72.ru/statti-z-budivnictva/2689-plodi-osvitlennja-2.html>
8. Електропостачання промислових підприємств : Підручник для студентів електромеханічних спеціальностей / В.І. Мілих, Т.П. Павленко. – Харків : ФОП Панов А. М., 2016. – 272 с.
9. *Електротехнічна промисловість* [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [ttp://leksika.com.ua/12960901/ure електротехнічна промисловість](http://leksika.com.ua/12960901/ure_elektrotehnicna_promislovist)