

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
імені Володимира Даля

**Методичні вказівки**

до практичних занять та індивідуального завдання з дисципліни  
«Інженерна інфраструктура міст»

*(для здобувачів вищої освіти спеціальності G19  
Будівництво та цивільна інженерія)*

*(Електронне видання)*

**ЗАТВЕРДЖЕНО**  
на засіданні кафедри  
будівництва урбаністики та  
просторового планування  
Протокол № 6 від 27.01.2026 р.

Київ-2026

УДК 621.311.1

Методичні вказівки до практичних занять та індивідуального завдання з дисципліни «Інженерна інфраструктура міст» (для здобувачів вищої освіти спеціальності G19 Будівництво та цивільна інженерія) (*Електронне видання / Укл . Уваров П.Є.– Київ: Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2026.– 30с.*

У методичних вказівках наведено основні положення з проектування та розрахунку інженерної інфраструктури міст (міських електричних мереж електропостачання).

У додатках наведено основний довідковий матеріал, необхідний для виконання індивідуального завдання.

При формуванні методичних вказівок використовувалися матеріали нормативних документів, навчальної літератури, що наведені в списку літератури.

Укладачі: П.Є. Уваров – к.т.н., доцент;

Рецензент: М.В. Білошицький, к.т.н., доцент

**З М І С Т**

1. Загальні рекомендації	4
2. Завдання на проектування і короткий зміст пояснювальної записки	5
3. Вказівки до виконання індивідуального завдання	8
3.1. Визначення розрахункових навантажень житлових і громадсько-комунальних будівель	8
3.2. Розрахунок навантаження зовнішньо - і внутрішньоквартального освітлення	10
3.3. Визначення потужності мікрорайону міста	10
3.4. Визначення потужності і кількості підстанцій в мікрорайоні	12
3.5. Розподіл навантаження мікрорайону по підстанціях	13
3.6. Розміщення трансформаторних підстанцій на плані мікрорайону	15
Додатки	19
Список літератури	29

## 1. ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Метою вивчення дисципліни «Інженерна інфраструктура міст» є освоєння принципів проектування та розрахунку систем інженерної інфраструктури міст.

Завданням практичних занять: є формування у здобувачів вищої освіти , системи базових знань з основ проектування інженерної інфраструктури міст (міських електричних мереж електропостачання) й одержання навичок їх застосування при виконанні розрахунків, а також у практичній інженерній діяльності.

Метою виконання індивідуального завдання являється закріплення знань й навичок , одержаних при вивченні основних положень дисципліни.

У процесі виконання індивідуального завдання необхідно:

- 1) визначити електричні навантаження електричної мережі мікрорайону міста.
- 2) вибрати раціональну схему електропостачання мікрорайону міста у відповідності до техніко-економічного аналізу варіантів електропостачання.
- 3) вибрати електричне устаткування з урахуванням розрахункових струмів короткого замикання.

## 2. ЗАВДАННЯ НА ПРОЕКТУВАННЯ І КОРОТКИЙ ЗМІСТ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

Згідно з варіантом студенту видається завдання у вигляді генерального плану мікрорайону міста з експлікацією будівель і споруд (див.додаток А).

Індивідуальне завдання повинно включати пояснювальну записку в обсязі 20-25 сторінок з розрахунками й потрібним графічним матеріалом. В якості графічних матеріалів використовується: картограма навантажень мікрорайону міста с визначеним центром електричних навантажень; генеральний план мікрорайону міста, з нанесеною відповідно мережею 0,4 і 10 кВ.

### Зміст пояснювальної записки

**Вступ.** У вступі викладаються завдання, що вирішуються в індивідуальному завданні.

1. Визначення розрахункової потужності на введеннях будинків й розрахунок навантаження зовнішнього і внутрішньоквартального освітлення відповідно до плану району міста;

2. Визначення розрахункового навантаження мікрорайону міста в цілому й вибір потужності та кількості підстанцій в мікрорайоні.
3. Побудова картограми й визначення центру електричних навантажень мікрорайону.
4. **\*\*Вибір конструктивної схеми і визначення перетинів мереж напругою 0,4 і 10 кВ.**
5. **\*\*Розрахунок струмів короткого замикання і вибір електротехнічного устаткування підстанцій.**

**Список літератури.** Вказується використана при виконанні індивідуального завдання література згідно існуючих вимог.

**\*\*Примітка.** Пункти 4. та 5. докладніше розглядатимуться у частині II методичних вказівок

### **3. ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ**

#### **3.1. Визначення розрахункових навантажень житлових і громадсько- комунальних будівель**

Розрахунок навантажень міської мережі включає визначення навантажень окремих споживачів: житлових будинків, громадських будівель, комунально-побутових споживачів і елементів системи електропостачання: розподільних ліній, трансформаторних підстанцій, розподільних пунктів, центрів живлення і т.д.

#### **Визначення розрахункових навантажень на введеннях житлових будинків**

Відповідно до державних будівельних норм ДБН В.2.5-23:2025 «Проектування електроустановок житлових будинків та громадських будівель і споруд» житло (квартири) щодо оснащеності побутовими електроприладами і їх розрахунковими навантаженнями розподіляється на наступні види:

1 - житло (квартири) в будинках масового будівництва, споруджених і тих, що споруджуються, із загальною площею від 35 до 95 м<sup>2</sup> і заявленою (встановленою) потужністю електроприймачів до 30 кВт;

2 - житло (квартири) у багатоквартирних будинках, споруджених або тих,

що споруджуються, загальною площею від 100 до 300 м<sup>2</sup> і заявленою (встановленою) потужністю електроприймачів від 30 до 60 кВт;

3 - житло (квартири) у котеджах, будинках, споруджених або тих, що споруджуються, з розрахунку, як правило, на одну родину із загальною площею від 150 до 600 м<sup>2</sup> і заявленим Замовником високим рівнем комфортності, що відповідає потужності електроприймачів від 60 до 140кВт.

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

I - житло (квартири) з плитами на природному газі;

II - житло (квартири) з плитами на зрідженому газі;

III - житло (квартири) з електричними плитами потужністю до 8,5 кВт;

IV - житло (квартири) з електричними плитами потужністю до 10,5 кВт;

V - будиночки на ділянках садівничих товариств.

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

I - житло (квартири) з плитами на природному газі;

II - житло (квартири) з електричними плитами потужністю до 10,5 кВт.

Встановлені нормативи питомих електричних розрахункових навантажень зведені в таблицю (табл.Б.1 додатків) і враховують застосування в житловому приміщенні побутових кондиціонерів повітря (або інших аналогічних за потужністю приладів і комфортного електричного додаткового опалення в межах 7-15% від загальної потреби в теплі з розрахунку 60-120 Вт на 1 м<sup>2</sup> додатково опалювальної площі).

Розрахункове навантаження групи житла з однаковим питомим електричним навантаженням, приведене до лінії живлення, введення в житловий будинок, шин напругою 0,4 кВ ТП,  $P_{жсN}$  визначається згідно з формулою:

$$P_{жсN} = P_{жсп} N, \quad (3.1)$$

де  $P_{жсп}$  - питоме розрахункове електричне навантаження одного житла (квартири), що вибирається за табл. Б.1 Додатків, залежно від прийнятого

рівня електрифікації і кількості квартир, приєднаних до даної ланки електромережі, кВт/житло;

$N$  - кількість житла (квартир), приєданого до введення, лінії, ТП. Питомі розрахункові електричні навантаження житла охоплюють навантаження освітлення загальнобудинкових приміщень.

Розрахункове навантаження силових електроприймачів житлового будинку, приведене до введення, лінії або шин напругою 0,4 кВ ТП,  $P_{\text{сил}}$ , визначається згідно з формулою:

$$P_{\text{сил}} = \sum_1^n P_{\text{л}} K_{\text{н.л}} + \sum_1^n P_{\text{сан}} K_{\text{н.сан}}, \quad (3.2)$$

де  $K_{\text{н.л}}$  - коефіцієнт попиту для ліфтів, що визначається за табл. Б.3 Додатків, залежно від кількості ліфтових установок і кількості поверхів будинку;

$P_{\text{л1}} \dots P_{\text{лn}}$  — встановлена потужність електродвигуна за паспортом, кожного з ліфтів кВт;

$P_{\text{сан1}} \dots P_{\text{санn}}$  - встановлена потужність кожного електродвигуна сантехнічних установок за їх паспортами, кВт;

$K_{\text{н.сан}}$  - коефіцієнт попиту для електродвигунів сантехнічних установок, визначається за табл. Б.4а Додатків.

Якщо в якості силових електроприймачів виступають ліфти різної потужності, то силове навантаження визначається за формулою

$$P_{\text{с}} = (P_{\text{л1}} n_{\text{л1}} + P_{\text{л2}} n_{\text{л2}}) K_{\text{н}}, \quad (3.3)$$

де  $K_{\text{н}}$  – коефіцієнт попиту ліфтів (додаток, табл.Б.3);

$P_{\text{л1}}=4 \text{ кВт}; P_{\text{л2}}=7 \text{ кВт}$  – потужність ліфтів першого і другого типів;

$n_{\text{л1}}, n_{\text{л2}}$  – кількість ліфтів.

Розрахункове навантаження житлового будинку в цілому (від житла, силових електроприймачів і вбудованих або прибудованих приміщень) за умовою, що найбільшою складовою є навантаження від житла,  $P_{\text{б.ж}}$  визначаються за формулою

$$P_{\text{б.ж}} = P_{\text{ж}} + 0,9P_{\text{сил}} + \sum_1^n P_{\text{зр}} K_{\text{у} \neq \text{н}}, \quad (3.4)$$

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

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

$P_{зр1} \dots P_{зрn}$  – розрахункові навантаження вбудованих або прибудованих цивільних приміщень, що живляться від електрощитової житлового будинку і визначаються за методикою розрахунку навантажень громадських будівель (див. наступний розділ).

$K_{y+1} \dots K_{y+n}$  – коефіцієнти участі в максимумі навантаження квартир і силових електроприймачів житлового будинку навантажень вбудованих і прибудованих приміщень, що визначаються за табл. Б 5 додатків.

Для вибору параметрів електричних мереж необхідно знати **повне навантаження**:

$$S_{б.ж.} = \sqrt{P_{б.ж.}^2 + Q_{б.ж.}^2}, \quad (3.5)$$

де  $P_{б.ж.}$  – активне навантаження житлового будинку, кВт;

$Q_{б.ж.}$  – реактивне навантаження житлового будинку, кВар;

$$Q_{б.ж.} = P_{жN} \cdot tg \varphi_{кв.} + 0,9 \sum P_c \cdot tg \varphi_z \quad (3.6)$$

де  $tg \varphi_{кв.}$  і  $tg \varphi_z$  – коефіцієнти, що враховують реактивне навантаження квартир і загальнодомових електроприймачів відповідно. Значення коефіцієнта потужності на введенні житлових будинків приймається згідно з табл. Б.6 додатків.

### **Розрахунок навантажень громадських і комунальних будинків**

Навантаження громадських і комунальних будинків визначаємо за питомими навантаженнями на розрахунковий показник N:

$$P_{p.z.б.} = p_n N; \quad (3.7)$$

$$Q_{p.z.б.} = P_{p.z.б.} tg \varphi, \quad (3.8)$$

де  $p_n$  - розрахункове питома навантаження, визначається за табл. Б.8 додатків;

$tg \varphi$  - коефіцієнт реактивної потужності визначається за табл. Б.8 додатків.

Розрахунки навантажень житлових, громадських і комунальних будинків зводимо в таблиці згідно зі зразками на табл. 3.1., 3.2..



Таблиця 3.2 - Розрахунок навантажень від громадських і комунальних будинків

Номер на ген-плані	Найменування громадських будинків	Одиниця виміру	Питоме навантаження, $P_n$	Коефіцієнт реактивної потужності, $tg\varphi$	Розрахункове навантаження		
					$P_{p.z.б.}$ кВт	$Q_{p.z.б.}$ кВар.	$S_{p.z.б.}$ кВА
1	2	3	4	5	6	7	8

### 3.2. Розрахунок навантаження від зовнішнього й внутрішньоквартального освітлення

Розрахункове навантаження внутрішньоквартального освітлення визначаємо згідно з виразом:

$$P_{p.k.o.} = p_{пит.k.o.} \cdot F, \quad (3.9)$$

де  $p_{пит.k.o.} = 1,2 \text{ кВт} / \text{га}$  - питоме навантаження від внутрішньоквартального освітлення;  $F$ - площа мікрорайону, га.

Розрахункове навантаження зовнішнього освітлення визначаємо так:

$$P_{p.z.o.} = p_{пит.z.o.} \cdot L, \quad (3.10)$$

де  $p_{пит.z.o.}$  - питоме розрахункове навантаження від зовнішнього освітлення (табл.Б.4. додатків);  $L$ - довжина вулиць, км.

Площу мікрорайону і довжину вулиць визначаємо згідно з планом мікрорайону міста.

### 3.3. Визначення потужності мікрорайону міста

Розрахункове навантаження мікрорайону визначаємо за формулою

$$P_{m.p.} = P_{max} + \kappa_1 P_1 + \kappa_2 P_2 + \dots + \kappa_n P_n, \quad (3.11)$$

де  $P_{max}$  - найбільше з однорідних електричних навантажень;

$P_1 \dots P_n$  - інші розрахункові навантаження;

$k_1 \dots k_n$  - коефіцієнти їх участі в максимумі навантажень (табл.Б.5 додатків).

$$P_{max} = p_{n.кв.} \sum n_{кв} + 0,9K_c (\sum P_{л1i} n_{л1i} + \sum P_{л2i} n_{л2i}), \quad (3.12)$$

де  $p_{n.кв.}$  - питоме навантаження квартир при  $n_{кв}$  в мікрорайоні;

$K_n$  – коефіцієнт попиту для ліфтових установок;

$P_{л1i}$ ,  $P_{л2i}$  - потужність ліфтових установок першого і другого типу відповідно;

$n_{л1i}$ ,  $n_{л2i}$  - кількість ліфтових установок першого і другого типу відповідно.

### **Загальні рекомендації щодо визначення потужності мікрорайону:**

1. При орієнтовних розрахунках і при розрахунках, коли кількість квартир у мікрорайоні не перевищує 1000, можна використовувати вираз

$$P_{р.ж.} = p_{ж.б.н.} G \cdot 10^{-3},$$

де  $p_{ж.б.н.}$  – питоме навантаження житлових будинків, приведене до шин РУ 0,38 кВ ТП, віднесене до 1 м<sup>2</sup> корисної площі квартир, приймається за табл. Б16 додатку, Вт/м<sup>2</sup>;  $G$  – корисна площа житлових будинків мікрорайону (кварталу), м<sup>2</sup>.

2. Оцінку навантаження мікрорайону з урахуванням культурно-побутових споживачів визначаємо за формулою:

$$P_{р.мр} = (p_{н.ж.б} + p_{н.гр.}) \cdot G \cdot 10^{-3},$$

де  $p_{н.ж.б}$  - питоме навантаження від житлових будинків мікрорайону, приведене до шин 0,38 кВ міських ТП, віднесене до 1 м<sup>2</sup> корисної площі квартир, приймається за табл. Б.16 Додатків;  $p_{н.гр.}$  - питоме навантаження від культурно-побутових споживачів, приймається при наявності будинків з електроплитами, дорівнює 2,6 Вт/м<sup>2</sup>, з плитами на газоподібному або твердому паливі – 2,3 Вт/м<sup>2</sup>.  $G$  - корисна площа житлових будинків мікрорайону (кварталу), м<sup>2</sup>.

Якщо, крім підприємств торгівлі, громадського харчування, аптек в мікрорайоні передбачається побудова кінотеатру й поліклініки, вираз буде мати вигляд:

$$P_{p.m.p} = (p_{n.ж.б} + p_{n.зр.}) \cdot G \cdot 10^{-3} + K_1 p_{n.к.м} n_1 + K_2 p_{n.п} n_2,$$

де  $p_{n.к.м}$  - питомі значення навантажень для кінотеатрів, кВт/місце;  $K_1$  - коефіцієнт сумісництва максимумів навантаження від житлового сектора та кінотеатру;  $n_1$  - кількість місць в кінотеатрі;  $K_2$  - коефіцієнт сумісництва максимумів навантаження житлового сектора та поліклінік;  $n_2$  - кількість відвідувань за зміну в поліклініку;  $p_{n.п}$  - питома значення навантаження на одне відвідування в поліклініці, кВт/відв.

### 3.4. Визначення потужності і кількості підстанцій в мікрорайоні

Кількість підстанцій, необхідну для живлення мікрорайону, визначаємо за виразом

$$n_{ТП} = \frac{\sum P_{m.p.}}{K_3 S_{mp} n_{mp} \cos \varphi}, \quad (3.13)$$

де  $K_3$  - коефіцієнт завантаження трансформатора в нормальному режимі;

$S_{mp}$  - прийнята потужність трансформаторів ТП;

$\cos \varphi$  - коефіцієнт потужності;

$n_{mp}$  - кількість трансформаторів на ТП.

#### **Загальні рекомендації:**

Вибір потужності ТП відноситься до техніко-економічних задач. Підвищення потужності ТП приводить до зменшення їхнього числа і відповідно вартості, але при цьому ускладнюється розподільна мережа низької напруги, і, навпаки, зниження потужності ТП приводить до збільшення їхнього числа і вартості, але розподільна мережа низької напруги виявляється легше і відповідно дешевше. Таким чином, повинна існувати оптимальна потужність ТП, що відповідає мінімумові річних приведених

витрат. Річні приведені витрати, що залежать від потужності ТП, повинні включати вартість розподільних мереж середньої і низької напруги і вартість втрат електроенергії в них, вартість ТП і втрат електроенергії у трансформаторах.

Але на попередніх етапах розрахунку не всі вихідні дані ще відомі. Тому з огляду на досвід проектування та обмеження через різні технічні обмеження, потужність трансформаторів для міських ТП обмежується, як правило, величинами 400 і 630 кВА. А з огляду на те, що висота забудови в даний час збільшується і складає не менше 10-12 поверхів, що збільшує поверхневу щільність навантаження, цілком обґрунтовано на перших етапах розрахунків приймати трансформаторні підстанції 2\*630 кВА з коефіцієнтом завантаження в нормальному режимі одного трансформатора, рівному 0,7.

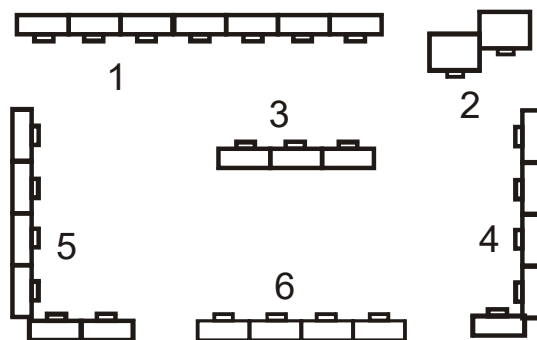
### 3.5. Розподіл навантажень мікрорайону по підстанціях

Розподіл навантаження по підстанціях здійснюємо з урахуванням вищевикладеного в попередніх розділах.

#### Приклад.

**Завдання.** Розподілити навантаження частини мікрорайону:

Вихідні дані: 1. Схема генплану.



Експлікація будинків

Номер на плані	Найменування	Кількість під'їздів	Кількість поверхів	Кількість квартир
1	Житловий будинок	7	9	252
5	Житловий будинок	6	9	216
6	Житловий будинок	4	9	144
2	Житловий будинок	2	9	72
3	Житловий будинок	3	9	108
4	Житловий будинок	5	9	180

Внутрішньоквартальне освітлення – 10 кВт, зовнішнє освітлення – 25 кВт.

Будинки оснащені плитами на природному газі.

**Розв'язання.** Припустимо, що всі будинки живляться від однієї підстанції потужністю  $2 \cdot 630$  кВА. Оскільки в цій частині мікрорайону знаходяться тільки житлові будинки, розрахункове навантаження цієї частини мікрорайону, що приходить на трансформаторну підстанцію за аналогією з виразом (4.1) з урахуванням ліфтових установок:

$$\begin{aligned} P_{ж.б.ТП} &= p_n \sum n_{кв} + 0,9 K_n (P_{л1} n_{л1} + P_{л2} n_{л2}) = \\ &= 0,604 \cdot 972 + 0,9 \cdot 0,35 \cdot 27 \cdot 7 = 646,6 \text{ кВт}, \end{aligned}$$

де 0,604 - питома навантаження, при кількості квартир в мікрорайоні 972 (знаходимо за табл.Б.1 додатків); 0,35 – коефіцієнт попиту ліфтових установок при їх кількості 27.

При визначенні кількості ліфтових установок треба користуватися нормами, відповідно до яких для будинків: від 6 до 10 поверхів рекомендується установка одного ліфта потужністю 7 кВт, 12-16 поверхів – 2 ліфта потужністю 7 й 11 кВт, 20-25 поверхів – 2 ліфта потужністю 7 й 11-15 кВт.

Визначаємо повну активну потужність ТП, віднесену до шин 0,4 кВ з урахуванням внутрішньоквартального й зовнішнього освітлення:

$$P_{ТП} = 646,6 + 10 + 25 = 681,6 \text{ кВт}.$$

Знаходимо повну потужність підстанції:

$$S_{ТП} = \frac{P_{ТП}}{\cos \varphi} = \frac{681,6}{0,9} = 757,3 \text{ кВА}.$$

Коефіцієнт завантаження в нормальному режимі:

$$\kappa_{зн} = \frac{S_{ТП}}{n_{ТП} S_{тр}} = \frac{757,3}{2 \cdot 630} = 0,6.$$

Оптимальне значення коефіцієнту  $\kappa_{зн} = 0,6 \div 0,8$

Коефіцієнт завантаження в аварійному режимі:

$$\kappa_{за} = \frac{S_{ТП}}{S_{тр}} = \frac{757,3}{630} = 1,2.$$

Оптимальне значення коефіцієнту  $\kappa_{за} = 1,2 \div 1,6$ .

Навантаження серед інших ТП можна розподіляти аналогічно. При додаванні навантажень різних груп споживачів також треба враховувати коефіцієнти сумісності.

Всі розрахунки зводимо в табл. 3.3

Таблиця 3.3 - Розрахунок навантаження трансформаторних підстанцій

Номер ТП	Повна розрахункова потужність ТП, $S_{ТП}$ , кВА	Встановлена розрахункова потужність трансформатора, $S_{тр}$ , кВА	Тип трансформатора	Коефіцієнт завантаження трансформатора	
				$K_{zn}$	$K_{за}$
1	757,3	2*630	ТМ630-10/0,4	0,6	1,2
...	...	...	...	...	...

### 3.6. Розміщення трансформаторних підстанцій на плані мікрорайону

Для визначення місця розташування трансформаторної підстанції необхідно визначити центр електричних навантажень. Для цього треба побудувати картограму навантажень на підставі результатів визначення розрахункових навантажень будинків, наведених в табл. 3.1, 3.2..

Картограма будується за умовою, що площі кіл картограми ( $F_i$ ) в обраному масштабі ( $m$ ) є розрахунковими, повними навантаженнями житлових й комунально-громадських будинків ( $S_{pi}$ ). Тоді радіуси кожного кола визначаються згідно виразу

$$r = \sqrt{\frac{S_{pi}}{\pi * m}}. \quad (3.14)$$

Центр навантажень приймаємо співпадаючим з центром ваги будинку. Це допущення обумовлене тим, що невідомий розподіл приймачів електроенергії по площині будинку. Для визначення місця розташування трансформаторної підстанції знаходимо центр електричних навантажень підстанції за допомогою аналітичного методу додавання паралельних навантажень, що базується на теорії проєкцій. На генплан мікрорайону

довільно наносимо осі координат і координати центру електричних навантажень знаходимо за формулами:

$$X_0 = \frac{\sum S_{pi} X_i}{\sum S_{pi}}; \quad (3.15)$$

$$Y_0 = \frac{\sum S_{pi} Y_i}{\sum S_{pi}}, \quad (3.16)$$

де  $X_0, Y_0$  – координати центру навантажень;  $X_i, Y_i$  – координати центру навантажень  $i$ -го будинку;  $S_{pi}$  – розрахункове, повне навантаження будинку.

**Приклад 1.** Визначити центр електричних навантажень мікрорайону:

**Вихідні дані:** Розрахункове навантаження житлових будинків складає: 1 – 140 кВА; 2 – 75 кВА; 3 – 80 кВА; 4 – 100 кВА; 5 – 120 кВА; 6 – 90 кВА.

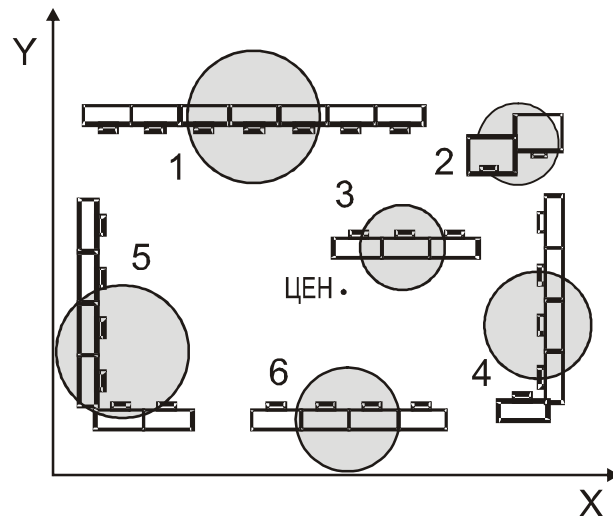


Рисунок 3.1 – План фрагмента мікрорайону

**Розв'язання.** Відповідно до плану фрагмента мікрорайону й електричних навантажень за формулами (3.15) і (3.16) знаходимо центр електричних навантажень

$$X_0 = \frac{140 \cdot 27 + 75 \cdot 60 + 80 \cdot 46 + 100 \cdot 63 + 120 \cdot 9 + 90 \cdot 39}{605} = 37,8 \text{ мм};$$

$$Y_0 = \frac{140 \cdot 47 + 75 \cdot 43 + 80 \cdot 30 + 100 \cdot 20 + 120 \cdot 16 + 90 \cdot 7}{605} = 27,7 \text{ мм.}$$

Всі розраховані значення зводимо в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 - Розрахункові дані для визначення центру електричних навантажень підстанції

№ за планом	$S_{pi}$ , кВА	$X_i$ , мм	$Y_i$ , мм	$S_{pi} * X_i$ , кВА*мм	$S_{pi} * Y_i$ , кВА*мм
1	2	3	4	5	6
1	140	27	47	3780	6580
2	75	60	43	4500	3225
3	80	46	30	3680	2400
4	100	63	20	6300	2000
5	120	9	16	1080	1920
6	90	39	7	3510	630
Всього	605			22850	16755

При визначенні центру електричних навантажень підстанцій на місцевості слід враховувати масштаб зображеного мікрорайону на плані.

**Приклад 2.** Побудувати картограму навантажень для житлового будинку, коли відомо, що повне навантаження житлового будинку  $S_{з.жс}=250$  кВт, а силове навантаження складає  $S_{сил}=45$  кВА.

За виразом (3.14) будуємо картограму навантажень для житлового будинку попередньо прийнявши масштаб  $m=0,2$  кВА/мм<sup>2</sup>.

$$r = \sqrt{\frac{S_{pi}}{\pi * m}} = \sqrt{\frac{250}{3,14 * 0,2}} = 19,9 \text{ мм.}$$

Сектор кола, що показує величину силового навантаження у загальному навантаженні житлового будинку, визначаємо так:

$$\alpha = \frac{S_{\tilde{n}\tilde{e}\tilde{e}} * 360}{S_{pi}} = \frac{45 * 360}{250} \approx 64^\circ.$$

Значення для кожного будинку зводимо в табл. 3.5.

Таблиця 3.5 - Розрахункові дані для побудови картограми навантажень

№ будинку за планом	$S_{pi}$ кВА	$S_{cил}$ кВА	$R$ , мм	$\alpha$ , град.
1	2	3	4	5
1	250	45	19,9	64
...	...	...	...	...

Центр електричних навантажень і картограму зображуємо на плані, при цьому силове навантаження виділяємо у вигляді сектора, як показано на рис. 3.2.

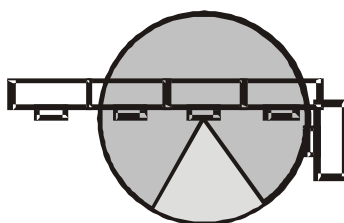
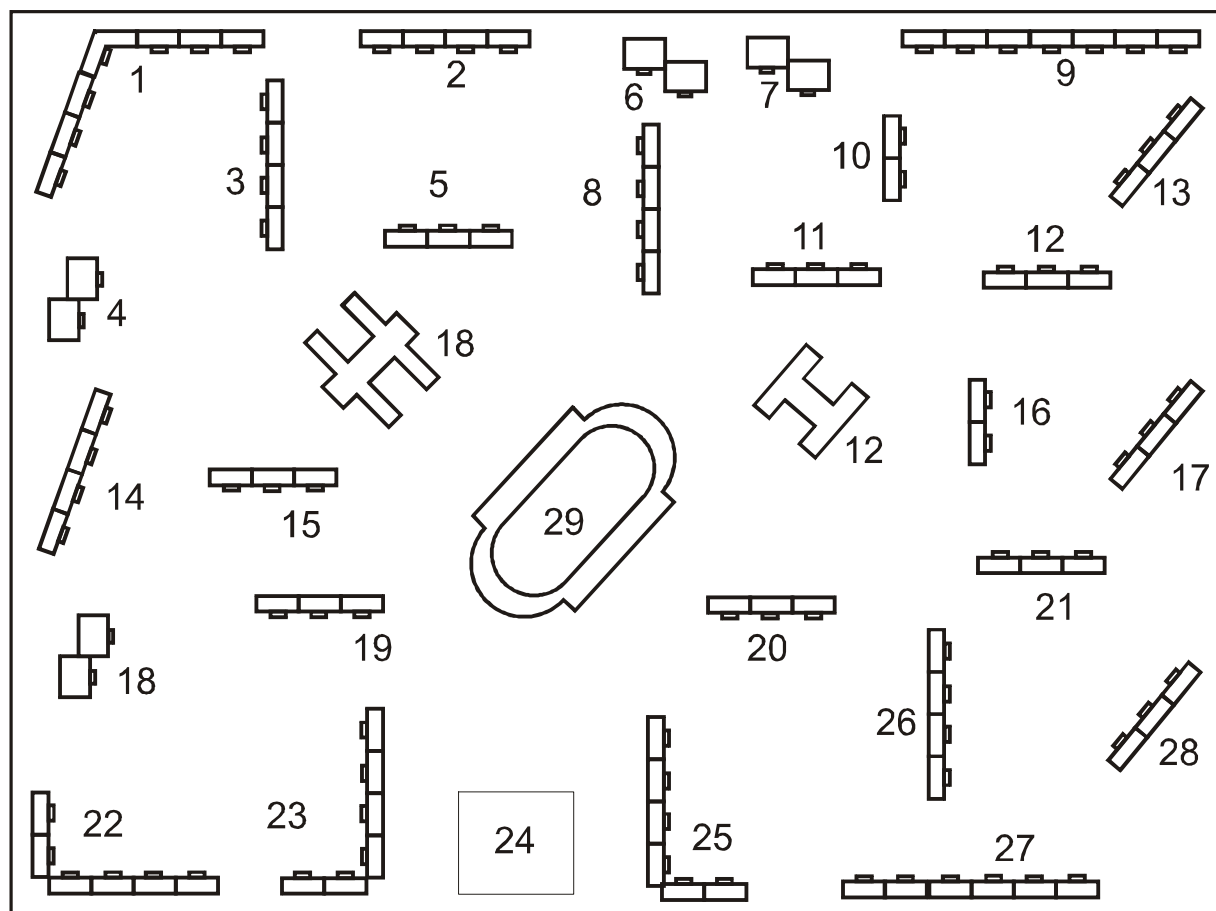


Рисунок. 3.2 – Зображення картограми навантажень житлового будинку

**ДОДАТКИ**

**План мікрорайону  
М 1:5000**



**Специфікація:**

Номер на плані	Найменування	Кількість секцій	Кількість поверхів	Кількість	Од. виміру
1	Житловий будинок	7			квартир
22, 23, 25, 27	Житловий будинок	6			квартир
2, 14	Житловий будинок	4			квартир
10, 16	Житловий будинок	2			квартир
13, 17, 28	Житловий будинок	3			квартир
9	Житловий будинок	7			квартир
3, 8, 26	Житловий будинок	4			квартир
5, 11, 12	Житловий будинок	3			квартир
15, 19, 20, 21	Житловий будинок	3			квартир
6, 7	Житловий будинок	2			квартир
4, 18	Житловий будинок	2			квартир
12	Дитячий садок	-	-		місце
18	Школа	-	-		місце
29	Стадіон	-	-	-	-
24	Торговий центр	-	-		м <sup>2</sup>

\* враховуючи що в секції на поверсі розміщується 4 квартири

Таблиця Б.1 - Питомі розрахункові електричні навантаження житла 1-го і 2-го видів

Споживачі електроенергії	Значення показника, кВт/житла при кількості житла														
	1	3	6	9	12	15	18	24	40	60	100	200	400	600	1000
<b>1. Житло 1-го виду</b>															
1.1 I рівня електрифікації в будинках з плитами на природному газі	5,00	3,85	3,23	2,72	2,36	2,10	1,91	1,65	1,31	1,14	1,00	0,87	0,74	0,66	0,60
1.2 II рівня електрифікації в будинках з плитами на зрідженому газі і на твердому паливі	6,50	5,01	4,20	3,53	3,07	2,73	2,48	2,15	1,70	1,48	1,30	1,12	0,96	0,86	0,78
1.3 III рівня електрифікації в будинках з електроплитами потужністю до 8,5 кВт	10,00	8,19	5,56	4,44	3,76	3,33	3,05	2,72	2,35	2,10	1,73	1,38	1,31	1,19	1,10
1.4 IV рівня електрифікації в будинках з електроплитами потужністю 10,5 кВт	12,00	9,83	6,67	5,33	4,51	3,99	3,66	3,26	2,82	2,52	2,08	1,65	1,58	1,43	1,32
1.5 V рівня електрифікації в будинках на ділянках садових товариств	3,50	2,84	1,91	1,47	1,22	1,07	0,96	0,83	0,66	0,58	0,52	0,48	0,47	0,46	0,41
<b>2. Житло 2-го виду</b>															
2.1 I рівня електрифікації в будинках з плитами на природному газі	9,00	6,33	5,29	4,36	3,72	3,26	2,94	2,51	2,00	1,78	1,62	1,47;	1,24	1,08	0,99
2.2 II рівня електрифікації в будинках з електроплитами потужністю 10,5 кВт за індивідуальним проектом	16,00	13,05	8,34	6,41	5,39	4,77	4,36	3,83	3,18	2,83	2,51	2,16	1,88	1,77	1,76

Таблиця Б.2 - Значення коефіцієнта одночасності  $K_{од}$ 

Характеристика котеджу	Коефіцієнт одночасності $K_{од}$ при кількості житла (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 електроплитами 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 з повним електроопаленням пл. 150м <sup>2</sup>	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 з повним електроопаленням пл. 300 м <sup>2</sup>	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 з повним електроопаленням пл. 600 м <sup>2</sup>	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

Примітка. Коефіцієнти одночасності для всіх котеджів подані з урахуванням проточних електро-водопідігрівальних приладів. Для котеджів з електроопаленням значення  $K_{од}$  подані для режиму постійного ввімкнення електроопалювальних приладів протягом опалювального сезону і не дійсні для електротеплоакумуляційних систем, що працюють в період мінімальних навантажень системи.

Таблиця Б.3 - Коефіцієнти попиту для ліфтових установок

Кількість ліфтових установок	$K_{п.л}$ для будинків висотою	
	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 и більше	0,35	0,40

Примітка. Коефіцієнт попиту для кількості ліфтових установок, не вказаних в таблиці, визначаємо інтерполяцією

Таблиця Б.4 - Значення  $P_{н.з.о.}$  питомих розрахункових навантажень зовнішнього освітлення

Категорія вулиць і доріг	Об'єкти	Найбільша годинна інтенсивність руху в обох напрямках, од/год	Питоме навантаження кВт/км
А	Магістральні вулиці загальноміського значення, швидкісні дороги	500-3000 і більш	80-100
Б	Магістральні вулиці районного значення	до 500 500-2000 і більш	3-80
В	Вулиці і дороги місцевого значення	до 500 і більш	7-10

Таблиця Б.4а - Значення коефіцієнта попиту  $K_{сп.сан}$  для сантехнічних установок

Питома вага встановленої потужності працюючого сантехнічного і холодильного обладнання, включаючи системи кондиціонування повітря, в загальній встановленій потужності працюючих силових електроприймачів, %	$K_{сп.сан}$ при кількості електроприймачів										
	2	3	5	8	10	15	20	30	50	100	200
100-85	1 (0,8)	0,90 (0,75)	0,80 (0,7)	0,75	0,70	0,65	0,65	0,60	0,55	0,55	0,50
84-75			0,75	0,70	0,65	0,60	0,60	0,60	0,55	0,55	0,50
74-50			0,70	0,65	0,65	0,6	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45
49-25			0,65	0,60	0,60	0,55	0,50	0,50	0,50	0,45	0,45
24 і менше			0,60	0,60	0,55	0,50	0,50	0,50	0,45	0,45	0,40

**Примітки**

- У встановлену потужність резервні електроприймачі не включаються.
- У дужках наведені коефіцієнти попиту для електродвигунів одиначної потужності більше 30 кВт.
- Коефіцієнт попиту для кількості приєднаних електроприймачів, не вказаних в таблиці, визначається інтерполяцією.

Таблиця Б.5 - Коефіцієнти участі у максимумі навантаження

Назва споруди (помешкання) найбільшого розрахункового навантаження	Житлові будинки з електроплитами	Житлові будинки з газовими плитами або на твердому паливі	Установи громадського харчування - їдальні	Установи громадського харчування – ресторани і кафе	Середні навчальні заклади	Загальноосвітні школи, ПТУ	Установи адміністративно - управлінські, фінансові, проектно-конструкторські	Торговельні підприємства однорідні	Торговельні підприємства півтора й двозмінні	Готелі	Перукарні	Дошкільні дитячі заклади	Поліклініки	Комбінати побутового обслуговування, ательє	Підприємства комунального обслуговування	Культові, видовищні установи, кінотеатри
Житлові будинки з електроплитами	—	0,9	0,6	0,7	0,6	0,4	0,6	0,6	0,8	0,7	0,8	0,4	0,7	0,6	0,7	0,9
Житлові будинки з газовими плитами або на твердому паливі	0,9	—	0,6	0,7	0,5	0,3	0,4	0,5	0,8	0,7	0,7	0,4	0,6	0,5	0,5	0,9
Підприємства громадського харчування (їдальні, ресторани, кафе)	0,4	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,5
Школи, середні навчальні заклади, ПТУ, бібліотеки	0,5	0,4	0,8	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8
Торговельні підприємства працюючі в одну- півтори -, дві зміни	0,5	0,4	0,8	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8
Установи управління, фінансові, адміністративні будівлі підприємств і проектно-конструкторські організації	0,5	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,5
Готелі	0,8	0,8	0,6	0,8	0,4	0,3	0,6 <sup>1</sup>	0,6	0,8	0,8	0,8	0,4	0,7	0,5	0,7	0,9
Поліклініки	0,5	0,4	0,8	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8
Ательє і комбінати побутового обслуговування	0,5	0,4	0,8	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8
Культові, видовищні установи, кінотеатри	0,9	0,9	0,4	0,6	0,3	0,2	0,2	0,8	0,7	0,7	0,8	0,2	0,4	0,4	0,5	
Примітка. Якщо від ТП живляться декілька споживачів з рівними або близькими до рівних навантаженнями, розрахунок слід виконувати відносно того навантаження, при якому $P_{\max}$ виходить найбільшим.																

Таблиця Б.6 - Значення розрахункових коефіцієнтів потужності

Лінія живлення	Розрахункові коефіцієнти	
	потужності ( $\cos \varphi$ )	реактивного навантаження ( $\operatorname{tg}\varphi$ )
Квартири з електричними плитами	0,98	0,20
Квартири з електричними плитами та 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, на твердому паливі і з побутовими кондиціонерами повітря	0,92	0,43
Загальнобудинкове освітлення: з лампами розжарювання	1,00	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
Примітка. Коефіцієнт потужності лінії, що живить один електродвигун, приймають за довідковими даними цього двигуна		

Таблиця Б.7 - Номінальні потужності ліфтів

Кількість поверхів будівлі	6—9	12	16	20—25
Кількість ліфтів в одній секції	1	2	2	2—3
Номінальна потужність двигунів, кВт	7	7; 11	11	7; 11—15

Таблиця Б.7.1 - Економічна щільність струму, А/мм<sup>2</sup>

Дроти, кабелі	Тривалість використання максимуму навантаження, год/рік		
	1000-3000	3000-5000	5000-8700
Голі дроти й шини мідні	2,5	2,1	1,8
Те саме, алюмінієві	1,3	1,1	1,0
Кабелі з паперовою і дроти з гумовою та полівінілхлоридною ізоляцією з мідними жилами	3,0	2,5	2,0
Те саме з алюмінієвими	1,6	1,4	1,2
Кабелі з гумовою та пластмасовою ізоляцією з мідними жилами	3,5	3,1	2,7
Те саме з алюмінієвими	1,9	1,7	1,6

Таблиця Б.8 - Орієнтовні питомі розрахункові електричні навантаження громадських будівель і споруд громадського призначення

Об'єкти масового будівництва	Одиниця виміру	Питоме навантаження	Розрахункові коефіцієнти	
			потужність (cos φ)	реактивне навантаження (tg φ)
1	2	3	4	5
<b>Підприємства громадського харчування</b>				
а) повністю електрифіковані з кількістю місць до 500 включно	кВт на місце	1,03	0,98	0,20
б) з кількістю місць більше 500 до 1000 включно		0,85	0,98	0,20
в) з кількістю місць більше 1000		0,75 0,80	0,98 0,95	0,20 0,33
г) частково електрифіковані (з плитами на газоподібному паливі) з кількістю місць до 500 включно				
д) з кількістю місць більше 500 до 1000 включно		0,70	0,95	0,33
е) з кількістю місць вище 1000	0,60	0,95	0,33	
<b>Підприємства роздрібної торгівлі:</b>				
а) продовольчі без кондиціонування повітря	кВт на м торг. залу	0,23	0,85	0,62
б) продовольчі з кондиціонуванням повітря		0,25	0,80	0,75
в) промтоварні без кондиціонування повітря		0,14	0,85	0,62
г) промтоварні з кондиціонуванням повітря		0,15 0,15	0,8 0,87	0,75 0,57
д) універсами без кондиціонування повітря				
е) універсами з кондиціонуванням повітря	0,20	0,85	0,62	
<b>Загальноосвітні школи:</b>				
а) з електрифікованими їдальнями і спортзалами.	кВт на одного учня	0,25	0,95	.1 0,33
б) без електрифікованих їдалень, зі спортзалами		0,17	0,90	0,48
в) з буфетами, без спортзалів		0,17	0,90	0,48
г) без буфетів і спортзалів		0,15	0,90	0,48
<b>Будинки-інтернати для інвалідів та людей похилого віку</b>	кВт на місце	2,20	0,93	0,40

1	2	3	4	5
<b>Установи охорони здоров'я та відпочинку:</b>				
а) лікарні хірургічного профілю з електрифікованими кухнями	кВт на ліжко-місце	2,50	0,92	0,43
б) хірургічні корпуси (без кухонь)		0,80	6,95	0,33
в) лікарні багатопрофільні з електрифікованими кухнями		2,20	0,93	0,40
г) терапевтичні корпуси (без кухонь)		0,50	0,95	0,33
д) радіологічні корпуси (без кухонь)		0,70	0,95	0,33
е) лікарні дитячі з електрифікованими кухнями		2,00	0,93	0,40
ж) терапевтичні корпуси дитячих лікарень (без кухонь)		0,40	0,95	0,33
<b>Будинки відпочинку та пансіонати</b>				
без кондиціонування повітря	кВт на місце	0,40	0,92	0,43
<b>Дитячі табори</b>	кВт на м <sup>2</sup> житл. помеш.	0,03	0,92	0,43
<b>Поліклініки</b>	кВт на відв. за зміну	0,15	0,92	0,43
<b>Аптеки:</b>				
а) без приготування ліків	кВт на м <sup>2</sup> торг. залу	0,12	0,93	0,40
б) з приготуванням ліків		0,17	0,90	0,48
<b>Кінотеатри та кіноконцертні зали:</b>				
а) з кондиціонуванням повітря	кВт на місце	0,15	0,92	0,43
б) без кондиціонування повітря		0,12	0,95	0,33
<b>Театри й цирку</b>	кВт на місце	0,35	0,9	0,48
<b>Палаці культури, клуби</b>	кВт на місце	0,45	0,92	0,43
<b>Готелі (без ресторанів);</b>				
а) з кондиціонуванням повітря	кВт на місце	0,50	0,85	0,62
б) без кондиціонування повітря		0,35	0,85	0,62
<b>Фабрики хімчистки та пральні самообслуговування</b>	кВт/кг речей	0,08	0,75	0,88
<b>Комбінати побутового обслуговування населення</b>	кВт на роб.	0,60	0,85	0,62
<b>Перукарні</b>	кВт на роб. місце	1,45	0,97	6,25

1	2	3	4	5
<b>Гуртожитки:</b>				
а) з електроплитами на кухнях	кВт на місце	0,50	0,95	0,33
б) без електроплит на кухнях		0,20	0,93	0,40
<b>Споруди (приміщення) для науково-дослідних установ, проектних, управлінських, громадських організацій і культових споруд, адміністративних будівель підприємств</b>	кВт на м <sup>2</sup> корисної площі			
а) з кондиціонуванням повітря		0,055	0,85	0,62
б) без кондиціонування повітря		0,04	0,90	0,48
<b>Навчальні корпуси вищих, середніх спеціальних навчальних закладів (без їдалень):</b>	кВт на м <sup>2</sup> корисної площі			
а) з кондиціонуванням повітря		0,05	0,90	0,48
б) без кондиціонування повітря		0,035	0,92	0,43
<b>Лабораторні корпуси вищих, середніх спеціальних навчальних закладів (без їдалень):</b>	кВт на м <sup>2</sup> корисної площі			
а) з кондиціонуванням повітря		0,07	0,85	0,62
б) без кондиціонування повітря		0,055	0,87	0,57
<b>Гаражі (стоянки) індивідуального автотранспорта:</b>				
а) стаціонарні відкриті стоянки	кВт/місце	0,05	0,90	0,48
б) закриті гаражі-бокси		0,12	0,90	0,48
в) закриті багатоповерхові та підземні гаражі		0,22	0,87	0,57
<b>Примітки</b>				
1. Наведені питомі електричні навантаження призначені для орієнтовного (попереднього) визначення розрахункового навантаження на вводах до ординарних об'єктів (споруд, приміщень) і враховують усереднений комплекс електроприймачів, що встановлюють (включаючи комп'ютерну техніку).				
2. Для підприємства громадського харчування питоме навантаження не залежить від наявності кондиціонерів повітря.				
3. Для професійних навчальних закладів з їдальнями та дитячими дошкільними закладами навантаження басейнів і спортивних залів не враховані.				
4. Для будинків відпочинку та пансіонатів без кондиціонування повітря, дитячих таборів, готелів (без ресторанів), будинків (приміщень) для науково-дослідних закладів, проектних, управлінських, громадських організацій, культових споруд, адміністративних будівель підприємств, навантаження їдалень закритого типу та ресторанів не врахована. При необхідності її слід визначати за питомими показниками підприємств громадського харчування із заданою кількістю місць.				
5. Для побутових будівель підприємств використовують зафіксовані в таблиці показники відповідних за призначенням громадських споруд.				

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Буслова Н.В., Моссаковський В.І. Технологія проєктування електричних мереж.: навч. посіб.– Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. – 64 с.
2. Кирик В.В. Електричні мережі та системи: Підручник – Київ: КПІ ім.Ігоря Сікорського, Видавництво «Політехніка», 2021. - 324 с
3. ДБН В.2.5-23:2025 Проєктування електроустановок житлових будинків та громадських будівель і споруд – К.: Мінрозвітку України, 2025.
4. ГІД 34.20.178:2005 Проектирование электрических сетей напряжением 0,4-110 кВ. Рекомендации.
5. НПАОП 40.1-1.32-01 (ДНАОП 0.00-1.32-01) Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок
6. НАПБ А.01.001-2014 Правила пожежної безпеки в Україні,
7. ПУЕ Правила улаштування електроустановок

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять та індивідуального завдання з дисципліни  
“ Інженерна інфраструктура міст ”

(для здобувачів вищої освіти спеціальності G19

Будівництво та цивільна інженерія)

(Електронне видання)

Укладач:

Уваров Павло Євгенович

Оригінал макет *П.Є. Уваров*

Підписано до друку \_\_\_\_\_

Формат 60×81 1/16 . Папір друкар. Гарнітура Times.

Друк офсетний. Умови друку арк. \_\_\_\_\_. Обл.-вид.л. \_\_\_\_\_.

Тираж 50 екз. Вид. № \_\_\_\_\_. Замовл. № \_\_\_\_\_. Ціна договірна.

Видавництво Східноукраїнського національного  
університету імені Володимира Даля

Адреса видавництва: м. Київ, вул. Іоанна Павла II, 17

Телефон: +38(050) 218 04 78,

E-mail: [vidavnictvosnu@gmail.com](mailto:vidavnictvosnu@gmail.com)