

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**  
до самостійної роботи студентів  
із навчальної дисципліни

**«ОСВІТЛЮВАННЯ МІСТ ТА СПОРТИВНИХ**  
**СПОРУД»**

*(для студентів денної і заочної форм навчання  
зі спеціальності*

*141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка)*

**Харків**  
**ХНУМГ ім. О. М. Бекетова**  
**2019**

Методичні рекомендації до самостійної роботи студентів із навчальної дисципліни «Освітлювання міст та спортивних споруд» (для студентів денної і заочної форм навчання спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад.: Ю. О. Васильєва, О. М. Ляшенко. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 19 с.

Укладачі : канд. техн. наук Ю. О. Васильєва,  
ст. викл. О. М. Ляшенко

**Рецензент:**

**Г. О. Петченко,** кандидат фізико-математичних наук, доцент Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

*Рекомендовано кафедрою світлотехніки і джерел світла,  
протокол № 7 від 31.05.2016.*

## ВСТУП

Методичні рекомендації містять вказівки щодо самостійної опрацювання теоретичного матеріалу з дисципліни «Освітлювання міст та спортивних споруд».

Основними завданнями вивчення дисципліни «Освітлювання міст та спортивних споруд» є вивчення нормативних документів для проектування ОУ, критеріїв вибору елементів ОУ вулиць і доріг, теоретичних основ розрахунків кількісних і якісних характеристик ОУ; набуття практичних навичок проектування установок зовнішнього освітлення міст та спортивних споруд і виконання розрахунків їх параметрів.

Для ефективно організації самостійної роботи студентів з цієї дисципліни у цих вказівках сформульовані і наведені теоретичні питання та список рекомендованої літератури.

Для прискорення оволодіння навичками розрахунку мереж електропостачання освітлювальних установок зовнішнього і спортивного освітлення наведені приклади розв'язання типових завдань при їх проектуванні.

# 1 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

## З ДИСЦИПЛІНИ

### «ОСВІТЛЮВАННЯ МІСТ ТА СПОРТИВНИХ СПОРУД»

Самостійна робота студентів з дисципліни полягає в виконанні курсового проекту на тему «Проектування освітлювальних установок вулиць і доріг» і більш детальному опрацюванні теоретичного матеріалу курсу за темами:

1. Цілі і задачі зовнішнього освітлення.
2. Видимість і розрізнюваність об'єктів на освітлених вулицях.
3. Нормування освітлювальних установок (ОУ) вулиць і доріг.
4. Характеристики і області застосування основних типів джерел світла в зовнішньому освітленні.
5. Світлотехнічні характеристики і класифікація світильників для освітлення вулиць.
6. Вимоги до конструкції світильників для освітлення вулиць.
7. Видимість і розрізнюваність об'єктів в умовах засліплюючої дії світильників.
8. Світлові властивості дорожніх покриттів.
9. Нормативні вимоги до вуличних ОУ.
10. Засліплююча дія вуличних освітлювальних установок.
11. Устрій освітлювальних мереж зовнішнього освітлення.
12. Міські електромережі і мережі вуличного освітлення та їх особливості.
13. Управління дією вуличним освітленням. Загальні відомості.
14. Розрахунок середньої освітленості вулиць і доріг.
15. Розрахунок середньої яскравості дорожнього покриття.
16. Розрахунок яскравості в окремих точках дорожнього покриття.
17. Розрахунок показника засліплення у вуличних ОУ.
18. Техніко-економічне обґрунтування вибору варіанту освітлення вулиці.
19. Розрахунок величини припустимих втрат напруги в мережах зовнішнього освітлення.
20. Розрахунок електричних мереж зовнішнього освітлення за струмом навантаження і вибір апаратів захисту.
21. Розрахунок потужності ОУ, вибір трансформатору і побудова схеми живлення ОУ вулиці.

22. Розрахунок перерізу кабелів і дротів в незв'язаних мережах
23. Розрахунок освітлювальних мереж при нерівномірному навантаженні фаз.
24. Розрахунок мереж зовнішнього освітлення за втратами напруги.
25. Розрахунок перерізів кабелів і дротів в зв'язаних мережах
26. Розрахунок освітлювальних мереж при рівномірному навантаженні фаз.

## 2 ПРИКЛАДИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ

При виконанні проекту певної освітлювальної установки вулиці в електротехнічній частині студенту необхідно вирішувати наступні задачі:

1. Визначення допустимих втрат напруги;
2. Визначення перерізу провідників живлючої мережі;
3. Визначення значень робочих струмів на ділянках мережі і вибір апаратів їх захисту;
4. Перевірка апаратів захисту за тривало допустимими струмами вибраних стандартних перерізів дротів і кабелів.

Далі наведені приклади вирішення цих завдань.

### 2.1 Визначення допустимих втрат напруги

Величина допустимих втрат напруги в мережі визначається з виразу

$$\Delta U_{\partial} = U_{xx} - U_{\text{лин}} - \Delta U_{\text{тр}}, \quad (2.1)$$

де  $\Delta U_{\partial}$  – допустима втрата напруги в мережі;

$U_{xx}$  – номінальна напруга при холостому ході трансформатора;

$U_{\text{лин}}$  – допустима напруга у найбільш віддалених ламп. У мережах зовнішнього освітлення ця величина повинна бути не нижче 95 %  $U_{\text{н}}$ , тобто зниження не повинно перевищувати 5 %  $U_{\text{н}}$ ;

$\Delta U_{\text{тр}}$  – втрати напруги в трансформаторі, приведена до вторинної напруги.

Величина  $\Delta U_{\text{тр}}$  залежить від потужності трансформатора  $P_{\text{тр}}$ , його завантаження, коефіцієнту потужності навантаження і визначається з достатнім наближенням за формулою

$$\Delta U_{\text{тр}} = \beta (U_{\text{ам}} \cos \varphi + U_{\text{рм}} \sin \varphi), \quad (2.2)$$

де  $\beta$  – коефіцієнт завантаження трансформатора, що визначається як

$$\beta = \frac{P_{\text{р}}}{P_{\text{н}}};$$

де  $U_{\text{ам}}$   $U_{\text{рм}}$  – активна і реактивна складові напруги короткого замикання трансформатора;

$\cos \varphi$  – коефіцієнт потужності навантаження;

$$U_{am} = \frac{P_k}{P_n} \cdot 100\%, \quad (2.3)$$

де  $P_k$  – втрати короткого замикання, кВт;

$P_n$  – номінальна потужність трансформатора, кВ·А;

$$U_{pm} = \sqrt{U_k^2 - U_{am}^2}, \quad (2.4)$$

де  $U_k$  – напруга короткого замикання, у відсотках до номінальної напруги;

$P_k$  і  $U_k$  – табличні дані на трансформатор.

Допустимі втрати напруги в освітлювальних мережах для трансформаторів потужністю від 160 до 2500 кВ·А наведені в різних довідниках, але слід мати на увазі, що для установок внутрішнього освітлення  $U_{лін} = 97,5\%$ , а для зовнішніх освітлювальних установок  $U_{лін} = 95\%$ .

Таблиця 1 – Значення втрат короткого замикання  $P_k$  в трансформаторах

Номінальна потужність трансформатора $P_n$ , кВ·А	25	40	63	100	160	250	400	630
Втрати короткого замикання $P_k$ , кВт	0,6	0,88	1,28	1,97	2,65	3,70	5,50	7,60

Напруга короткого замикання  $U_k$  для даних трансформаторів становить 4,5 %.

### *Зразок розв'язання типової задачі*

$P_{уст} = 64$  кВт;  $P_n = 100$  кВ·А;  $\cos \varphi = 0,5$ .

Визначити  $\Delta U_d$ .

1. Визначаємо коефіцієнт завантаження трансформатора  $\beta$ :

$$\beta = \frac{64}{100} = 0,64.$$

2. Для трансформатора потужністю  $P_n = 100$  кВ·А знаходимо

$$P_k = 1,97 \text{ кВт}, U_k = 4,5\%.$$

3. Розраховуємо  $U_{ар}$ ,  $U_{рг}$  :

$$U_{ам} = \frac{1,97}{100} \cdot 100\% = 1,97\%$$

$$U_{рм} = \sqrt{4,5^2 - 1,97^2} = 4,04\%$$

4. Тоді  $\Delta U_{mp} = 0,64(1,97 \cdot 0,5 + 4,04 \cdot 0,866) = 2,86 \%$

5. Приймаючи  $U_{хх} = 105\%$  , знаходимо

$$\Delta U_{\delta} = 105 - 95 - 2,86 = 7,14 \%$$

Допустимі втрати напруги в освітлювальних мережах для трансформаторів потужністю від 160 до 2500 кВ·А наведені в різних довідниках, але слід мати на увазі, що для установок внутрішнього освітлення  $U_{лін} = 97,5 \%$  , а для зовнішніх освітлювальних установок  $U_{лін} = 95 \%$ .

## 2.2 Розрахунки моментів і перерізів провідників мережі електропостачання ОУ вулиці

Величина втрат напруги і перерізу провідника зв'язані між собою величинами  $\rho$  – питомий опір провідника Ом·мм<sup>2</sup>/м,  $\gamma$  – питомою провідністю і довжиною провідника  $l$ :

$$\Delta U = \frac{M}{cS}, \quad (2.5)$$

де  $M$  – момент навантаження, рівний добутку навантаження  $P$  (кВт) на довжину лінії  $l$  (м), кВт·м ;

$S$  – площа перерізу провідника.

Значення коефіцієнта  $c$  визначають за формулами

$$c = \frac{\gamma U_{л}^2}{10^5} \text{ – для чотирипровідних ліній;}$$

$$c = \frac{\gamma U_{ф}^2}{2,25 \cdot 10^5} \text{ – для трипровідних ліній;}$$

$$c = \frac{\gamma U_{ф}^2}{2 \cdot 10^5} \text{ – для двохпровідних ліній.}$$

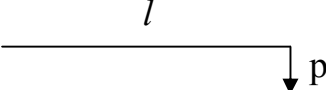
Для електричних мереж, виконаних мідними і алюмінієвими провідниками, значення  $c$  наведені в таблиці 2.

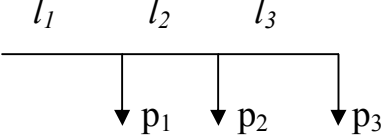


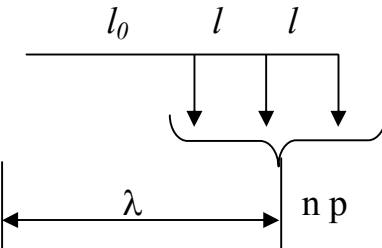
Таблиця 2 – Значення  $c$ 

Значення $c$	Мідь	Алюміній
Трифазна з нулем 380/220 В	72	44
Двофазна з нулем 380/220 В	32	19,5
Однофазна	12	7,4

Розрахунок моменту навантаження в різних випадках виконується так:

а)   $m = pl$

б)  
$$m = p_1 l_1 + p_2 (l_1 + l_2) + p_3 (l_1 + l_2 + l_3) = (p_1 + p_2 + p_3) l_1 + (p_2 + p_3) l_2 + p_3 l_3$$

в)  
$$m = np \left[ l_0 + \frac{l(n-1)}{2} \right] = npl,$$

де  $\lambda$  – зведена довжина до центру навантаження, м.

*Порядок розрахунку перерізу дротів і кабелів мережі живлення освітлювальної установки вулиці на мінімальні витрати провідникового матеріалу та за втратами напруги*

1. Розрахунок значення втрат напруги в мережі для вибраної потужності трансформатора.
2. Розрахунок моментів на всіх ділянках мережі (дод. А).
3. Визначення розрахункового значення перерізу кабелю (дроту) на першій ділянці мережі (від ТП до шафи керування)
4. Вибір ближнього за значенням стандартного перерізу на першій ділянці.
5. Визначення втрат напруги на цій ділянці.
6. Визначення втрат напруги на всіх інших ділянках мережі.
7. Виконати пункти 3-6 на другій і наступній ділянках.

Якщо вибраному стандартному значенню перерізу на певній ділянці мережі відповідне за довідковими таблицями значення тривало допустимого струму, менше ніж струм вибраного апарату захисту, необхідно вибрати більше стандартне значення перерізу провідника і виконати перерахунок значень втрат напруги на ділянках мережі і перерізів провідників на наступних ділянках.

$$S = \frac{\Sigma M + \alpha \cdot \Sigma m}{c \cdot \Delta U}, \quad (2.6)$$

де  $\Sigma M$  — сума моментів (кВт·м) усіх навантажень лінії.

Формулу (2.6) послідовно застосовують до всіх ділянок мережі, починаючи від ділянки, найближчої до джерела живлення. За вибраним перерізом даної ділянки визначають втрати напруги в ньому. Подальші ділянки розраховують за різницею між розрахунковою втратою напруги і втратами до початку даної ділянки. Перерізи проводів, одержані при розрахунку по втраті напруги, округляють до стандартних значень.

Далі приведено розрахунок на найменшу витрату провідникового матеріалу мережі (дод. Б).

Визначимо моменти всіх ділянок мережі.

$$M_{AB} = \Sigma P \cdot l,$$

де  $P$  — потужність навантаження, живлення якого відбувається через дану ділянку, кВт;

$l$  — довжина ділянки, м.

$$M_{AB} = 30,042 \cdot 10 = 330,42 (\text{кВт} \cdot \text{м} / \text{м}^2),$$

$$M_{B1} = (p_1 + p_2) \cdot l_0 + p_1 \cdot \left( l_1 + \frac{D \cdot (n_1 - 1)}{2} \right) + p_2 \cdot \left( l_2 + \frac{D \cdot (n_2 - 1)}{2} \right),$$

$$l_{01} = 1 + 10 + 4 + 3 + 1,5 = 19,5 \text{ м};$$

$$M_{B1} = (2,38 + 2,38) \cdot 19,5 + 2,38 \cdot \left( 0 + \frac{17,8 \cdot (28 - 1)}{2} \right) +$$

$$+ 2,38 \cdot \left( 17,8 + \frac{17,8 \cdot (28 - 1)}{2} \right) = 1279,02 (\text{кВт} \cdot \text{м} / \text{м});$$

$$M_{B2} = (p_3 + p_5) \cdot l_0 + p_3 \cdot \left( l_3 + \frac{D \cdot (n_3 - 1)}{2} \right) + p_5 \cdot \left( l_5 + \frac{D \cdot (n_5 - 1)}{2} \right)$$

$$M_{B2} = (2,78 + 3,06) \cdot 35 + 2,78 \cdot \left( 0 + \frac{23,54 \cdot (10 - 1)}{2} \right) +$$

$$+ 3,06 \cdot \left( 23,54 + \frac{23,54 \cdot (11 - 1)}{2} \right) = 931,08 (\kappa Bm / m);$$

$$l_{02} = 19,5 + 1,5 + 12 + 2 = 35 (m);$$

$$M_{B3} = (p_4 + p_6) \cdot l_0 + p_4 \cdot \left( l_4 + \frac{D \cdot (n_4 - 1)}{2} \right) + p_6 \cdot \left( l_6 + \frac{D \cdot (n_6 - 1)}{2} \right);$$

$$M_{B3} = (3,06 + 2,78) \cdot 35 + 3,06 \cdot \left( 0 + \frac{23,54 \cdot (11 - 1)}{2} \right) +$$

$$+ 2,78 \cdot \left( 23,54 + \frac{23,54 \cdot (10 - 1)}{2} \right) = 924,49 (\kappa Bm / m);$$

$$M_{B4} = (p_7 + p_8) \cdot l_0 + p_7 \cdot \left( l_7 + \frac{D \cdot (n_7 - 1)}{2} \right) + p_8 \cdot \left( l_8 + \frac{D \cdot (n_8 - 1)}{2} \right);$$

$$l_{04} = 35 + 2 + 12 + 1,5 = 60,5 (m);$$

$$M_{B4} = (2,38 + 2,38) \cdot 60,5 + 2,38 \cdot \left( 0 + \frac{17,8 \cdot (28 - 1)}{2} \right) +$$

$$+ 2,38 \cdot \left( 17,8 + \frac{17,8 \cdot (28 - 1)}{2} \right) = 1474,17 (\kappa Bm / m);$$

$$S_{AB} = \frac{330,42 + 1279,02 + 931,08 + 924,49 + 1474,17 + 1,85(423,36 + 14,28)}{72 \cdot 6,746} = 11,84 (mm^2);$$

$$S_{AB} = \frac{330,42 + 1279,02 + 931,08 + 924,49 + 1474,17 + 1,85(423,36 + 14,28)}{44 \cdot 6,746} = 19,37 (mm^2).$$

Знаходимо моменти в опорах:

$$m_{on1} = 0,54 \cdot 14 = 7,56 (\kappa Bm \cdot m),$$

$$m_{on2} = 0,085 \cdot 4 = 0,34 (\kappa Bm \cdot m).$$

Визначаємо переріз головної ділянки за формулою (2.6).

Обираємо плавкий запобіжник ПН2-10 на 40А. Розраховуємо втрати напруги на ділянці АБ.

$$\Delta U_{AB} = \frac{M_{AB}}{c \cdot S_{AB}};$$

$$\Delta U_{AB} = \frac{330,42}{44 \cdot 25} = 0,3\%(Al);$$

$$\Delta U_{AB} = \frac{330,42}{72 \cdot 25} = 0,29\%(Cu).$$

Для подальшого розрахунку обираємо дріт АПВ-25 мм.

Розрахунок ділянки Б1.

$$U_{B1} = U_{B2} = U_{B3} = U_{B4} = 6,746 - 0,3 = 6,446\%;$$

$$S_{B1} = \frac{1279,02 + 1,85 \cdot 14,28}{44 \cdot 6,446} = 4,6(\text{мм}^2);$$

$$S_{cm} = 6\text{мм}^2 \text{ АВВГ-1(4 х 6)};$$

$$\Delta U_{B1} = \frac{1279,02}{44 \cdot 25} = 4,84\%;$$

$$\Delta U_{\text{допорогах}} = 6,446 - 4,84 = 1,61\%;$$

$$S_{on2} = \frac{0,34}{7,2 \cdot 1,61} = 0,029(\text{мм}^2);$$

$$S_{cm} = 2,5\text{мм}^2, \text{ АПВ-2,5 мм}^2.$$

Розрахунок ділянки Б2.

$$S_{B2} = \frac{931,08 + 1,85 \cdot 423,36}{44 \cdot 6,446} = 5,9(\text{мм}^2);$$

$$\Delta U_{B2} = \frac{931,08}{44 \cdot 6} = 3,53\%;$$

$$S_{cm} = 6\text{мм}^2 \text{ АВВГ-1(4 х 6)}.$$

Розрахунок ділянки Б3.

$$\Delta U_{\text{допорогах}} = 6,446 - 3,53 = 2,916\%;$$

$$S_{on1} = \frac{7,56}{7,2 \cdot 2,916} = 0,36(\text{мм}^2);$$

$$S_{cm} = 2,5\text{мм}^2 \text{ АПВ-2,5 мм}^2.$$

Отримані в ході розрахунку перерізи та обрані дроти нанесено на план вулиці.

### 2.2.1 Вибір перерізу провідників та тросів за механічною міцністю

Найменші припустимі перерізи провідників, які визначаються умовами механічної міцності, вказані в таблиці 12.3 [1].

Для монтування світильників, а також для приєднання переносних і пересувних електроприймачів повинні застосовуватися тільки мідні гнучкі провідники.

При тросових провідниках залежно від навантаження сталеві троси слід приймати діаметром 1,95–6,5 мм, а катанку – діаметром 5,5–8,0 мм.

### 2.2.2 Вибір перерізу провідників за нагріванням

Загальний порядок вибору перерізу дротів і кабелів за умовами нагрівання:

1. Визначають розрахункові струми ліній.

2. За величиною розрахункових струмів ліній виконується вибір максимального струмового захисту (струмів розчіплювачів автоматичних вимикачів або запобіжників )

3. Виконується перевірка вибраних апаратів захисту за тривало допустимим струмом.

Нагрівання провідників викликається струмом, що визначають за формулами:

У трифазній мережі з нульовим проводом або без нього при рівномірному навантаженні фаз

$$I = \frac{P_3}{\sqrt{3}U_n \cos \varphi}, \quad (2.7)$$

у двофазній мережі з нульовим проводом при рівномірному навантаженні фаз

$$I = \frac{P_2}{2U_\phi \cos \varphi}, \quad (2.8)$$

у двопровідній мережі

$$I = \frac{P_1}{U_n \cos \varphi}, \quad (2.9)$$

де  $P$  – активна потужність навантаження (з урахуванням втрат в газорозрядних лампах) однієї, двох або трьох фаз;

$\cos \varphi$  – коефіцієнт потужності навантаження;

$U_n, U_\phi, U_n$  – напруга мережі, В: лінійна  $U_n$ , фазна  $U_\phi$ , номінальна  $U_n$ .

При рівномірному навантаженні фаз струм у нульовому проводі трифазних мереж, які живлять лампи розжарювання, дорівнює нулю, струм

мереж, які живлять газорозрядні лампи, може набувати значення фазного струму.

У двофазних трьохпровідних мережах при рівномірному навантаженні фаз струм у нульовому проводі рівняється фазному струму при живленні ламп розжарювання може набувати більшого значення, ніж фазний струм при живленні газорозрядних ламп.

При нерівномірному навантаженні фаз лінійні струми будуть неоднаковими. Однак якщо нерівномірність невелика, вибір перерізу провідників слід проводити як для лінії з рівномірним навантаженням фаз, приймаючи як розрахункове потрійне навантаження найбільш навантаженої фази. При суттєвій нерівномірності навантаження необхідно визначати струми й перерізи провідників окремо для кожної фази.

При проектуванні освітлювальних мереж слід, по можливості, рівномірно розподіляти навантаження між фазами.

Вибір перерізу проводів за нагріванням проводиться за розрахованим струмовим навантаженням на провідник  $I_{mp}$  з урахуванням тривало допустимого струму провідника  $I_{npun}$ , значення якого наведені в [7] провідникового матеріалу, кількості жил, матеріалу ізоляції і способу прокладання. Для забезпечення надійної і безпечної роботи електромережі необхідне виконання наступної умови:

$$I_{npun} \geq I \quad (2.10)$$

Для наведеної в додатку В електромережі за формулою (2.7) визначаємо робочі струми ділянок:

$$I_{AB} = \frac{33,042}{\sqrt{3} \cdot 0,66 \cdot 0,85} = 34,01(A);$$

$$I_{p1,4} = \frac{4,845}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 8,66(A),$$

$$P_{2лив} = P_{2np} = P_{3лив} = (0,25 + 0,028) \cdot 21 = 5,838(кВт),$$

$$I_{p1,4} = \frac{5,838}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 10,44(A).$$

### 2.2.3 Вибір апаратів захисту

В якості апаратів захисту освітлювальних мереж застосовуються переважно автоматичні вимикачі і зрідка плавці запобіжники (в окремих розподільних пунктах). Номінальні струми уставок автоматів і запобіжників

слід вибирати по можливості найменшими за розрахунковими струмами ділянок мережі і меншими ніж тривало допустимі струми кабелів і дротів, з яких виконана мережа.

Таким чином, номінальні струми апаратів захисту повинні задовольняти умові:

$$I_p \leq I_{аз} \leq I_{тд}, \quad (2.11)$$

де  $I_p$  – робочий струм на ділянці мережі, А;

$I_{аз}$  – номінальний струм апарату захисту, А;

$I_{тд}$  – тривало допустимий струм кабелю або дроту, А.

Перевіримо виконання умови (2.11) для освітлювальної мережі, наведеної в додатку В:

на ділянці Б1 :  $I_p = 8,66$  А                       $I_{прип} = 60$  А                       $I_{пл.вставки} = 16$  А;

на ділянці Б2:  $I_p = 10,44$  А                       $I_{прип} = 60$  А                       $I_{пл.вставки} = 16$  А.

За отриманими значеннями обираємо запобіжник ПР-2 на 16А та пункт живлення з подвійною системою шин (дод. В).

$I_{доп} = 75$  А на АПВ-25мм<sup>2</sup> ;

$I_{доп} = 60$  А на ПВ-16мм<sup>2</sup> .

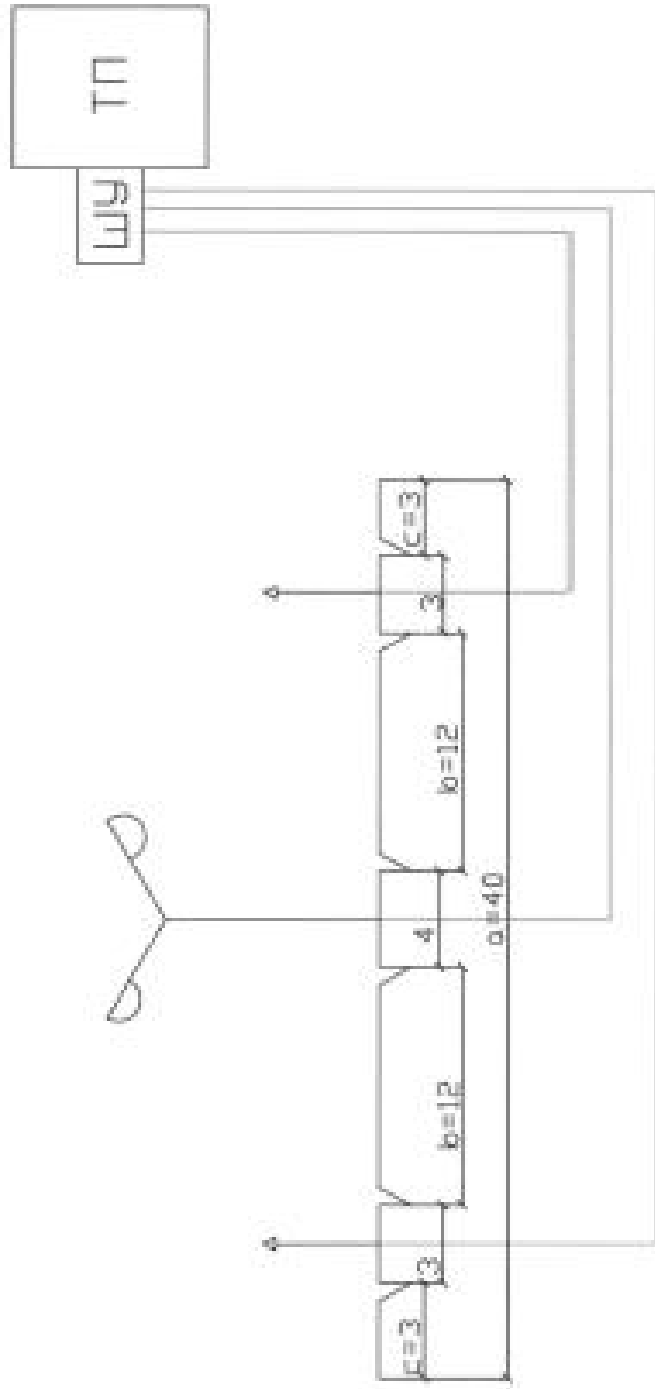
## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Природне і штучне освітлення : ДБН В.2.5 – 28 – 2006 : Держбуд України : затв. 15.05.06 : чинний з 1.10.2006. – Київ : Держ. комітет України з будівництва та архітектури, 2006. – 76 с.
2. Правила улаштування електроустановок : Міненерговугілля України : затв. 21.07.17: чинний з 21.08.2017. – Київ : Міненерговугілля України, 2017. – 617 с.
3. Справочная книга по светотехнике/ Под ред. Ю. Б. Айзенберга. 3-е изд. перераб. и доп. – М. : Знак, 2006. – 972 с.
4. Мешков В. В. Осветительные установки / В. В. Мешков, М. М. Епанешников. – Ленинград : Энергоиздат, 1981. – 360 с.
6. Салтиков В. О. Освітлення міст : навч. посібник / В. О. Салтиков.– Харків : ХНАМГ, 2009.– 221 с.
7. Кнорринг Г. М. Справочная книга для проектирования электрического освещения / Г. М. Кнорринг, Н. М. Фадин, В. Н. Сидоров. – СПб. : Энергоатомиздат, 1992. – 448 с.



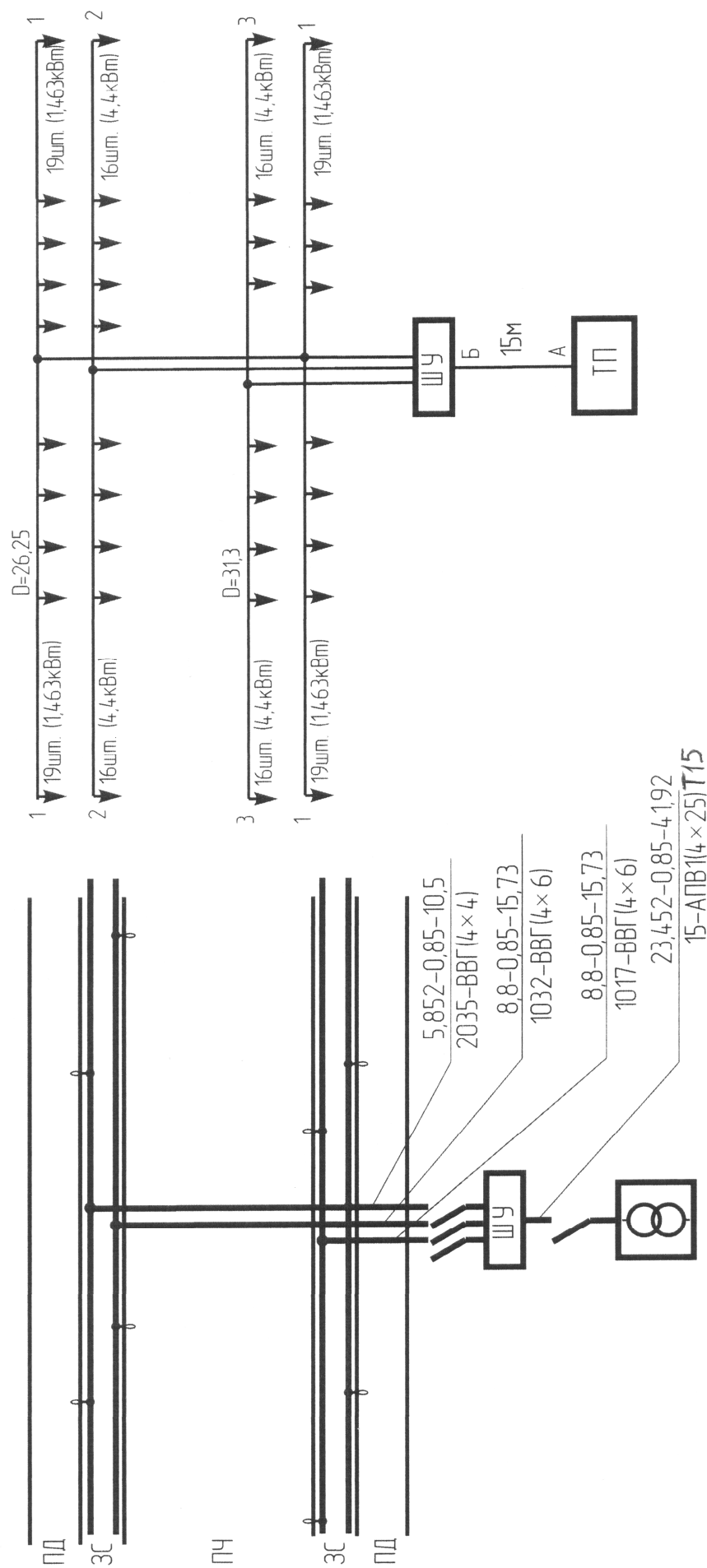
ДОДАТОК А

ПЛАН МЕРЕЖІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ОСВІТЛЮВАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ВУЛИЦІ



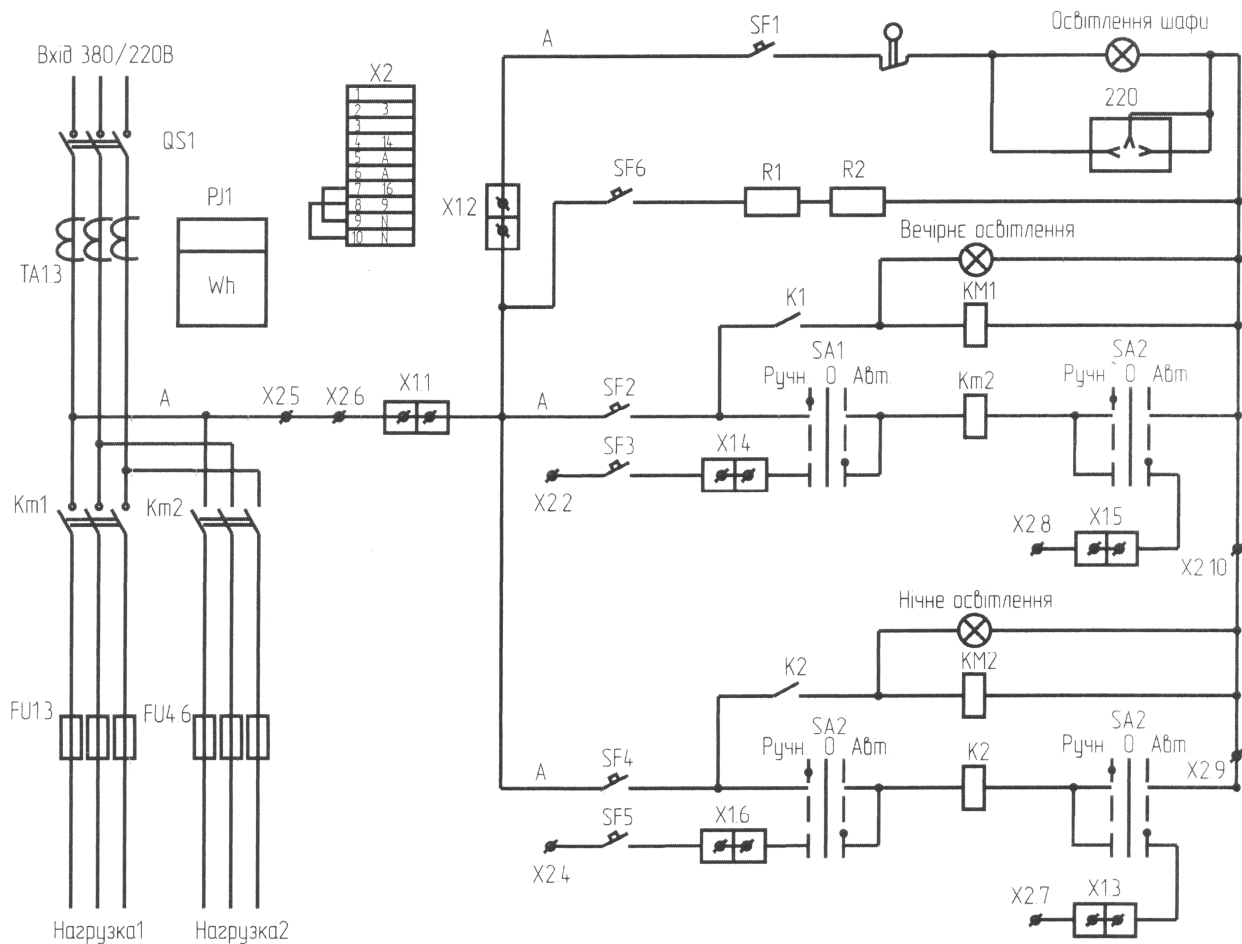
# ДОДАТОК Б

## ПЛАН МЕРЕЖІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ДО РОЗРАХУНКУ МОМЕНТІВ



## ДОДАТОК В

### СХЕМА ШАФИ КЕРУВАННЯ ЗОВНІШНІМ ОСВІТЛЕННЯМ



- Номінальна напруга змінного струму 380/220В, частота 50Гц
- Ступінь захисту по ГОСТ 14254-96: IP54.
- Висота установки над рівнем моря до 2000м.
- Робоче положення – вертикальне. Допускається відхилення від робочого положення не більше 5°.

*Виробничо-практичне видання*

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ  
до самостійної роботи студентів  
із навчальної дисципліни

**«ОСВІТЛЮВАННЯ МІСТ ТА СПОРТИВНИХ СПОРУД»**

*(для студентів денної і заочної форм навчання  
зі спеціальності*

*141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка)*

Укладачі : **ВАСИЛЬЄВА** Юлія Олегівна,  
**ЛЯШЕНКО** Олена Миколаївна

Відповідальний за випуск *Ю. О. Васильєва*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарова*

План 2016, поз. 236 М

---

Підп. до друку 10.04.2017      Формат 60x84/16  
Друк на ризографі.      Ум. друк. арк. 0,8  
Тираж 50 пр.      Зам. №

Видавець і виготовлювач:  
Харківський національний університет  
міського господарства імені О. М. Бекетова,  
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.  
Електронна адреса: [rectorat@kname.edu.ua](mailto:rectorat@kname.edu.ua)  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
ДК № 5328 від 11.04.2017.