

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра «Електротехнології і теплові процеси»

**ЕЛЕКТРИЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ ТА ОПРОМІНЕННЯ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ  
**«РОЗРАХУНОК ПЕРЕРІЗУ ПРОВОДІВ ОСВІТЛЮВАЛЬНОЇ  
МЕРЕЖІ ЗА ДОПУСТИМИМИ ВТРАТАМИ НАПРУГИ»**

для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр»  
зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та  
електромеханіка»

Мелітополь, 2019

**УДК 631.3-83(073)**

**Електричне освітлення та опромінення.** Методичні вказівки до практичної роботи «Розрахунок перерізу проводів освітлювальної мережі за допустимими втратами напруги» для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / / Р.В.Кушлик, Р.Р.Кушлик. – Мелітополь: ТДАТУ, 2019. – 14 с.

**Розробники:** к.т.н., доцент Кушлик Р.В.

к.т.н., асистент Кушлик Р.Р.

**Рецензент:** к.т.н., ст. викладач Лобода О.І.

Розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри ЕТіТП ТДАТУ.

Протокол № \_\_\_\_ від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 р.

Затверджено методичною комісією Енергетичного факультету.

Протокол № \_\_\_\_ від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 р.

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
Розрахунок перерізу проводів освітлювальної мережі за допустимими втратами	5
напруги.....	
1 Мета роботи.....	5
2 Програма роботи.....	5
3 Методика проведення.....	5
4 Основні теоретичні положення .....	6
5 Вихідні дані.....	7
6 Приклад виконання роботи.....	7
7 Вказівки щодо оформлення звіту.....	10
8 Контрольні питання.....	10
9 Список літератури.....	11
10 Критерії оцінювання практичної роботи.....	11
11 Розподіл балів, що отримують студенти.....	11
Додатки.....	12

## Вступ

Навчальна дисципліна „Електричне освітлення та опромінення” є профільною навчальною дисципліною у вищих аграрних закладах освіти II – IV рівнів акредитації для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

На практичному занятті студент повинен закріпити одержані теоретичні знання і набути практичних навичок з розрахунку освітлювальних установок.

При виконанні практичних робіт з електроосвітлення та опромінення студент повинен самостійно вирішувати практичні інженерні задачі, уміти застосовувати методику розрахунку освітлення методом коефіцієнту використання світлового потоку, методом питомої потужності, методом лінійних і просторових ізолюкс.

Одержавши графік виконання практичних робіт з дисципліни, студент самостійно готується до кожної з них, вивчаючи відповідні розділи теоретичного матеріалу.

Перед виконанням практичної роботи перевіряється готовність студента за темою практичного заняття, використовуючи контрольні питання, які приводяться в практичній роботі. Лише після перевірки викладачем ступеня підготовки студента до занять він може виконувати роботу.

Для роботи студент отримує варіант індивідуального завдання і необхідну нормативно-довідкову літературу. При розрахунках студентам рекомендується використовувати мікрокалькулятори.

Студент самостійно виконує розрахунки відповідно з темою практичного заняття та при необхідності отримує допомогу викладача. Після виконання необхідних розрахунків студент складає звіт по роботі, який вміщує всі фактичні дані (схеми, таблиці, графіки) та аналіз результатів розрахунку. Для економії часу графіки краще виконувати на міліметровому папері.

В кінці заняття студент повинен представити викладачу результати індивідуальної роботи, при необхідності виконати необхідні виправлення та одержати оцінку від викладача за свою роботу.

## **РОЗРАХУНОК ПЕРЕРІЗУ ПРОВІДІВ ОСВІТЛЮВАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ЗА ДОПУСТИМИМИ ВТРАТАМИ НАПРУГИ**

### **1 Мета роботи**

Засвоїти методику та отримати практичні навички розрахунку перерізу проводів освітлювальної мережі за допустимими втратами напруги

### **2 Програма роботи**

1. Оволодіти методикою розрахунок перерізу проводів освітлювальної мережі за допустимими втратами напруги [4].

1.2 Закріпити отримані знання самостійною роботою студентів за індивідуальним варіантом [4].

### **3 Методика проведення**

На початку заняття на протязі 10... 15 хвилин проводиться контроль підготовки студентів за темою практичного заняття. Опитування проводяться таким чином, щоб студенти засвоїли методику та отримали практичні навички розрахунку перерізу проводів освітлювальної мережі за допустимими втратами напруги.

Для опитування студентів викладачу рекомендується використовувати приведені нижче контрольні питання. Після опитування студентів обговорюється загальна методика розрахунку перерізу проводів освітлювальної мережі за допустимими втратами напруги.

Потім кожний студент по своєму варіанту виконує індивідуальне завдання. При розрахунках студентам рекомендується використовувати мікрокалькулятор. Для виконання розрахунків студенти повинні бути забезпечені необхідною нормативно-довідковою літературою.

Під час самостійної роботи студентів викладач здійснює активний контроль за ходом самостійної роботи та при необхідності надає допомогу.

В кінці заняття викладач перевіряє результати індивідуальної роботи кожного студента, вносить необхідні виправлення та ставить студенту оцінку.

## 4 Основні теоретичні положення

Площа поперечного перерізу струмопровідних жил проводів і кабелів визначають, виходячи із двох основних умов: *тривалого допустимого струму* навантаження (інакше по *нагріву*) проводів і *допустимої втрати напруги*. Розрахунок за звичай виконують по одній із умов, а по другій – перевіряють.

Переріз провідників внутрішніх освітлювальних мереж у виробничих приміщеннях сільськогосподарських підприємств згідно ПУЭ:2007 та (НПАОП 40.1-1.32-01 (ДНАОП 0.00-1.32-01) [6,9] розраховують по *допустимій втраті напруги*, а потім *перевіряють по нагріву*. Згідно названих документів, для внутрішніх освітлювальних мереж, при номінальній напрузі на вводі, допустима втрата напруги дорівнює **2,5%**. Крім того, площі поперечного перерізу провідників повинні забезпечувати *механічну міцність* і бути *узгоджені з уставками захисних апаратів*.

При виборі проводів і кабелів по допустимій втраті напруги повинно бути витримана умова:

$$\Delta U_{\%розр} \leq \Delta U_{\%дон} \quad (1)$$

де  $\Delta U_{\%розр}$ ,  $\Delta U_{\%дон}$  – відповідно, розрахункова і допустима втрати напруги, %.

Розрахункові втрати напруги  $\Delta U_{\%розр}$  визначають при умові, що навантаження по фазам розподілені рівномірно і на усіх ділянках прокладено однаковий провід:

- для лінії :

$$\Delta U_{\%розр} = \frac{\sum P_i l_i}{c S_i} = \frac{\sum M_i}{c S_i} \quad (2)$$

- для однієї ділянки:

$$\Delta U_{\%розр} = \frac{P_i l_i}{c S_i} = \frac{M_i}{c S_i} \quad (3)$$

де  $P_i$  – потужність на  $i$ -ої розрахункової ділянці, кВт;

$l_i$  - довжина  $i$ -ої розрахункової ділянки, м;

$M_i$  – електричний момент  $i$ -ої розрахункової ділянки, кВт·м;

$c$  - постійний коефіцієнт для даного провідника, який залежить від напруги мережі, кількості фаз та матеріалу провідника );

$S_i$  - переріз провідника  $i$ -ої розрахункової ділянки, мм<sup>2</sup>.

Починають розрахунок перерізу проводів із складанням схеми освітлювальної мережі (див. приклад у підрозділі 6).

Площа поперечного перерізу проводів на кожній ділянці визначається по формулі:

$$S_i = \frac{M_i}{c \Delta U_{\% \text{ доп}}}, \quad (4)$$

Площа поперечного перерізу живлячої мережі на ділянці від розподільчого пристрою до групового щитка визначається за виразом:

$$S_{\text{жсм}} = \frac{M_{\text{жсм}} + \alpha \cdot (\Sigma M_i)}{c \cdot \Delta U_{\% \text{ доп}}}, \quad (5)$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт, що враховує зміну числа проводів на відгалуженнях;

$M_{\text{жсм}}$  – електричний момент живлячої мережі на ділянці від розподільчого пристрою до групового щитка, кВт·м.

Отримане у результаті розрахунку значення перерізу провідника *округляють до найближчого найбільшого стандартного значення* та визначають фактичну втрату напруги для обраного провідника.

## 5 Вихідні дані

Вихідними даними для електротехнічного розрахунку перерізу проводів освітлювальної мережі за допустимими втратами напруги є результати розрахунку моменту живлячої мережі і моментів для кожної групи в ПР №7.

## 6. Приклад виконання роботи

Визначити площу поперечного перерізу живлячої мережі на ділянці **A1- A2**

$$S_{A1-A2} = \frac{M_{A1-A2} + \alpha \cdot (\Sigma M)}{C \cdot \Delta U_{\text{доп}}} \quad (6)$$

$$S_{A1-A2} = \frac{17,52 + 1,85 \cdot (20 + 22,4 + 24,8 + 27,2 + 26,78 + 6,25 + 30,11 + 16,63)}{44 \cdot 2,5} = 1,58 \text{ мм}^2$$

Приймаємо переріз проводу мережі 2,5 мм<sup>2</sup>.

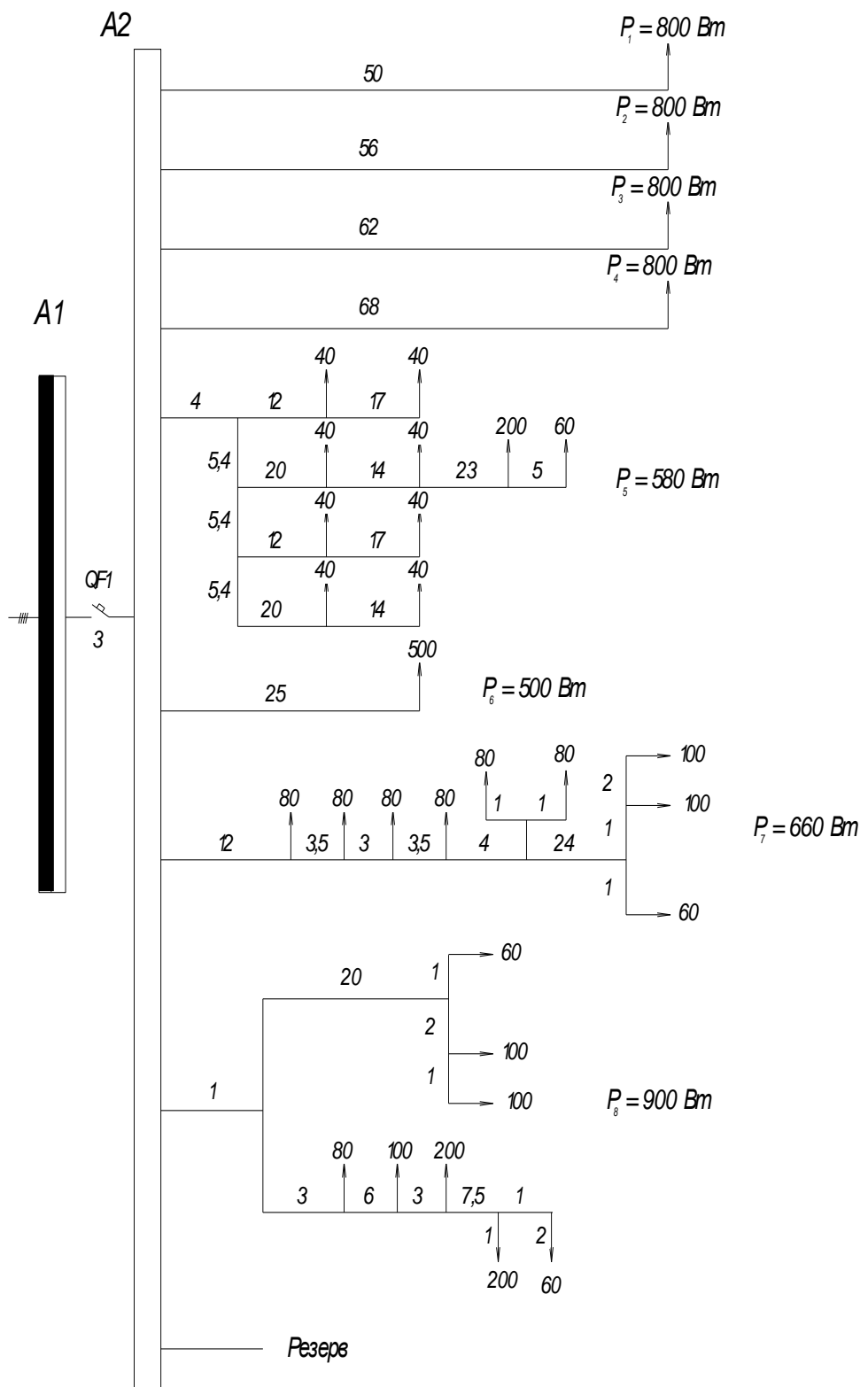


Рисунок 1.12 – Розподілення

Визначаємо фактичну втрату напруги на ділянці A1- A2:

$$\Delta U_{A1-A2} = \frac{M_{A1-A2}}{S_{A1-A2} \cdot C} \quad (7)$$



$$\Delta U_{A1-A2} = \frac{17,52}{44 \cdot 2,5} = 0,159\%$$

Визначаємо площу поперечного перерізу на кожній ділянці:

$$S_i = \frac{M_i}{C(\Delta U_{\text{доп}} - \Delta U_{A1-A2})} \quad (8)$$

$$S_1 = \frac{20}{7,4(2,5 - 0,159)} = 1,15 \text{ мм}^2$$

Приймаємо провід перерізом 2,5 мм<sup>2</sup>

$$S_2 = \frac{22,4}{7,4(2,5 - 0,159)} = 0,1,29 \text{ мм}^2$$

Приймаємо провід перерізом 2,5 мм<sup>2</sup>

$$S_3 = \frac{24,8}{7,4(2,5 - 0,159)} = 1,43 \text{ мм}^2$$

Приймаємо провід перерізом 2,5 мм<sup>2</sup>

$$S_4 = \frac{27,2}{7,4(2,5 - 0,159)} = 1,57 \text{ мм}^2$$

Приймаємо провід перерізом 2,5 мм<sup>2</sup>

$$S_5 = \frac{26,78}{7,4(2,5 - 0,159)} = 1,55 \text{ мм}^2$$

Приймаємо провід перерізом 2,5 мм<sup>2</sup>

$$S_6 = \frac{6,25}{7,4(2,5 - 0,159)} = 0,36 \text{ мм}^2$$

Приймаємо провід перерізом 2,5 мм<sup>2</sup>

$$S_7 = \frac{30,11}{7,4(2,5 - 0,159)} = 1,74 \text{ мм}^2$$

Приймаємо провід перерізом 2,5 мм<sup>2</sup>

$$S_8 = \frac{16,63}{7,4(2,5 - 0,159)} = 0,96 \text{ мм}^2$$

Приймаємо провід перерізом 2,5 мм<sup>2</sup>

Визначаємо втрати напруги на кожній ділянці:

$$\Delta U_i = \frac{M_i}{C \cdot S_{CT}} \quad (9)$$

$$\Delta U_1 = \frac{20}{7,4 \cdot 2,5} = 1,08\%$$

$$\Delta U_2 = \frac{22,4}{7,4 \cdot 2,5} = 1,2\%$$

$$\Delta U_3 = \frac{24,8}{7,4 \cdot 2,5} = 1,34\%$$

$$\Delta U_4 = \frac{27,2}{7,4 \cdot 2,5} = 1,47\%$$

$$\Delta U_5 = \frac{26,78}{7,4 \cdot 2,5} = 1,45\%$$

$$\Delta U_6 = \frac{6,25}{7,4 \cdot 2,5} = 0,34\%$$

$$\Delta U_7 = \frac{30,11}{7,4 \cdot 2,5} = 1,63\%$$

$$\Delta U_8 = \frac{16,63}{7,4 \cdot 2,5} = 0,9\%$$

## **7 Вказівки щодо оформлення звіту**

Звіт по практичній роботі повинен містити:

7.1 Тему, мету.

7.2. Розрахунок перерізу проводів освітлювальної мережі за допустимими втратами напруги.

7.3 Аналіз отриманих результатів.

## **8 Контрольні питання**

8.1 Записати розрахункову формулу для визначення площі перерізу проводів за мінімумом витрат провідникового матеріалу (за допустимими втратами напруги).

8.2 Записати формулу для визначення фактичної втрати напруги на ділянці мережі.

8.3 Записати основну умову при виборі проводів і кабелів по допустимій втраті напруги.

8.4 Пояснити порядок розробки схеми розподілення моментів.

8.5 Які існують способи підрахунку моментів навантаження групових ліній?

## **9 Список літератури**

1. Кушлик Р.В. Электричне освітлення та опромінення. Навч.посіб. для студентів вищ. навч. закл. / Р.В.Кушлик, В.Ф.Яковлев, Ю.М.Куценко, М.Л.Лисиченко, М.П.Кунденко. Х: ТОВ «Планета-прінт», 2016. - 332 с.

2. Козинский В.А. Электрическое освещение и облучение. – М.: Агропромиздат, 1991. – 239.

3. Жилинский Ю.М., Кумин В.Д. Электроосвещение и облучение – М.: Колос, - 1982 -271.

4. Яковлев В.Ф. Проектування систем електрифікації технологічних процесів на підприємствах АПК. Системи електричного освітлення. / За заг. ред. проф. В.Ф.Яковлева.- Мелітополь, 2010.-106 с.

### 10 Критерії оцінювання практичної роботи

Кожне практичне заняття:

Назва критерію оцінювання	Для студентів основного потоку	Для студентів за скороченим терміном навчання
Поточне тестування на основі усного опитування перед початком заняття	0,5	0,5
Виконання звіту з практичної роботи	0,5	0,5
Поточне тестування на основі письмового або усного опитування після виконання звіту по практичній роботі	0,5	0,5

Максимальна оцінка за практичну роботу складає 1,5 бали.

### 11 Розподіл балів, що присвоюється студентам основного потоку

МОДУЛЬ НАР										
Змістовий модуль 1 (25 б.)										
Т1		Т2		Т3			Т4			ПМК 1
ЛР1	ЛР2	ЛР2	ЛР2	ЛР3	ЛР4	ЛР3	ЛР5	ЛР6	ЛР4	
1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	10

МОДУЛЬ НАР											
Змістовий модуль 2 (25 б.)											
Т5			Т6			Т7			Т8		ПМК 2
ЛР5	ЛР7	ЛР8	ЛБ6	ЛР9	ЛР10	ЛР7	ЛР11	ЛР12	ЛБ8	ЛР13	
1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,0	1,0	1,5	1,0	10

МОДУЛЬ САМОСТІЙНА РОБОТА (20 балів)			Екзамен	100
ІНДЗ		ПСР		
10		10	30	

## Розподіл балів, що присвоюється студентам за скороченим терміном навчання

МОДУЛЬ НАР										
Змістовий модуль 1 (25 б.)										
Т1		Т2		Т3			Т4			ПМК 1
ПР1	ЛР2	ПР1	ЛР2	ПР3	ПР4	ЛР3	ПР5	ПР6	ЛР4	
1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	10

МОДУЛЬ НАР											
Змістовий модуль 2 (25 б.)											
Т5			Т6			Т7			Т8		ПМК 2
ЛР5	ПР7	ПР8	ЛБ6	ПР9	ПР10	ЛР7	ПР11	ПР12	ЛБ8	ПР13	
1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,0	1,0	1,5	1,0	10

МОДУЛЬ САМОСТІЙНА РОБОТА (20 балів)			Екзамен	100
ІНДЗ		ПСР		
10		10	30	

## Додаток А

Таблиця 1 – Значення коефіцієнта  $c$  при розрахунках перерізу проводів

Номинальна напруга мережі, В	Система мережі	Провід	
		мідний	алюмінієвий
1	2	3	4
380/220	Трьохфазна з нульовим робочим провідником	72	44
220/127	Трьохфазна з нульовим робочим провідником	24	14,7
220	Трьохфазна без нульового робочого провідника	24	14,7
36	Трьохфазна без нульового робочого провідника	0,648	0,396
24	Трьохфазна без нульового робочого провідника	0,288	0,176
12	Трьохфазна без нульового робочого провідника	0,072	0,044
380/220	Двохфазна з нульовим робочим провідником	32	19,5
220/127	Двохфазна з нульовим робочим провідником	10,7	6,5
220	Двох провідна змінного і постійного струму	12	7,4

## Продовження таблиці 1

1	2	3	4
127	Двох провідна змінного і постійного струму	4	2,46
36	Двох провідна змінного і постійного струму	0,324	0,198
24	Двох провідна змінного і постійного струму	0,144	0,088
12	Двох провідна змінного і постійного струму	0,036	0,022

Таблиця 2 – Значення коефіцієнта  $\alpha$  при розрахунках перерізу проводів

Лінія	Відгалуження	$\alpha$
Трьохфазна з нульовим робочим провідником	Однофазне	1,85
Трьохфазна з нульовим робочим провідником	Двохфазна з нульовим робочим провідником	1,39
Двохфазна з нульовим робочим провідником	Однофазне	1,33
Трьохфазна без нульового робочого провідника	Двох провідне	1,15

**Додаток Б**

**ЗРАЗОК ОФОРМЛЕННЯ ТИТУЛЬНОГО АРКУША ЗВІТУ ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ**

**ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра «Електротехнології  
і теплові процеси»

**Розрахунок перерізу проводів освітлювальної мережі за допустимими  
втратами напруги**

**ПРАКТИЧНА РОБОТА № 8**

з дисципліни Електричне освітлення та опромінення

**ЗВІТ**

Студент 31-Ен групи

\_\_\_\_\_ (підпис)

Сидоров В. І.

П.І.Б.

Службові примітки

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Роботу захищено з оцінкою \_\_\_\_\_

Викладач \_\_\_\_\_

(підпис)

П.І.Б.