

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
**«ВИБІР АПАРАТУРИ УПРАВЛІННЯ ТА ЗАХИСТУ, РОЗРОБКА
СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРИНЦИПОВОЇ ОСВІТЛЮВАЛЬНОЇ
МЕРЕЖІ»**

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 «Вибір апаратури управління та захисту, розробка схеми електричної принципової освітлювальної мережі» для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / / Р.В.Кушлик, Р.Р.Кушлик. – Мелітополь: ТДАТУ, 2019. – 16 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
Вибір апаратури управління та захисту, розробка схеми електричної принципової освітлювальної мережі	5
.....	
1 Мета роботи.....	5
2 Програма роботи.....	5
3 Методика проведення.....	5
4 Основні теоретичні положення	6
5 Вихідні дані.....	8
6 Приклад виконання роботи.....	8
7 Вказівки щодо оформлення звіту.....	9
8 Контрольні питання.....	10
9 Список літератури.....	10
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.

ВИБІР АПАРАТУРИ УПРАВЛІННЯ ТА ЗАХИСТУ. РОЗРОБКА СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРИНЦИПОВОЇ ОСВІТЛЮВАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ

1 Мета роботи

Засвоїти методику та отримати практичні навички вибору апаратури управління та захисту, розробки схеми електричної принципової освітлювальної мережі.

2 Програма роботи

1. Оволодіти методикою вибору апаратури управління та захисту, розробки схеми електричної принципової освітлювальної мережі [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 вибору апаратури управління та захисту, розробки схеми електричної принципової освітлювальної мережі.

Для опитування студентів викладачу рекомендується використовувати приведені нижче контрольні питання. Після опитування студентів обговорюється загальна методика вибору апаратури управління та захисту, розробки схеми електричної принципової освітлювальної мережі.

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

При виборі апаратів захисту освітлювальних мереж необхідно дотримуватися наступних вимог:

а) захист *від струмів короткого замикання* застосовується:

1) у всіх випадках освітлювальні мережі повинні бути захищені від струмів короткого замикання;

б) захист *від струмів перевантаження* застосовується:

1) для будівель і приміщень, в яких необхідно створити особливо надійну та безпечну роботу освітлювальних мереж або при відсутності кваліфікованого обслуговування, окрім захисту від струмів короткого замикання, необхідно утворювати захист і від струмів перевантаження;

2) для мереж, які виконані відкрито прокладеними незахищеними проводами з горючою ізоляцією (АПР, ПРД та ін.);

3) для мереж житлових, громадських будівель, службово-побутових, торговельних, пожежно безпечних приміщень та вибухо-безпечних установок, у тому числі і зовнішні класу В-1г;

в) *апарати захисту встановлюють*:

1) групами у доступних та безпечних для обслуговування місцях на лініях, які відходять від щитів, щитків і інших розподільних пристроїв;

2) в місцях, де зменшується переріз проводів лінії. Допускається не встановлювати захисні апарати в місцях зменшення перерізу проводів, якщо провід входить у зону захисту сусіднього з боку джерела енергії захисного апарату;

3) у точках секціонування мереж для селективної дії захисних апаратів;

4) зі сторони високої та низької напруги знижувальних трансформаторів для живлення світильників на **42 В**;

5) якщо знижувальні трансформатори живляться окремою групою лінією та до неї підключено не більш трьох трансформаторів, то захищати з високої сторони кожний трансформатор необов'язково;

б) безпосередньо в місцях приєднання проводів, які захищаються, до живлячої мережі. Допускається відносити їх на відстань не більш **3,0 м** від місця приєднання;

7) у нульових робочих провідниках заборонено встановлювати запобіжники, автоматичні вимикачі та комутаційні апарати, за винятком мереж вибухобезпечних приміщень класу В-1, в які автоматичні вимикачі встановлюють у фазному та нульовому провідниках, а для заземлення металевих частин освітлювальних установок прокладають спеціальний захисний провід;

г) при визначенні та виборі номінальних струмів плавких вставок $I_{пв}$ та уставок автоматичних вимикачів (з розчіплювачами: тепловими I_m , електромагнітними $I_{ем}$, комбінованими I_k):

1) при захисті *запобіжниками*, автоматичними вимикачами з *теповими* або *комбінованими* розчіплювачами використовують наступні співвідношення:

- для ламп розжарювання:

$$I_{пв} \geq I_p; \quad I_m \geq I_p; \quad I_k \geq 1,4 I_p, \quad (1)$$

- для ламп ДРЛ, ДРИ, ДНаТ:

$$\begin{aligned} I_{пв} \geq 1,2 I_p; \quad \text{при } I_p \leq 50 \text{ А: } \quad I_m \geq 1,4 I_p; \quad I_k \geq 1,4 I_p; \\ \text{при } I_p > 50 \text{ А: } \quad I_m \geq I_p; \quad I_k \geq I_p; \end{aligned} \quad (2)$$

2) при захисті автоматичними вимикачами тільки з *електромагнітними* розчеплювачами використовують наступні співвідношення:

- для автоматичних вимикачів до **100 А**:

$$I_{кз}^{(1)} \geq 1,4 k_3 I_{від} \quad (3)$$

- для автоматичних вимикачів на струм більше **100 А**:

$$I^{(1)}_{кз} \geq 1,25 k_3 I_{від}, \quad (4)$$

де I_p - робочий струм освітлювальної установки, А;

$I^{(1)}_{кз}$ - струм однофазного короткого замикання в освітлювальній мережі, А;

$I_{від}$ - струм відсічки автоматичного вимикача, А;

k_3 - коефіцієнт запасу; $k_3 = 1,1$;

3) для забезпечення селективності спрацьовування захистів номінальний струм кожного подальшого у напрямку до джерела живлення захисного апарату слід приймати не менш, ніж на дві ступені більше, ніж у попереднього апарата, якщо це не веде до збільшення площі поперечного перерізу проводів мережі.

В таблиці 1 додатку А наведено характеристики деяких автоматичних вимикачів, які застосовуються для захисту освітлювальних мереж.

5 Вихідні дані

Вихідними даними для вибору апаратури управління та захисту, розробка схеми електричної принципової освітлювальної мережі є результати визначення розрахункових струмів в групових лініях в ПР №9.

6. Приклад виконання роботи

Вибір автоматичних вимикачів виконуємо за наступними умовами:

1. За типом і серією.
2. За номінальною напругою:

$$U_{н АВ} \geq U_m,$$

де $U_{н АВ}$ - номінальна напруга АВ, В;

U_m - номінальна напруга мережі, В.

3. За номінальним струмом:

$$I_{н АВ} \geq I_{розр.}$$

4. За виконанням:

- кількості полюсів: одно-, двох-, триполюсний.
- виду розчіплювачів: електромагнітний, комбінований;
- виду додаткових розчіплювачів:
- наявності вільних контактів;
- наявності теплового розчіплювача і регулювання струму

неспрацювання;

- виду привода:

5. За номінальним струмом теплового розчіплювача:

$$I_{нтр} \geq I_{нрозр.}$$

6. За струмом відсічки електромагнітного розчіплювача з умови:

$$I_{відс.РМ} \geq I_{розр.},$$

де $I_{відс.РМ}$ - струм відсічки ЕМР, А;

$I_{пущ.розр}$ - розрахункове значення струму в мережі, яку захищає АВ,

А.

7. За кліматичним виконанням;

8. Категорією розміщення;

9. Ступенем захисту.

В якості прикладу виберемо автоматичний вимикач на ввіді в освітлювальний щиток А2 для захисту ділянки А₁- А₂ . На даній ділянці струм розрахунковий $I_{розр.} = 9,3А$.

Вибираємо трьохполюсний автоматичний вимикач серії ВА47-63 ТУУ 2000АГИЕ.641.235.003 $U_{нав}=U_{м}=380В$, $I_{нав}=63А$, $I_{н.р.}=10,0 А$, степінь захисту – IP54, кліматичне виконання і категорія розміщення – У2.

Вибір інших автоматичних вимикачів проводимо аналогічно. Дані про вибір заносимо в схему електричну принципову освітлювальної мережі, яка представлена на рис. 1 додатку А.

7 Вказівки щодо оформлення звіту

Звіт по практичній роботі повинен містити:

7.1 Тему, мету.

7.2. Приклад вибору апаратури управління та захисту на участку А1-А2 і у всіх групових лініях.

7.3 Аналіз отриманих результатів.

8 Контрольні питання

8.1 В яких випадках застосовується захист освітлювальних мереж від струмів короткого замикання?

8.2 В яких випадках застосовується захист освітлювальних мереж від струмів перевантаження?

8.3 Де встановлюють апарати захисту освітлювальних мереж.

8.4 Назвати основні співвідношення при захисті освітлювальних мереж автоматичними вимикачами тільки з електромагнітними розчіплювачами.

8.5 Назвати основні співвідношення при захисті освітлювальних мереж автоматичними вимикачами з тепловими або комбінованими розчіплювачами для ламп розжарювання.

8.6 Назвати основні співвідношення при захисті освітлювальних мереж автоматичними вимикачами з тепловими або комбінованими розчіплювачами для ламп ДРЛ, ДРИ, ДНаТ.

8.7 Назвати основні умови вибору автоматичних вимикачів.

9 Список літератури

1. Кушлик Р.В. Електричне 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
ПР1	ЛР2	ПР2	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	

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 – Нормовані співвідношення між тривало допустимим струмом провідників і номінальними струмами плавких вставок запобіжників і розчеплювачів автоматичних вимикачів

Провідники	Характеристика приміщення	Нормоване відношення для апаратів захисту			
		Плавкі запобіжники	Автоматичні вимикачі із зворотно залежною від струму характеристикою		Автоматичні вимикачі, які мають тільки електромагнітний розчеплювач
			нерегулюючий розчеплювач	регулюючий розчеплювач	
Мережі, які захищаються від струмів короткого замикання					
Провідники всіх типів	Всі приміщення	> 0,33	> 1,0	> 0,66	> 0,22
Мережі, які захищаються від перевантажень					
Відкрито прокладені ізолювані провідники з горючою оболочкою	Виробничі не вибухонебезпечні приміщення.	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0
	Всі інші приміщення	> 1,25	> 1,0	> 1,0	> 1,25
Захищені провідники, кабелі з резиновою і пластмасовою ізоляцією, провідники в трубах	Виробничі пожежо-небезпечні приміщення	> 1,0	> 1,0	> 1,0	> 1,0
	Приміщення торгіві, службово-побутові громадські та жилі приміщення, вибухонебезпечні установки	> 1,25	> 1,0	> 1,0	> 1,25
Кабелі з паперовою ізоляцією	Приміщення: пожежо небезпечні, торгіві, службово-побутові громадські та жилі приміщення, вибухонебезпечні установки	> 1,0	> 1,0	> 0,8	> 1,0

Таблиця 2 – Групові освітлювальні щитки ЯРН і ЯРУ

Модифікація	Номинальний струм, А	Тип ввідного апарату	Тип і кількість вимикачів на відхідних лініях		
			Трьохфазних	Однофазних	
				ВА14-26-34	ВА14-26-14
8501-3801	63	-	-	6	-
8501-3802	63	-	1	3	-
8501-4003	100	-	-	12	-
8501-4004	100	-	2	6	-
8501-4205	160	-	-	18	-
8501-3810	63	ПВП11-2970	-	6	-
8501-3811	63	ПВП11-2970	1	3	-
8501-3812	63	ВА51-31	-	6	-
8501-3813	63	ВА51-31	1	3	-
8501-4014	100	ВА51-31	-	12	-
8501-4015	100	ВА51-31	2	6	-
8501-4216	160	ВА51-33	-	18	-
8501-4217	160	ВА51-33	3	9	-
8501-3723	50	-	-	-	6
8501-4024	100	-	-	-	12
8501-3725	50	ПВ3-60	-	-	6
8501-3726	50	ВА51-31	-	-	6
8501-4027	100	ВА51-31	-	-	12
8501-4028	100	ПВ3-100	-	-	12

Таблиця 3 – Технічні характеристики автоматичних вимикачів для мереж 380/220В

Тип вимикача	Число полюсів	Номинальний струм, А		Комутаційна здатність контактів, кА
		Автоматичного вимикача	Теплового розчіплювача	
ВА14-26-14	1	32	6, 8, 10, 16, 20, 25, 32	1,5
ВА14-26-34	3	32	6, 8, 10, 16, 20, 25, 32	1,5
ВА16-25-14	1	25	6,3; 10; 16; 20; 25	0,9
ВА51-25-34	3	25	0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0;	3
			1,25; 1,6;	3
			2; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3 8; 10;	1,5
			12,5; 16; 20; 25	2 3
ВА51-29-14	1	63	6,3; 8; 10; 12,5; 16;	1,5; 3
ВА51-25-84	2	25	20; 25;	4
			31,5; 40; 50; 63	8
			6,3; 8;	2
			10; 12,5; 16; 20; 25	2,5 3,8

BA51-31-34	3	100	16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100	4,5 5 7 10
------------	---	-----	--	---------------------

Додаток Б

ЗРАЗОК ОФОРМЛЕННЯ ТИТУЛЬНОГО АРКУША ЗВІТУ ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ

**ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра «Електротехнології
і теплові процеси»

**Вибір апаратури управління та захисту, розробка схеми
електричної принципової освітлювальної мережі**

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 10

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.

Мелітополь, 20 _ р.

Додаток Г

Таблиця 1 – Алгоритм виконання електротехнічної частини проекту освітлення

Послідовність розрахунку	Розрахункова формула
1	2
1. Вибрати системи живлення магістральної та групової мереж, напруги і джерела живлення	Дивись рекомендації в ПР №6
2. Розмітити на плані приміщень місця встановлення електроприймачів та комутаційних апаратів системи електричного освітлення	Дивись рекомендації в ПР №6
3. Вибрати місце установки освітлювального щитка, знижувальних трансформаторів і способу їх живлення	Дивись рекомендації в ПР №6
4. Провести розмітку на плані приміщення освітлювальних мереж	Дивись рекомендації в ПР №6
5. Вибрати марку проводу і спосіб їх прокладки	Дивись рекомендації в ПР №7
6. Скласти розрахункову схему розподілення навантаження по групам і розподілення моментів	Дивись рекомендації в ПР №7
7. Визначити момент живлючої мережі	$M_{A1-A2} = P_{A1-A2} \cdot l_{A1-A2},$
8. Визначити моменти для кожної групи	$M = P_1 \cdot l_1$
9. Визначити площу поперечного перерізу живлючої мережі на ділянці A₁- A₂	$S_{A1-A2} = \frac{M_{A1-A2} + \alpha \cdot (\Sigma M)}{C \cdot \Delta U_{\text{ДОП}}}$
10. Перевірити переріз проводу на ділянці A₁- A₂ на нагрівання по тривало допустимому струму і механічній міцності	$I_{P.A1-A2} = \frac{P_{A1-A2}}{3 \cdot U_H \cdot \cos \varphi}$
11. Визначити фактичну втрату напруги на ділянці A₁- A₂	$\Delta U_{A1-A2} = \frac{M_{A1-A2}}{S_{A1-A2} \cdot C}$
12. Визначити площу поперечного перерізу на кожній ділянці	$S_i = \frac{M_i}{C(\Delta U_{\text{ДОП}} - \Delta U_{A1-A2})}$
13. Визначити втрати напруги на кожній ділянці	$\Delta U_i = \frac{M_i}{C \cdot S_{CT}}$
14. Перевірити переріз проводу на кожній ділянці на нагрівання по тривало допустимому струму і механічній міцності	$I_{Pi} = \frac{P_i}{3U_H \cdot \cos \varphi}$
15. Вибрати типи щитів, апаратуру керування та захисту мереж від коротких замикань та перевантажень	Дивись рекомендації в ПР №10