

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ПОЖЕЖНОЇ ТА ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ

Кафедра автоматичних систем безпеки та електроустановок

ЗАТВЕРДЖУЮ

**Начальник кафедри автоматичних
систем безпеки та електроустановок**

Володимир ОЛІЙНИК

«_____» серпня 2025 року

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для виконання контрольної роботи

з навчальної дисципліни «Пожежна профілактика електроустановок»

здобувачами вищої освіти за освітньо-професійними програмами

«Пожежна безпека» та «Пожежогасіння та аварійно-рятувальні роботи»

підготовки за першим (бакалаврським) рівнем

у галузі знань К Безпека та оборона

за спеціальністю К8 Пожежна безпека

(заочна форми навчання)

**Розглянуто та ухвалено засіданням кафедри
автоматичних систем безпеки та електроустановок,
протокол № 1 від 25.08.2025 року**

Черкаси – 2025 рік

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

**НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ
УКРАЇНИ**

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ПОЖЕЖНОЇ ТА ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ

Кафедра автоматичних систем безпеки та електроустановок

ПОЖЕЖНА ПРОФІЛАКТИКА ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК

Методичні вказівки для виконання контрольної роботи
здобувачами вищої освіти за першим (бакалаврським) рівнем
(галузь знань К Безпека та оборона, спеціальність К8 Пожежна безпека)
за освітньо-професійними програмами «Пожежна безпека» та «Пожежогашіння
та аварійно-рятувальні роботи»
(заочна форми навчання)

Черкаси - 2025

Пожежна профілактика електроустановок: Методичні вказівки для виконання контрольної роботи здобувачами вищої освіти за здобувачами вищої освіти за першим (бакалаврським) рівнем (галузь знань К Безпека та оборона, спеціальність К8 Пожежна безпека) за освітньо-професійними програмами «Пожежна безпека» та «Пожежогасіння та аварійно-рятувальні роботи» (заочна форми навчання) / Олійник В.В., Землянський О.М., Кальченко Я. Ю., Борсук О. В., Зобенко О.О., Тараненко С.П. – Черкаси: НУЦЗ України, 2025. – 38 с.

Укладачі:

- начальник кафедри автоматичних систем безпеки та електроустановок, д.т.н., доцент Олійник Володимир Вікторович;
- заступник начальника кафедри автоматичних систем безпеки та електроустановок, д.т.н., професор Землянський Олег Миколайович;
- доцент кафедри автоматичних систем безпеки та електроустановок, доктор філософії Кальченко Ярослав Юрійович;
- викладач кафедри автоматичних систем безпеки та електроустановок, к.т.н. Борсук Олена Валентинівна;
- викладач кафедри автоматичних систем безпеки та електроустановок, доктор філософії Зобенко Олександр Олександрович;
- викладач кафедри автоматичних систем безпеки та електроустановок, к.і.н., доцент Тараненко Станіслав Петрович.

Методичні вказівки розроблені відповідно до навчальної програми дисципліни «Пожежна профілактика електроустановок» та призначені для підготовки здобувачів вищої освіти заочної форми навчання за першим (бакалаврським) рівнем (галузь знань К Безпека та оборона, спеціальність К8 Пожежна безпека) за освітньо-професійними програмами «Пожежна безпека» та «Пожежогасіння та аварійно-рятувальні роботи» для самостійного виконання контрольної роботи.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
I. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ.....	7
II. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ЩОДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ....	10
III. ВИБІР ВАРІАНТУ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ.....	13
3.1. Вибір варіанту контрольної роботи	13
3.2. Перелік задач для виконання контрольної роботи.....	14
3.2.1. Електричні кола постійного струму.....	14
3.2.2. Електричні кола однофазного змінного струму	15
3.2.3. Електричні кола трифазного змінного струму	16
IV. ТЕОРЕТИЧНІ ПИТАННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ	18
V. ВКАЗІВКИ ДО ВИРІШЕННЯ КОНТРОЛЬНИХ ЗАДАЧ.....	22
5.1. Електричні кола постійного струму.....	22
5.2. Електричні кола однофазного змінного струму.....	25
5.3. Електричні кола трифазного змінного струму	28
VI. ПЕРЕЛІК ОРІЄНТОВНИХ ПИТАНЬ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ІСПИТУ.....	33
ЛІТЕРАТУРА	37
Додаток 1	39

ВСТУП

Метою викладання навчальної дисципліни «Пожежна профілактика електроустановок» є набуття здобувачами вищої освіти компетентностей, знань, умінь і навичок, що необхідні для розв'язання практичних задач, пов'язаних із визначенням відповідності вимогам пожежної та техногенної безпеки електроустановок та захисту від статичної електрики у відповідності з діючими нормативними документами.

Мета методичних рекомендацій полягає у забезпеченні студентів бакалаврського рівня чіткими інструктивними матеріалами для виконання контрольних робіт з дисципліни «Пожежна профілактика електроустановок». Вони спрямовані на формування у здобувачів системи знань з електричних і магнітних кіл, принципів роботи електричних машин та апаратів, вимірювальних приладів і методів аналізу пожежонебезпечних режимів їх роботи, що є необхідним для майбутньої професійної діяльності у сфері пожежної та техногенної безпеки.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Пожежна профілактика електроустановок» є: опанування здобувачами вищої освіти знань, вмінь і навичок щодо застосовування теоретичних знань з основних понять і законів електричних та магнітних кіл; оволодіння методами розрахунку електричних кіл постійного і змінного струму; вивчення принципів роботи та пожежної небезпеки електричних машин, трансформаторів і апаратів захисту; розуміння причин виникнення пожежонебезпечних режимів та шляхів їх попередження.

У результаті вивчення дисципліни здобувач вищої освіти повинен отримати наступні:

знання:

– основних законів електротехніки (закон Ома для ділянки кола, закон Ома для повного кола, закон Джоуля-Ленца, закони Кірхгофа);

– основних елементів електричних кіл постійного струму, однофазних та трифазних кіл змінного струму;

– будову, принцип дії та основні характеристики трансформаторів, електричних двигунів та генераторів постійного та змінного струму, апаратів та приладів;

– порядку роботи з електровимірювальними приладами;

– загальної схеми електропостачання споживачів електричної енергії;

– характеристик типових причин пожеж в (від) електроустановках(ах);

– небезпеки розрядів статичної електрики та засобів боротьби з їх накопиченням;

уміння/мати навички:

- виконувати розрахунок величини електричного струму у простих електричних колах постійного та змінного (однофазного та трифазного) струмів;

- використовувати вимірювальні прилади для контролю за режимом роботи електричних установок.

2.4. Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач вищої освіти:

- здатність оцінювання відповідності електрообладнання, пристроїв захисту від статичної електрики вимогам чинних нормативних документів з пожежної безпеки;

- здатність оцінювання пожежну безпеку стану електрогосподарства як в цілому та окремих його вузлів.

I. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Вивчення навчальної дисципліни «Пожежна профілактика електроустановок» передбачається протягом двох семестрів та розділяється на модулі: «Загальна електротехніка» та «Пожежна профілактика електроустановок». Першим модулем «Загальна електротехніка» робочою навчальною програмою передбачено 3 кредити, що складає 90 годин та включає шість тем.

МОДУЛЬ 1

Тема 1.1. Електричні кола постійного струму.

Електричне коло: основні терміни та поняття. Енергія, потужність, коефіцієнт корисної дії, баланс потужності. Основні закони електричних кіл постійного струму (закон Ома для ділянки кола, закон Ома для повного кола, закон Джоуля-Ленца, закони Кірхгофа). Перетворення простих електричних кіл. Методи розрахунку складних електричних кіл (метод вузлових та контурних рівнянь, метод контурних струмів).

Тема 1.2. Магнітні кола. Електромагнетизм.

Основні параметри магнітного поля: магнітна індукція, напруженість, магнітний потік, магнітна напруга, магніторухісна сила. Закон Біо і Савара-Лапласа. Закон повного струму. Феромагнітні матеріали, їх характеристики. Магнітні кола. Основні закони магнітних кіл. Взаємодія магнітного поля та провідників зі струмом. Електромагнітна індукція.

Тема 1.3. Вимірювання електричних величин в колах постійного та змінного струму.

Основні поняття та класифікація засобів виміру. Вимірювання напруги, сили струму, опору та потужності. Розширення меж виміру амперметра та вольтметра. Будова та принцип дії приладів магнітоелектричної, електромагнітної, електродинамічної, електростатичної, феромагнітної та індукційної систем. Осцилограф. Поняття про цифрові вимірювання параметрів електричних кіл. Принципи електричних вимірювань

неелектричних величин. Умовні позначення на шкалах вимірювальних приладів. Похибки вимірів.

Тема 1.4. Електричні кола змінного струму.

Принципи одержання синусоїдальних електрорушійних сил (ЕРС). Основні параметри, що характеризують змінний струм. Способи подання синусоїдальних величин у різних формах (аналітична форма, за допомогою часових діаграм, векторна форма, символічний метод). Активний опір, індуктивність, взаємодуктивність, ємність. Закони Кірхгофа для електричних кіл змінного струму.

Електричні кола синусоїдального струму з активним, індуктивним та ємнісним елементами. Послідовне та паралельне з'єднання активних, індуктивних та ємнісних елементів. Потужність електричних кіл синусоїдального струму (миттєва, активна, реактивна, повна). Баланс потужностей, коефіцієнт потужності. Резонанс в електричних колах (резонанс напруг та струмів). Векторні діаграми. Пожежна небезпека електричних кіл однофазного синусоїдального струму.

Тема 1.5. Електричні кола трифазного струму

Принципи одержання трифазної системи ЕРС. Основні елементи трифазних кіл. Способи з'єднання обмоток трифазних генераторів. Схеми вмикання приймачів електричної енергії у трифазних колах. Симетричне та несиметричне навантаження. Фазні і лінійні напруги та струми, співвідношення між ними. Топографічні діаграми. Призначення нейтрального провіднику з точки зору пожежної безпеки. Потужність трифазних кіл.

Тема 1.6. Електричні машини та апарати

Електричні машини постійного струму: призначення, галузь використання, конструктивні особливості. Принцип зворотності. ЕРС якоря, електромагнітний момент машин постійного струму. Реакція якоря. Комутація та її пожежна небезпека. Класифікація машин постійного струму за способом збудження. Робота машин постійного струму в режимі генератора, характеристики генератора. Робота машин постійного струму в режимі

двигуна. Пуск двигунів. Характеристики двигунів постійного струму при різних способах збудження. Регулювання частоти обертання. Реверсування двигунів постійного струму. Переваги і недоліки електричних машин постійного струму. Пожежна небезпека електричних машин постійного струму.

Синхронні машини: будова, обертаючий момент, реакція якорю, ККД. Принцип дії та характеристики синхронних генераторів та двигунів. Способи пуску синхронного електродвигуна. Синхронний компенсатор. Переваги та недоліки синхронних машин. Пожежна небезпека синхронних машин.

Електричні апарати: призначення, види, будова. Загальні відомості про електричні апарати високої напруги.

Електричні генератори: принцип роботи, основні види (змінного та постійного струму), параметри (напруга, струм, потужність, частота). Правила монтажу електричних генераторів. Заходи безпеки при експлуатації електричних генераторів. Заземлення, захист від перевантажень і коротких замикань, використання засобів індивідуального захисту. Технічне обслуговування, регулярна перевірка контактів, стану обмоток і ізоляції. Практичне застосування і значення генераторів у енергетиці. Застосування генераторів підрозділами ДСНС. Резервне живлення у надзвичайних ситуаціях, аваріях, стихійних лихах і знеструмленнях. Основні вимоги щодо експлуатації електрогенераторів під час ліквідації надзвичайних ситуацій, дотримання виробничої дисципліни, правил безпеки та норм використання обладнання.

II. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ЩОДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

Контрольна робота є самостійним видом роботи здобувача вищої освіти, що передбачений робочою навчальною програмою із вивчення курсу дисципліни „Пожежна профілактика електроустановок”.

Контрольна робота складається з п'яти завдань: трьох задач та двох теоретичних питань.

При виконанні контрольної роботи необхідно дотримуватись таких правил

Контрольна робота може бути виконана з використання комп'ютерної техніки, а саме текстових чи графічних редакторів у форматі листів А4 та зберігається у форматі pdf.

Допускається варіант виконання контрольної роботи від руки у робочому зошиті (кожна сторінка зошита: нумерується та підписується прізвищем ім'я студента-виконавця; сканується та об'єднується в один файл у формат pdf).

Назва pdf має складатися з скороченої назви навчальної дисципліни (ППЕУ), даних корпоративної електронної адреси, де зазначені прізвище ім'я, рік вступу та освітній рівень, що здобувається (до знаку @ із назвою домена). Приклад назви документу контрольної роботи: ***ППЕУ_ivanov_ivan.2025b***.

Виконана контрольна робота в форматі pdf прикріплюється у відповідну вкладку завдання (Контрольна робота) у Google Class з дисципліни «Пожежна профілактика електроустановок».

Оформлення контрольної роботи при комп'ютерному наборі виконується інтервалом 1,5, із розрахунку не більш 30 рядків на сторінці за умов рівномірного її заповнення (по ширині) та висотою літер і цифр не менш, ніж 1,8 мм (кегель 14). Текст слід набирати, витримуючи параметри сторінок:

верхнє, нижнє поля – не менше 20 мм, ліве – 30, праве – 15 мм; відступ абзацу – 1,25.

Вибір варіанту контрольної роботи зазначено у III розділі даних методичних рекомендацій.

Рекомендується такий порядок вирішення задач:

1. Переписати умову задачі.
2. Накреслити електричну схему.
3. Записати із умови задачі вихідні дані та їх цифрові значення.
4. Вирішення задачі проводиться за етапами, які вказані в типовому прикладі з коротким описом кожного етапу (розділ V).

5. За результатами розрахунків проводиться перевірка розрахунків та будується векторна діаграма (на міліметровому аркуші формату А4 або векторному графічному редакторі).

Контрольна робота починається із титульного аркуша, зразок якого представлений у додатку 1 даних рекомендацій.

Після розв'язання задач даються відповіді на два теоретичні питання.

У тексті контрольної роботи обов'язково зробити посилання на використану літературу в порядку згадування (наприклад, [1], [2] і т.д.).

У кінці роботи навести список використаної літератури, вказати прізвище та ініціали автора, повну назву підручника чи довідника, місце та рік видання в порядку згадування по тексту. Літературні джерела повинні відповідати вимогам Міністерства освіти та науки України.

Виконана робота надсилається для перевірки викладачем у термін – за 14 днів до початку навчальної сесії.

Контрольна робота оцінюється за набраною кількістю балів за правильно вирішені завдання (оцінювання контрольної роботи додатково описано у силабусі навчальної дисципліни «Пожежна профілактика електроустановок» для відповідного навчального року).

У разі не зарахування контрольної роботи вказуються причини цього.

Контрольна робота може бути не зарахована у таких випадках:

- виконано не за тим варіантом контрольної роботи;
- завдання виконане з порушенням вимог до нього;
- графічна частина виконана невідповідно до вимог стандартів;
- не в повній мірі виконані завдання.

Отримавши не зараховану контрольну роботу, студент зобов'язаний уважно ознайомитися із зауваженнями і внести в контрольну роботу відповідні зміни та доповнення та усунути вказані недоліки.

Допрацьовану контрольну роботу необхідно прикріпити у відповідний Google Class із коментарем „Повторно”.

Студент при необхідності може звернутися за усною або письмовою консультацією до викладача у середовищі Google Class з дисципліни «Пожежна профілактика електроустановок».

III. ВИБІР ВАРІАНТУ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

3.1. Вибір варіанту контрольної роботи

Номери варіантів задач та контрольних питань визначаються за двома останніми цифрами шифру індивідуального плану студента. Перелік номерів задач та контрольних питань, на які необхідно дати письмові відповіді приведено в табл. 1.1.

Наприклад, якщо номер шифру індивідуального плану 25-0179, то за таблицею 1.1. визначаємо номери задач (1, 15, 26) та номери контрольних питань (20, 50).

Табл. 1.1

Варіанти контрольної роботи

		Остання цифра номера індивідуального плану									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Передостання цифра номера індивідуального плану	0	2, 11, 22; 1, 31	4, 13, 24; 2, 32	6, 15, 26; 3, 33	8, 17, 28; 4, 34	9, 19, 30; 5, 35	10, 12, 30; 6, 36	1, 20, 29; 7, 37	3, 14, 28; 8, 38	5, 16, 27; 9, 39	7, 20, 26; 10, 40
	1	8, 19, 25; 11, 41	9, 18, 24; 12, 42	10, 17, 23; 13, 43	3, 15, 22; 14, 44	4, 14, 21; 15, 45	5, 13, 23; 16, 46	6, 12, 24; 17, 47	1, 11, 25; 18, 48	2, 20, 27; 19, 49	7, 17, 28; 20, 50
	2	8, 16, 29; 21, 51	1, 15, 30; 22, 52	2, 14, 21; 23, 53	3, 13, 22; 24, 54	5, 12, 23; 25, 55	7, 11, 24; 26, 56	9, 20, 25; 27, 57	10, 18, 26; 28, 58	8, 16, 27; 29, 59	6, 14, 28; 30, 60
	3	4, 13, 29; 1, 31	2, 12, 30; 2, 32	1, 22, 25; 3, 33	9, 12, 27; 4, 34	7, 13, 29; 5, 35	5, 14, 28; 6, 36	4, 15, 27; 7, 37	3, 16, 26; 8, 38	2, 17, 25; 9, 39	1, 18, 24; 10, 40
	4	2, 19, 23; 11, 41	9, 20, 22; 12, 42	8, 18, 21; 13, 43	7, 16, 22; 14, 44	6, 14, 24; 15, 45	5, 13, 26; 16, 46	1, 12, 28; 17, 47	2, 11, 30; 18, 48	3, 15, 29; 19, 49	4, 16, 27; 20, 50
	5	5, 17, 28; 21, 51	6, 18, 27; 22, 52	7, 19, 26; 23, 53	8, 20, 25; 24, 54	9, 15, 23; 25, 55	10, 14, 21; 26, 56	3, 13, 22; 27, 57	5, 16, 24; 28, 58	7, 18, 25; 29, 59	9, 19, 26; 30, 60
	6	1, 20, 29; 1, 31	2, 11, 30; 2, 32	3, 12, 25; 3, 33	4, 13, 24; 4, 34	5, 14, 21; 5, 35	6, 15, 25; 6, 36	7, 16, 27; 7, 37	8, 17, 30; 8, 38	9, 18, 29; 9, 39	10, 19, 28; 10, 40
	7	5, 13, 27; 11, 41	7, 15, 26; 12, 42	9, 17, 25; 13, 43	10, 19, 24; 14, 44	8, 20, 26; 15, 45	6, 19, 22; 16, 46	4, 18, 23; 17, 47	3, 17, 24; 18, 48	2, 16, 25; 19, 49	1, 15, 26; 20, 50
	8	9, 14, 29; 21, 51	8, 13, 30; 22, 52	7, 12, 21; 23, 53	6, 21, 23; 24, 54	5, 12, 25; 25, 55	4, 14, 27; 26, 56	3, 16, 26; 27, 57	2, 18, 25; 28, 58	1, 19, 24; 29, 59	10, 20, 23; 30, 60
	9	2, 17, 22; 1, 31	4, 16, 21; 2, 32	6, 15, 24; 3, 33	8, 18, 26; 4, 34	10, 13, 28; 5, 35	1, 14, 30; 6, 36	3, 15, 30; 7, 37	5, 16, 28; 8, 38	7, 17, 27; 9, 39	9, 13, 28; 10, 40

3.2. Перелік задач для виконання контрольної роботи

3.2.1. Електричні кола постійного струму

Задачі 1-10

Для мережі постійного струму із змішаним з'єднанням опорів визначити величини, які перераховані в останній колонці таблиці 2.1. Номер схеми і дані для вирішення задачі вказані в таблиці 2.1. Для визначення кількості тепла, яке виділилось у мережі, приймати час, що складає $t=5$ годин. Індеси струмів, напруг і потужностей відповідають індексу опору.

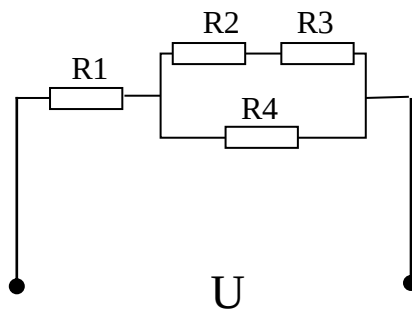


Рис.2.1

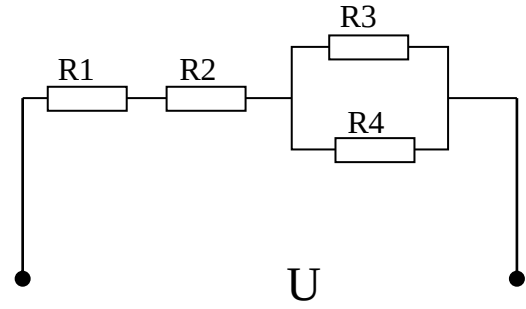


Рис.2.2.

Табл.2.1

Номер задачі	Номер рис.	R_1 Ом	R_2 Ом	R_3 Ом	R_4 Ом	$R_{\text{екв}}$ Ом	I,U,P	Визначити
1	2.1	4	6	4	15	?	$I=2\text{A}$	$R_{\text{екв}}; U; I_3; I_4; P; Q$
2	2.2	7	2	10	?	15	$P_4=9.6\text{BT}$	$R_4; I_4; I_3; U; P; Q$
3	2.1	8	20	?	20	20	$I_3=2\text{A}$	$R_3; U; I_4; P; Q$
4	2.2	2	4	3	?	8	$U_4=20\text{B}$	$R_4; I_3; U; P; Q$
5	2.1	8	8	4	6	?	$P=1200\text{BT}$	$R_{\text{екв}}; U; I; I_2; I_4; Q$
6	2.2	12	2	6	12	?	$P_2=50\text{BT}$	$R_{\text{екв}}; U; I; I_3; P; Q$
7	2.1	2	?	8	5	6	$U_3=9.6\text{B}$	$R_2; I_3; U; P; Q$
8	2.2	4	2	20	5	?	$I_2=4\text{A}$	$R_{\text{екв}}; I; I_3; I_4; P; Q$
9	2.1	?	4	2	3	12	$U_1=50\text{B}$	$R_1; I_2; I_4; P; Q$
10	2.2	11	7	30	?	30	$U=180\text{B}$	$R_4; I_2; I_3; P; Q$

3.2.2. Електричні кола однофазного змінного струму

Задачі 11-20

Для мережі змінного струму визначити величини, перераховані в останній колонці таблиці 2.2. Номер схеми і дані для вирішення задачі приведені в таблиці 2.2. Побудувати в масштабі векторну діаграму мережі і коротко описати порядок її побудови.

Примітка:

1. Індеси електричних величин відповідають індексам опорів.
2. Частота струму в мережі (f) дорівнює 50Гц

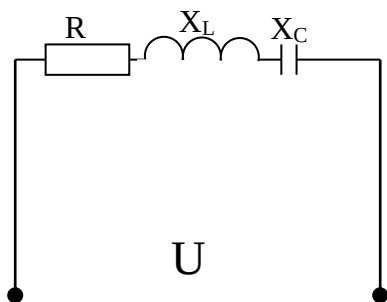


Рис. 2.3

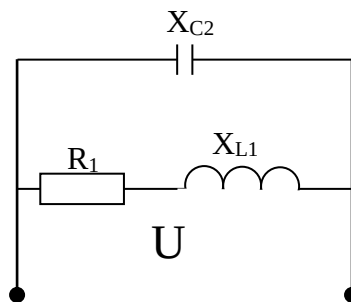


Рис.2.4

Табл. 2.2

Номер задачі	Номер рис.	$R(R_1)$ Ом	$X_L(X_{C1})$ Ом	$X_C(X_{C2})$ Ом	L, C, I, U, Z, P, Q, S	Визначити
11	2.3	3	?	6	$U_L=40\text{В}; I=4\text{А}$	$Z; X_L; C; \cos\varphi; U; P; Q; S$
12	2.3	?	12	?	$I=10\text{А}; P=600\text{Вт}; Q_C=400\text{вар}$	$R; X_C; Z; L; \cos\varphi; U; Q; S$
13	2.3	9	8	?	$Z=15\text{ Ом}; P=36\text{Вт}$	$X_C; C; \cos\varphi; U; I; Q; S; L$
14	2.4	4	?	10	$Q_C=90\text{вар}; Z_1=5\text{ Ом}$	$X_{L1}; I_1; I_2; I; P; Q; S$
15	2.3	8	20	?	$C=637\text{мкФ}; Q_L=80\text{вар}$	$X_C; Z; \cos\varphi; U; I; P; Q; S$
16	2.3	12	48	?	$Q=400\text{вар}; I=5\text{А}$	$X_C; Z; \cos\varphi; U; P; S; L$
17	2.4	?	12	?	$I_2=5\text{А}; U=100\text{В}; Z_1=20\text{ Ом}$	$R_1; X_{C2}; I_1; I; P; Q; S$
18	2.3	?	40	8	$U_a=72\text{В}; I=3\text{А}$	$R; Z; \cos\varphi; C; U; P; Q; S$
19	2.3	4	?	9	$I=10\text{А}; L=0.0191\text{Гн}$	$X_L; Z; \cos\varphi; U; P; Q; S$
20	2.3	8	?	2	$U=60\text{В}; S=300\text{В}\cdot\text{А}$	$X_L; Z; \cos\varphi; L; I; P; Q$

3.2.3. Електричні кола трифазного змінного струму

Задачі 21-24

Трифазний споживач з'єднаний за схемою “зірка з нейтральним проводом” у чотирьохпроводну мережу (схема вказана на рис. 2.5).

Використовуючи данні що наведені у таблиці 2.3, знайти невідомі величини, та використану активну енергію (W_a) для роботи всіх світильників протягом 8 годин (t) роботи даної схеми. Побудувати векторну діаграму, за допомогою якої визначити струм нульового дроту.

Для розрахунку прийняті наступні умовні позначення: лінійна напруга (U_L), фазна напруга (U_ϕ), кількість ламп у фазах (n_A, n_B, n_C), потужність однієї лампи (P_i), струм однієї лампи (I_i), фазні струми (I_A, I_B, I_C), струм в нейтральному проводі (I_0), активні потужності фаз (P_A, P_B, P_C).

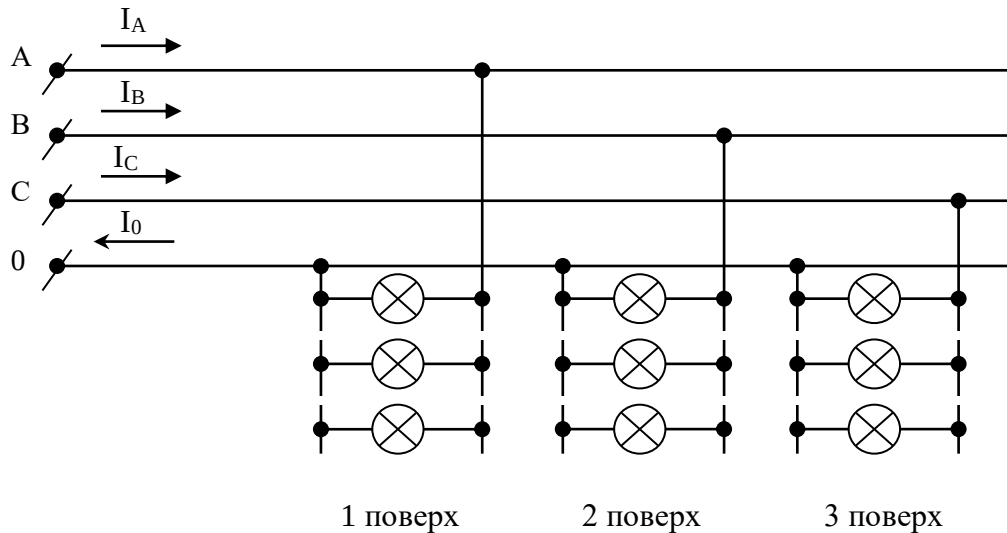


Рис 2.5

Табл. 2.3

Номер задачі	$U_L, В$	$U_\phi, В$	n_A	n_B	n_C	$P_i, Вт$	$I_A, А$	$I_B, А$	$I_C, А$	$P_A, кВт$	$P_B, кВт$	$P_C, кВт$	$I_i, А$	$R_1, Ом$	$P, кВт$	Визначити
21	220	?	?	?	?	40	?	?	?	1,08	0,52	?	?	?	2400	$U_\phi; n_A; n_B; n_C; I_A; I_B; I_C; P_C; I_i; R_1.$
22	?	220	24	?	12	?	?	15,9	?	?	?	?	?	485	?	$U_L; n_B; P_1; I_A; I_C; P_A; P_B; P_C; I_i; P$
23	?	127	?	?	?	?	?	?	?	2,25	3	4,5	1,18	?	?	$U_L; n_A; n_B; n_C; P_i; I_A; I_B; I_C; R_1; P$
24	380	?	?	17	22	75	?	?	?	?	?	?	?	?	5,1	$U_\phi; n_A; I_A; I_B; I_C; P_A; P_B; P_C; I_i; R_i$

Задачі 25-30

Трифазний споживач, з'єднаний за схемою, що вказана рис. 2.6, 2.7, має симетричне навантаження. Лінійна напруга мережі ($U_{\text{л}}$) визначена при частоті струму (f) 50Гц. Активний опір ($R_{\text{ф}}$) та реактивний опір ($X_{\text{ЛФ}}$) на фазу споживача однаковий, тобто ($R_{\text{ф}}=R_{\text{ф1}}=R_{\text{ф2}}=R_{\text{ф3}}$; $X_{\text{ЛФ}}=X_{\text{ЛФ1}}=X_{\text{ЛФ2}}=X_{\text{ЛФ3}}$).

(Повний опір фази $z_{\text{ф}}$, лінійний струм $I_{\text{л}}$, фазний струм $I_{\text{ф}}$, коефіцієнт потужності $\cos\varphi$, активна потужність фази $P_{\text{ф}}$, активна потужність трьох фаз P , реактивна потужність трьох фаз Q).

Визначити величини вказані в останній колонці таблиці 2.4. Побудувати в масштабі векторну діаграму напруг та струмів

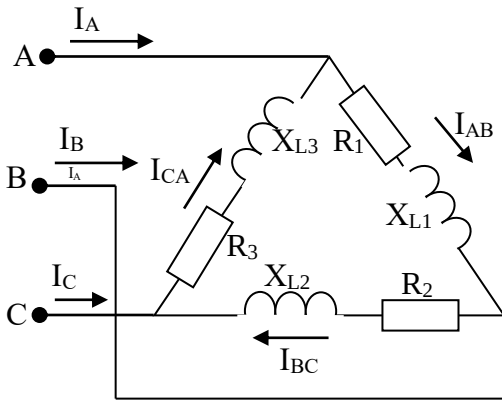


Рис.2.6

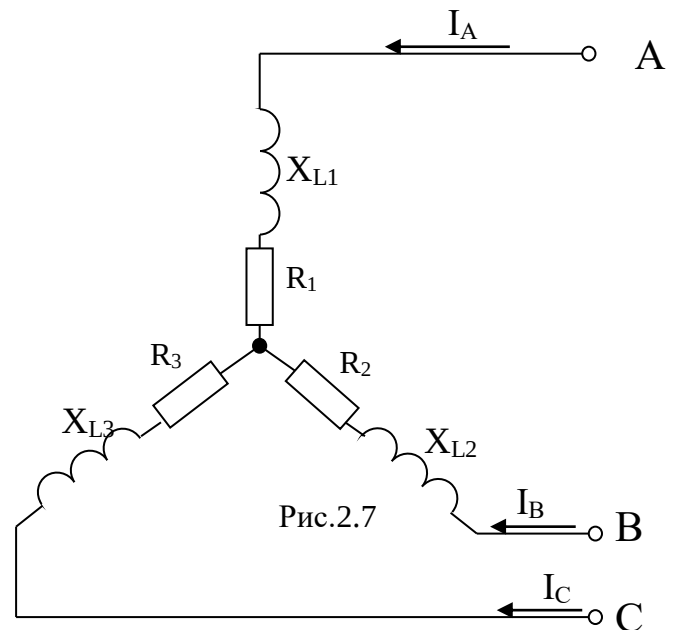


Рис.2.7

Табл. 2.4

Номер задачі	номер рис.	$U_{\text{л}}, \text{В}$	$I_{\text{ф}}, \text{А}$	$I_{\text{л}}, \text{А}$	$\cos\varphi$	$P, \text{кВт}$	$Q, \text{Вар}$	$S, \text{В} \cdot \text{А}$	$R_{\text{ф}}, \text{Ом}$	$X_{\text{ЛФ}}, \text{Ом}$	$Z_{\text{ф}}, \text{Ом}$	Визначити
25	2.6	220	?	?	?	?	?	?	3	?	5	$X_{\text{ЛФ}}; \cos\varphi; I_{\text{ф}}; I_{\text{л}}; Q_{\text{ф}}; P; S$
26	2.6	380	?	?	0,8	?	?	?	?	18	?	$R_{\text{ф}}; Z_{\text{ф}}; I_{\text{ф}}; I_{\text{л}}; P_{\text{ф}}; Q; S$
27	2.6	220	22	?	?	11,61	?	?	?	?	?	$R_{\text{ф}}; Q; S; X_{\text{ЛФ}}; Z_{\text{ф}}; \cos\varphi; I_{\text{л}}$
28	2.7	380	11	?	0,6	?	?	?	?	?	?	$R_{\text{ф}}; Q; S; X_{\text{ЛФ}}; Z; I_{\text{А}}; P$
29	2.7	380	?	?	?	?	?	?	32	24	?	$Z; I_{\text{ф}}; I_{\text{л}}; \cos\varphi; Q_{\text{ф}}; P; S$
30	2.7	220	?	?	0,6	?	?	?	?	?	15	$I_{\text{ф}}; I_{\text{А}}; R_{\text{ф}}; X_{\text{ЛФ}}; P; Q; S$

IV. ТЕОРЕТИЧНІ ПИТАННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

При наданні відповіді на даний вид завдання необхідно максимально розкрити тему питання (надати визначення, призначення, формульні вирази із розшифруванням позначень, схем, вказати одиниці виміру, навести приклади: застосування того чи іншого явища чи процесу; пожежної небезпеки, що може спричинити те чи інше явища, тощо).

1. Електричний струм. Поділ матеріалів за електропровідністю.
2. Основні закони електричних кіл постійного струму.
3. Закон Ома. Електричний опір.
4. Електричні кола. Схеми електричних кіл та їх складові компоненти.
5. Електрорушійна сила. Яка різниця між напругою і електрорушійною силою? Вираз для ЕРС індукції за законом Фарадея.
6. Закони Кірхгофа для розгалужених електричних кіл.
7. Енергія в електричному колі. Потужність.
8. Баланс потужності. Втрати потужності і коефіцієнт корисної дії (ККД)
9. Теплова дія електричного струму. Закон Джоуля-Ленца.
10. Корисне використання теплової дії струму. Шкідлива та пожежонебезпечна теплова дія струму.
11. Короткі замикання: умови виникнення, пожежна небезпека та способи захисту.
12. Струмові перевантаження: умови виникнення, пожежна небезпека та способи захисту.
13. Перехідні опори: умови виникнення, пожежна небезпека та способи захисту.
14. Електричні кола постійного струму. Типи з'єднань опорів у колах постійного струму.
15. Електричні кола з послідовним з'єднанням опорів. Переваги і недоліки кіл з послідовним з'єднанням опорів.

16. Електричні кола з паралельним з'єднанням опорів. Переваги і недоліки кіл з паралельним з'єднанням опорів.
17. Методи (контурних струмів, вузлових струмів, вузлових напруг) розрахунку електричних кіл постійного струму.
18. Пожежна небезпека кіл постійного струму та забезпечення їх пожежної безпеки.
19. Магнітні явища, магнітне поле провідника зі струмом. Основні величини, що характеризують магнітне поле.
20. Магнітна індукція, магнітний потік, напруженість магнітного поля, магнітна проникність.
21. Основні закони магнітних кіл.
22. Електромагнетизм і закон електромагнітної індукції.
23. Застосування закону електромагнітної індукції. Самоіндукція і взаємна індукція.
24. Будова та принцип дії найпростішого електромагнітного пристрою.
25. Теплова дія струму в електромагнітних пристроях та протипожежні заходи.
26. Змінний струм. Графік однофазного синусоїдального струму та його основні характеристики.
27. Отримання синусоїдної електрорушійної сили (ЕРС) та основні характеристики синусоїдних електричних величин.
28. Активний (R), індуктивний (L) і ємнісний (C) елементи у колі однофазного синусоїдального струму.
29. Синусоїдальний струм та його отримання. Діюче значення змінних струмів та напруг. Опір у колах змінного струму.
30. Послідовне з'єднання активного, індуктивного та ємнісного опорів у колах змінного струму.
31. Паралельне з'єднання активного, індуктивного та ємнісного опорів у колах змінного струму.

32. Явище резонанс струмів у колах змінного струму, його пожежна небезпека.

33. Активна, реактивна та повна потужність. Коефіцієнт потужності та його регулювання. Трифазний струм та його отримання.

34. Виробництво трифазної системи ЕРС. Поняття про лінійні і фазні параметри.

35. Симетричне та несиметричне навантаження в трифазних колах змінного струму.

36. Способи з'єднання обмоток генераторів споживачів. Призначення нульового проводу. Зсув нейтралі.

37. Способи з'єднання фаз джерела трифазного струму і співвідношення між його лінійними і фазними напругами.

38. Трифазні кола із з'єднанням споживачів «зіркою», їх лінійні та фазні параметри.

39. Трифазні кола із з'єднанням споживачів «трикутником», їх лінійні та фазні параметри.

40. Генератори постійного струму. Параметри та характеристики для практичного використання.

41. Електричні машини постійного струму. Призначення і сфери використання машин постійного струму.

42. Двигуни постійного струму, параметри та характеристики для практичного використання.

43. Принцип дії, режими роботи та будова машини постійного струму.

44. Електричні машини змінного струму. Призначення та сфери використання машин змінного струму.

45. Двигуни змінного струму, параметри та характеристики для практичного використання.

46. Принцип дії, режими роботи та будова електричної машини змінного струму.

47. Будова і принцип дії синхронних двигунів, їх робочі характеристики.

48. Будова і принцип дії асинхронних двигунів, їх робочі характеристики.

49. Режими роботи двигунів. Пуск в хід синхронних двигунів.

50. Пожежна небезпека машин змінного струму та протипожежні заходи.

51. Пожежна небезпека машин постійного струму та протипожежні заходи.

52. Основні причини пожеж від електроустановок та їх сутність.

53. Вибухозахищені асинхронні електричні двигуни. Сфери застосування.

54. Трансформатори. Будова найпростішого трансформатора. Класифікації трансформаторів.

55. Пожежна небезпека трансформаторів.

56. Апарати захисту електричних мереж.

57. Статичні апарати комутації та керування.

58. Магнітні пускачі: призначення, класифікація, будова, принцип роботи.

59. Вимірювання опору ізоляції електричних провідників: прилади для виміру та терміни проведення.

60. Вимірювання опору ізоляції електричних двигунів: прилади для виміру та терміни проведення.

V. ВКАЗІВКИ ДО ВИРІШЕННЯ КОНТРОЛЬНИХ ЗАДАЧ

5.1. Електричні кола постійного струму

Для вирішення задач необхідно знати основні закони постійного струму, вміти їх використовувати для розрахунку електричних кіл із змішаним з'єднанням опорів.

ПРИКЛАД 1.

Для схеми, зображеної на рис.5.1.:

Дано: $U=220\text{В}$

$R_1=3\text{ Ом}; R_2=10\text{ Ом}$

$R_3=15\text{ Ом}; R_4=1\text{ Ом}$

$t=5\text{годин}$

Визначити струми, які приходять через кожен резистор, загальну потужність кола та кількість тепла, що виділяється в колі Q за час t .

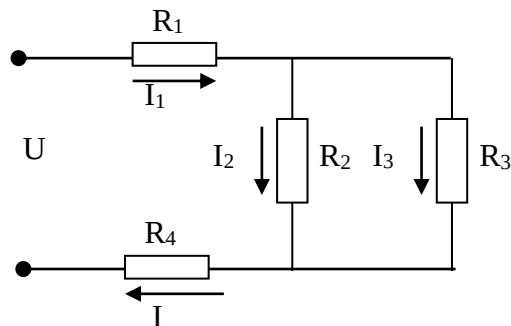


Рис.5.1

Рішення:

I. Знайдемо еквівалентний опір кола. Метод розрахунку еквівалентного опору при змішаному з'єднанні резисторів зводиться до спрощення схеми. Опори R_2 ; R_3 з'єднані паралельно, а тому загальний опір при такому з'єднанні дорівнює:

$$\frac{1}{R_{2,3}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \Rightarrow R_{2,3} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{10 \cdot 15}{10 + 15} = \frac{150}{25} = 6\text{Ом}$$

Схема буде мати такий вигляд.

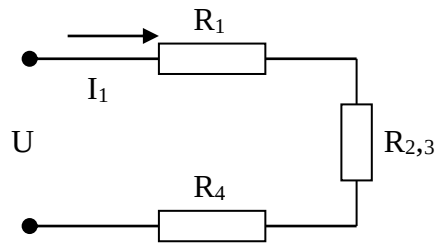


Рис.5.2

Резистори R_1 ; $R_{2,3}$; R_4 з'єднані послідовно. Їх загальний еквівалентний опір буде дорівнювати:

$$R_{\text{екв}} = R_1 + R_{2,3} + R_4$$

Схема приймає вигляд

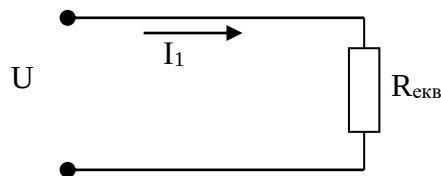


Рис.5.3

3. По закону Ома знаходимо силу струму:

$$I_1 = \frac{U}{R_{\text{екв}}} = \frac{220}{10} = 22 \text{ A}$$

4. Знайдемо струми I_2 ; I_3 ;

Для того, щоб знати струми, які проходять через R_2 та R_3 необхідно знати напруги на $R_{2,3}$

$$U_{2,3} = I_1 \cdot R_{2,3} = 22 \cdot 6 = 132 \text{ В}$$

По закону Ома знаходимо струми I_2 та I_3

$$I_2 = \frac{U_{2,3}}{R_2} = \frac{132}{10} = 13.2 \text{ A};$$

$$I_3 = \frac{U_{2,3}}{R_3} = \frac{132}{15} = 8.8 \text{ A}$$

По першому закону Кірхгофа зробимо перевірку правильності знайдених струмів (рис.5.2.)

Сила струмів у вузлі дорівнює 0

$$I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

$$22 - 13,2 - 8,8 = 0$$

5. Знайдемо загальну потужність кола:

$$P = U \cdot I_1 = 220 \cdot 22 = 4840 \text{ Вт} = 4,84 \text{ кВт}.$$

6. Визначимо кількість тепла, яке виділяється в колі за час $t = 5 \text{ год}$

$$Q = I_1^2 \cdot R_{\text{екв}} t = 4840 \cdot 18000 = 47120000 \text{ Дж} = 47120 \text{ кДж}.$$

Перевірку правильності вирішення задачі можна провести за допомогою розрахунку балансу потужностей.

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 + I_3^2 R_3 + I^2 R_4 = 22^2 \cdot 13,2^2 \cdot 10 + 8,8^2 \cdot 15 + 22^2 \cdot 1 =$$

$$= 1452 + 1742,4 + 1161,6 + 484 = 4840 \text{ Вт}$$

$$4840 \text{ Вт} = 4840 \text{ Вт}$$

Висновок: Задача розв'язана правильно.

5.2. Електричні кола однофазного змінного струму

Для вирішення цих задач необхідно знати ці процеси в колах однофазного змінного струму з послідовним і паралельним з'єднанням активного, індуктивного та ємнісного опорів і формули для розрахунку таких кіл.

Приклад 2:

В електричне коло послідовно включені елементи (Рис.5.4.)

Дано: $R=50\text{м}$, $X_L=90\text{м}$, $X_C=60\text{м}$, $U=220\text{В}$

Визначити: повний опір кола z , струм в колі I , повну потужність S , коефіцієнт потужності $\cos\varphi$.

Побудувати векторну діаграму.

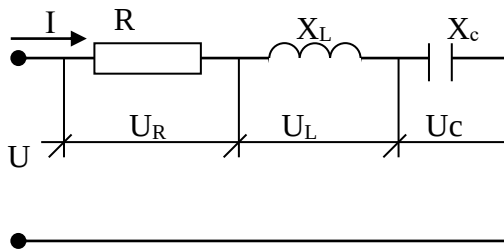


Рис. 5.4.

Рішення:

1. Знаходимо повний опір кола:

$$z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{5^2 + (9 - 6)^2} = \sqrt{25 + 9} = 5.83\text{Ом}$$

По закону Ома знаходимо струм в колі:

$$I = \frac{U}{z} = \frac{220}{5.83} = 37.7\text{А}$$

2. Визначаємо коефіцієнт потужності:

$$\cos\varphi = \frac{R}{z} = \frac{5}{5.83} = 0.86;$$

$$\sin\varphi = \frac{X_L - X_C}{z} = \frac{3}{5.83} = 0.514$$

Знаходимо величину кута зсуву фаз між напругою та струмом

$$\varphi = \arccos \frac{R}{Z} = \arccos(0,86); \varphi = 31^\circ$$

3. Визначити потужність кола:

повна потужність

$$S = U \cdot I = 220 \cdot 37.7 = 8294 \text{ ВА}$$

активна потужність

$$P = S \cdot \cos \varphi = 8294 \cdot 0.86 = 7133 \text{ Вт}$$

реактивна потужність

$$Q = S \cdot \sin \varphi = 8294 \cdot 0.514 = 4263 \text{ вар}$$

4. Побудова векторної діаграми.

4.1. Для побудови векторної діаграми визначаємо величини струмів та напруг.

$$I = 37,7 \text{ А}$$

Напруга на активному опорі:

$$U_R = I \cdot R = 37.7 \cdot 5 = 188.5 \text{ В}$$

Напруга на індуктивному опорі:

$$U_L = I \cdot X_L = 37.7 \cdot 9 = 339.9 \text{ В}$$

Напруга на ємності:

$$U_C = I \cdot X_C = 37.7 \cdot 6 = 226.2 \text{ В}$$

4.2. Побудова діаграми проводиться в масштабі.

Наприклад:

Масштаб по струму $M_I = 9 \text{ А/см}$

Масштаб по напрузі $M_U = 60 \text{ В/см}$

Виходячи з цих масштабів перераховуємо:

Довжину вектора струму:

$$L_I = \frac{I}{M_I} = \frac{37.7}{9} = 4.2 \text{ см}$$

Довжина вектора напруги

$$L_{UR} = \frac{U_R}{M_U} = \frac{188.5}{60} = 3.14 \text{ см}$$

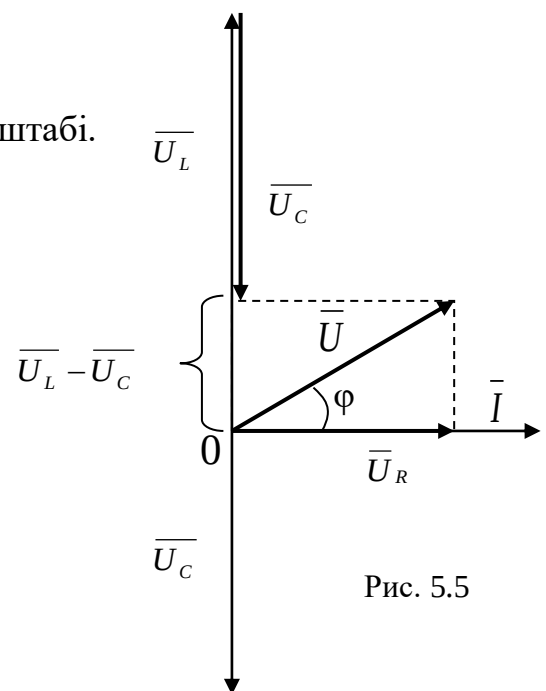


Рис. 5.5

$$L_{UL} = \frac{U_L}{M_U} = \frac{339,3}{60} = 5,65 \text{ см}$$

$$L_{Uc} = \frac{U_c}{M_U} = \frac{226,2}{60} = 3,77 \text{ см}$$

4.3. Виконуємо побудову діаграми в такій послідовності:

за початковий вектор приймаємо вектор струму. Будуємо цей вектор горизонтально в масштабі (рис.5.5);

– напруга на активному опорі співпадає по фазі зі струмом. Вектор $\bar{U}_R$ в масштабі відкладаємо вздовж вектора струму;

– напруга на індуктивності випереджає по фазі струм на кут $\varphi=90^0$.

Вектор напруги $\bar{U}_L$ відкладаємо вгору відносно вектора струму, так як струм в цьому випадку відстає;

– напруга на ємності відстає по фазі від струму на кут $\varphi=90^0$. Вектор напруги $\bar{U}_C$ відкладаємо вниз відносно вектора струму, так як струм в цьому випадку випереджає;

– геометричним складанням векторів напруг на активному опорі, індуктивності та ємності отримаємо вектор напруги: $\bar{U} = \bar{U}_R + \bar{U}_L + \bar{U}_C$.

Кут між векторами струму та загальної напруги позначається φ і називається кутом зсуву фаз між напругою та струмом.

Перевірка:

1. Перевірка кута φ проводиться за допомогою транспортира та співставлення цієї величини з кутом $\varphi=31^0$, який ми одержали в п. 2. рішення.

2. Перевірка величини прикладеної напруги: по діаграмі довжина цього вектора $L_U=3,7\text{см}$, величина напруги $U=L_U \cdot M_U=3,7 \cdot 60=220\text{В}$, що відповідає умовам завдання.

5.3. Електричні кола трифазного змінного струму

Для вирішення таких задач необхідно знати матеріал теми “Трифазний змінний струм”, чітко знати співвідношення між фазними та лінійними значеннями струмів та напруг при з’єднанні споживачів “зіркою” та “трикутником”. В випадку включення активного та індуктивного навантаження необхідно скористатись співвідношеннями, розглянути в прикладі 2.

Приклад 3.

Три групи ламп розжарення, що зображені рис.2.5 включені в трифазну мережу з лінійною напругою (U_L) 380В по схемі “зірка з нейтральним проводом”. Кількість ламп, включених в фазу А: $n_A=20$ шт., в фазу В: $n_B=30$ шт; в фазу С: $n_C=40$ шт. Потужність однієї лампи $P_i=100$ Вт.

Визначити: фазну напругу (U_ϕ) фазні струми (I_A ; I_B ; I_C); струм лампи (I_i); струм в нейтральному проводі (I_0) активні потужності фаз (P_A ; P_B ; P_C); та повну потужність (P). Побудувати векторну діаграму.

Дано:

$U_A=380$ В, $n_A=20$ шт; $n_B=30$ шт; $n_C=40$ шт; $P_i=100$ Вт.

Визначити:

U_ϕ ; I_A ; I_B ; I_C ; I_i ; I_0 ; P_A ; P_B ; P_C ; P .

Рішення:

Для споживачів підключених по схемі “зірка з нейтральним проводом” співвідношення між фазними та лінійними величинами такі:

$$U_L = \sqrt{3} \cdot U_\phi; \quad I_L = I_\phi$$

Визначимо фазну напругу:

$$U_\phi = \frac{U_L}{\sqrt{3}} = \frac{380}{\sqrt{3}} = 220\text{В}$$

$$U_{\Phi}=U_A=U_B=U_C=220\text{В}$$

Так як лампа розжарення має активний опір, то знаходимо її струм:

$$P_i=U_i \cdot I_i \cdot \cos\varphi; \text{ де } \cos\varphi=1$$

Так як лампи включені паралельно в кожній фазі, то:

$$U_i=U_{\Phi}=220\text{В}$$

$$I_i = \frac{P_i}{U_{\Phi}} = \frac{100}{220} = 0.45\text{А}$$

По першому закону Кірхгофа визначаємо фазні струми:

$$I_A=I_i \cdot n_A=0.45 \cdot 20=9\text{А}$$

$$I_B=I_i \cdot n_B=0.45 \cdot 30=13.5\text{А}$$

$$I_C=I_i \cdot n_C=0.45 \cdot 40=18\text{А}$$

Визначаємо потужності фаз і повну потужність трьох фаз:

$$P_A= P_i \cdot n_A=100 \cdot 20=2000 \text{ Вт}$$

$$P_B= P_i \cdot n_B=100 \cdot 30=3000 \text{ Вт}$$

$$P_C= P_i \cdot n_C=100 \cdot 40=4000 \text{ Вт}$$

$$P=P_A+P_B+P_C=2000+3000+4000=9000 \text{ Вт}; \quad I_A=9\text{А}; \quad I_B=13,5\text{А}; \quad I_C=18\text{А}$$

Вибираємо масштаб:

- По струму $M_I=4,5\text{А/см}$
- По напрузі $M_U=40\text{В/см}$
- Визначаємо довжину векторів струмів та напруг:

$$L_{IA} = \frac{I_A}{M_I} = \frac{9}{4.5} = 2\text{см}$$

$$L_{IB} = \frac{I_B}{M_I} = \frac{13,5}{4.5} = 3\text{см}$$

$$L_{IC} = \frac{I_C}{M_I} = \frac{18}{4.5} = 4\text{см}$$

$$L_{UA}=L_{UB}=L_{UC} = \frac{U_{\Phi}}{M_U} = \frac{220}{40} = 5,5\text{см}$$

Будуємо діаграму фазних напруг, відкладаючи вектори фаз під кутом 120° відносно один одного.

Так як навантаження активне, то вектори струмів відкладаємо у фазі з векторами відповідних напруг ($\varphi=0^\circ$).

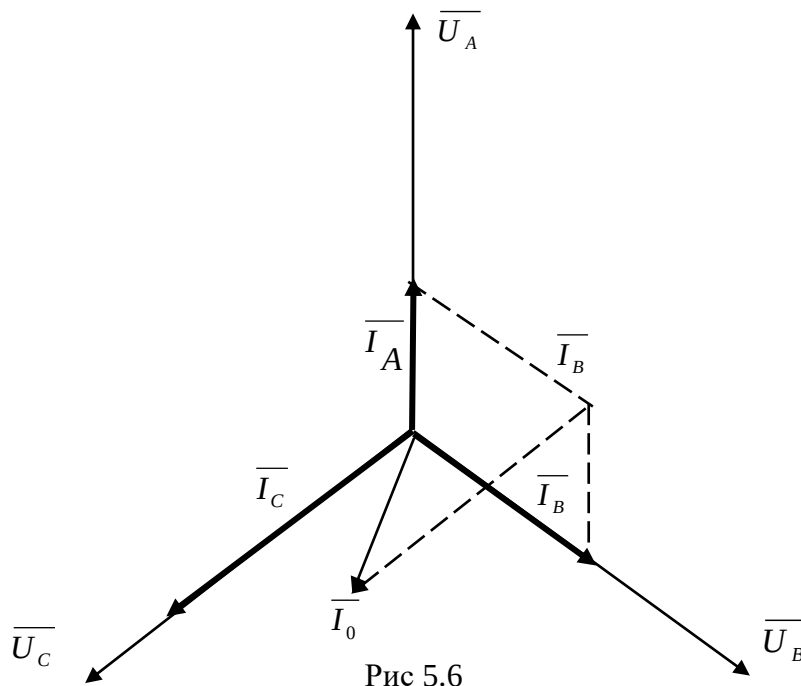
Геометрично додавши вектори фазних струмів одержимо вектор струму в нульовому проводі (рис 5.6).

$$\overline{I_0} = \overline{I_A} + \overline{I_B} + \overline{I_C}$$

Знаючи масштаб і вимірявши довжину вектора I_0 визначимо струм в нульовому проводі.

$$L_{I_0} = 2 \text{ см}$$

$$I_0 = M_I \cdot L_{I_0} = 4,5 \cdot 2 = 9 \text{ А}$$



Приклад 4.

До трифазної мережі з лінійною напругою $U_L=380\text{В}$ при частоті $f=50\text{Гц}$ по схемі «трикутник» /рис.2.6/ підключено електродвигун, який має опір обмотки $R=20\text{ Ом}$ та $X_L=40\text{ Ом}$

Визначити: повний опір фази (Z_ϕ); коефіцієнт потужності ($\cos\phi$); фазний струм (I_ϕ); лінійний струм (I_L); активну (P); реактивну (Q); та повну (S) потужності. Побудувати в масштабі векторну діаграму.

Дано: $U_L=U_\phi=380\text{В}$;

$f=50\text{Гц}$;

$R=R_{\phi 1}=R_{\phi 2}=R_{\phi 3}=20\text{ Ом}$

$X_L=X_{L\phi 1}=X_{L\phi 2}=X_{L\phi 3}$

Визначити: z_ϕ ; $\cos\phi$; I_ϕ ; I_A ; P ; Q ; S

Рішення:

1. Визначаємо повний опір фази:

$$z_\phi = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{20^2 + 40^2} = 44\text{ Ом}$$

2. Визначаємо коефіцієнт потужності $\cos\phi$

$$\cos\phi = \frac{R}{z_\phi} = \frac{20}{44} = 0,455 \Rightarrow \arccos(0,455) = 63^\circ$$

3. По закону Ома визначаємо фазний струм:

$$I_\phi = \frac{U_\phi}{z_\phi} = \frac{380}{44} = 8,6\text{ А}$$

Так як опір кожної фази однаковий, то і фазні струми будуть рівні:

$$I_\phi = I_{CA} = I_{Bc} = I_{AB} = 8,6\text{ А}$$

4. Знаходимо лінійні струми при з'єднанні «трикутник»

$$I_L = \sqrt{3} \cdot I_\phi = \sqrt{3} \cdot 8,6 = 14,9\text{ А}$$

$$I_L = I_A = I_B = I_C = 14,9\text{ А}$$

5. Визначаємо активну потужність мережі:

$$P = \sqrt{3} \cdot U_{\text{л}} \cdot I_{\text{л}} \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 14.9 \cdot 0.455 = 4462 \cdot \text{Вт} = 4,46 \cdot \text{кВт}$$

6. визначаємо реактивну потужність мережі

$$\sin \varphi = \frac{X_L}{Z} = \frac{40}{44} = 0.91$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot U_{\text{л}} \cdot I_{\text{л}} \sin \varphi = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 14.9 \cdot 0.91 = 8924 \cdot \text{Вар} = 8,92 \cdot \text{квар}$$

7. Визначаємо повну потужність:

$$S = \sqrt{3} \cdot U_{\text{л}} \cdot I_{\text{л}} = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 14.9 = 9007 \text{ ВА} = 9,01 \cdot \text{кВА}$$

Побудова векторної діаграми.

Необхідно виписати значення струмів та напруг.

Встановивши масштаб, визначаємо довжину векторів струмів і напруг.

Аналогічно діаграмі в прикладі 3 будуюмо вектори фазних напруг та струмів, враховуючи величину кута зсуву між ними $\varphi = 63^\circ$

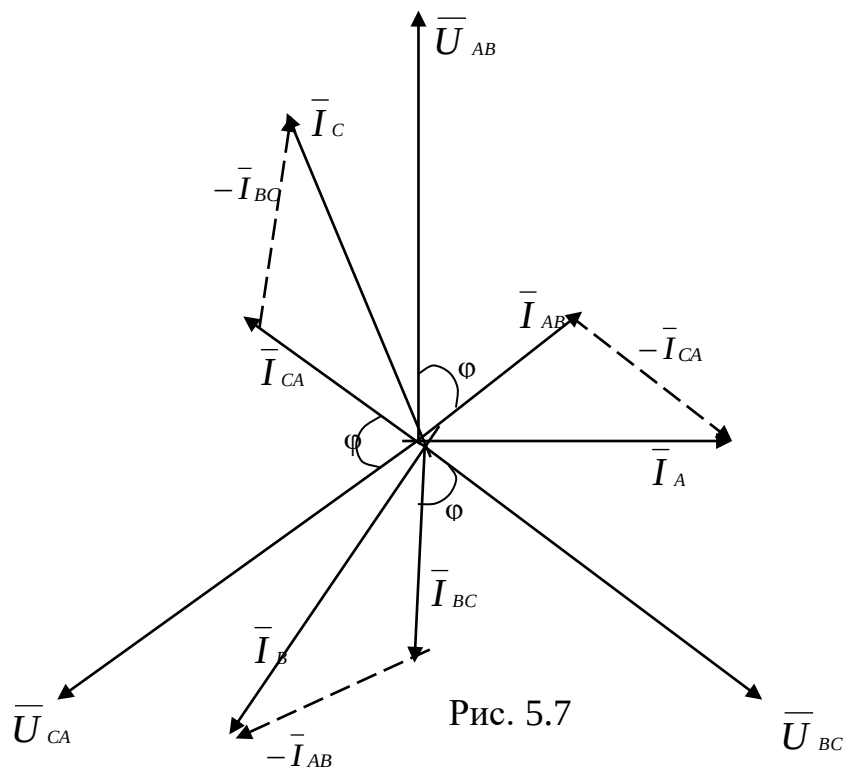
Вектори лінійних струмів знаходимо за векторними рівняннями:

$$\bar{I}_A = \bar{I}_{AB} - \bar{I}_{CA}$$

$$\bar{I}_B = \bar{I}_{BC} - \bar{I}_{AB}$$

$$\bar{I}_C = \bar{I}_{CA} - \bar{I}_{BC}$$

Векторна діаграма зображена на /рис 5.7/



VI. ПЕРЕЛІК ОРІЄНТОВНИХ ПИТАНЬ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ІСПИТУ

Наведені питання можна використовувати для підготовки до складання іспиту з навчальної дисципліни/освітньої компоненти «Пожежна профілактика електроустановок».

1. Що таке електричний струм? Як класифікуються матеріали за електропровідністю?
2. У чому полягають основні закони електричних кіл постійного струму?
3. Сформулюйте закон Ома. Що таке електричний опір та від чого він залежить?
4. Що таке електричне коло? Які існують схеми електричних кіл та їх основні компоненти?
5. Що таке електрорушійна сила? Чим вона відрізняється від напруги? Як вивести вираз для ЕРС індукції за законом Фарадея?
6. У чому полягають закони Кірхгофа для розгалужених електричних кіл?
7. Як визначаються енергія та потужність у електричному колі?
8. Що таке баланс потужності? Які існують втрати потужності та як визначається коефіцієнт корисної дії (ККД)?
9. У чому полягає теплова дія електричного струму? Сформулюйте закон Джоуля–Ленца.
10. Які приклади корисного застосування теплової дії струму? Чим небезпечна шкідлива та пожежонебезпечна теплова дія струму?
11. Які умови виникнення коротких замикань, у чому полягає їх пожежна небезпека та які існують способи захисту?
12. Що таке струмові перевантаження? Які умови їх виникнення, пожежна небезпека та способи захисту?
13. Що таке перехідні опори? За яких умов вони виникають, чим небезпечні та як від них захищаються?

14. Які типи з'єднань опорів застосовуються у колах постійного струму?
15. У чому особливості електричних кіл із послідовним з'єднанням опорів? Які їх переваги та недоліки?
16. У чому особливості електричних кіл із паралельним з'єднанням опорів? Які їх переваги та недоліки?
17. Які методи (контурних струмів, вузлових струмів, вузлових напруг) застосовуються для розрахунку електричних кіл постійного струму?
18. У чому полягає пожежна небезпека кіл постійного струму та як забезпечується їх пожежна безпека?
19. Які магнітні явища пов'язані з протіканням струму? Що таке магнітне поле провідника зі струмом?
20. Що таке магнітна індукція, магнітний потік, напруженість магнітного поля та магнітна проникність?
21. Які основні закони магнітних кіл?
22. У чому полягає електромагнетизм та закон електромагнітної індукції?
23. Як застосовується закон електромагнітної індукції? Що таке самоіндукція і взаємна індукція?
24. Яка будова та принцип дії найпростішого електромагнітного пристрою?
25. Як проявляється теплова дія струму в електромагнітних пристроях та які протипожежні заходи застосовуються?
26. Що таке змінний струм? Які основні характеристики має графік однофазного синусоїдального струму?
27. Як отримується синусоїдна електрорушійна сила (ЕРС)? Які основні характеристики синусоїдальних електричних величин?
28. Які властивості мають активний (R), індуктивний (L) і ємнісний (C) елементи в колі однофазного синусоїдального струму?
29. Як визначається діюче значення змінних струмів та напруг? Що таке опір у колах змінного струму?

30. У чому особливості послідовного з'єднання активного, індуктивного та ємнісного опорів у колі змінного струму?

31. У чому особливості паралельного з'єднання активного, індуктивного та ємнісного опорів у колі змінного струму?

32. Що таке явище резонансу струмів у колах змінного струму? Чим воно пожежонебезпечне?

33. Що таке активна, реактивна та повна потужність у колах змінного струму? Як визначається коефіцієнт потужності та як його регулюють?

34. Як утворюється трифазна система ЕРС? У чому різниця між лінійними і фазними параметрами?

35. Що таке симетричне та несиметричне навантаження в трифазних колах змінного струму?

36. Які існують способи з'єднання обмоток генераторів та споживачів? Яке призначення нульового проводу? Що таке зсув нейтралі?

37. Які способи з'єднання фаз джерела трифазного струму існують? Яке співвідношення між його лінійними і фазними напругами?

38. Які особливості трифазних кіл із з'єднанням споживачів за схемою «зірка»? Які їх лінійні та фазні параметри?

39. Які особливості трифазних кіл із з'єднанням споживачів за схемою «трикутник»? Які їх лінійні та фазні параметри?

40. Які параметри та характеристики генераторів постійного струму важливі для практичного використання?

41. Яке призначення та сфери використання електричних машин постійного струму?

42. Які параметри та характеристики двигунів постійного струму мають практичне значення?

43. У чому полягає принцип дії, режими роботи та будова машини постійного струму?

44. Яке призначення та сфери використання електричних машин змінного струму?

45. Які параметри та характеристики двигунів змінного струму важливі для практичного використання?
46. У чому полягає принцип дії, режими роботи та будова електричної машини змінного струму?
47. Яка будова і принцип дії синхронних двигунів? Які їх робочі характеристики?
48. Яка будова і принцип дії асинхронних двигунів? Які їх робочі характеристики?
49. Які існують режими роботи двигунів? Як здійснюється пуск у хід синхронних двигунів?
50. У чому полягає пожежна небезпека машин змінного струму та які протипожежні заходи застосовуються?
51. У чому полягає пожежна небезпека машин постійного струму та які протипожежні заходи застосовуються?
52. Які основні причини пожеж від електроустановок? У чому їх сутність?
53. Що таке вибухозахищені асинхронні електричні двигуни та у яких сферах вони застосовуються?
54. Яке призначення апаратів захисту електричних мереж?
55. Що таке статичні апарати комутації та керування?
56. Яке призначення, класифікація, будова і принцип роботи магнітних пускачів?
57. Як здійснюється вимірювання опору ізоляції електричних провідників? Які прилади застосовуються та які строки проведення вимірювань?
58. Як здійснюється вимірювання опору ізоляції електричних двигунів? Які прилади застосовуються та які строки проведення вимірювань?

ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс ЦЗ України від 02.10.2012 №5403-VI.
2. Освітньо-професійна програма «Пожежна безпека» за спеціальністю 261 «Пожежна безпека» галузі знань 26 «Цивільна безпека», рівень вищої освіти – перший, ступінь – бакалавр.
3. Освітньо-професійна програма «Пожежогасіння та аварійно-рятувальні роботи» за спеціальністю 261 «Пожежна безпека» галузі знань 26 «Цивільна безпека», рівень вищої освіти – перший, ступінь – бакалавр.
4. Освітньо-професійна програма «Пожежна безпека» за спеціальністю К8 Пожежна безпека галузі знань К Безпека та оборона, рівень вищої освіти – перший, ступінь – бакалавр.
5. Спеціальна електротехніка: навчальний посібник/ О.М. Землянський, К.І. Мигаленко. П.І. Заїка, В.І. Томенко, С.С. Тарасов, О.О. Зобенко, М.Г. Томенко – Черкаси: ЧПБ імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, 2022 – 540 с.
6. НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні. Наказ МВС України від 30.12.2014 № 1417 зі змінами.
7. ДНАОП 0.00-1.32-01 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок.
8. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів. Затверджені Наказом № 2588 Міністерства палива та енергетики України від 25.07.2006 зі змінами.
9. НПАОП 40.1-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. – Київ: Держнаглядохоронпраці, 1998.
10. Правила улаштування електроустановок. Наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 21.07.2017 № 476.
11. ДБН В.2.5-23 Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення.
12. Кальченко Я.Ю. Визначення параметрів електричних провідників при аварійному режимі роботи / Я.Ю. Кальченко, К.А. Афанасенко, В.О.

Липовий, 178 М.В. Пікалов // Проблеми надзвичайних ситуацій. № 1(37). – Харків, 2023. С. 305-316.

13. Зобенко О.О. Модель протипожежного захисту електричних мереж у місцях контактних з'єднань. Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека № 1 (15), 141-148 с.

14. Кальченко Я.Ю., Афанасенко К.А., Олійник В.В., Борсук О.В., Костирка О.В. Визначення параметрів електричних ламп різних типів при аварійних режимах роботи. Збірник наукових праць «Проблеми надзвичайних ситуацій». – Черкаси: НУЦЗ України, 2025. – № 41.

15. Репетило А.В., Соколенко О.В., Оніпко Є.Р., Кальченко Я.Ю. Аналіз стану енергетичної системи України в період воєнного часу. Проблеми та перспективи забезпечення цивільного захисту: матеріали міжнародної науково-практичної конференції молодих учених. Черкаси: НУЦЗУ, 2025. – С. 230.

16. Зобенко О.О. Математична модель протипожежного захисту електричних мереж у місцях комутації під час надмірного локального нагрівання. Науково-технічний збірник "Комунальне господарство міст" 4(171), 101–106.

17. Савченко В.В., Соколенко О.В., Кальченко Я.Ю. Дослідження пожежної небезпеки електричних ламп при аварійних режимах роботи. Проблеми та перспективи забезпечення цивільного захисту: матеріали міжнародної науково-практичної конференції молодих учених. Черкаси: НУЦЗУ, 2025. – С. 231.

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ
УКРАЇНИ

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ПОЖЕЖНОЇ ТА ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ

Кафедра автоматичних систем безпеки та електроустановок

КОНТРОЛЬНА РОБОТА

ПОЖЕЖНА ПРОФІЛАКТИКА ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК

здобувачами вищої освіти
за першим (бакалаврським) рівнем
(галузь знань К Безпека та оборона,
спеціальність К8 Пожежна безпека)
за освітньо-професійною програмою

(назва освітньо-професійної програми)
(заочна форми навчання)
_____ навчальної групи

(прізвище ім'я по батькові)

(шифр індивідуального плану)