

Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет природокористування
Факультет механіки, енергетики та інформаційних технологій
Кафедра електротехнічних систем



ЗАТВЕРДЖЕНО

Гарант освітньо-професійної програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти:

к.т.н., доцент  О.В. Лиса

СИЛАБУС

навчальної дисципліни

«ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОПРИВОД»

освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

151 «Спеціальність «*Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології*»

Рівень вищої освіти – перший «бакалаврський»

ВИКЛАДАЧ



Левонюк Віталій Романович

Електронна пошта:

dim39.2017@gmail.com

Телефон

+380674584784

Доцент, завідувач кафедри електротехнічних систем. Досвід педагогічної роботи – 9 років. Автор і співавтор понад 50 наукових праць, 10 навчально-методичних розробок. Викладає дисципліни: «Основи електропостачання», «Теоретичні основи електротехніки», «Релейний захист електротехнічних установок», «САПР» та «Електричні машини та апарати». *Наукові інтереси:* електромеханічне перетворення енергії, електропривод, математичне моделювання у задачах електротехніки та електроприводу.

ЛЬВІВ 2023

1 Анотація до курсу

Галузь знань: 15 «Автоматизація та приладобудування»

Спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Рівень вищої освіти – *перший (бакалаврський)*

Рік підготовки, семестр – *2 рік, 3 семестр*

Компонент освітньої програми: *нормативна*

Мова викладання: *українська*

У межах зазначеної дисципліни курсу здобувачі вищої освіти формують загальні та спеціальні (фахові) компетентності. Предметом вивчення навчальної дисципліни є основні поняття та закони електромагнітних явищ; будова елементної бази електроніки; будова та принцип роботи електровимірювальних приладів, електричних машин, пристроїв і трансформаторів; основні параметри та технічні характеристики елементів електроприводів та систем керування ними.

Програма навчальної дисципліни складається з таких розділів:

1 Електротехніка.

2 Електропривод.

Обсяг курсу: 4 кредити (120 годин).

2 Мета та завдання навчальної дисципліни

2.1 Мета викладання навчальної дисципліни – вивчення основних понять та законів електротехніки, будови та принципу роботи електричних машин, електровимірювальних та електронних приладів; засвоєння методів аналізу електричних кіл постійного та змінного струмів, основ розрахунку електричних машин та апаратів, критеріїв їх вибору; отримання знань із будови, особливостей конструкції, основних параметрів і технічних характеристик елементів електроприводів, їх автоматизація.

2.2. Основне завдання вивчення дисципліни – набуття студентом наступних компетентностей:

Індекс в матриці ОПП	Програмні компоненти
ІНГ	Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі автоматизації та приладобудування, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій, методів і програмно-технічних засобів розробки, супроводу та експлуатації інтелектуальних комп'ютерних систем в АПК та інших галузях економіки країни.

ЗК01	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
ЗК05	Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.
ФК02	Здатність до виявлення статистичних закономірностей недетермінованих явищ, застосування методів обчислювального інтелекту, зокрема статистичної, нейромережевої та нечіткої обробки даних, методів машинного навчання та генетичного програмування тощо.

3 Інформаційний обсяг навчальної дисципліни (анотація)

Розглядаються такі питання: методика розрахунку лінійних кіл постійного, однофазного та трифазного струму, принципи дії і параметри трансформаторів, машин постійного і змінного струму, комутаційна низьковольтна апаратура, конструкції і схеми включення найуживаніших електровимірювальних приладів, правила вибору перерізу проводів та кабелів, основні правила техніки безпеки при роботі в електроустановках.

По основних розділах курсу передбачено *практичні заняття*. При проведенні *лабораторних робіт* набуваються навички та вміння із складання електричних схем, дослідження різних режимів роботи електрообладнання.

3.1 Програма навчальної дисципліни

3.1.1 План лекційних занять

№ з/п	Тема, питання, що вивчаються	К-сть аудиторних годин	К-сть годин самостійної роботи
1	РОЗДІЛ 1 <i>Тема 1 Вступ. Електричні кола.</i> 1.1 Елементарні електричні заряди електромагнітне поле. 1.2 Електричне поле. Напруженість поля. 1.3 Напряга, ЕРС. 1.4 Електричний струм. 1.5 Провідність, опір. 1.6 Енергія та потужність в електричному колі.	2	5
2	<i>Тема 2 Електричні кола постійного струму.</i> 2.1 Електричні кола і їхні елементи. 2.2 Основні закони електричних кіл. 2.3 Вольтамперні характеристики (ВАХ). 2.4 Потужність електричного кола. Баланс. 2.5 Режими роботи елементів електричного кола. 2.6. Розрахунок електричних кіл постійного струму.	4	8
3	<i>Тема 3 Електричні кола змінного струму.</i>	4	8

	3.1 Електричні кола синусоїдального струму. 3.2 Форми представлення електричних величин. 3.3 Векторне зображення синусоїдальних величин. 3.4 Розрахунок електричних кіл змінного струму.		
4	<i>Тема 4 Кола трифазного струму.</i> 4.1 Загальні відомості про трифазні системи. 4.2 З'єднання зіркою при симетричному навантаженні. 4.3 З'єднання трикутником при симетричному навантаженні. 4.4 Розрахунок симетричних трифазних кіл.	4	10
5	<i>Тема 5 Трансформатори.</i> 5.1 Будова й принцип дії. 5.2 Втрати енергії. 5.3 Режими роботи трансформатора. 5.4 Різновиди трансформаторів.	2	5
6	Розділ 2. <i>Тема 6 Особливості побудови релейно-контакторних схем електроприводу.</i> 6.1 Функції систем автоматичного керування електроприводу. 6.2 Правила виконання електричних схем.	2	5
7	<i>Тема 7 Вивчення конструктивних особливостей електричних апаратів.</i> 7.1 Апаратура управління і захисту. 7.2 Тепловий захист електроустановок. 7.3 Автоматичні повітряні вимикачі. 7.4 Реле і релейний захист. 7.5 Контактори, магнітні пускачі і контролери.	2	5
8	<i>Тема 8 Машини постійного струму.</i> 8.1 Будова машини постійного струму. 8.2 Принцип дії генератора. 8.3 Принцип дії двигуна. 8.4 Класифікація генераторів за способом збудження. 8.5 Класифікація двигунів за способом збудження.	2	5
9	<i>Тема 9 Машини змінного струму.</i> 9.1 Класифікація асинхронних машин. 9.2 Будова асинхронного двигуна. 9.3 Принцип дії асинхронного двигуна. 9.4 Асинхронний двигун з фазним ротором. 9.5 Будова синхронного двигуна. 9.6 Принцип дії синхронного двигуна.	4	8
10	<i>Тема 10 Електроосвітлення та опромінення.</i> 10.1 Класифікація електросвітлових установок. 10.2 Терміни та визначення основних понять стосовно електричного освітлення. Світлотехнічні величини. 10.3. Лампи розжарювання. 10.4 Газорозрядні лампи. 10.5 Світлодіодні лампи.	2	5
	ІСПИТ		30
	УСЬОГО	28	94

3.1.2 План лабораторних занять

№ з/п	Тема і короткий зміст заняття	К-сть годин	К-сть балів
1	Вступне заняття. Організація роботи студентів та ознайомлення з правилами техніки безпеки під час виконання лабораторних робіт у лабораторіях кафедри електротехнічних систем.	1	–
2	Дослідження електричного кола постійного струму зі змішаним з'єднанням елементів	3	5
3	Дослідження кола змінного струму з послідовним з'єднанням резистора, котушки та конденсатора	2	5
4	Дослідження кола змінного струму з паралельним з'єднанням резистора, котушки індуктивності та конденсатора	3	5
5	Дослідження трифазного кола при з'єднанні приймачів в зірку	3	5
6	Дослідження однофазного трансформатора	2	5
7	Особливості побудови релейно-контакторних схем електроприводу	4	5
8	Вивчення та налагодження найпростіших схем керування асинхронним двигуном	2	5
9	Визначення початків і кінців фазних обмоток трифазного асинхронного двигуна	2	5
10	Дослідження роботи трифазного асинхронного двигуна при живленні від однофазної мережі	2	5
11	Дослідження роботи люмінесцентної лампи	4	5
	УСЬОГО	28	50

3.1.3 Завдання для самостійного вивчення

№ з/п	Назва теми	Примітка
1	Режими роботи елементів електричного кола	
2	Метод контурних струмів	
3	Розрахунок електричних кіл змінного струму.	
4	Розрахунок симетричних трифазних кіл	
5	Різновиди трансформаторів	
6	Правила виконання електричних схем	
7	Контактори, магнітні пускачі і контролери	
8	Класифікація двигунів за способом збудження	
9	Асинхронний двигун з фазним ротором	
10	Газорозрядні лампи.	

4 Форма підсумкового контролю успішності навчання (визначається робочим навчальним планом)

4.1 Розподіл балів, які отримують студенти

4.1.1 Відпрацювання пропущених занять Відпрацювання пропущених занять із дисципліни «Електротехніка та електромеханіка» здійснюється згідно «Положення про порядок відпрацювання студентами Львівського національного аграрного університету пропущених лекційних, практичних, лабораторних та семінарських занять». Студент представляє конспект із пропущеної теми лекційного курсу та опрацьований лабораторний матеріал (захист роботи або контрольна робота чи тестові завдання) з відповідної теми. Самостійне вивчення навчальної дисципліни за вищевказаними темами передбачає також підготовку рефератів, доповідей, презентацій (максимальна кількість балів – 5 за одну тему, але не більше 10 балів за весь курс дисципліни).

Форма підсумкового контролю успішності навчання – *екзамен*.

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота (разом 50 балів)										Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Розділ 1					Розділ 2					50 балів	100
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10		
0	5	10	5	5	5	5	0	5	5		

T1, T2 ... T10 – теми

4.2 Критерії поточного оцінювання

Оцінювання студента здійснюється згідно «Положення про критерії оцінювання знань та вмінь студентів Львівського національного аграрного університету». Поточне оцінювання здійснюється за кожним завданням в межах розділів. Оцінюються і завдання, виконувані в аудиторії, і завдання, виконувані під час самостійної роботи. Протягом вивчення дисципліни здійснюється самоконтроль.

Загальні критерії оцінок:

«відмінно» – здобувач вищої освіти виявив всебічні, систематичні та глибокі знання навчального матеріалу дисципліни, передбаченого програмою; опрацював основну та додаткову літературу, рекомендовану програмою; проявив творчі здібності у розумінні, логічному, стислому та ясному трактуванні навчального матеріалу; засвоїв взаємозв'язок основних понять дисципліни, їх значення для подальшої професійної діяльності.

«добре» – здобувач вищої освіти виявив систематичні та глибокі знання вище середнього рівня навчального матеріалу дисципліни; продемонстрував уміння

легко виконувати завдання, передбачені програмою; опрацював літературу, рекомендовану програмою; засвоїв взаємозв'язок основних понять дисципліни, їх значення для подальшої професійної діяльності.

«задовільно» – здобувач вищої освіти виявив знання навчального матеріалу дисципліни в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої професійної діяльності; виконав завдання, передбачені програмою; ознайомився з основною літературою, що зазначена у програмі.

«незадовільно» – здобувач вищої освіти не має знань зі значної частини навчального матеріалу; припускає принципові помилки при виконанні більшості передбачених програмою завдань.

5 Організація навчання

5.1 Формат навчальної дисципліни

Основними видами навчальних аудиторних занять, під час яких здобувачі вищої освіти отримують необхідні знання, є лекції, лабораторні заняття та консультації. При викладанні лекційного матеріалу передбачено поєднання таких форм і методів навчання, як *лекції-бесіди* та *лекції-візуалізації*.

Лекція-бесіда забезпечує безпосередній контакт викладача з аудиторією та дає змогу привернути увагу здобувачів вищої освіти до найбільш важливих питань теми лекції, детермінувати у процесі діалогу особливості сприйняття навчального матеріалу здобувачами вищої освіти.

Лекція-візуалізація – візуальна форма подачі лекційного матеріалу з розгорнутим або коротким коментуванням візуальних матеріалів, що переглядають технічними засобами навчання або аудіо-відеотехніки. При проведенні лабораторних занять передбачено поєднання таких форм і методів навчання, як робота у малих групах.

Здобувачі вищої освіти працюють з друкованим інформативним матеріалом або з матеріалом мережі Інтернет, виконують усні та письмові завдання (контрольні питання або тести), виконують індивідуальні завдання на комп'ютерах у спеціалізованих програмних комплексах, виступають з доповідями і презентаціями, підготовленими як індивідуальні проекти.

5.2 Методи навчання

1 Словесні методи – розповідь, пояснення, бесіда, лекція.

2 Наочні методи – ілюстрація (картинки, таблиці, моделі, муляжі, малюнки тощо), демонстрування засобу демонстрування: навчальна телепередача або кіно-відеофільм чи його фрагмент; діюча модель, дослід; експеримент, спостереження та досліди в польових умовах тощо,

3 Практичні методи: досліди, вправи, навчальна праця. Лабораторні та практичні роботи, реферати.

6 Політика курсу

Навчальна дисципліна передбачає колективну роботу. Студенти під час лекційних занять ведуть конспект із відповідної теми. Під час заняття або ж в кінці лектор ставить питання, веде діалог з аудиторією для кращого засвоєння теоретичного матеріалу. Середовище в аудиторії є дружнім, творчим, відкритим до конструктивної критики. Усі завдання, передбачені програмою, мають бути виконані у встановлений термін. Якщо здобувач вищої освіти відсутній з поважної причини, він/вона презентує виконані завдання під час самостійної підготовки та консультації викладача. Під час роботи над індивідуальними науково-дослідними завданнями та проектами не допустимо порушення академічної доброчесності.

6.1 Політика щодо академічної доброчесності

Академічна доброчесність здобувачів вищої освіти є важливою умовою для опанування результатами навчання за дисципліною і отримання задовільної оцінки з поточного та підсумкового контролів. Академічна доброчесність базується на засудженні практик *стискування* (виконання письмових робіт із залученням зовнішніх джерел інформації, крім дозволених для використання), *плагіату* (відтворення опублікованих текстів інших авторів без зазначення авторства), *фабрикації* (вигадування даних чи фактів, що використовуються в освітньому процесі).

Політика щодо академічної доброчесності регламентується положенням "*Положення про систему запобігання та виявлення плагіату у Львівському національному аграрному університеті*". У разі порушення здобувачем вищої освіти академічної доброчесності (стискування, плагіат, фабрикація), робота оцінюється незадовільно та має бути виконана повторно. При цьому викладач залишає за собою право змінити тему завдання.

6.2 Комунікаційна політика

Здобувачі вищої освіти повинні мати активовану університетську пошту. Усі письмові запитання до викладачів стосовно курсу мають надсилатися на університетську електронну пошту.

6.3 Політика щодо перескладання

Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

6.4 Політика щодо оскарження оцінювання

Якщо здобувач вищої освіти не згоден з оцінюванням його знань він може опротестувати виставлену викладачем оцінку у встановленому порядку.

6.5 Відвідування занять

Для здобувачів вищої освіти денної форми відвідування занять є обов'язковим. Поважними причинами для неявки на заняття є хвороба, участь в університетських заходах, академічна мобільність, які необхідно підтверджувати документами. Про відсутність на занятті та причини відсутності здобувач вищої освіти має повідомити викладача або особисто, або через старосту. За об'єктивних причин (наприклад, міжнародна мобільність) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням із керівником курсу.

6.6 Участь в анкетуванні

Наприкінці вивчення курсу та перед початком сесії здобувача вищої освіти буде запропоновано анонімно заповнити електронні анкети (Microsoft Forms Office 365), які буде розіслано на ваші університетські поштові скриньки. Заповнення анкет є важливою складовою вашої навчальної активності, що дозволить оцінити дієвість застосованих методів викладання та врахувати ваші пропозиції стосовно покращення змісту навчальної дисципліни «Електротехнічні матеріали».

7 Питання з навчальної дисципліни, які виносяться на екзамен

- 1 Що таке автоматичне керування? Які функції найчастіше виконують системи автоматичного керування електроприводом?
- 2 Як формулюється закон Ленца-Джоуля?
- 3 Тепловий захист електроустановок. Будова запобіжника низької напруги.
- 4 З яких елементів складається електричне коло?
- 5 Автоматичні повітряні вимикачі. Будова, принцип роботи.
- 6 Визначити момент двигуна змінного струму за умови: $P_{ном} = 4800 \text{ Вт}$; $n_{ном} = 2400 \text{ об/хв}$. Заокруглити до цілих значень числа.
- 7 Як визначити значення електрорушійних сил?
- 8 Реле і релейний захист. Будова, принцип роботи.
- 9 Головні складові частини та класифікація електросвітлових установок.
- 10 Терміни та визначення основних понять стосовно електричного освітлення.
- 11 Світлотехнічні величини і прилади для їх вимірювання.
- 12 Основні параметри електричних джерел світла.
- 13 Конструкція, принцип дії та види звичайних ламп розжарювання.
- 14 Конструкція та принцип дії звичайних ламп розжарювання.
- 15 Переваги та недоліки звичайних ламп розжарювання.
- 16 Конструкція, принцип дії та види галогенних ламп розжарювання.
- 17 Конструкція та принцип дії, переваги та недоліки галогенних ламп розжарювання.
- 18 Переваги та недоліки галогенних ламп розжарювання.
- 19 Конструкція, принцип дії та види лінійних люмінесцентних ламп.

- 20 Конструкція та принцип дії лінійних люмінесцентних ламп.
- 21 Класифікація та характеристика лінійних люмінесцентних ламп.
- 22 Переваги та недоліки лінійних люмінесцентних ламп.
- 23 Конструкція, принцип дії та види компактних люмінесцентних ламп.
- 24 Конструкція, принцип дії, недоліки компактних люмінесцентних ламп.
- 25 Переваги та недоліки компактних люмінесцентних ламп.
- 26 Конструкція, принцип дії, переваги та недоліки дугових ксеонових ламп високого тиску.
- 27 Конструкція, принцип дії, переваги та недоліки світлодіодних ламп.
- 28 Які види освітлення ви знаєте?
- 29 Порядок розрахунку електроосвітлення точковим методом
- 30 Закони Кірхгофа. Приклади застосування при розрахунку розгалужених електричних кіл постійного струму.
- 31 Розрахунок кіл постійного струму методом контурних струмів.
- Приклад.
- 32 Як обчислюють опір паралельного з'єднання двох резисторів?
- 33 З'єднання обмоток трифазного джерела "зіркою". Поняття про фазні та лінійні величини.
- 34 Як записується закон Ома для повного кола?
- 35 Що таке баланс потужностей?
- 36 Яку потужність вимірює ватметр? В яких одиницях вимірюється активна, реактивна і повна потужності? Зв'язок між ними.
- 37 Що таке коефіцієнт трансформації і як він визначається експериментальним шляхом? Що таке коефіцієнт корисної дії трансформатора?
- 38 Правила виконання електричних схем.
- 39 Типові схеми керування електродвигунами.
- 40 Захист двигунів від перевантажень.
- 41 Що таке автоматизоване керування? Які функції виконують структурні, функціональні схеми?
- 42 Контактори, магнітні пускачі і контролери. Будова, принцип роботи.
- 43 З яких частин складається асинхронний двигун? Які типи роторів асинхронного двигуна?
- 44 Як визначити швидкість обертового магнітного поля статора за заданою номінальною швидкістю обертання ротора? До чого може привести неправильне під'єднання двигуна до мережі? Чому?
- 45 Опишіть порядок визначення виводів обмоток асинхронного двигуна.
- 46 Опишіть порядок визначення початків і кінців виводів обмоток асинхронного двигуна.
- 47 Опишіть способи запуску трифазних асинхронних двигунів від однофазної мережі.
- 48 Пояснити будову люмінесцентної лампи. Що таке електро- та фотолюмінесценція?
- 49 Які переваги мають люмінесцентні лампи порівняно з лампами розжарювання. Опишіть конструкцію дроселя і стартера.
- 50 Що називають електричним струмом, напругою?

- 51 Що таке потужність в електричному колі, баланс потужності, коефіцієнт потужності?
- 52 Основні електричні величини і їх розмірності.
- 53 Закон Ома
- 54 Закони Кірхгофа
- 55 Які функції системи автоматичного керування електроприводом найчастіше виконують у сільському господарстві ?
- 56 Головні складові частини та класифікація електросвітлових установок.
- 57 Яке керування називають автоматизованим?
- 58 Яке керування називають неавтоматичним (ручним)?
- 59 Основні параметри електричних джерел світла
- 60 Яке керування називають автоматичним?
- 61 Освітлювальні світильники призначення, класифікація
- 62 Функції систем автоматичного керування електроприводом
- 63 Принципи автоматичного керування
- 64 Які функції найчастіше виконують системи автоматичного керування електроприводом сільському господарстві?
- 65 Правила виконання електричних схем
- 66 Апаратура управління і захисту
- 67 Тепловий захист електроустановок
- 68 Автоматичні повітряні вимикачі
- 69 Реле і релейний захист
- 70 Контактори, магнітні пускачі і контролери
- 71 Кінцеві і шляхові вимикачі.
- 72 Що таке трансформатор? Будова й принцип дії трансформатора
- 73 Режим холостого ходу трансформатора, Режим короткого замикання трансформатора, Режим навантаження трансформатора
- 74 Різновиди трансформаторів, Силовий трансформатор, Автотрансформатор, Вимірювальний трансформатор струму, котушка запалювання
- 75 Будова машини постійного струму.
- 76 Принцип дії генератора постійного струму.
- 77 Принцип дії двигуна постійного струму.
- 78 Будова асинхронного двигуна, принцип дії асинхронного двигуна
- 79 Асинхронний двигун з фазним ротором, принцип дії асинхронного двигуна
- 80 Визначити кутову швидкість ротора двигуна при мінімальному моменті за таких параметрів: $s_{\min}=0,1$; $\omega_0=300$ рад/с. Заокруглити до цілих значень числа.
- 81 Визначити синхронну швидкість двигуна змінного струму з такими параметрами: частота мережі $f = 50$ Гц; кількість пар полюсів $p = 2$. Заокруглити до цілих значень числа.
- 82 Лінія постійного струму з опором $R_L= 1$ Ом, під'єднана до джерела напруги $U= 12$ В. Знайти спад напруги в лінії, якщо паралельно до неї під'єднано два резистори $R_1= 4$ Ом, $R_2= 4$ Ом.

- 83 До лінії з опором $R_L = 0,6 \text{ Ом}$ і напругою $U = 18 \text{ В}$ паралельно під'єднано резистори $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = 6 \text{ Ом}$. Знайти спад напруги на резисторі R_2 .
- 84 Паралельно до лінії з опором $R_L = 2 \text{ Ом}$ під'єднано три резистори з опором $R_1 = 2 \text{ Ом}$, $R_2 = 4 \text{ Ом}$, $R_3 = 3 \text{ Ом}$. Знайти повний опір кола.
- 85 Лінія постійного струму з опором $R_L = 5 \text{ Ом}$, під'єднана до джерела напруги $U = 12 \text{ В}$. Знайти спад напруги в лінії, якщо паралельно до неї під'єднано два резистори $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = 4 \text{ Ом}$.
- 86 До лінії з опором $R_L = 1,2 \text{ Ом}$ і напругою $U = 18 \text{ В}$ паралельно під'єднано резистори $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = 6 \text{ Ом}$. Знайти спад напруги на резисторі R_2 .
- 87 Паралельно до лінії з опором $R_L = 3 \text{ Ом}$ під'єднано три резистори з опором $R_1 = 2 \text{ Ом}$, $R_2 = 2 \text{ Ом}$, $R_3 = 4 \text{ Ом}$. Знайти повний опір кола.
- 88 Лінія постійного струму з опором $R_L = 2 \text{ Ом}$, під'єднана до джерела напруги $U = 12 \text{ В}$. Знайти спад напруги в лінії, якщо паралельно до неї під'єднано два резистори $R_1 = 8 \text{ Ом}$, $R_2 = 8 \text{ Ом}$.
- 89 До лінії з опором $R_L = 0,6 \text{ Ом}$ і напругою $U = 18 \text{ В}$ паралельно під'єднано резистори $R_1 = 4 \text{ Ом}$, $R_2 = 6 \text{ Ом}$. Знайти спад напруги на резисторі R_2 .
- 90 Призначення, будова та порядок роботи за принциповою електричною схемою

8 Рекомендована література

Базова

- 1 Голота А. Д. Автоматика в електроенергетичних системах: навч. посіб. Київ: Вища школа, 2006. 67 с.
- 2 Кідиба В. П. Релейний захист електроенергетичних систем. Львів: НУ«ЛП», 2013. 533 с.
- 3 Малинівський С. М. Загальна електротехніка Львів: НУ «Львівська політехніка», 2001, 596 с.
- 4 Паначевський Б. І. Загальна електротехніка /К. : Каравела, 2004. 440с.
- 5 Електропривод : підручник Київ: Видавництво «Ліра-К», 2009. 504 с.

Допоміжна

- 4 Василега П. О. Електропостачання. Суми: ВТД «Університетська книга», 2008. 415 с.
- 5 Маліновський А. А. Основи електропостачання. Львів: В-во НУ«ЛП», 2005. 324 с.
- 6 Красник В. В. Автоматические устройства по компенсации реактивных нагрузок в электросетях предприятий. Москва: Энергия, 1975. 112 с.

9 ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Бібліотечно-інформаційні ресурси— [книжковий фонд](#), періодика та фонди на [електронних носіях](#) бібліотеки ЛНАУ, наукових, науково-технічних бібліотек та інших наукових бібліотек України.

2. Віртуальне навчальне середовище ЛНУП. URL:
<https://moodle.lnup.edu.ua/>

3. Електронні інформаційні ресурси мережі Інтернет з переліком сайтів:

<http://rza.org.ua/>

<http://aprolex.by/literatura/knigi-po-relejnoj-zashhite-i-avtomatike.html>