

Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій
ім. С.З. Гжицького
Факультет механіки, енергетики та інформаційних технологій
Кафедра електротехнічних систем



ЗАТВЕРДЖЕНО

Гарант освітньо-професійної програми «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

к.т.н., доцент

Віталій ЛЕВОНІЮК

СИЛАБУС
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«РОЗРАХУНОК СТРУМІВ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ»
освітньо-професійна програма
«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»,
спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
перший (бакалаврський) рівень вищої освіти

ВИКЛАДАЧ



Левонюк Віталій Романович

Електронна пошта: *vitaliy_levoniuk@ukr.net*
Профіль Scopus у *ID: 57200150731*
Профіль Google Scholar у <https://scholar.google.com.ua/citations?user=xVREBaYAAAAJ&hl=ua>
Телефон: +380680095428 (Viber)
+380669764568

Завідувач кафедри електротехнічних систем Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького, кандидат технічних наук, доцент. Викладач з 10-річним досвідом, автор та співавтор понад 100 наукових статей, 30 навчально-методичних розробок. Сфера наукових інтересів: математичне моделювання процесів та систем у задачах електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Опис дисципліни

Галузь знань 14 «Електрична інженерія»

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітньо-професійна програма «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський) рівень

Кількість кредитів (форма контролю) – 4 (іспит)

Компонента освітньої програми: за вибором

Мова викладання: українська

Анотація навчальної дисципліни

Освітня компонента «Розрахунок струмів короткого замикання» спрямована на формування у студентів теоретичних знань і практичних навичок, необхідних для аналізу режимів роботи електроенергетичних систем у аварійних умовах. У межах курсу розглядаються фізичні процеси, що відбуваються під час короткого замикання, методи визначення перехідних і усталених струмів, вплив параметрів мережі на величину аварійних режимів, а також сучасні нормативні підходи до їхнього розрахунку. Особливу увагу приділено вибору й перевірці апаратів, кабелів, шин та іншого електротехнічного обладнання на стійкість до дії струмів КЗ. Вивчення дисципліни забезпечує майбутніх фахівців компетентностями, необхідними для оцінки надійності, безпеки та ефективності роботи електроенергетичних систем і для проєктування електричних мереж відповідно до чинних стандартів.

Метою навчальної дисципліни «Розрахунок струмів короткого замикання» є формування у студентів системних знань і практичних навичок з визначення величин і характеристик струмів короткого замикання, оцінки їх впливу на електрообладнання та мережі, а також набуття компетентностей для забезпечення надійності, безпеки та ефективності роботи електроенергетичних систем.

Завдання навчальної дисципліни передбачають:

- ❖ ознайомлення з фізичними процесами, що виникають під час короткого замикання в електричних мережах.
- ❖ формування розуміння у методах визначення перехідних і усталених струмів короткого замикання., електротехнічних та електромеханічних систем і сучасних технологій у галузі;
- ❖ аналіз впливу параметрів мережі та обладнання на величину та характер струмів КЗ.;
- ❖ засвоєння розрахунку струмів короткого замикання для різних типів електроустановок і схем підключення;
- ❖ формування розуміння в оцінці стійкості та виборі апаратів захисту та електротехнічного обладнання під впливом КЗ.
- ❖ формування навичок практичного застосування нормативних документів і стандартів при розрахунку коротких замикань..

Пререквізити: для успішного опанування курсу «Розрахунок струмів короткого замикання» необхідно володіти знаннями із курсів: «Фізики», «Теоретичних основ електротехніки» та «Основ електропостачання»

Відповідно до освітньо-професійної програми «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» вивчення дисципліни забезпечує набуття здобувачами таких компетентностей та програмних результатів навчання:

Індекс в матриці ОПП	Програмні компоненти
1	2
Інтегральна компетентність	Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми під час професійної діяльності в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або в процесі навчання, що передбачає застосування теорій і методів прикладної фізики та інженерних наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.
Загальні компетентності	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу ❖ Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ❖ Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
Фахові (спеціальні) компетентності	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки ❖ Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг ❖ Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії
Програмні результати навчання	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Знати і розуміти принципи роботи електричних систем та мереж, силового обладнання електричних станцій та підстанцій, пристроїв захисного заземлення та грозозахисту та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності. ❖ Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності ❖ Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.

Зміст навчальної дисципліни

№ з/п	Назви тем та їх короткий зміст
1	<p>Тема 1. Загальні відомості про перехідні процеси.</p> <ul style="list-style-type: none">1.1 Задачі курсу.1.2 Роль курсу у формуванні спеціаліста електроенергетика та її науковий світогляд.1.3 Режим роботи СЕС.1.4 Причини виникнення перехідних процесів (ПП).1.5 Вплив ПП на режим роботи системи.1.6 Призначення розрахунків електромагнітних ПП та пред'явлених до них вимог.
2	<p>Тема 2. Коротке замикання в системах електропостачання.</p> <ul style="list-style-type: none">2.1 Види коротких замикань, основні допущення, прийняті при дослідженні та розрахунках ПП.2.2 Розрахункова схема короткого замикання мережі та опори її елементів.2.3 Перетворення схеми заміщення електричних систем.2.4 Приведення параметрів елементів короткозамкнутого ланцюга до базисних вимог.
3	<p>Тема 3. Перехідні процеси в електричних машинах при 3-х фазних коротких замиканнях.</p> <ul style="list-style-type: none">3.1 Фізична сутність процесу протікання струму трифазного КЗ в синхронному генераторі.3.2 Перехідні ЕРС та реактивності синхронної машини.3.3 Схема заміщення синхронної машини без демпферних обмоток.3.4 Векторна діаграма.3.5 Надперехідні ЕРС та реактивності синхронної машини з демпферними обмотками.3.6 Схеми заміщення, векторні діаграми.3.7 Коротке замикання на затискачах генератора.3.8 Генератор з АРВ.3.9 Влаштування АРВ, коротке замикання у віддалених точках СЕС.
4	<p>Тема 4. Струми трифазного короткого замикання.</p> <ul style="list-style-type: none">4.1 Трифазне КЗ у нерозгалуженому колі.4.2 Зміна в часі струму та його складових.4.3 Ударний струм КЗ.4.4 Умови його виникнення.4.5 Приблизне значення періодичної складової та оцінки еквівалентної постійної часу періодичної складової струму.4.6 Діюче значення струму КЗ та його складових.
5	<p>Тема 5 Практичні методи розрахунку струмів симетричного КЗ.</p> <ul style="list-style-type: none">5.1 Розрахунок струмів у початковий момент КЗ.

	5.2 Визначення ударного та діючого значення струму КЗ. 5.3 Метод розрахункових кривих. 5.4 Вплив на врахування навантаження при розрахунку сталого струму КЗ у складній електричній системі для довільного моменту часу. 5.5 Уточнення метода розрахункових кривих.
6	Тема 6. Поперечна несиметрія. 6.1 Загальні відомості. 6.2 Однофазне коротке замикання. 6.3 Двофазне коротке замикання. 6.4 Двофазне замикання на землю. 6.5 Правило еквівалентності прямої послідовності. 6.6 Комплексні схеми заміщення. 6.7 Порівняння струмів при різноманітних видах КЗ. 6.8 Векторні діаграми струмів та напруги.

Методи навчання. Система контролю та оцінювання результатів навчання

Навчання з дисципліни «Розрахунок струмів короткого замикання» здійснюється із застосуванням сучасних інтерактивних та практикоорієнтованих методів, які поєднують словесні (лекція, пояснення, дискусія), наочні (демонстрація, робота з мультимедійними матеріалами) та активні форми (групові проекти, семінари-дискусії, моделювання ситуацій, аналіз кейсів). Використання методів мозкового штурму, проблемно-орієнтованих і дослідницьких підходів сприяє розвитку критичного та креативного мислення, уміння працювати в команді й приймати ефективні управлінські рішення. Ефективність забезпечується залученням сучасних цифрових інструментів, програмних засобів для планування й контролю, а також роботи з професійною літературою та науковими публікаціями.

Успішність студента оцінюється шляхом проведення поточного контролю.

Максимальна кількість балів з дисципліни «Спеціалізовані мови програмування», яку може отримати студент протягом семестру за всі види роботи за результатами поточного оцінювання становить 100. Результати **поточного контролю** оцінюються за чотирибальною («2», «3», «4», «5») шкалою. В кінці семестру обчислюється середнє арифметичне значення (САЗ) усіх отриманих студентом оцінок з наступним переведенням його у сто бальну шкалу за формулою: **ПК = 20•САЗ**.

Критерії поточного оцінювання знань студентів

Оцінка	Критерії оцінювання
5 («відмінно»)	У повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно та аргументовано його викладає, глибоко і всебічно розкриває зміст, використовуючи обов'язкову та додаткову літературу. Правильно вирішив 90% тестових завдань.
4 («добре»)	Достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає, в основному розкриває зміст завдань, використовуючи обов'язкову літературу. При викладанні окремих питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються несуттєві неточності й незначні помилки. Правильно вирішив більшість тестових завдань.

3 («задовільно»)	У цілому володіє навчальним матеріалом, викладає його основний зміст, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допускаючи окремі суттєві неточності та помилки. Правильно вирішив близько половини тестових завдань.
2 («незадовільно»)	Не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом. Викладає матеріал фрагментарно та поверхово, без аргументації й обґрунтування, недостатньо розкриває зміст теоретичних і практичних завдань, допускає суттєві неточності. Правильно вирішив меншість тестових завдань.

Критерії оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, диференційованого заліку, курсового проєкту (роботи), практики	для заліку
90–100	A	відмінно	зараховано
82–89	B	добре	
74–81	C		
64–73	D	задовільно	
60–63	E		
35–59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0–34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Рекомендована література

Базова

1. Бардик Є.І., Болотний М.П. Перехідні електромагнітні процеси в електроенергетичних системах: навчальний посібник, Київ: КПІ ім Ігоря Сікорського, 2022. 95 с

2. Мельник В.П. Математичні моделі і методи аналізу режимів електроенергетичних систем. Київ: 2005. 608 с

Допоміжна

3. ДСТУ ІЕС 60909-0:2007 Струми короткого замикання у трифазних системах змінного струму. Частина 0. Обчислення сили струму Введ. 2009-01- 01. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 48 с.

4. ДСТУ ІЕС TR 60909-4:2008 Струми короткого замикання у трифазних системах змінного струму. Частина 4: Приклади розрахунку струму короткого замикання

5. ГОСТ 28249-93. Короткі замикання в електроустановках. Методи розрахунку в установках змінного струму напругою до 1 кВ.

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Бібліотечно-інформаційні ресурси – [книжковий фонд](#), періодика та фонди на [електронних носіях](#) бібліотеки ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького, державних органів науково-технічної інформації, наукових, науково-технічних бібліотек та інших наукових бібліотек України.

2. Електронні інформаційні ресурси мережі інтернет з переліком сайтів: (потрібно дати декілька посилань, які стосуються дисципліни)

2.1. Національний стандарт України (ДСТУ, ПУЕ, ПБЕЕС), електронна база нормативних документів URL: <https://online.budstandart.com> .

2.2. Міненерго України, офіційний сайт Міністерства енергетики URL: <https://www.mev.gov.ua> .

2.3 Струми короткого замикання у допоміжних установках постійного струму на електростанціях і підстанціях. Частина 1. Розрахунок струмів короткого замикання URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=100945 .

2.4 Пристрій керування обмеженням струмів короткого замикання для підвищення ефективності електропостачальних виробничих систем URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/669f9711-25d9-4ad1-a91a-90ccd3a4a422/content> .

3. Бібліотеки: Львівського ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького м. Дубляни, НУ «Львівська політехніка», Львівська національна наукова бібліотека України ім. В. Стефаника, м. Львів.