

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» другого (магістерського) рівня вищої освіти  
 д.т.н., професор

Андрій ЧАБАН

СИЛАБУС

### НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Електромагнітна сумісність»

ОП «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»  
 спеціальність

G3 «Електрична інженерія»

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) рівень

#### ВИКЛАДАЧ



#### Чабан Андрій Васильович

Електронна пошта:

*atchaban@gmail.com*

Профіль у *Google Scholar*

*https://scholar.google.com.ua/citations?user=*

*xVREBaYAAAAJ&hl=ru*

Телефон

+380679291114

Професор кафедри електротехнічних систем Львівського національного університету природокористування, доктор технічних наук, професор. Досвід педагогічної роботи – 30 років, автор та співавтор понад 150 наукових публікацій, з них три монографії, понад 20 навчально-методичних розробок.

Сфера наукових інтересів: електромеханічне перетворення енергії в складних динамічних системах із розподіленими параметрами; математичне моделювання динамічних процесів у прикладних задачах електротехніки, прикладної механіки та термодинаміки; модифікація інтегральних варіаційних принципів, зокрема принципу Гамільтона-Остроградського.

## Опис дисципліни

Галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»

Спеціальність G3 «Електрична інженерія»

Освітньо-професійна програма «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Рівень вищої освіти: другий (магістерський) рівень

Кількість кредитів – 3

Рік підготовки, семестр – 1 рік, I семестр

Компонент освітньої програми: вибіркова

Мова викладання: українська

Освітня компонента «Електромагнітна сумісність» забезпечує формування у здобувачів вищої освіти фундаментальних знань про базові теоретичні засади формування задачі аналізу електротехнічних пристроїв і систем з урахування взаємного електромагнітного впливу між останніми. У межах зазначеної дисципліни курсу здобувачі вищої освіти на другому (магістерському) рівні вищої освіти формують загальні та спеціальні компетентності. Загалом ця дисципліна передбачає вивчення загальних основ теорії електромагнітної сумісності та взаємного електромагнітного впливу між елементами електротехнічних систем як на коловому, так і на польовому рівні. Також, дисципліна передбачає ознайомлення з найбільш використовуваними методами урахування електричних та магнітних явищ, які задіяні під час урахування взаємного впливу між елементами електротехнічних та електроенергетичних систем з урахуванням сучасних підходів до реалізацій поставлених задач. Під час вивчення курсу студентами буде розглянуто особливості побудови математичних моделей електричних, магнітних та електромагнітних кіл, що є основою електротехнічних пристроїв, а також методи реалізації задач електромагнітної сумісності на підставі побудованих моделей.

**Метою вивчення освітньої компоненти «Електромагнітна сумісність» є формування у студентів системи теоретичних і практичних знань для подальших підходів до аналізу взаємовпливу електромагнітних полів в елементах електротехнічних систем, а відтак встановлення ступеню їх електромагнітної сумісності, що в кінцевому варіанті дасть змогу алгоритмічної реалізації поставлених задач аналізу досліджуваних пристроїв та систем.**

### **Завдання навчальної дисципліни передбачають:**

- ❖ набуття здобувачами знань для розв'язування практичних задач із застосуванням методів прикладної та теоретичної фізики для визначення характеру завад в електротехнічних пристроях і системах;
- ❖ формування принципів побудови електричних принципових електричних схем досліджуваного об'єкту, а також застосування методики перетворення принципових схем у функціональні, розрахункові, структурні та ін.;
- ❖ засвоєння концепції класифікації джерел електромагнітних завад, а також визначення типів впливів на фрагменти енергетичних систем;

- ❖ опанування методики придушення завад у лініях електропередачі середньої та високої напруг;
- ❖ набуття умінь розв'язання прикладних електротехнічних задач, які стосуються оптимізації роботи фрагменту електричної мережі шляхом нівелювання сторонніх електромагнітних впливів;
- ❖ вивчення методів аналізу перехідних процесів у вузлах електричного навантаження, а також вивчення методів мінімізації впливу вищих гармонік для нелінійних на несиметричних станів;
- ❖ формування навичок застосування техніко-економічних критеріїв під час впровадження алгоритмів мінімізації електромагнітних впливів в електротехнічних пристроях і системах.

**Пререквізити:** для успішного опанування курсу «Електромагнітна сумісність» необхідно володіти знаннями із курсів: «Фізика», «Математика», «Теоретичні основи електротехніки», «Електричні машини та апарати», «Відновлювані джерела енергії», «Основи електроприводу», «Основи електропостачання» та ін.

**Постреквізити:** вивчення дисципліни «Електромагнітна сумісність» створює підґрунтя для опанування наступних компонент магістерської освітньої програми, зокрема «Методи оптимізації та їх застосування у задачах електротехніки», «Проектування систем електропостачання». Отримані знання та компетентності особливо важливі під час виконання магістерських кваліфікаційних робіт, проходження практики та розроблення комплексних проєктів. Це сприяє формуванню професійних умінь з аналізу, проектування, синтезу електротехнічних систем, а також здатності до управління технологічними процесами та впровадження інновацій в умовах сучасних викликів аграрного сектору. та ін.

**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
<b>Інтегральна компетентність</b>	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.
<b>Загальні компетентності</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях</li> <li>❖ Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.</li> <li>❖ Здатність знаходити оптимальні рішення у випадку виникнення нетипових ситуацій.</li> <li>❖ Здатність виявляти та оцінювати ризики.</li> </ul>
<b>Фахові (спеціальні) компетентності</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.</li> <li>❖ Здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання та об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.</li> <li>❖ Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про но-</li> </ul>

	<p>ві технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів проблеми, що вирішується, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію обладнання електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних комплексів і систем.</li> <li>❖ Здатність демонструвати обізнаність та вміння використовувати нормативно-правові акти, норми, правила й стандарти в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.</li> </ul>
<b>Програмні результати навчання</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Знаходити варіанти підвищення енергоефективності та надійності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання й відповідних комплексів і систем.</li> <li>❖ Окреслювати план заходів з підвищення надійності, безпеки експлуатації та продовження ресурсу електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання і відповідних комплексів і систем.</li> <li>❖ Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.</li> <li>❖ Поеднувати різні форми науково-дослідної роботи і практичної діяльності з метою подолання розриву між теорією і практикою, науковими досягненнями і їх практичною реалізацією.</li> </ul>

### Зміст навчальної дисципліни

№ з/п	Назви тем та їх короткий зміст
1	<p>Тема 1. Основні відомості про електромагнітну сумісність</p> <p>1.1 Вступ. Основні терміни та визначення електромагнітної сумісності.</p> <p>1.2 Логарифмічні відносні характеристики. Рівні завад.</p> <p>1.3 Основні типи та діапазони електромагнітних завад.</p> <p>1.4 Синфазні та протифазні завади.</p>
2	<p>Тема 2. Основні типи електромагнітних завад в електричних системах.</p> <p>2.1 Опис періодичних завад у частотній і часовій формах.</p> <p>2.2 Представлення неперіодичних функцій часу у частотній формі.</p> <p>2.3 Спектри періодичних і імпульсних процесів.</p> <p>2.4 Шляхи передачі електромагнітних завад.</p>
3	<p>Тема 3. Джерела електромагнітних завад.</p> <p>3.1 Класифікація джерел електромагнітних завад.</p> <p>3.2 Джерела вузькосмугових завад.</p> <p>3.3 Вплив завад на мережі електропередач.</p> <p>3.4 Джерела широкосмугових імпульсних завад.</p> <p>3.5 Джерела широкосмугових перехідних завад.</p>
4	<p>Тема 4. Механізми виникнення впливів та завад.</p> <p>4.1 Механізми передачі завад.</p> <p>4.2 Гальванічний вплив завад.</p> <p>4.3 Ємнісний вплив завад.</p> <p>4.4 Екранування ліній.</p>
5	<p>Тема 5. Пасивні пристрої придушення завад.</p> <p>5.1 Фільтри. Загальні засади.</p> <p>5.2 Елементи фільтрів.</p> <p>5.3 Мережеві фільтри.</p> <p>5.4 Обмежувачі перенапруг.</p> <p>5.5 Захисні елементи.</p>

6	Тема 6. Визначення електромагнітної обстановки на об'єкті. 6.1 Задачі визначення ЕМО. 6.2 Програма робіт по визначенню ЕМО. 6.3 Вплив завад на кабелі. 6.4 Імпульсні завади при перехідних процесах в контурах високої напруги. 6.5 Імпульсні завади при ударах блискавки.
7	Тема 7. Електромагнітна сумісність технічних пристроїв у вузлах навантаження електричних мереж. 7.1 Вплив кривої форми струму на роботу обладнання. 7.2 Статичні перетворювачі – джерело гармонік. 7.3 Вплив гармонік на роботу систем електрозабезпечення. 7.4 Вплив резонансів на системи електрозабезпечення.
<b>Усього годин за семестр</b>	
<b>ВСЬОГО</b>	

### **Методи навчання. Система контролю та оцінювання результатів навчання**

Навчання з дисципліни «Електромагнітна сумісність» 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.

Оцінювання результатів навчання студентів здійснюється проведенням поточного та підсумкового контролю.

Поточний контроль здійснюється під час лабораторних занять і має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання відповідних завдань. Форми проведення поточного контролю – усне та письмове опитування, тестовий контроль.

Підсумковий контроль проводиться з метою оцінювання результатів навчання на завершальному етапі вивчення дисципліни. Підсумковий контроль здійснюється у формі диференційованого заліку.

Успішність студента оцінюється шляхом проведення поточного та підсумкового контролю.

Оцінювання здійснюється за національною шкалою – «відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно» та за шкалою ECTS.

Критерії оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

## Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (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	не зараховано

Остаточна оцінка за курс розраховується так:

Поточне тестування та самостійна робота (разом 100 балів)							Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	100
18	16	16		18	16	16	

T1, T2 ... T7 – теми

## Рекомендована література

## Базова

1. Жежеленко І. В., Шидловський А. К., Півняк Г. Г., Саєнко Ю. Л. Електромагнітна сумісність у системах електропостачання: підручник. Донецьк: Нац. гірнич. ун-т, 2009. 319 с.

2. Dugan R. C., Mc Granaghan M. F., Santoso S., Beaty W. H. Electrical Power System Quality. Mc Graw-Hill. 2004. 521 с.

## Допоміжна

3. ДСТУ EN 61000-3-2:2015 Електромагнітна сумісність. Частина 3-2. Норми. Норми на емісію гармонік струму (для сили вхідного струму обладнання не більше ніж 16 А на фазу) (EN 61000-3-2:2014, IDT).

4. ДСТУ EN 50160:2014 Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності. (На заміну ДСТУ EN50160:2010).

5. Півняк Г. Г., Шидловський А. К., Кігель Г. А., Рибалко А. Я., Хованська О. І. Особливі режими електричних мереж. Дніпропетровськ: НГА України, 2004. 375 с.

## Інформаційні ресурси

1. Бібліотечно-інформаційні ресурси – книжковий фонд, періодика та фонди на електронних носіях бібліотеки ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького, державних орга-

нів науково-технічної інформації, наукових, науково-технічних бібліотек та інших наукових бібліотек України.

2. Віртуальне навчальне середовище ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького – <https://moodle.lnup.edu.ua/course/view.php?id=10841>

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

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

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

3.3. Державна інспекція енергетичного нагляду України (Держенерго-нагляд), публікації, методичні рекомендації, вимоги безпеки в енергетиці URL: <https://denr.gov.ua> .

3.4. Електротехнічний портал ELEKS Energy, візуальні матеріали, електричні схеми, бази знань з електропостачання та енергетики URL: <https://dakar.eleks.com> .

3.5. Electrical Engineering Portal (англ.), URL: <https://electrical-engineering-portal.com>

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