



Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



Забезпечення електромагнітної сумісності електрообладнання

Шифр та назва спеціальності
Для всіх спеціальностей

Інститут
ННІ енергетики, електроніки та
електромеханіки

Освітня програма
Електромеханіка

Кафедра
Електричні апарати (127)

Рівень освіти
другий (магістерський)

Тип дисципліни
Вільного вибору, профільна підготовка

Семестр
3

Мова викладання
Українська

Викладачі, розробники



Серета Олена Геннадіївна

Olena.Korol@khpі.edu.ua

Кандидат технічних наук, доцент кафедри електричних апаратів
НТУ «ХПІ».

Досвід роботи – 16 років. Авторка та співавторка понад 30 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Вступ до спеціальності. Ознайомча практика», «Моделювання електромеханічних систем», «Контактно-дугогасні системи та теплові процеси в електричних апаратах», «Електромагнітні апарати та індукційно-динамічні системи», «Забезпечення електромагнітної сумісності електрообладнання».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

За останні десятиліття в промислово розвинених країнах гостро постала проблема забезпечення електромагнітної сумісності технічних засобів, тобто здатність технічних засобів функціонувати із заданою якістю в заданій електромагнітній обстановці і не створювати неприпустимих електромагнітних завад іншим технічним засобам. Проблема настільки важлива і серйозна, що останнім часом поняття «електромагнітна сумісність» стало замінюватися на поняття «електромагнітна безпека», так як забезпечення безвідмовної роботи різних електротехнічних пристроїв повністю визначає безпеку технологічних процесів в різних сферах діяльності людини. Вирішення цієї актуальної проблеми електромагнітної сумісності на об'єктах електроенергетики і промисловості має починатися з вивчення відповідних нормативних документів з урахуванням специфіки розглянутих технічних засобів і конкретних умов їх експлуатації.

Мета та цілі дисципліни

ознайомлення студентів з основними фізичними явищами, нормативними документами та технічними рішеннями щодо електромагнітної сумісності електрообладнання.

Формат занять

Лекції, практичні роботи, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – екзамен.

Компетентності

ЗК02. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК04. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК06. Навички суворого дотримання професійної етики.

ЗК09. Здатність до усної та письмової презентації результатів власного наукового дослідження.

ЗК10. Здатність до застосування сучасних інформаційних технологій у науковій діяльності, пошуку та критичного аналізу інформації.

СК1. Здатність демонструвати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів керування електроенергетичними, електротехнічними та електромеханічними системами та комплексами.

СК3. Здатність демонструвати розуміння специфіки електроенергетики, електротехніки та електромеханіки як науки та вміння правильно її застосовувати при роботі з технічною літературою та іншими джерелами інформації.

СК4. Здатність до аналізу, обговорення і оцінювання наукових робіт та проектів в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

СК6. Здатність застосовувати комплексний підхід до вирішення експериментальних завдань з застосуванням засобів інформаційно-виміральної техніки та прикладного програмного забезпечення.

СК10. Здатність демонструвати практичні навички в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Результати навчання

РН-4 Знання і розуміння сучасних методів ведення науково-дослідних робіт, організації та планування експерименту, комп'ютеризованих методів дослідження та опрацювання результатів вимірювань.

РН-5 Знання і розуміння основних понять теорії вимірювань, їх застосування на практиці та при комп'ютерному моделюванні об'єктів та явищ.

РН-6 Уміння прогнозувати тенденції розвитку в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

РН-7 Уміння виконувати аналіз інженерних продуктів, процесів і систем за встановленими критеріями, обирати і застосовувати найбільш придатні аналітичні, розрахункові та експериментальні методи для проведення досліджень, інтерпретувати результати досліджень.

РН-8 Уміння з постановки, формулювання і вирішення завдань у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, що пов'язані з процедурами спостереження об'єктів, вимірювання, контролю, діагностування і прогнозування з урахуванням важливості соціальних обмежень (суспільство, здоров'я і безпека, охорона довкілля, економіка, промисловість тощо).

РН-11 Уміння використовувати комп'ютеризовані бази даних, «хмарні» та інтернет-технології, наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації.

РН-12 Володіння сучасними методами та застосованими/розробленими методиками проектування і дослідження, а також аналізу отриманих результатів.

РН-13 Вміння організовувати і проводити технічні випробування інженерних продуктів.

РН-16 Вміння застосовувати апаратні та програмні засоби сучасних інформаційних технологій для вирішення задач у сфері електроенергетики, електротехніки та електромеханіки та інформаційно-виміральної техніки.

РН-17 Володіння основами патентознавства та захисту інтелектуальної власності.

РН-22 Вміння розробляти техніко-економічне обґрунтування проектів з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки та оцінювати економічну ефективність їх впровадження.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредитів ECTS): лекції – 16 год., практичні роботи – 32 год., самостійна робота – 72 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

«Електричні апарати», «Основи електропобутової техніки» «Теоретичні основи електротехніки», «Теорія електромагнітного поля».

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. Застосовуються активні форми проведення занять: лекція, лекція-діалог, лекційне опитування, практичні заняття, співбесіда, консультація. На практичних заняттях використовується варіативний підхід до навчання, ігрові методи, акцентується увага на застосуванні інформаційних технологій при розрахунках зовнішнього магнітного поля електрообладнання.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Вступ. Загальні положення щодо електромагнітної сумісності.

Електромагнітна сумісність: історія, розвиток та особливості проблематики. Основні терміни і визначення щодо електромагнітної сумісності: технічний засіб, електромагнітна завада, джерела завад, електромагнітна обстановка, електромагнітний вплив, якість функціонування технічного засобу тощо. Електромагнітні збурення та завади: загальні відомості, види, класифікація, основні типи. Основні засоби забезпечення електромагнітної сумісності: інженерно-технічні та організаційно-адміністративні засоби. Проблема захисту від несанкціонованого доступу до конфіденційної інформації.

Тема 2. Регламентування в галузі забезпечення електромагнітної сумісності.

Компетентні установи та організації на міжнародному, регіональному та національному рівнях з проблеми забезпечення електромагнітної сумісності. Регламентувальні документи (стандарти, технічні звіти, публікації, норми) щодо забезпечення електромагнітної сумісності. Система стандартів (базові публікації, родові (загальні) стандарти, стандарти на групи однотипних виробів, стандарти на конкретні види виробів). Визначення рівнів електромагнітних завад, електромагнітної сумісності, несприйнятливості та сприйнятливості технічних засобів. Стандарти щодо несприйнятливості (ІЕС 61000-6-1 «Загальний стандарт щодо несприйнятливості. Частина 6-1: Обстановка житлових, комерційних зон і виробничих зон з малим енергоспоживанням», ІЕС 61000-6-2 «Загальний стандарт щодо несприйнятливості. Частина 6-2: Обстановка промислових зон»). Номенклатура видів випробувань на несприйнятливість (стійкість): до кондуктивних низькочастотних завад у низьковольтних силових електричних мережах, стосовно кондуктивних перехідних процесів та високочастотних завад, до електростатичних завад, до магнітних завад, до радіочастотних електромагнітних завад, до напруг з частотою мережі електроживлення в колах управління і лініях передавання інформації; до напруг постійного струму в колах управління і лініях передавання інформації. Стандарти щодо емісії (ДСТУ EN 61000-6-3:2018 «Електромагнітна сумісність . Частина 6-3: Загальні стандарти. Стандарт щодо емісії завад для житлових, комерційних середовищ і середовищ легкої промисловості», ДСТУ EN 61000-6-4:2019 «Електромагнітна сумісність . Частина 6-4: Загальні стандарти. Стандарт щодо емісії завад для промислових середовищ», ДСТУ EN 55011:2019 «Обладнання промислове, наукове та медичне радіочастотне. Характеристики електромагнітних завад. Норми і методи вимірювання»).

Тема 3. Електромагнітна обстановка та її характеристики.

Вплив інших технічних засобів. Вплив системи керування. Вплив електромагнітних завад. Вплив електричних та магнітних полів. Коливання в мережах живлення. Критерії якості функціонування радіозасобів стосовно електромагнітної сумісності. Кількісний опис характеристик сигналів. Основні методи (електродинамічний, енергетичний, ймовірнісний) до визначення електромагнітної обстановки.

Тема 4. Характерні джерела електромагнітних завад в електроенергетиці.

Джерела електромагнітних завад на станціях і підстанціях. Групи (I, II, III, IV) та ступені жорсткості (1, 2, 3, 4, 5 та X) випробувань технічних засобів на завадостійкість. Напруги та струми при коротких замиканнях на шинах розподільчих пристроїв. Імпульсні завади при комутаціях силового обладнання та к.з. на шинах розподільних пристроїв. Імпульсні завади під час ударів блискавки. Електромагнітні поля різночастотного діапазону. Розряди статичної електроенергії. Магнітні поля промислової частоти. Імпульсні магнітні поля. Завади при збуреннях у колах живлення автоматичних та автоматизованих систем технологічного управління постійного та змінного струму. Завади від допоміжного електрообладнання.

Тема 5. Випробування та вимірювання за критеріями електромагнітної сумісності.

Організація вимірювань та випробувань електрообладнання. Місце для проведення випробувань (випробувальний полігон, екрановане приміщення (клітка Фарадея), екранована камера (ТЕМ-комірка), відкрите робоче місце в лабораторії). Узагальнені вимірювальні комплекти для випробування на емісію та несприйнятливість. Особливості вимірювальної апаратури для випробувань на емісію (селективний мікровольтметр, штучна електромережа, поглинальні кліщі, датчик струму, вимірювальні антени (штирова, рамкова, дипольна). Особливості вимірювальної апаратури для випробувань на несприйнятливість (імітатори кондуктивних завад та завад у навколишньому середовищі). Види випробувань на завадостійкість та умови їх проведення. Методика проведення випробувань на стійкість до магнітних завад.

Тема 6. Радіопередавальні пристрої як джерело електромагнітних завад.

Забезпечення електромагнітної сумісності при функціонуванні радіозасобів. Основні технічні характеристики радіопередавальних пристроїв. Випромінення радіопередавальних пристроїв (особливості спектру та класи).

Тема 7. Радіоприймальні пристрої у комплексі завдань забезпечення електромагнітної сумісності.

Загальні положення, призначення та основні технічні характеристики радіоприймальних пристроїв. Канали приймання: нелінійні процеси – причина розширення спектра, визначення фокусних частот, інтермодуляційні канали приймання. Нелінійні ефекти у радіоприймальних пристроях: перехресні спотворення, явище блокування.

Тема 8. З'єднувальні провідники як джерело та рецептор електромагнітних завад.

Основні види зв'язку між провідниками. Ємнісний зв'язок. Вплив екрану на ємнісний зв'язок. Індуктивний зв'язок. Вплив екрану на індуктивний зв'язок. Зв'язок через спільний опір. Дія та ефективність різноманітних засобів зменшення небажаного впливу у ближній зоні. Магнітний зв'язок між екраном і розташованим в ньому провідником. Екранування з метою запобігання випромінюванню магнітних полів. Екранування рецептора від магнітних полів. Коефіцієнт екранування. Екранована петля. Порівняння екранованої витой пари і коаксіального кабелю.

Тема 9. Засади екранування.

Загальне призначення та особливості конструкції екрану. Особливості ближнього і дальнього полів. Ефективність екранування: втрати в екранах внаслідок поглинання та відбивання. Основні розрахункові співвідношення для ближньої та дальньої зони. Особливості застосування різних матеріалів екранів. Вплив неоднорідностей екранів на ефективність екранування. Провідні прокладки.

Тема 10. Засади заземлення.

Види заземлення. Класифікація заземлення. Основні функції заземлювальних пристроїв. Вибір базового (опорного) заземлення. Заземлення екранованих кабелів: низькочастотне заземлення (заземлення екранів кабелів), заземлення екрану на високих частотах. Заземлення захисних екранів: екранування підсилювачів, з'єднання підсилювача з джерелом сигналу, вимірювальні пристрої із захисним екраном. Усунення контуру заземлення: ізолювальні та нейтралізуювальні трансформатори, оптрони. Застосування диференційного підсилювача. Кабелі і роз'єми. Задачі захисного заземлення. Правила експлуатації заземлювальних пристроїв.

Тема 11. Протизавадні фільтри.

Призначення та класифікація протизавадних фільтрів. Характеристики загасання та схемотехніка фільтрів. Особливості елементної бази: Конденсатори, Дроселі, Пристрої захисту від сплесків напруги, Особливості фільтрів для смуги частот вище $100 \div 300$ МГц. Засади проектування фільтрів. Синтез фільтра. Особливості конструкції. Випробування фільтрів. Застосування фільтрів. Практичні схеми фільтрів. Приклади застосування фільтрів.

Тема 12. Схемотехнічні та конструктивні методи і засоби зменшення завад.

Симетрування (балансування). Захисні засоби в колах електроживлення: характеристика шин електроживлення, фільтри відокремлення. Застосування елементів високочастотної фільтрації. Організація інформаційного тракту: вибір смуги пропускання і способу модуляції та кодування. Цифрові кола. Застосування допоміжних елементів та ланок. Розташування та компонування функціональних вузлів.

Тема 13. Засоби зменшення комутаційних завад.

Особливості механічних контактів як джерел електромагнітних завад. Причини формування завад. Види розрядів. Матеріал контактів. Умови створення завад у електричному колі. Особливості захисту контактів у електричних колах з реактивними компонентами. Принципи захисту контактів у електричному колі. Ланки, що забезпечують захист контактів та мінімізацію випромінювання. Схеми захисних кіл з резисторами, варисторами, діодами, стабілітронами тощо. Особливості захисту контактів у електричних колах з резистивним навантажувальним колом. Особливості розрахунку параметрів захисних ланок.

Тема 14. Властивості елементної бази за критерієм електромагнітної сумісності.

Джерела шумів. Класифікація шумів. Основні характеристики внутрішніх джерел шумів. Вплив декількох джерел шуму. Шуми активних елементів: біполярні транзистори, уніполярні (польові) транзистори, операційні підсилювачі. Особливості застосування пасивних елементів: ідеальні компоненти, резистори, конденсатор, котушки індуктивності, трансформатори.

Тема 15. Екологічний і техногенний вплив полів.

Вплив електричних полів на живі організми. Механізми дії електричних і магнітних полів на живі організми. Електромагнітна обстановка на робочих місцях і в побуті. Нормування безпечних для людини напруженості полів. Вплив електростатичних полів та їх мінімізація. Нормування умов роботи персоналу в зоні впливу повітряних ліній. Екологічний вплив коронного розряду. Вплив ліній електропередач на лінії зв'язку. Безпека праці та охорона навколишнього середовища.

Теми практичних занять

Тема 1. Вивчення основних нормативних документів (міжнародні стандарти ІЕС та Державні стандарти України ДСТУ) з питань електромагнітної сумісності технічних засобів.

Тема 2. Огляд основних видів завад в області електромагнітної сумісності та відповідні базові нормативні документи. Ступені жорсткості випробувань: аналіз конкретних прикладів промислової електромагнітної обстановки.

Тема 3. Розрахунок рівнів електромагнітних перешкод у вузлах електричної мережі.

Розрахунок відхилень напруги.

Розрахунок несиметрії напруг.

Розрахунок вищих гармонік та інтергармонік.

Розрахунок коливань напруги.

Розрахунок провалів напруги.

Тема 4. Розрахунок зовнішнього магнітного поля електрообладнання методом магнітного моменту.

Тема 5. Порівняння екранувальних властивостей стосовно магнітного поля для різних способів підключення кабелів.

Тема 6. Контрольна робота № 1.

Тема 7. Контрольна робота № 2.

Теми лабораторних робіт

Навчальним планом не передбачаються.

Самостійна робота

Дисципліна передбачає виконання розрахунково-графічного завдання «Розрахунки показників електромагнітної сумісності». Розрахунково-графічне завдання містить звіт з виконання розрахунку згідно обраного варіанту. Успішний захист розрахунково-графічного завдання оцінюється в 20 балів і входить до екзаменаційної оцінки. Магістрам рекомендуються додаткові матеріали (відео, статті) для самостійного вивчення.

Література та навчальні матеріали

1. Electromagnetic compatibility: Directive 2014/30/EU of the European Parliament and of the Council of 26 February 2014 on the harmonisation of the laws of the Member States relating to electromagnetic compatibility (recast). Text with EEA relevance. Official Journal of the European Union, 29.03.2014, L 96, pp. 79-106. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32014L0030> (дата звернення: 08.01.2024).
2. ДСТУ IEC 60050-161:2003. Словник електротехнічних термінів. Глава 161. Електромагнітна сумісність (IEC 60050-161:1990, IDT). [Чинний від 2005-01-07]. К.: Науково-дослідний інститут аудіо та відеотехніки Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», 2005. 64 с. (Національний стандарт України).
3. ДСН 239-96. Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань [Електронний ресурс]. К.: МОЗ України, 1996. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0488-96> (дата звернення 10.04.2023).
4. ДСТУ IEC 61000-1-1:2009. Електромагнітна сумісність. Частина 1. Загальні положення. Секція 1. Використання та тлумачення основоположних термінів і визначень понять (IEC 61000-1-1:1992, IDT). [Чинний від 2011-01-01]. К.: Науково-дослідний інститут телекомунікацій Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», 2011. 26 с. (Національний стандарт України).
5. ДСТУ EN 61000-4-8:2017 Електромагнітна сумісність. Частина 4-8. Методики випробування та вимірювання. Випробування на несприйнятливості до магнітного поля частоти мережі (EN 61000-4-8:2010, IDT; IEC 61000-4-8:2009, IDT). [Чинний від 2019-01-01]. К.: Технічний комітет стандартизації «Електромагнітна сумісність та стійкість радіоелектронних, електронних та електротехнічних засобів» (ТК 22), 2019. 28 с. (Національний стандарт України).
6. ДСТУ EN 61000-4-5:2019. Електромагнітна сумісність. Частина 4-5. Методики випробування та вимірювання. Випробування на несприйнятливості до сплесків напруги та струму (EN 61000-4-5:2014, IDT; IEC 61000-4-5:2014, IDT). [Чинний від 2020-01-01] К.: ДП «УкрНДНЦ», 2020. 38 с.
7. ДСТУ IEC 61000-4-11:2022 Електромагнітна сумісність. Частина 4-11. Методики випробувань та вимірювань. Випробування на несприйнятливості до провалів напруги, короткочасних переривань та змін напруги для обладнання з силою вхідного струму до 16 А на фазу (EN IEC 61000-4-11:2020; AC:2020-06, IDT; IEC 61000-4-11:20, COR1:2020, IDT). [Чинний від 2023-09-01]. К.: Технічний комітет стандартизації «Електромагнітна сумісність та стійкість радіоелектронних, електронних та електротехнічних засобів» (ТК 22), 2023. 28 с. (Національний стандарт України).
8. ДСТУ EN 61000-4-4:2019. Електромагнітна сумісність. Частина 4-4. Методики випробування та вимірювання. Випробування на несприйнятливості до швидких перехідних процесів/пакетів імпульсів (EN 61000-4-4:2012, IDT; IEC 61000-4-4:2012, IDT). [Чинний від 2020-01-01]. К.: ДП «УкрНДНЦ», 2020. 24 с.
9. ДСТУ EN 61000-4-2:2018. Електромагнітна сумісність. Частина 4-2. Методики випробування та вимірювання. Випробування на несприйнятливості до електростатичних розрядів (EN 61000-4-2:2009, IDT; IEC 61000-4-2:2008, IDT). [Чинний від 2020-01-01]. К.: Технічний комітет стандартизації «Електромагнітна сумісність та стійкість радіоелектронних, електронних та електротехнічних засобів» (ТК 22), 2020. 53 с. (Національний стандарт України).
10. ДСТУ EN IEC 61000-4-3:2021. Електромагнітна сумісність. Частина 4-3. Методики випробування та вимірювання. Випробування на несприйнятливості до радіочастотних електромагнітних полів випромінювання (EN IEC 61000-4-3:2020, IDT; IEC 61000-4-3:2020, IDT). [Чинний від 2022-09-01]. К.: Технічний комітет стандартизації «Електромагнітна сумісність та стійкість радіоелектронних, електронних та електротехнічних засобів» (ТК 22), 2022. 73 с.
11. ДСТУ EN 61000-4-9:2019. Електромагнітна сумісність. Частина 4-9. Методики випробування та вимірювання. Випробування на несприйнятливості до імпульсних магнітних полів (EN 61000-4-9:2016, IDT; IEC 61000-4-9:2016, IDT). [Чинний від 2022-08-01]. К.: Технічний комітет стандартизації «Електромагнітна сумісність та стійкість радіоелектронних, електронних та електротехнічних засобів», 2022. 52 с.
12. ДСТУ EN 61000-4-6:2019 (EN 61000-4-6:2014, IDT; IEC 61000-4-6:2013, IDT). Електромагнітна сумісність. Частина 4-6. Методики випробування та вимірювання. Випробування на несприйнятливості до кондуктивних збурень, індукованих радіочастотними полями. [Чинний від 2020-01-01]. К.: ДП «УкрНДНЦ», 2019. 36 с.

13. ДСТУ EN 61000-4-12:2017. Електромагнітна сумісність. Частина 4-12. Методики випробування та вимірювання. Випробування на несприйнятливність до дзвінкої хвилі (EN 61000-4-12:2006, IDT; IEC 61000-4-12:2006, IDT). [Чинний від 2019-01-01]. К.: Технічний комітет стандартизації «Електромагнітна сумісність та стійкість радіоелектронних, електронних та електротехнічних засобів», 2018. 27 с.
14. ДСТУ EN 61000-4-14:2022. Електромагнітна сумісність (EMC). Частина 4-14. Методи випробування та вимірювання. Випробування на стійкість до коливань напруги для обладнання з вхідним струмом, що не перевищує 16 А на фазу (EN 61000-4-14:1999, IDT; IEC 61000-4-14:1999, IDT). [Чинний від 2023-12-31]. К.: ДП «УкрНДНЦ», 2023. 14 с.
15. ДСТУ EN 61000-4-16:2019. Електромагнітна сумісність. Частина 4-16. Методики випробування та вимірювання. Випробування на несприйнятливність до кондуктивних несиметричних збурень у діапазоні частот від 0 Гц до 150 кГц (EN 61000-4-16:2016, IDT; IEC 61000-4-16:2015, IDT). [Чинний від 2023-09-01] К.: Технічний комітет стандартизації «Електромагнітна сумісність та стійкість радіоелектронних, електронних та електротехнічних засобів» (ТК 22), 2023. 22 с.
16. ДСТУ EN 61000-4-28:2018. Електромагнітна сумісність. Частина 4-28. Методики випробування та вимірювання. Випробування на несприйнятливність до змінення частоти електромережі для обладнання з вхідним струмом силою не більше ніж 16 А на фазу (EN 61000-4-28:2000; A1:2004; A2:2009, IDT; IEC 61000-4-28:1999; A1:2001; A2:2009, IDT). [Чинний від 2020-01-01] К.: Технічний комітет стандартизації «Електромагнітна сумісність та стійкість радіоелектронних, електронних та електротехнічних засобів», 2020. 14 с.
17. ДСТУ EN 61000-4-13:2019. Електромагнітна сумісність. Частина 4-13. Методики випробування та вимірювання. Випробування на несприйнятливність до низькочастотних гармонік та інтергармонік, а також до сигналів систем передавання на портах живлення змінним струмом (EN 61000-4-13:2002, IDT; IEC 61000-4-13:2002, IDT). [Чинний від 2020-01-01]. К.: ДП «УкрНДНЦ», 2020. 24 с.
18. ДСТУ EN 61000-4-10:2019. Електромагнітна сумісність. Частина 4-10. Методики випробування та вимірювання. Випробування на несприйнятливність до загасного коливального магнітного поля (EN 61000-4-10:2017, IDT; IEC 61000-4-10:2016, IDT). [Чинний від 2022-08-01]. К.: Технічний комітет стандартизації «Електромагнітна сумісність та стійкість радіоелектронних, електронних та електротехнічних засобів», 2022. 36 с.
21. Електромагнітна сумісність у системах електропостачання: підручник / Жежеленко І. В., Шидловський А. К., Півняк Г. Г., Саєнко Ю. Л. Д: Нац. гірнич. ун-т, 2009. 319 с.: іл.
22. Лазебний В.С., Пілінський В.В., Швайченко В.Б. Електромагнітна сумісність електронних засобів: навч. посіб. Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 343 с.
23. Рой В. Ф. Електромагнітна сумісність у системах електроспоживання : консп. лекцій. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 114 с.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання на заліку (20%) та поточного оцінювання (80%). Залік проводиться за білетами в усній формі. Поточне оцінювання складається з оцінок за контрольну роботу (40 балів), за роботу на практичних заняттях (20 балів) та захисту розрахунково-графічного завдання (20 балів).

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

Дата погодження, підпис

Завідувач кафедри
Євген БАЙДА

Дата погодження, підпис

Гарант ОП
Олена ЮР'ЄВА