



Силабус освітнього компонента
Програма навчальної дисципліни



Шуми і вібрації електричних машин

Шифр та назва спеціальності

G3 – Електрична інженерія

Спеціалізація

–

Освітня програма

Електромеханіка

Рівень освіти

Другий (Магістерський)

Семестр

2

Інститут

ННІ Електроенергетики, електроніки та електромеханіки

Кафедра

Електричні машини (126)

Тип дисципліни

Вільного вибору, професійна

Форма навчання

Денна

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Шилкова Лариса Василівна

larysa.shylkova@khp.edu.ua

доктор філософії, доцент, доцент кафедри електричних машин

Авторка та співавторка понад 50 наукових та методичних публікацій.

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Дисципліна вивчає основні відомості з фізичної, фізіологічної та вимірювальної акустики і розрахункові методи аналізу шумів і вібрацій електричних машин

Мета та цілі дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни є підготовка магістрів за спеціальністю G3 «Електрична інженерія», дів аналізу шумів та вібрацій електричних машин та шляхів їх усунення.

Формат занять

Лекції, практичні заняття, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – іспит.

Компетентності

Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій.

Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях, працювати самостійно та в команді.

Здатність продукувати нові ідеї, приймати обґрунтовані рішення, проявляти креативність та системне мислення, виявляти та оцінювати ризики.

Знання і розуміння закономірностей, механізмів та наслідків відмов обладнання, здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання та об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові та технічні методи і відповідне програмне забезпечення для вирішення науково-технічних проблем та проводити наукові дослідження в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Здатність застосовувати наявні та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань, зокрема при проектуванні та експлуатації об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Здатність застосовувати аналітичні методи аналізу, математичне моделювання та виконувати фізичні, математичні і обчислювальні експерименти для розв'язання інженерних завдань та при проведенні наукових досліджень.

Здатність застосовувати інформаційно-комунікаційні технології та навички програмування для розв'язання типових завдань інженерної та наукової діяльності в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

Здатність використовувати закони та інженерні принципи, математичний апарат високого рівня для проектування, моделювання, конструювання, виробництва, монтажу, експлуатації, технічного обслуговування та утилізації об'єктів, у сфері електричних машин, електричних апаратів, електропобутової техніки та електротранспорту.

Здатність застосовувати методи розрахунку, вимірювання, діагностики джерел шуму та вібрацій в електромеханічних пристроях.

Результати навчання

Знаходити варіанти підвищення енергоефективності та надійності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання й відповідних комплексів і систем.

Визначати план заходів з підвищення надійності, безпеки експлуатації та продовження ресурсу електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання і відповідних комплексів і систем.

Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах і системах.

Дотримуватися принципів та правил академічної доброчесності в освітній та науковій діяльності.

Вільно спілкуватися усно і письмово державною та іноземною мовами з сучасних наукових і технічних проблем електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Використовувати закони та інженерні принципи, математичний апарат високого рівня для проектування, моделювання, конструювання, виробництва, монтажу, експлуатації, технічного обслуговування та утилізації об'єктів, у сфері електричних машин, електричних апаратів, електропобутової техніки та електротранспорту.

Збирати та інтерпретувати необхідні дані, визначати сучасний стан та тенденції розвитку показників та характеристик електротехнічного обладнання у сфері електричних машин, електричних апаратів, електропобутової техніки та електротранспорту, зокрема із застосуванням сучасних інформаційних технологій.

Визначати джерела шумів і вібрацій, розраховувати, вимірювати та усувати причини вібрації, знати новітні досягнення теорії шумів та вібрацій в електромеханічних пристроях.

Обсяг дисципліни

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

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Дисципліна базується на вивченні навчальних дисциплін "Основи наукових досліджень", "Надійність та діагностика електрообладнання", "Сучасні напрямки розвитку електроенергетики та електромеханіки", "Моделювання електромеханічних систем"..

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, інженерний семінар, співбесіда, консультація.

На практичних заняттях використовується компетентнісний підхід до навчання, ігрові методи, акцентується увага на застосуванні інформаційних технологій при визначенні перспектив розвитку в електроенергетиці та електромеханіці.

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій	Кількість годин
Тема 1. Вступ. Основні поняття акустики Актуальність проблеми дослідження шуму і вібрації електричних машин. Вплив шуму і вібрації на організм людини. Основні поняття акустики (звук, шум, звукове поле, вібрація). Класифікація шумів залежно від природи джерела.	2
Тема 2. Фізичні характеристики звуку Звуковий тиск, звукова потужність, інтенсивність звуку, швидкість звуку, довжина звукової хвилі, частота звуку, віброшвидкість, віброприскорення, вібропереміщення. Зв'язок між звуковим тиском потужністю і інтенсивністю звуку. Звуковий тиск і інтенсивність звуку при одночасній дії кількох джерел звуку. Зв'язок звукового тиску і інтенсивності звуку з віброшвидкістю.	2
Тема 3. Фізіологічні характеристики звуку Зона слухового сприйняття, гучність звуку, висота звуку, тембр звуку. Зв'язок фізіологічних характеристик з фізичними.	2
Тема 4. Коливання механічних систем із зосередженими параметрами Вільні та вимушені коливання механічних систем із зосередженими параметрами. Рівняння вільних і вимушених коливань в системі із зосередженими параметрами з одним ступенем свободи та види їх вимірювання. Амплітуда коливальної швидкості системи із зосередженими параметрами з одним ступенем свободи при наявності в'язкого тертя. Механічний опір. Резонанс в системах із зосередженими та розподіленими параметрами.	2
Тема 5. Одиниці вимірювання шуму і вібрації Децибел, фон, декада, октава. Рівні звукової потужності, інтенсивності звуку, звукового тиску, гучності, звуку, віброшвидкості та віброприскорення. Зв'язок між рівнями звукової потужності, інтенсивності звуку і звукового тиску. Рівні звукового тиску та інтенсивності звуку при одночасній дії кількох джерел звуку. Зв'язок рівней звукового тиску і інтенсивності звуку з рівнем віброшвидкості. Зв'язок рівнів віброшвидкості та віброприскорення.	2
Тема 6. Коливання кругового кільця Власні форми і власні частоти вигибних коливань вільного кругового кільця. Розрахунок коливань вільного кругового кільця. Зміна власних форм і власних частот коливань вільного кругового кільця при його жорсткому закріпленні у двох точках.	2
Тема 7. Поперечні (вигибні) коливання валів, що обертаються Моделювання валів змінного перерізу при дослідженні їх вигибних коливань. Рівняння руху невагомому валу з диском, що обертається в жорстких підшипниках (без тертя), і вид його вирішення. Залежність динамічного прогину невагомому валу з диском, що обертається в жорстких підшипниках,	2

від частоти обертання. Резонанс вигибних коливань невагомого валу з диском. Критична частота обертання валу. Відміна власних форм коливань невагомих валів з диском, що обертаються в жорстких і пружних дисках.

Тема 8. Поперечні (вигибні) коливання валів, що обертаються	2
Власні форми і власні частоти вигибних коливань валів з розподіленою масою (постійного перерізу), що обертаються в жорстких та пружних підшипниках. Жорсткі і пружні вали. Критична частота обертання другого роду.	
Тема 9. Загальні відомості про джерела шуму і вібрації електричних машин	2
Джерела шуму і вібрації електричних машин. Фактори, що впливають на співвідношення джерел шуму і вібрації в електричних машинах. Розподілення джерел шуму і вібрації в електричних машинах. Розподілення джерел шуму і вібрації електричних машин методами послідовного вилучення (ослаблення) джерел і спектрального аналізу.	
Тема 10. Магнітний шум і магнітна вібрація асинхронних двигунів	2
Розрахунок магнітних сил у повітряному проміжку методом гармонічних провідностей. Магніторушійні сили обмоток статора і ротора. Магнітна провідність повітряного проміжку.	
Тема 11. Магнітний шум і магнітна вібрація асинхронних двигунів	2
Магнітне поле у повітряному зазорі. Радіальні та тангенціальні сили, що створюються магнітними полями. Розрахунок магнітної вібрації корпусу асинхронного двигуна.	
Тема 12. Магнітний шум і магнітна вібрація асинхронних двигунів	2
Фактори, що впливають на магнітний шум і магнітну вібрацію асинхронних двигунів (скіс пазів, ексцентриситет повітряного проміжку, насичення сталі, нерівномірність розподілення струмів у обмотці з кількома паралельними вітками, несинусоїдність напруги і струму, несиметрія струмів у фазах обмотки статора, технологічні та конструктивні фактори).	
Тема 13. Вібрація електричних машин, що збуджується механічною нерівновагою ротора	2
Інженерні методи розрахунку частот обертання жорсткого ротора (метод Фрідмана, приблизні методи).	
Тема 14. Вібрація електричних машин, що збуджується механічною нерівновагою ротора	2
Види нерівноваги жорстких роторів. Розрахунок вібрації електричних машин, зумовленої нерівновагою ротора. Послаблення вібрації на критичній частоті обертання другого роду.	
Тема 15. Балансування роторів електричних машин	2
Основні поняття. Статичне і динамічне балансування.	
Тема 16. Вентиляційний шум електричних машин	2
Причини виникнення вентиляційного шуму. Розрахунок вентиляційного шуму. Фактори, що впливають на вентиляційний шум.	
Загальна кількість годин	32

Практичні заняття

Теми практичних/семінарських занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти а
Тема 1. Аналіз стандартів щодо шуму електричних машин.	2	–
Аналіз стандартів щодо вібрації електричних машин		
Розроблення термінологічного словника основних понять		

теорії шумів і вібрацій електричних машин

Тема 2. Розрахунок коливань статора асинхронного двигуна Розрахунок кутових частот вільних коливань, частот власних коливань і податливості статора асинхронного двигуна	2	–
Тема 3. Розрахунок магнітної вібрації корпусу асинхронного двигуна Розрахунок амплітуди радіальних сил та середньоквадратичного значення віброшвидкості, що обумовлена магнітними силами в повітряному проміжку асинхронного двигуна	2	–
Тема 4. Розрахунок магнітного шуму, що випромінюється корпусом асинхронного двигуна Розрахунок інтенсивності звуку, що випромінюється корпусом асинхронного двигуна та рівнів інтенсивності звуку	2	–
Тема 5. Розрахунок критичної частоти обертання ротора асинхронного двигуна Визначення критичної частоти обертання ротора за методом Фрідмана	2	–
Тема 6. Розрахунок вібрації, яка створюється механічною невідповідністю ротора Визначення середньоквадратичного значення віброшвидкості при змішаній невідповідності ротора	2	–
Тема 7. Розрахунок вібрації, яка створюється підшипниками кочення Визначення середньоквадратичного значення віброшвидкості вальниць кочення при вертикальному переміщенні осі шийок ротора в опорах	2	–
Тема 8. Розрахунок вібрації на частоті обертання ротора Визначення ефективного значення віброшвидкості на частоті обертання ротора	2	–
Загальна кількість годин	16	$\sum_{i=1}^n a_i = 0$

Лабораторні заняття

В навчальному плані відсутні.

Контрольні роботи

Комплексний тест

Вагові
коефіцієнти b

Тема. Шум і вібрація електричних машин Питання охоплюють теоретичні основи акустики та вібрації, механіку коливальних систем, фізичні й фізіологічні характеристики шуму, особливості виникнення магнітних, механічних і вентиляційних шумів в електричних машинах, а також інженерні методи їх дослідження та зменшення.	1
Загальна кількість годин	$\sum_{i=1}^n b_i = 1$

Самостійна робота

До самостійної роботи відноситься самостійне опрацювання теоретичного матеріалу та виконання індивідуального завдання (Розрахункове завдання).

Опрацювання теоретичного матеріалу

Теми для самостійного вивчення

Кількість годин

Тема 1. Нормування шуму і вібрації в електричних машинах. Міжнародні та національні стандарти (IEC, ISO, ДСТУ) щодо допустимих рівнів шуму і вібрації електричних машин. Критерії оцінювання шумових і вібраційних характеристик. Порівняльний аналіз нормативних вимог.	6
Тема 2. Методи спектрального аналізу шуму і вібрації Частотні методи аналізу шуму і вібрації. Октавний та третинооктавний аналіз. Швидке перетворення Фур'є. Застосування спектрального аналізу для ідентифікації джерел шуму електричних машин.	6
Тема 3. Чисельні методи дослідження шуму і вібрації електричних машин Метод скінченних елементів у задачах акустики та вібрації. Моделювання магнітних і механічних коливань. Порівняння аналітичних та чисельних методів розрахунку.	6
Тема 4. Вплив конструктивних параметрів електричних машин на рівень шуму Вплив геометрії пазів, повітряного проміжку, жорсткості корпусу, типу підшипників та системи вентиляції на шумові характеристики електричних машин.	6
Тема 5. Методи активного та пасивного зниження шуму і вібрації Віброізоляція, демпфування, звукопоглинальні матеріали. Активні системи керування шумом і вібрацією. Порівняння ефективності методів.	6
Тема 6 Акустична діагностика технічного стану електричних машин Використання шумових і вібраційних сигналів для діагностики дефектів електричних машин. Методи раннього виявлення несправностей.	6
Загальна кількість годин	36

Тематика індивідуальних завдань

Розрахункове завдання передбачає виконання студентом звіту з комплексу інженерно-розрахункових робіт, який охоплює 8 тем і виконується відповідно до виданого викладачем варіанта. Звіт має бути оформлений відповідно до вимог стандарту Університету. Завдання виконується протягом навчальних тижнів і подається на перевірку до екзамену.

Визначення рівня шуму та вібрації електричних машин

Тема 1. Стандартизація шуму та вібрації електричних машин	
Тема 2. Коливання статора асинхронного двигуна	
Тема 3. Магнітна вібрація корпусу асинхронного двигуна	
Тема 4. Магнітний шум, що випромінюється корпусом асинхронного двигуна	
Тема 5. Критична частота обертання ротора асинхронного двигуна	
Тема 6. Вібрація, яка створюється механічною невідповідністю ротора	
Тема 7. Вібрація, яка створюється підшипниками кочення	
Тема 8. Вібрація на частоті обертання ротора	
Загальна кількість годин	36

Неформальна освіта

Здобувач має можливість перезарахувати окремі теми або курс шляхом: проходження професійних курсів чи тренінгів, онлайн-освіти, професійних стажувань, у сфері, що відповідає навчальним цілям дисципліни.

Для зарахування необхідно надати: сертифікат (електронний або друкований) про проходження курсу/стажування, опис програми тренінгу із зазначенням змісту тем, обсягу та тривалості.

Рекомендовані курси, тренінги, стажування

1. Acoustics: Sound Absorbing Materials
<https://alison.com/course/acoustics-sound-absorbing-materials>
2. Acoustics: Materials and Signal Analysis
<https://alison.com/course/acoustics-materials-and-signal-analysis>
3. Noise, Vibration & Harshness (NVH) Testing
<https://www.coursera.org/learn/noise-vibration--harshness-nvh-testing>
4. Professional Certificate in Noise Control Approaches
<https://www.lsibonline.com/Course/Details/8665>

Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси

Основна література

1. Надійність електричних машин. Вібрації та шуми електричних машин. Комп'ютерний практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів, які навчаються за освітньою програмою "Електричні машини і апарати" / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. О. А. Гераскін. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 125 с.
2. Губаревич О. В. Надійність і діагностика електрообладнання : підручник / О. В. Губаревич. – Северодонецьк: вид-во СХУ ім. В. Даля, 2016. – 248 с.
3. Кутін, В. М. Діагностика електрообладнання : навчальний посібник / В. М. Кутін, М. О. Ілюхін, М. В. Кутіна – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 161 с.
4. ДСТУ 2325-93 Шум. Терміни та визначення. Шуми і вібрації електричних машин
5. ДСТУ 2300-93 Вібрація. Терміни та визначення.
6. Методичні вказівки до виконання розрахункового завдання «Визначення рівня шуму та вібрації електричних машин» та самостійної роботи з навчальної дисципліни «Шуми і вібрації електричних машин» / Укладачі: Л. В. Шилкова, О. Ю. Юр'єва – Харків: НТУ «ХПІ», 2025. – 32 с.
7. Лисенко В. В. Аналіз шуму та вібрації електричних машин та їх усунення. Матеріали науково-практичної студентської конференції "Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України", 4-5 квітня 2019 р., наук. кер. О. Ю. Єгорова. Харків: ХНТУСГ, 2019. Вип. 11. С. 158.

Система оцінювання

Підсумкова оцінка з освітнього компонента визначається відповідальним лектором за темами, видами занять, тощо відповідно до силабусу і є інтегральною оцінкою результатів усіх вид навчальної діяльності здобувача вищої освіти. Підсумкова оцінка повинна відображати всі оцінки за складовими навчального процесу з урахуванням їх вагових показників k :

Поточний контроль (практичні заняття), k_1	Контрольні роботи (за наявності), k_2	Індивідуальне завдання (за наявності), k_3	Підсумковий контроль (для ОК з іспитом), k_4
---	--	--	--

–	0,6	0,3	0,1
---	-----	-----	-----

Сума коефіцієнтів повинна складати одиницю: $k_1 + k_2 + k_3 + k_4 = 1$. Підбір вагових коефіцієнтів підсумкової оцінки здійснює розробник курсу.

Розрахунок підсумкової оцінки проводиться за формулою:

$$O = П \cdot k_1 + K \cdot k_2 + I \cdot k_3 + Пк \cdot k_4,$$

де: $П$ – середньозважена середня оцінка за поточний контроль,
 I – оцінка за виконання індивідуального завдання,
 K – середньозважена оцінка за контрольні роботи,

P_k – оцінка за підсумковий контроль.

$$P = \frac{P_1 \cdot a_1 + P_2 \cdot a_2 + \dots + P_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^n a_i},$$

де: a_i - ваговий коефіцієнт за лабораторне заняття.

$$K = \frac{K_1 \cdot b_1}{\sum_{i=1}^n b_i},$$

де: b_i - ваговий коефіцієнт за контрольну роботу.

Поточні оцінки за кожну складову ($P, K, I, \dots$) виставляються за 100-бальною шкалою згідно з положенням «Про критерії та систему оцінювання знань та вмінь і про рейтинг здобувачів вищої освіти» НТУ «ХПІ».

Підсумкова оцінка виставляється відповідно до розрахованої O з округленням до найближчого цілого числа в більшу сторону.

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

Здобувач вищої освіти 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	30.08.2025	Завідувач кафедри Андрій ЄГОРОВ
	30.08.2025	Гарант ОП Сергій ВИРОВЕЦЬ
	30.08.2025	Гарант ОП Андрій ЄГОРОВ