



## Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

# Спеціальні розділи динаміки двигунів внутрішнього згоряння

Шифр та назва спеціальності

142 – Енергетичне машинобудування

Інститут

ННІ Енергетики, електроніки та електромеханіки

Освітня програма

Енергетика,

Кафедра

Двигуни та гібридні енергетичні установки (124)

Рівень освіти

Магістр

Тип дисципліни

Профільна, вибіркова

Семестр

2

Мова викладання

Українська

## Викладачі, розробники



### Кравченко Сергій Сергійович

[Serhii.Kravchenko@kpi.edu.ua](mailto:Serhii.Kravchenko@kpi.edu.ua)

Кандидат технічних наук, доцент кафедри двигунів та гібридних енергетичних установок НТУ "ХПІ", завідувач кафедри

Автор близько 50 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Динаміка та міцність ДВЗ», «Автоматичне регулювання ДВЗ», «Основи технічної термодинаміки», «Спеціальні розділи теорії розрахунків енергетичного обладнання (Спеціальні розділи розрахунків у ДВЗ)», «Обрані теми термодинаміки».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

### Анотація

В рамках курсу вивчаються динаміка та кінематика основних механізмів силових агрегатів транспортних засобів, а також загальні питання гармонічних коливань в механічних системах, періодичні коливальні процеси, механічні коливальні системи та їх параметри, вільні та вимушені коливання механічних коливальних систем з одним і більше ступенями свободи, резонансні коливальні процеси і заходи боротьби з ними.

### Мета та цілі дисципліни

Мета вивчення дисципліни – забезпечення майбутніх фахівців теоретичними знаннями та практичними навичками щодо динаміки, кінематики, коливальних процесів в механізмах двигунів внутрішнього згоряння.

### Формат занять

Лекції, практичні роботи, самостійна робота РГ, консультації. Підсумковий контроль – залік.

## Компетентності

СК 01. Здатність застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки в сфері енергетичного машинобудування.

СК 07. Здатність приймати ефективні рішення з виробництва і експлуатації енергетичного та теплотехнологічного обладнання з урахуванням вимог щодо якості, екологічності, надійності, конкурентноздатності та охорони праці.

СК 10 Здатність опановувати та використовувати знання сучасних технологій, методів при дослідженні, проектуванні, модернізації та експлуатації енергетичного обладнання та аналізувати отримані результати.

## Результати навчання

РН 1. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у галузі енергетичного машинобудування для розв'язування складних задач професійної діяльності.

РН 6. Використовувати методи моделювання, а також методи експериментальних досліджень з метою детального вивчення тепло- і масообмінних, гідравлічних та інших процесів, які відбуваються в технологічному обладнанні та об'єктах енергетичного машинобудування.

РН 8. Розробляти, обирати та застосовувати ефективні розрахункові методи розв'язання складних задач енергетичного машинобудування.

## Обсяг дисципліни

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

## Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: Методи математичної оптимізації в двигунобудуванні; Теорія вірогідності, математична статистика та надійність енергетичних установок; Прогресивні технології машинного виробництва; Спеціальні розділи фізики: тепломасообмін в двигунобудуванні Спеціальні розділи розрахунків в двигунобудуванні.

## Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції та практичні проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій.

## Програма навчальної дисципліни

### Теми лекційних занять

Тема 1. Кінематика та динаміка кривошипно-шатунного механізму. Основні поняття та позначення. Схеми й типи КШМ. Кінематика аксіального КШМ. Кінематика дезаксіального КШМ.

Тема 2. Сили та крутні моменти, які діють у КШМ. Сили тиску газів. Сили інерції. Приведення мас шатуна. Зосереджені маси в КШМ рядного двигуна. Сумарні сили та моменти, що діють у кривошипно-шатунному механізмі.

Тема 3. Навантаження на шийки і підшипники КШМ. Навантаження на шатунні та корінні шийки і підшипники. Годографи навантажень.

Тема 4. Нерівномірність крутного моменту та обертання колінчастого валу ДВЗ. Розрахунок маховика. Визначення, поняття пов'язані з коливаннями. Роль коливань в природі та механіці. Механічні коливання та їх значення.

Тема 5. Гармонічні коливання в механічних коливальних системах. Гармонічне коливання та його елементи. Векторне зображення гармонічного коливання. Комплексна форма гармонічного коливання. Додавання гармонічних коливань. Диференціювання гармонічних коливань.

Тема 6. Періодичні коливальні процеси та їх спектральне представлення. Загальні положення. Чисельний гармонічний аналіз.

Тема 7. Механічні коливальні системи та визначення їх параметрів. Механічні коливальні системи та їх властивості. Сили в механічних коливальних системах. Параметри МКС. Жорсткості та

податливості складених елементів. Зведення (редукування) характеристик елементів системи. Реальні МКС та їх розрахункові моделі.

Тема 8. Вільні та вимушені коливання механічних коливальних систем з одним ступенем свободи. Складання рівнянь руху механічних коливальних систем. Вільні коливання лінійних консервативних систем з одним ступенем свободи. Вільні коливання МКС з одним ступенем свободи при лінійному опорі.

Тема 9. Вільні коливання консервативних систем з великим числом ступенів свободи. Вільні коливання незакріпленої системи з двома ступенями свободи. Метод лінійної алгебри розрахунку вільних коливань консервативних систем. Вільні коливання незакріпленої ланцюгової системи з трьома ступенями свободи. Висновки з дослідження вільних коливань ланцюгових незакріплених систем з двома і трьома ступенями свободи. Вільні коливання ланцюгових систем з  $n$  ступенями свободи. Розрахунок вільних коливань ланцюгових систем з  $n$  ступенями свободи методом залишкового моменту.

Тема 10. Резонансні крутильні коливання колінчастих валів ДВЗ. Передумови до розрахунку. Збуджуючі моменти крутильних коливань ДВЗ. Резонансні режими роботи двигуна. Енергія збудження коливань гармонікою крутного моменту на  $i$ -тому кривошипі колінчастого валу. Фазові зсуви між гармоніками  $p$ -го порядку від крутних моментів, які прикладені до кривошипних мас (кривошипів двигуна) крутильної системи колінчастого валу. Припущення, які використовуються при розрахунку резонансних коливань на основі методу енергетичного балансу. Енергія збудження резонансних коливань гармоніками  $p$ -го порядку крутних моментів на всіх кривошипах багатопілляндрового двигуна. Розсіювання енергії крутильних коливань демпфіруючими опорами (демпфірування). Визначення найбільш небезпечного резонансного режиму роботи двигуна. Визначення максимальних напруг від крутильних коливань в елементах системи колінчастого валу.

Тема 11. Заходи боротьби з крутильними коливаннями.

## Теми практичних занять

Тема 1. Складання дискретної розрахункової моделі колінчастого валу ДВЗ.

Тема 2. Визначення параметрів розрахункової моделі. Масові моменти інерції зосереджених мас.

Тема 3. Визначення параметрів розрахункової моделі. Податливості крутильної системи колінчастого валу.

Тема 4. Розрахунок вільних коливань системи колінчастого валу ДВЗ

Тема 5. Вибір резонансних режимів і розрахунок резонансних вимушених коливань.

## Теми лабораторних робіт

Лабораторні роботи в рамках дисципліни не передбачені.

## Самостійна робота

Курс передбачає виконання індивідуального розрахунково-графічного завдання у вигляді розрахункової роботи "Розрахунок крутильних коливань системи колінчастого валу двигуна внутрішнього згорання".

## Література та навчальні матеріали

«Основна література»

1 Динамічний розрахунок і зрівноваження поршневих двигунів внутрішнього згорання / В.Б. Пода. – Навч. посібник. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т „Харк. авіац. ін-т”, 2007. – 105 с.

2 Марченко А.П., Рязанцев М.К., Шеховцов А.Ф. Двигуни внутрішнього згорання: Серія підручників у 6 томах. Т. 1. Розробка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних машин./ За ред. А.П. Марченка та А.Ф. Шеховцова. – Харків: Прапор, 2004. – 384 с.

3 Тимченко І.І. та ін. Автомобільні двигуни / І.І.Тимченко, Ю.Ф.Гутаревич, К.Є.Долганов, М.Р.Муждобаєв; за ред. І.І.Тимченка. – Харків: Основа, 1995. – 464 с.

4. Динаміка колінчастих валів двигунів внутрішнього згорання: Навч. посібник / В.М. Карабан, Ю.Л. Тарсіс. – Київ: НМК ВО, 1992. – 204 с.

## «Додаткова література»

1 Двигуни внутрішнього згоряння: Серія підручників у 6 томах. Т. 1-6. / За ред. А.П. Марченка та А.Ф. Шеховцова. – Харків: Прапор, 2004.

2 Методичні вказівки до виконання розрахункової роботи з дисципліни «Динаміка та міцність» для студентів спеціальності 142 Енергетичне машинобудування / Уклад. С.С. Кравченко, О.Ю. Лінков, С.В. Обозний. - Харків: НТУ «ХПІ», 2023. - 56 с.

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді заліку (40%) та поточного оцінювання (60%).

Поточне оцінювання: 2 онлайн тести та розрахунково-графічна робота (по 20%).

### 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

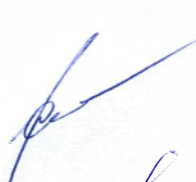
## Норми академічної етики і політика курсу

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

14.07.2023, підпис



Завідувач кафедри  
Сергій КРАВЧЕНКО

14.07.2023, підпис



Гарант ОП  
Олена АВДЕЄВА