



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Прикладна теорія коливань

Шифр та назва спеціальності

G11 – Машинобудування

Спеціалізація

G11.05 – Транспортні засоби

Освітня програма

Транспортно-технологічні машини і обладнання

Рівень освіти

Перший (бакалаврський)

Семестр

5

Інститут

ННІ Механічної інженерії і транспорту

Кафедра

Автомобіле- і тракторобудування (152)

Тип дисципліни

Спеціальна (фахова)

Форма навчання

Денна

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники

**Кожушко Андрій Павлович**

Andrii.Kozhushko@khpi.edu.ua

Доктор технічних наук, професор, професор кафедри «Автомобіле- і тракторобудування» НТУ «ХПІ». Досвід роботи – 12 років.

Автор та співавтор понад 100 наукових та методичних публікацій.

Провідний лектор з дисциплін: «Прикладна теорія коливань», «Математичні моделі систем транспортних засобів», «Ергономічні властивості та екологія самохідних машин».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Дисципліна «Прикладна теорія коливань» є фундаментальною для подальшого освоєння дисциплін, пов'язаних з розрахунками вузлів та систем транспортних засобів, розвиває знання та навички, які необхідні при вивченні коливальних процесів, які виникають в механічних системах автомобілів та тракторів.

Мета та цілі дисципліни

Метою викладання дисципліни «Прикладна теорія коливань» є оволодіння теоретичними знаннями та практичними навичками в сфері вибору та обґрунтування найбільш доцільних систем підресорювання автомобілів та тракторів, розробки конструктивних рішень на підставі

теоретичних досліджень з урахуванням дії експлуатаційних факторів. Формування розуміння теоретичних питань коливань механічних систем, коливань твердого тіла, механічних систем з багатьма ступенями свободи автомобіля та/або трактора при дії гармонічних чи випадкових вимушених сил.

Формат занять

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

Компетентності

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення.

ЗК6. Здатність проведення досліджень на певному рівні.

ЗК10. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ФК1. Здатність застосовувати типові аналітичні методи та комп'ютерні програмні засоби для розв'язування інженерних завдань галузевого машинобудування, ефективні кількісні методи математики, фізики, інженерних наук, а також відповідне комп'ютерне програмне забезпечення для розв'язування інженерних задач галузевого машинобудування.

ФК2. Здатність застосовувати фундаментальні наукові факти, концепції, теорії, принципи для розв'язування професійних задач і практичних проблем галузевого машинобудування.

ФК7. Здатність приймати ефективні рішення щодо вибору конструкційних матеріалів, обладнання, процесів та поєднувати теорію і практику для розв'язування інженерного завдання.

ФК8. Здатність реалізовувати творчий та інноваційний потенціал у проектних розробках в сфері галузевого машинобудування.

ФК11. Здатність ефективно використовувати сучасні комп'ютерні програми та програмні комплекси для інженерних розрахунків, моделювання та аналізу у сфері транспортно-технологічних машин та обладнання.

ФК12. Здатність обирати раціональні підходи і технічні засоби до розробки технічних об'єктів та систем транспортно-технологічних машин та обладнання, створювати конкурентоспроможні технічні об'єкти, застосовувати критерії для оцінки їх функціональної, експлуатаційної, енергетичної та загальної ефективності.

Результати навчання

РН1. Знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування відповідної галузі.

РН3. Знати і розуміти системи автоматичного керування об'єктами та процесами галузевого машинобудування, мати навички їх практичного використання.

РН4. Здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задач і практичних проблем у галузевому машинобудуванні.

РН5. Аналізувати інженерні об'єкти, процеси та методи.

РН8. Розуміти відповідні методи та мати навички конструювання типових вузлів та механізмів відповідно до поставленого завдання.

РН15. Мати навички практичного використання сучасних комп'ютерних програм та програмних комплексів у сфері транспортно-технологічних машин та обладнання.

РН16. Розробляти раціональні конструктивні рішення механічних систем, машин, механізмів та їх елементів і агрегатів, відповідно до заданих характеристик транспортно-технологічних машин та обладнання при вирішенні практичних задач.

Обсяг дисципліни

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

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: "Алгоритми та комп'ютерні програмні засоби", "Вища математика", "Фізика", "Теоретична механіка", "Чисельні методи моделювання технічних об'єктів та процесів галузевого машинобудування", "Конструкція транспортних засобів"

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Інтерактивні лекції та практичні роботи з презентаціями, дискусії; виклад нового навчального матеріалу; таблиці, схеми, демонстраційні (або роздаткові) матеріали, робота з навчальними посібниками; пояснення; бесіда (вступна, репродуктивна, евристична, контрольна); словесні: опитування, бесіда, дискусія; наочні: презентація, використання відео- та аудіо джерел і матеріалів; практичні: конспектування та обговорення технічних джерел; тестування, написання індивідуальних завдань (розрахункових завдань); командна робота, кейс-метод, метод зворотного зв'язку з боку студентів, проблемне навчання.

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій	Кількість годин
Тема 1. Основні поняття та термінологія.	2
1.1.Визначення механічних коливань. Параметри коливань. 1.2.Основні етапи дослідження коливань. Класифікація коливань. 1.3.Узагальнені координати, абсолютна і відносна системи відліку координат. 1.4. Сили, що діють на механічну систему в процесі її руху	
Тема 2. Вільні коливання одноступової механічної системи без урахування опору.	2
2.1.Вільні коливання лінійної одноступової системи без урахування опору тертя. 2.2.Вільні коливання одноступової системи з нелінійною відновлювальною силою.	
Тема 3. Вільні коливання одноступової механічної системи з урахуванням опору тертя.	2
3.1. Вільні коливання лінійної одноступової системи з урахуванням опору лінійно-в'язкого тертя. 3.2.Вільні коливання лінійної одноступової системи з урахуванням опору сухого тертя.	
Тема 4. Вільні коливання лінійних багатомасових механічних систем	2
4.1. Вільні коливання лінійних багатомасових систем. 4.2.Форми головних коливань.	
Тема 5. Вимушені коливання одноступових механічних систем при силовому збуренні	2
5.1. Вимушені коливання лінійної одноступової системи без урахування опору тертя. 5.2.Вимушені коливання лінійної одноступової системи при одиничному впливі. 5.3. Вимушені коливання лінійної одноступової системи в умовах лінійно-в'язкого тертя.	
Тема 6. Вимушені коливання одноступових механічних систем при складному впливі.	2
6.1. Комплексна передавальна функція і її використання при дослідженні вимушених коливань. 6.2. Вимушені коливання лінійної одноступової системи в разі кінематичного зовнішнього впливу періодичного характеру. 6.3. Вимушене коливання при довільному періодичному зовнішньому впливі.	

Тема 7. Дослідження вимушених коливань механічних систем складної структури	2
7.1. Особливості дослідження коливань нелінійних механічних систем.	
7.2. Вимушені коливання механічних систем з нелінійною відновлювальною силою.	
7.3. Вимушені коливання в нелінійних дисипативних системах.	
Тема 8. Вимушені коливання лінійних багатомасових механічних систем	2
8.1. Вимушені коливання лінійних багатомасових систем без урахування опору тертя.	
8.2. Вимушені коливання лінійних багатомасових систем в умовах лінійно-в'язкого тертя.	
8.3. Побудова і аналіз амплітудно-частотних характеристик багатомасових механічних систем.	
8.4. Основні напрямки боротьби з коливаннями механічних систем.	
Загальна кількість годин	16

Практичні заняття

Теми практичних/семінарських занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти a
Тема 1. Вирішення задач з формування диференціальних рівнянь вільних коливань.	2	1
Тема 2. Вирішення задач з аналізу вільних коливань без урахування опору	2	0,5
Тема 3. Вирішення задач з аналізу вільних коливань з урахуванням опору тертя	2	0,5
Тема 4. Вирішення задач з аналізу вільних коливань лінійних багатомасових механічних систем	2	1
Тема 5. Визначення частот вільних коливань автомобіля та трактора	2	1
Тема 6. Побудова пружною характеристики шин автомобіля та трактора	2	1
Тема 7. Побудова пружною характеристики підвіски автомобіля	2	1
Тема 8. Визначення розмірів гвинтової циліндричної та конічної пружини	2	1
Тема 9. Розрахунок пружини на міцність. Вибір та розрахунок стабілізаторів поперечної стійкості	2	1
Тема 10. Розрахунок АЧХ для автомобіля з ресорною підвіскою	2	1
Тема 11. Побудова демпфуючих характеристик амортизаторів	2	1
Тема 12. Динамічні гасителі коливань та їх розрахунок	2	1
Тема 13. Побудова мікропрофілю дорожньої поверхні	3	1
Тема 14. Дослідження плавності ходу автомобілів та тракторів	5	2

$$\sum_{i=1}^n a_i = 16$$

Контрольні роботи

За наявності

Теми контрольних робіт

Вагові
коефіцієнти b

Тема 1. Вільні коливання механічних систем	1
Тема 2. Вимушені коливання складних механічних коливань	1
Загалом	$\sum_{i=1}^m b_i = 2$

Самостійна робота

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

Опрацювання теоретичного матеріалу

Теми для самостійного вивчення	Кількість годин
Тема 1. Узагальнені координати, абсолютна і відносна системи відліку координат. Складання розрахункової моделі	3
Тема 2. Методика складання рівняння руху механічної системи	2
Тема 3. Вільні коливання одномасової системи з нелінійною відновлюваною силою. Вирішення задач для самостійної роботи	3
Тема 4. Вільні коливання лінійної одномасової системи з урахуванням опору сухого тертя. Вирішення задач для самостійної роботи	3
Тема 5. Форми головних коливань. Спектральні ефекти складної механічної системи. Вирішення задач для самостійної роботи	3
Тема 6. Вимушені коливання лінійної одномасової системи в умовах лінійно-в'язкого тертя. Вирішення задач для самостійної роботи	3
Тема 7. Вимушені коливання при довільному періодичному зовнішньому впливі. Вирішення задач для самостійної роботи	3
Тема 8. Вимушені коливання в нелінійних дисипативних системах. Методика складання рівнянь руху багатомасових систем. Вирішення задач для самостійної роботи	4
Тема 9. Побудова і аналіз амплітудно-частотних характеристик багатомасових механічних систем. Вирішення задач для самостійної роботи	4
Тема 10. Вібропоглиначі та їх параметри. Динамічні гасителі коливань та їх розрахунок. Вирішення задач для самостійної роботи	4
Загальна кількість годин	32

Тематика індивідуальних завдань

Обсяг індивідуального завдання становить 20–30 сторінок основного тексту. Завдання виконується протягом навчальних тижнів і подається на перевірку до залікового тижня. В ході виконання індивідуального завдання для відповідної складної механічної системи (згідно варіанту) необхідно розглянути наступні питання:

1. Дослідити викликаних ударом коливання механічної системи з одним ступенем свободи за наявності або відсутності якогось тертя.
2. Скласти вихідну схему машини; отримати наведену схему, обґрунтувавши прийняті припущення та визначити розрахункові параметри; спрощенням наведеної схеми одержати розрахункову схему.
3. Перевірити розглянуту систему на симетричність.
4. Скласти рівняння коливань машини в поздовжньо-вертикальній площині.
5. Визначити парціальні частоти вертикальних та поздовжньо-кутових коливань; Основні частоти.
6. Оцінити вплив демпфування, визначивши частоту загасаючих коливань та відносний коефіцієнт загасання.
7. Визначити парціальні частоти коливань безпружинних мас мостів, критичну швидкість машини, при якій є найбільші вертикальні коливання кістяка при русі по нерівності з кроком, рівним базі машини.

Тема індивідуального завдання

Тема. Оцінка впливу коливань на механічну систему.

Загальна кількість годин

40

Неформальна освіта

До неформальної освіти відносяться: професійні курси/тренінги, громадянська освіта, онлайн освіта, професійні стажування тощо. Зарахування результатів навчання, набутих у неформальній освіті розповсюджується як на нормативні, так і на вибіркові навчальні дисципліни/освітні компоненти. Рекомендовані в силабусі елементи неформальної освіти можуть бути зараховані за спрощеною процедурою без додаткової валідації результатів (створення предметної комісії). Надати перелік рекомендованих професійних курсів/тренінгів, стажувань тощо (за наявності).

Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси

Основна література

1. Кожушко А.П. Коливання механічних систем в автомобіле- та тракторобудуванні: навчальний посібник / А.П. Кожушко. – Харків: ФОП Панов А.М., 2018. – 316 с.
2. Кожушко А. П. Теорія коливань трактора при транспортуванні цистерн сільськогосподарського призначення : монографія / А. П. Кожушко. – Харків : Мірошніченко О. А., 2021. – 239 с.
3. Дущенко В.В. Системи підресорювання військових гусеничних і колісних машин: розрахунок та синтез : навч. посібник / В. В. Дущенко. – Харків : Панов А. М., 2018. – 336 с.
4. Кальченко Б.І. Динаміка руху колісних тракторів : монографія / Б. І. Кальченко, О. Ю. Ребров, А. Г. Мамонтов, А. П. Кожушко, М. Є.Якунін. – Харків : Мірошніченко О. А., 2021. – 320 с.
5. Основи теорії коливань та стійкості рухомого складу: Навч. посібник / О. В. Устенко, Р. І. Візняк, А. О. Ловська та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2021. – 129 с.
6. Конспект лекцій з дисципліни «Коливання та віброзахист в автотракторобудуванні» для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» / уклад. А. П. Кожушко. – Харків: НТУ «ХПІ», 2024. – 111 с.
7. Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни «Коливання та віброзахист в автотракторобудуванні» для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» / уклад. А. П. Кожушко. – Харків: НТУ «ХПІ», 2024. – 91 с.
8. Дідковський В. С. Основи аналітичної механіки та теорії коливань : підручник / В. С. Дідковський, К. С. Дрозденко. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 149 с.

Додаткова література

1. Кожушко А.П., Набока О.О., Григор'єв О.Л. Спектральні ефекти та теореми про властивості пучка симетричних матриць в задачах динаміки складних механічних систем // Вісник НТУ «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ». – 2019. – № 8 (1333). – С. 214 – 223

Система оцінювання

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

Поточний контроль (практичні, семінарські, лабораторні заняття), k_1	Контрольні роботи (за наявності), k_2	Індивідуальне завдання (за наявності), k_3	Підсумковий контроль (для ОК з іспитом), k_4
0,4	0,3	0,2	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:

$$O = \Pi \cdot k_1 + K \cdot k_2 + I \cdot k_3 + \Pi_k \cdot k_4$$

де: Π – середньозважена середня оцінка за поточний контроль

I – оцінка за виконання індивідуального завдання

K – середньозважена оцінка за контрольні роботи

Π_k – оцінка за підсумковий контроль

$$\Pi = \frac{\Pi_1 \cdot a_1 + \Pi_2 \cdot a_2 + \dots + \Pi_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^n a_i}$$

де: a_i – ваговий коефіцієнт за кожне практичне (семінарське) або лабораторне заняття.

$$K = \frac{K_1 \cdot b_1 + K_2 \cdot b_2 + \dots + K_m \cdot b_m}{\sum_{i=1}^m b_i}$$

де: b_i – ваговий коефіцієнт за кожну контрольну роботу.

Шкала оцінювання

Поточні оцінки за кожну складову ($\Pi, K, I, \dots$) 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.

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

Олексій РЕБРОВ

30.08.2025

Гарант ОП

Олександр ОСТРОВЕРХ