



Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИЛОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ БОЙОВИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН

Шифр та назва спеціальності

К7 – Озброєння та військова техніка

Інститут

ННІ Механічної інженерії і транспорту

Спеціалізація**Кафедра**

теорії і систем автоматизованого проектування механізмів і машин (151)

Освітня програма

Озброєння та військова техніка

Тип дисципліни

Дисципліна вільного вибору

Рівень освіти

PhD

Форма навчання

Денна, заочна

Семестр

3

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники

**ГРАБОВСЬКИЙ Андрій Володимирович**

grabovskiy@tmm-sapr.org

Доктор технічних наук, професор, провідний науковий співробітник кафедри теорії і систем автоматизованого проектування механізмів і машин НТУ «ХПІ». Досвід роботи – 15 років. Автор понад 300 наукових та навчально-методичних праць.

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Дисципліна спрямована на оволодіння та узагальнення теоретичних знань сучасних методів дослідження динамічних характеристик силових елементів бойових броньованих машин з використанням систем автоматизованого проектування – моделювання та дослідження деталей, вузлів і силових елементів бойових броньованих машин. Розглянуто основні методи сучасного проектування дослідження динамічних характеристик силових елементів бойових броньованих машин та розробки нових силових елементів

Мета та цілі дисципліни

Виробити у аспіранта теоретичні уявлення та практичні навички щодо дослідження динамічних характеристик силових елементів бойових броньованих машин у сучасних комп'ютерних системах та узагальнення отриманих результатів в процесі наукової роботи.

Формат занять

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

Компетентності

СК1. Здатність розв'язувати комплексні проблеми у сфері озброєння та військової техніки сухопутних військ на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору.

СК2. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання в галузі озброєння та військової техніки сухопутних військ і дотичних до неї міждисциплінарних напрямів і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях та/або спеціалізованих фахових виданнях з обмеженим доступом.

СК3. Здатність критично аналізувати, оцінювати і синтезувати нові та комплексні ідеї в галузі озброєння та військової техніки сухопутних військ і з дотичних міждисциплінарних питань.

СК4. Здатність здійснювати науково-педагогічну діяльність у вищій освіті.

СК5. Здатність генерувати нові ідеї щодо розвитку теорії та практики озброєння та військової техніки сухопутних військ, виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

СК6. Здатність проводити багатопараметричну оптимізацію об'єктів озброєння та військової техніки сухопутних військ на етапах проектування нових і модернізації існуючих зразків.

СК7. Здатність проводити структурно-параметричний синтез об'єктів озброєння та військової техніки сухопутних військ із заданими параметрами.

Результати навчання

РН1. Знати та розуміти базові світоглядні соціокультурні знання, що сприяють розвитку загальної культури і соціалізації особистості, схильності до етичних цінностей, розуміння причинно-наслідкових зв'язків розвитку суспільства й уміння використовувати їх в професійній і соціальній діяльності.

РН2. Вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми в сфері озброєння та військової техніки сухопутних військ державною та іноземною мовами, оприлюднювати результати досліджень у наукових публікаціях у провідних міжнародних наукових виданнях.

РН3. Мати концептуальні та методологічні знання в сфері озброєння та військової техніки сухопутних військ і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

РН4. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

РН5. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у сфері озброєння та військової техніки сухопутних військ та дотичних міждисциплінарних напрямів.

РН6. Вміти планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження в сфері озброєння та військової техніки сухопутних військ і дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів та дотриманням норм професійної і академічної етики, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

РН7. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.

РН8. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми в сфері озброєння та військової техніки сухопутних військ з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.

PH9. Глибоко розуміти і вміло застосовувати як загальні принципи та методи математики, природничих та технічних наук, так і прикладні принципи, сучасні методи та підходи, інструменти, цифрові технології та спеціалізоване програмне забезпечення для провадження досліджень і у викладацькій практиці у сфері озброєння та військової техніки сухопутних військ. PH10. Організувати і здійснювати освітній процес у сфері озброєння та військової техніки сухопутних військ і технічних наук взагалі, його наукове, навчально-методичне та нормативне забезпечення, розробляти і викладати спеціальні навчальні дисципліни у закладах вищої освіти.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредитів ECTS): лекції – 30 год., практичні роботи – 10 год., самостійна робота – 80 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Магістратура з спеціальності 133 – Галузеве машинобудування, 131 – Прикладна механіка або К7 – Озброєння та військова техніка

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

- доповнення теоретичного матеріалу результатами науково-дослідницьких та дослідно-конструкторських робіт, що виконувалися на кафедрі по договорам з підприємствами та установами галузі;
- самостійне вивчення теоретичного матеріалу дисципліни з використанням Internet-ресурсів, методичних розробок, спеціальної навчальної та наукової літератури.

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій	Кількість годин
Тема 1. Модальний аналіз. Визначення модального аналізу та його цілей. Обговорення суміжних понять, термінології та методів одержання рішення.	2
Тема 2. Гармонійний аналіз. Визначення гармонійного аналізу та його цілей. Вивчення основних термінів та понять лежачих в основі гармонійного аналізу.	4
Тема 3. Спектральний аналіз. Визначення та ціль. Обмеження та припущення.	2
Тема 4. Аналіз випадкових коливань, Визначення та ціль, Обмеження та припущення. Випадкові коливання.	2
Тема 5. Перехідний динамічний аналіз. Облік нелінійностей при вирішенні задач перехідного динамічного аналізу.	4
Тема 6. Вирішення задач модального аналізу конструкцій з рідиною.	2
Тема 7. Акустичний розрахунок. Постановка акустичного розрахунку. Моделювання акустичних елементів. Акустичні граничні умови.	2
Тема 8. Вирішення задач явної динаміки. Основи формулювання задач явної динаміки.	4
Тема 9. Моделювання контактної взаємодії в задачах явної динаміки. Контактні формулювання.	4
Тема 10. Моделі матеріалів в задачах явної динаміки. Відгук від нелінійного тиску. Деформаційне зміцнення. Швидкісне деформаційне зміцнення.	4
Загальна кількість годин	30

Практичні заняття

Теми практичних занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти a
Тема 1. Модальний аналіз бойової броньованої машини	1	1
Тема 2. Аналіз гармонійного відгуку.	1	1
Тема 3. Спектральний аналіз.	1	1
Тема 4. Аналіз коливань від випадкового збудження. Вантовий міст.	1	1
Тема 5. Перехідний динамічний аналіз козлового крана.	1	1
Тема 6. Розрахунок власних частот коливань резервуару заповненого водою	1	1
Тема 7. Акустичний аналіз глушника автомобіля	1	1
Тема 8. Удар циліндра об перешкоду	1	1
Тема 9. Випробування на ударне навантаження попередньо навантаженого газового балона	1	1
Тема 10. Стрілянина по двошаровій мішені	1	1
Загальна кількість годин	10	$\sum_{i=1}^n a_i = 10$

Лабораторні заняття

Лабораторні заняття не передбачені.
Перехідний динамічний аналіз козлового крана

Контрольні роботи

Контрольні роботи не передбачені.

Самостійна робота

До самостійної роботи відноситься самостійне опрацювання теоретичного матеріалу.

Опрацювання теоретичного матеріалу

Теми для самостійного вивчення	Кількість годин
Тема 1. Особливості використання МСЕ для модального аналізу. Метод Ланцоша.	5
Тема 2. Особливості використання МСЕ для гармонійного аналізу. Діаграма Кемпбела.	5
Тема 3. Особливості використання МСЕ для гармонійного аналізу. Спектральні регіони. Фактори впливу. Чутливість. Суперпозиція форм. Жорсткий відгук.	10
Тема 4. Особливості використання МСЕ для спектрального аналізу. Перетворення навантаження в спектральну щільність потужності. Поширення збудження.	10
Тема 5. Особливості використання МСЕ для перехідного динамічного	10

аналізу. Нелінійний матеріал. Контакт. Суглоби.

Тема 6. Особливості використання МСЕ для задач даного класу.	5
Тема 7. Особливості використання МСЕ для задач акустики	5
Тема 8. Метод скінченних елементів для вирішення задач явної динаміки. Стабілізація кроку за часом. Масштабування за масою. Поширення волн.	10
Тема 9. Особливості використання МСЕ при пошуку контактів в задачах явної динаміки. Штрафне формулювання. Розкладання реакції. Типи взаємодії з тілом.	10
Тема 10. Теплове розм'якшення. Ущільнення в пористих матеріалах. Орто트로пними поведінку. Пошкодження дробленням. Розрив при розтягуванні.	10
Загальна кількість годин	80

Тематика індивідуальних завдань

Індивідуальні завдання не передбачені

Неформальна освіта

Не передбачена

Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси

Основна література

Основна література:

1. Туренко А.Н., Богомоллов В.О., Степченко А.С., Кедровська О.В. та ін. Комп'ютерне моделювання и розрахунок на міцність автомобіля (навчальний посібник). - Харків: ХНАДУ, 2003. - 336 с.
2. Карвацький, А. Я. Метод скінченних елементів у задачах механіки суцільних середовищ. Лабораторний практикум з навчальної дисципліни. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2018. – 392 с.
3. Розв'язок задач проектування приладів та систем з використанням ANSYS і MATHCAD : підручник / І. А. Гришанова, Л. П. Згуровська, Ю. В. Киричук. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2022. – 180 с
4. Трач В.М., Подворний А.В. Опір матеріалів (спеціальний курс), теорія пружності та пластичності. – Київ: Каравела. – 2016. – 434 с.
5. Robert L. Norton. Machine Design: An Integrated Approach 4th Edition. – Pearson. – 2010. – 1056 p.
6. Ioannis Koutromanos. Fundamentals of Finite Element Analysis: Linear Finite Element Analysis 1st Edition. – Wiley. – 2018. – 736 p.

Додаткова література

1. Деревенько І.А., Сивак Р.І. Короткий курс опору матеріалів. – Вінниця: ВНАУ. – 2020. – 308 с.
 2. Дубенець В.Г., Хільчевський В.В., Савченко О.В. Основи методу скінченних елементів: навчальний посібник. – Чернігів: ЧДТУ. – 2007. – 287с.
- 3 Інтернет-ресурси:
<https://www.saprobasni.in.ua/sapr-na-halyavu-legalno-ne-gerbalajf/>

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 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, 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
0,5	0	0	0,5

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.

Поточні оцінки за кожну складову (Π, 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

Дмитро СІВИХ

30.08.2025

Гарант ОП

Микола ТКАЧУК