



Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



ЧИСЛОВІ МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ 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



ТКАЧУК Микола Анатолійович

tma@tmm-sapr.org

Доктор технічних наук, професор кафедри теорії і систем автоматизованого проектування механізмів і машин НТУ «ХПІ». Досвід роботи – 40 років. Автор понад 350 наукових та навчально-методичних праць.

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Курс знайомить слухачів з теоретичними основами чисельних методів моделювання процесів і станів у бойових броньованих машинах. Буде запропонований сучасний виклад базових підходів, алгоритмів та математичного обґрунтування методів моделювання процесів і станів у бойових броньованих машинах. Буде охоплено задачі математичної фізики та чисельних методів. Слухачам курсу буде продемонстровано типові методи на наочних прикладах із використанням сучасних засобів комп'ютерного моделювання..

Мета та цілі дисципліни

Надати широку уяву про методи математичного моделювання та їх застосування в інженерному аналізі та наукових обчисленнях, розвинути навички їх використання у галузі озброєння та військової техніки.

Формат занять

Лекції, практичні роботи, консультації. 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 напрямках 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 напрямках.

РН6. Вміти планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження в сфері озброєння та військової техніки сухопутних військ і дотичних міждисциплінарних напрямків 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.

РН9. 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. РН10. 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 договорах 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. Рівняння у частинних похідних для моделювання напружено-деформованого стану елементів бойових броньованих машин.	2
Тема 2. Варіаційна постановка задач у частинних похідних.	4
Тема 3. Функції форм, метод Рітца.	2
Тема 4. Крайові умови.	2
Тема 5. Розв'язувальні системи рівнянь для моделювання напружено-деформованого стану елементів бойових броньованих машин.	4
Тема 6. Аналіз результатів моделювання напружено-деформованого стану елементів бойових броньованих машин.	4
Тема 7. Спектральний аналіз, дискретизовані задачі на власні форми та частоти коливань для моделювання напружено-деформованого стану елементів бойових броньованих машин.	4
Тема 8. Одновимірні крайові задачі для моделювання напружено-деформованого стану елементів бойових броньованих машин.	2
Тема 9. Збіжність чисельних методів для моделювання напружено-деформованого стану елементів бойових броньованих машин.	2
Тема 10. Параметричний аналіз для моделювання напружено-деформованого стану елементів бойових броньованих машин.	4
Загальна кількість годин	30

Практичні заняття

Теми практичних занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти a
Тема 1. Препроцесінг та постпроцесінг.	1	1
Тема 2. Одновимірні крайові задачі.	1	1
Тема 3. Задачі на власні коливання.	2	2
Тема 4. Зміна власних частот і форм коливань елементів бойових броньованих машин при варіюванні параметрів об'єкта досліджень.	2	2
Тема 5. Одновимірні задачі оптимізації конструкцій елементів бойових броньованих машин.	2	2
Тема 6. Спектральний аналіз та пошук власних форм конструкцій елементів бойових броньованих машин.	2	2
Загальна кількість годин	10	$\sum_{i=1}^n a_i = 10$

Лабораторні заняття

Лабораторні заняття не передбачені.

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. Рівняння у частинних похідних для моделювання напружено-деформованого стану елементів бойових броньованих машин.	10
Тема 2. Аналіз результатів моделювання напружено-деформованого стану елементів бойових броньованих машин.	20
Тема 3. Одновимірні крайові задачі для моделювання напружено-деформованого стану елементів бойових броньованих машин.	20
Тема 4. Збіжність чисельних методів для моделювання напружено-деформованого стану елементів бойових броньованих машин.	10
Тема 5. Параметричний аналіз для моделювання напружено-деформованого стану елементів бойових броньованих машин.	20
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. Hughes, T. J. (2016). The finite element method: linear static and dynamic finite element analysis. Dover Publications.
3. Calos Felippa Introduction to Finite Element Methods (ASEN 5007) - Fall 2005 Department of Aerospace Engineering Sciences University of Colorado at Boulder
http://kis.tu.kielce.pl//mo/COLORADO_FEM/colorado/Home.html
4. Zienkiewicz, O. C., Taylor, R. L., & Zhu, J. Z. (2005). The finite element method: its basis and fundamentals. Elsevier.
5. Карвацький, А. Я. Метод скінченних елементів у задачах механіки суцільних середовищ. Лабораторний практикум з навчальної дисципліни. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2018. – 392 с.
6. 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
7. Трач В.М., Подворний А.В. Опір матеріалів (спеціальний курс), теорія пружності та пластичності. – Київ: Каравела. – 2016. – 434 с.
8. Tkachuk, M.M., Zinchenko, O., Grabovskiy, A., Sierykov, V., Vasiliev, A. (2025). Computational and Experimental Studies on Contact Interaction of Mock-Up Samples of Complex-Profiled Bodies. In: Pavlenko, D., Tryshyn, P., Honchar, N., Kozlova, O. (eds) Smart Innovations in Energy and Mechanical Systems. SIEMS 2025. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 1480. Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-95191-6_12
9. Грабовський, А., Ткачук, М. М., Васильєв, А., Ткачук, М. А., Льозний, О., Троценко, В., Набоков, А., Соловей, В., Богач, А., Рікунов, О. і Малакей, С. (2025). Забезпечення підвищених тактико-технічних характеристик легкоброньованих машин на основі визначення динамічної міцності бронекорпусів із гомогенних та композиційних матеріалів // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Машинознавство та САПР, (1), с. 27–46. doi: 10.20998/2079-0775.2025.1.04.
10. Монографія: Манжура С.А. Багатошарові броньовані структури для забезпечення захисту особового складу і військової техніки: монографія / С.А. Манжура, Д.С. Баулін, С.А. Горелишев, М.А. Ткачук, А.Ю. Васильєв, М.П. Одейчук, А.В. Грабовський, О.Є. Шаталов, Є.Є. Дудар, М.І. Ільченко. – Х.: НАНГУ, 2023. 256 с. ISBN 978-966-8671-87-6. УДК 623.445. <http://irbis-nbuv.gov.ua/publ/REF-0000836275>

Додаткова література

1. Robert L. Norton. Machine Design: An Integrated Approach 4th Edition. – Pearson. – 2010. – 1056 p.
2. Ioannis Koutromanos. Fundamentals of Finite Element Analysis: Linear Finite Element Analysis 1st Edition. – Wiley. – 2018. – 736 p.
3. Деревенько І.А., Сивак Р.І. Короткий курс опору матеріалів. – Вінниця: ВНАУ. – 2020. – 308 с.
4. Дубенець В.Г., Хільчевський В.В., Савченко О.В. Основи методу скінченних елементів: навчальний посібник. – Чернігів: ЧДТУ. – 2007. – 287с.

Інформаційні ресурси

1. Довідка з програми ANSYS
2. Курс лекцій та практикумів компанії ANSYS.

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:

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

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

$$П = \frac{П_1 \cdot a_1 + П_2 \cdot a_2 + \dots + П_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^n a_i}$$

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 ($П, K, I, \dots$) 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