



## Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



# ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТАКТИКО- ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БОЙОВИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН

### Шифр та назва спеціальності

K7 – 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 «ХП».

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 сучасного проектно-технологічного забезпечення тактико-технічних характеристик бойових броньованих машин, методів автоматизованого проектування бойових броньованих машин – моделювання та дослідження деталей і вузлів бойових броньованих машин. Розглянуто основні методи сучасного проектування та розробки нових бойових броньованих машин

## Мета та цілі дисципліни

Виробити у аспіранта теоретичні уявлення та практичні навички щодо проектно-технологічного забезпечення тактико-технічних характеристик 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.

PH8. 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. Організовувати 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
<b>Тема 1.</b> Дослідження контактних задач. Типи контактів. Методи пошуку контактів.	2
<b>Тема 2.</b> Моделювання болтових з'єднань. Моделювання прокладок.	4
<b>Тема 3.</b> Технології скінченних елементів. Традиційне формулювання в переміщеннях. Здвигове та об'ємне замикання. Схеми інтегрування напружень на основі переміщень.	2
<b>Тема 4.</b> Дослідження пластичних деформацій матеріалу в деталях і вузлах машин.	2
<b>Тема 5.</b> Дослідження в'язкопластичних деформацій з використанням моделі Анонда.	4
<b>Тема 6.</b> Оцінка залежності повзучості. Довідкова інформація про повзучість. Визначення термінів. Загальне рівняння повзучості.	2
<b>Тема 7.</b> Дослідження напружено-деформованого стану гіпереластичних матеріалів.	2
<b>Тема 8.</b> Дослідження в'язкопружних деформацій в машинобудівних конструкціях.	4

<b>Тема 9.</b> Розширені моделі матеріалів. Анізотропна гіпереластичність.	4
<b>Тема 10.</b> Адаптивна сітка при вирішенні задач пластичного деформування.	4
<b>Загальна кількість годин</b>	<b>30</b>

### Практичні заняття

<b>Теми практичних занять</b>	<b>Кількість годин</b>	<b>Вагові коефіцієнти <math>a</math></b>
<b>Тема 1.</b> Дослідження машинобудівних конструкцій з використання нелінійних контактів.	1	1
<b>Тема 2.</b> Моделювання болтового з'єднання.	1	1
<b>Тема 3.</b> Використання моделі Кабоша для моделювання еластичної поведінки.	1	1
<b>Тема 4.</b> Дослідження повзучості елементів конструкцій з використанням моделі Анонда.	1	1
<b>Тема 5.</b> Дослідження повзучості конструкції.	1	1
<b>Тема 6.</b> Дослідження елементів конструкції в гіперпружній постановці.	1	1
<b>Тема 7.</b> Дослідження в'язкопружної поведінки конструкції.	1	1
<b>Тема 8.</b> Адаптивна сітка при вирішенні задач пластичного деформування	1	1
<b>Загальна кількість годин</b>	<b>10</b>	$\sum_{i=1}^n a_i = 8$

### 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

<b>Теми для самостійного вивчення</b>	<b>Кількість годин</b>
<b>Тема 1.</b> Огляд технологій при дослідженні контактів. Методи пошуку контакту. Теорія контактної взаємодії стосовно методу скінченних елементів.	5
<b>Тема 2.</b> Технологія моделювання болтових з'єднань з використанням МСЕ. Технологія моделювання прокладок з використанням МСЕ.	5
<b>Тема 3.</b> Selective Reduced Integration (B-bar). Uniform Reduced Integration (URI). Enhanced Strain (ES). Simplified Enhanced Strain (SES). Mixed u-P формулювання.	10

<b>Тема 4.</b> Огляд Linear Kinematic Hardening. Nonlinear Kinematic Hardening. Chaboche Model. Завдання характеристик матеріалу. Зміцнення та пристосованість. Завдання параметрів Chaboche.	10
<b>Тема 5.</b> Експериментальне дослідження Viscoplasticity матеріалів. Модель ANAND. Завдання характеристик матеріалу.	10
<b>Тема 6.</b> Доступні моделі повзучості. Завдання характеристик матеріалу. Огляд результатів повзучості.	5
<b>Тема 7.</b> Експериментальне дослідження еластомерів. Теорія гіперпружності. Доступні моделі. Mixed u-P Формулювання. Процедура підгонки кривої.	5
<b>Тема 8.</b> Довідкова інформація про Viscoelastic. Prony Series Function. TRS поведінку. Shift Functions. Визначення властивостей матеріалу	10
<b>Тема 9.</b> Ефект Малліна. Bergstrom-Boycse Гіпереластичність. Матеріали з пам'яттю	10
<b>Тема 10.</b> Створення регіонів з адаптивною сіткою. Поліпшення збіжності. Критерії управління адаптивної сіткою.	10
<b>Загальна кількість годин</b>	<b>80</b>

### Тематика індивідуальних завдань

Індивідуальні завдання не передбачені

### Неформальна освіта

Не передбачена

### Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси

#### Основна література

Основна література:

1. Карвацький, А. Я. Метод скінченних елементів у задачах механіки суцільних середовищ. Лабораторний практикум з навчальної дисципліни. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2018. – 392 с.
2. 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
3. Трач В.М., Подворний А.В. Опір матеріалів (спеціальний курс), теорія пружності та пластичності. – Київ: Каравела. – 2016. – 434 с.
4. Robert L. Norton. Machine Design: An Integrated Approach 4th Edition. – Pearson. – 2010. – 1056 p.
5. 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:

$$O = \Pi \cdot k_1 + K \cdot k_2 + I \cdot k_3 + \text{Пк} \cdot k_4$$

де:  $\Pi$  – середньозважена середня оцінка за поточний контроль  
 $I$  – оцінка за виконання індивідуального завдання  
 $K$  – середньозважена оцінка за контрольні роботи  
 $\text{Пк}$  – 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 ( $\Pi$ ,  $K$ ,  $I$ , ...) 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