

**Силабус
вибіркового освітнього компоненту ВД**

Назва дисципліни:	Комп'ютерні методи прикладної механіки
Рівень вищої освіти:	перший (бакалаврський)
Сторінка курсу в Moodle:	https://dl2022.khadi-kh.com/course/view.php?id=1139
Обсяг освітнього компоненту	3 кредити (90 годин)
Форма підсумкового контролю	Залік
Консультації:	за графіком
Назва кафедри:	кафедра технології машинобудування і ремонту машин
Мова викладання:	українська
Керівник курсу:	Абрамов Дмитрій Володимирович, д.т.н., проф.
Контактний телефон:	+38(057) 707-37-33
E-mail:	tmirm@khadi.kharkov.ua

Короткий зміст освітнього компоненту:

Метою є підготовка фахівців до самостійного розв'язання професійних науково-технічних задач, що виникають у їхній практичній діяльності, спираючись на новітні досягнення в області комп'ютерних методів прикладної механіки, зокрема в теорії методу скінченних елементів та практичного застосування теорії для рішення задач теоретичної механіки, механіки твердого деформованого тіла.

Предмет: принципи роботи сучасних комп'ютерних методів прикладної механіки, зокрема методу скінченних елементів та впровадження комп'ютерних технологій моделювання процесів деформації твердого тіла

Основними завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

- засвоєння варіаційних методів теорії пружності;
- формування навичок побудови співвідношень метода скінченних елементів для стержневих систем;
- вивчення співвідношень методу скінченних елементів для плоско-напруженої конструкції;
- вивчення основ побудови матриць жорсткості скінченних елементів;
- вдосконалення навичок тривимірного комп'ютерного моделювання у пакеті прикладних програм;
- формування навичок розрахунку деформацій та напружень у деформованому твердому тілі із застосуванням комп'ютерних прикладних програм.

Передумови для вивчення освітнього компоненту:

Дисципліна вивчається після вивчення дисциплін «Вища математика», «Фізика», «Теоретична механіка», «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка»

Компетентності, яких набуває здобувач:**Загальні компетентності:**

- Здатність до абстрактного мислення, аналіз та синтез.
- Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності
- Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- Здатність працювати в команді.
- Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

Спеціальні (фахові) компетентності:

- Здатність аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів математики і прикладної механіки.
- Здатність використовувати аналітичні та чисельні математичні методи для вирішення задач прикладної механіки, зокрема здійснювати розрахунки на міцність, жорсткість в процесі навантаження з метою оцінки надійності деталей і конструкцій машин.
- Здатність застосовувати комп'ютеризовані системи проектування (CAD), виробництва (CAM) і інженерних досліджень (CAE) та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань з прикладної механіки.
- Здатність представлення результатів своєї інженерної діяльності з дотриманням загально прийнятих норм і стандартів.

Результати навчання:

- Вибирати та застосовувати для розв'язання задач прикладної механіки придатні математичні методи.
- Виконувати розрахунки на міцність, жорсткість деталей машин.
- Створювати і теоретично обґрунтовувати конструкції машин, механізмів та їх елементів на основі методів прикладної механіки, загальних принципів конструювання, теорії взаємозамінності, стандартних методик розрахунку деталей машин.
- Знати і розуміти основи інформаційних технологій, практично використовувати прикладне програмне забезпечення для виконання інженерних розрахунків, обробки інформації та результатів експериментальних досліджень.
- Навички практичного використання комп'ютеризованих систем проектування (CAD), підготовки виробництва (CAM) та інженерних досліджень (CAE).
- Застосовувати технології комп'ютерного інжинірингу для вирішення конструкторських і технологічних задач машинобудівних і ремонтних виробництв, використовуючи методи математичного аналізу та моделювання.

Тематичний план

№ теми	Назва тем (ЛК, ЛР, ПР, СЗ, СР)	Кількість годин
		очна
1	ЛК. Вступ. Вихідні положення.	4
	ПР. Апаратні можливості пакету прикладних програм Autodesk Inventor	2
	СР. Основні дії варіаційного числення.	6
2	ЛК. Варіаційні методи теорії пружності	4
	ПР. Створення двовимірної моделі деталі у пакеті Autodesk	2

	Inventor	
	СР. Умови рівноваги деформованого тіла. Варіаційні принципи механіки.	6
3	ЛК. Потенційна енергія деформації	4
	ПР. Тривимірне моделювання у пакеті Autodesk Inventor	2
	СР. Зовнішні і внутрішні сили у деформованому тілі.	6
4	ЛК. Побудова співвідношень метода скінченних елементів для стержневих систем	4
	ПР. Розрахунок деформацій та напружень у деталі в Autodesk Inventor	2
	СР. Співвідношення методу скінченних елементів (МСЕ) для стрижня при просторовому навантаженні.	6
5	ЛК. Співвідношення МСЕ для плоско-напруженої конструкції.	4
	ПР. Функції, область застосування пакету прикладних програм Fusion 360.	2
	СР. Прямокутний скінченний елемент плоско-напруженої конструкції. Ізопараметричний скінченний елемент плоско-напруженої конструкції.	6
6	ЛК. Співвідношення МСЕ для тонкої жорсткої пластини, що згинається.	4
	ПР. Тривимірне моделювання у пакеті прикладних програм Fusion 360.	2
	СР. Робота внутрішніх і зовнішніх сил у деформованій плоскій пластині.	4
7	ЛК. Співвідношення МСЕ для масивних тіл.	4
	ПР. Вибір матеріалу, навантажень деталі та налаштувань для виконання подальшого аналізу напруженого стану.	2
	СР. Співвідношення для скінченного елемента в формі куба	4
8	ЛК. Вимоги щодо побудови скінченно елементної моделі пружних тіл.	4
	ПР. Розрахунок деформацій та напружень у деталі в пакеті прикладних програм Fusion 360.	2
	СР. Кількість ітерацій комп'ютерних розрахунків. Точність метода скінченних елементів.	4
Разом	ЛК	32
	ПР	16
	СР	42

Індивідуальне навчально-дослідне завдання (за потреби)

Методи навчання:

- 1) словесні: 1.1 традиційні: лекції, пояснення, розповідь тощо;
- 2) наочні: метод ілюстрацій, метод демонстрацій
- 3) практичні: 3.1 традиційні: практичні заняття

Система оцінювання та вимоги:

1 Поточна успішність здобувачів за виконання навчальних видів робіт на навчальних заняттях і за виконання завдань самостійної роботи оцінюється за допо-

могою 100-бальної шкали оцінок. Під час оцінювання поточної успішності враховуються всі види робіт, передбачені навчальною програмою.

1.1 Лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання конкретизованих завдань.

2 Оцінювання поточної успішності здобувачів вищої освіти здійснюється на кожному практичному занятті за стобальною шкалою і заносяться у журнал обліку академічної успішності.

– «відмінно»: здобувач бездоганно засвоїв теоретичний матеріал, демонструє глибокі знання з відповідної теми або навчальної дисципліни, основні положення;

– «добре»: здобувач добре засвоїв теоретичний матеріал, володіє основними аспектами з першоджерел та рекомендованої літератури, аргументовано викладає його; має практичні навички, висловлює свої міркування з приводу тих чи інших проблем, але припускається певних неточностей і похибок у логіці викладу теоретичного змісту або при аналізі практичного;

– «задовільно»: здобувач в основному опанував теоретичні знання навчальної теми, або дисципліни, орієнтується у першоджерелах та рекомендованій літературі, але непереконливо відповідає, плутає поняття, невпевнено відповідає на додаткові питання, не має стабільних знань; відповідаючи на питання практичного характеру, виявляє неточність у знаннях, не вміє оцінювати факти та явища, пов'язувати їх із майбутньою професією;

– «незадовільно»: здобувач не опанував навчальний матеріал теми (дисципліни), не знає наукових фактів, визначень, майже не орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, відсутнє наукове мислення, практичні навички не сформовані.

3 Підсумковий бал за поточну діяльність визнається як середньоарифметична сума балів за кожне заняття, за індивідуальну роботу, поточні контрольні роботи за формулою:

$$K^{поточ} = \frac{K1 + K2 + \dots + Kn}{n},$$

де $K^{поточ}$ – підсумкова оцінка успішності за результатами поточного контролю;

$K1, K2, \dots, Kn$ – оцінка успішності -го заходу поточного контролю;

n – кількість заходів поточного контролю.

Підсумкове оцінювання

1 Здобувач вищої освіти отримує залік на останньому занятті з дисципліни за результатами поточного оцінювання.

Здобувачі вищої освіти, які мають середню поточну оцінку з дисципліни нижче ніж 60 балів, на останньому занятті можуть підвищити свій поточний бал шляхом складання тестів з дисципліни.

Оцінювання знань здобувачів шляхом тестування здійснюється за шкалою:

- «Відмінно»: не менше 90 % правильних відповідей;
- «Дуже добре»: від 82 % до 89 % правильних відповідей;
- «Добре»: від 74 % до 81 % правильних відповідей;
- «Задовільно»: від 67 % до 73% правильних відповідей;
- «Задовільно достатньо»: від 60 % до 66 % правильних відповідей;
- «Незадовільно»: менше 60 % правильних відповідей.

2 Умовою отримання заліку є:

- відпрацювання всіх пропущених занять;
- середня поточна оцінка з дисципліни не нижче 60 балів.

3 За виконання індивідуальної самостійної роботи та участь у наукових заходах здобувачам нараховуються додаткові бали.

3.1 Додаткові бали додаються до суми балів, набраних здобувачем вищої освіти за поточну навчальну діяльність (для дисциплін, підсумковою формою контролю для яких є залік), або до підсумкової оцінки з дисципліни, підсумковою формою контролю для якої є екзамен.

3.2 Кількість додаткових балів, яка нараховується за різні види індивідуальних завдань, залежить від їх об'єму та значимості:

- призові місця з дисципліни на міжнародному / всеукраїнському конкурсі наукових студентських робіт – 20 балів;
- призові місця з дисципліни на всеукраїнських олімпіадах – 20 балів;
- участь у міжнародному / всеукраїнському конкурсі наукових студентських робіт – 15 балів
- участь у міжнародних / всеукраїнських наукових конференціях студентів та молодих вчених – 12 балів;
- участь у всеукраїнських олімпіадах з дисципліни – 10 балів
- участь в олімпіадах і наукових конференціях ХНАДУ з дисципліни – 5 балів;
- виконання індивідуальних науково-дослідних (навчально-дослідних) завдань підвищеної складності – 5 балів.

3.3 Кількість додаткових балів не може перевищувати 20 балів.

4 Результат навчання оцінюється (*обрати потрібне*):

- за двобальною шкалою (зараховано/не зараховано) згідно з таблицею 2;
 - за 100-бальною шкалою (для диференційованого заліку) згідно з таблицею 3.
- Підсумкова оцінка разом з додатковими балами не може перевищувати 100 балів.

Таблиця 2 – Шкала переведення балів у національну систему оцінювання

За 100-бальною шкалою	За національною шкалою
від 60 балів до 100 балів	зараховано
менше 60 балів	незараховано

Таблиця 2 – Шкала оцінювання знань здобувачів за результатами підсумкового контролю з навчальної дисципліни

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою залік	Оцінка за шкалою ЄКТС	
		Оцінка	Критерії
90-100	Зараховано	A	Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані, усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані, якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до максимального
80–89	Зараховано	B	Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані, якість виконання більшості з них оцінено числом балів, близьким до максимального
75-79			Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин, деякі практичні навички ро-

	Зараховано	C	боти з освоєним матеріалом сформовані недостатньо, усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані, якість виконання жодного з них не оцінено мінімальним числом балів, деякі види завдань виконані з помилками
67-74	Зараховано	D	Теоретичний зміст курсу освоєний частково, але прогалини не носять істотного характеру, необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, більшість передбачених програмою навчання навчальних завдань виконано, деякі з виконаних завдань, можливо, містять помилки
60–66	Зараховано	E	Теоретичний зміст курсу освоєний частково, деякі практичні навички роботи не сформовані, багато передбачених програмою навчання навчальних завдань не виконані, або якість виконання деяких з них оцінено числом балів, близьким до мінімального.
35–59	Не зараховано	FX	Теоретичний зміст курсу освоєний частково, необхідні практичні навички роботи не сформовані, більшість передбачених програм навчання навчальних завдань не виконано, або якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до мінімального; при додатковій самостійній роботі над матеріалом курсу можливе підвищення якості виконання навчальних завдань (з можливістю повторного складання)
0–34	Не зараховано	F	Теоретичний зміст курсу не освоєно, необхідні практичні навички роботи не сформовані, усі виконані навчальні завдання містять грубі помилки, додаткова самостійна робота над матеріалом курсу не приведе до якого-небудь значущого підвищення якості виконання навчальних завдань (з обов'язковим повторним курсом)

Політика курсу:

- курс передбачає роботу в колективі, середовище в аудиторії є дружнім, творчим, відкритим до конструктивної критики;
- освоєння дисципліни передбачає обов'язкове відвідування лекцій і практичних занять, а також самостійну роботу;
- самостійна робота передбачає вивчення окремих тем навчальної дисципліни, які винесені відповідно до програми на самостійне опрацювання, або ж були розглянуті стисло;
- усі завдання, передбачені програмою, мають бути виконані у встановлений термін;

– якщо здобувач вищої освіти відсутній на заняттях з поважної причини, він презентує виконані завдання під час самостійної підготовки та консультації викладача;

– під час вивчення курсу здобувачі вищої освіти повинні дотримуватись правил академічної доброчесності, викладених у таких документах: «Правила академічної доброчесності учасників освітнього процесу ХНАДУ» (https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_Standart/pologeniya/stvnz_67_01_dobroch_1.pdf), «Академічна доброчесність. Перевірка тексту академічних, наукових та кваліфікаційних робіт на плагіат» (https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_Standart/pologeniya/stvnz_85_1_01.pdf), «Морально-етичний кодекс учасників освітнього процесу ХНАДУ» (https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_Standart/pologeniya/stvnz_67_01_MEK_1.pdf).

– у разі виявлення факту плагіату здобувач отримує за завдання 0 балів і повинен повторно виконати завдання, які передбачені у силабусі;

– списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних пристроїв). Мобільні пристрої дозволяється використовувати лише під час он-лайн тестування.

Рекомендована література:

1. Карвацький, А. Я. Метод скінченних елементів у задачах механіки суцільних середовищ. Програмна реалізація та візуалізація результатів [Електронний ресурс]: навчальний посібник / А. Я. Карвацький; НТУУ «КПІ». – Київ : НТУУ «КПІ», 2015. – 391 с.

2. Яворський Н.Б. Комп'ютерні методи в інженерії мікроелектромеханічних систем: Навчальний посібник / Н.Б. Яворський, В.М. Теслюк, Є.І. Литвинова. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2015. – 280 с.

3. Баженов В.А. Будівельна механіка. Комп'ютерні технології і моделювання: Підручник / В.А. Баженов, А.В. Перельмутер, О.В. Шишов. – Київ: ПАТ "ВІПОЛ", 2013. - 896 с.

Додаткові джерела:

1. Конспект лекцій з дисципліни "Методи аналізу, моделювання та оптимізації процесів ОМТ": Частина 3 «Теоретичні методи розрахунку процесів ОМТ» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня зі спеціальності 136 «Металургія» за освітньо-науковою програмою «Обробка металів тиском» / Укл. С.В. Єршов. - Кам'янське, ДДТУ. - 2016. - 60 с.

2. Карвацький А. Я. Метод скінченних елементів у задачах механіки суцільних середовищ. Навчальний посібник / А. Я. Карвацький. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 391 с.

3. Карпіловський В.С. Метод скінченних елементів і задачі теорії пружності. – Київ: «Софія А», 2022. – 275 с.

4. Karpilovskyi V.S. Finite Elements of the Plane Problem of the Theory of Elasticity with Drilling Degrees of Freedom. // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering, 2020, Vol. 16(1), pp. 48–72.

5. Karpilovskyi V.S. Finite Elements for the Analysis of Reissner–Mindlin Plates With Joint Interpolation of Displacements and Rotations (JIDR). // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering, 2021, Vol. 17(3), pp. 49–63

6. Дистанційний курс: <https://dl2022.khadi-kh.com/course/view.php?id=1139>

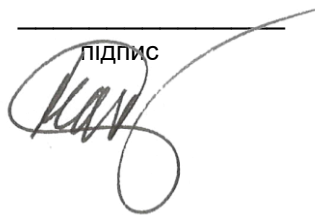
Розробник (розробники)
силабусу навчальної дисципліни



підпис

Д.В.Абрамов
ПІБ

Завідувач кафедри



підпис

М.А.Подригало
ПІБ