

**Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»**

Кафедра технологій машинобудування та матеріалознавства



**«ЗАТВЕРДЖЕНО»**  
завідувач кафедри  
Дербаба В.А. *[Signature]*  
«01» липня 2024 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
«Аналіз статистичних і динамічних характеристик механічних систем  
методами комп'ютерного моделювання»**

Галузь знань .....	13 Механічна інженерія
Спеціальність .....	131 Прикладна механіка
Рівень вищої освіти .....	другий (магістерський)
Освітня програма .....	«Наскрізний інжиніринг машинобудівного виробництва»
Статус .....	обов'язкова
Загальний обсяг .....	4 кредитів ЄКТС (120 годин)
Форма підсумкового контролю .....	диференційований залік
Термін викладання .....	3-й семестр (5;6 чверть)
Мова викладання .....	українська

Викладач: проф. Алексєєнко С.В.

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

Дніпро  
НТУ «ДП»  
2024

Робоча програма навчальної дисципліни «Аналіз статистичних і динамічних характеристик механічних систем методами комп'ютерного моделювання» для магістрів освітньо-наукової програми «Наскрізний інжиніринг машинобудівного виробництва» спеціальності 131 Прикладна механіка / Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка», каф. технологій машинобудування та матеріалознавства. – Д.: НТУ «ДП», 2024. – 13 с.

Розробник: Алексеєнко Сергій Вікторович – професор, доктор технічних наук, професор кафедри технологій машинобудування та матеріалознавства.

Робоча програма регламентує:

- мету дисципліни;
- дисциплінарні результати навчання, сформовані на основі трансформації очікуваних результатів навчання освітньої програми;
- базові дисципліни;
- обсяг і розподіл за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять;
- програму дисципліни (тематичний план за видами навчальних занять);
- алгоритм оцінювання рівня досягнення дисциплінарних результатів навчання (шкали, засоби, процедури та критерії оцінювання);
- інструменти, обладнання та програмне забезпечення;
- рекомендовані джерела інформації.

Робоча програма призначена для реалізації компетентнісного підходу під час планування освітнього процесу, викладання дисципліни, підготовки студентів до контрольних заходів, контролю провадження освітньої діяльності, внутрішнього та зовнішнього контролю забезпечення якості вищої освіти, акредитації освітніх програм у межах спеціальності.

Погоджено рішенням науково-методичної комісії спеціальності 131 «Прикладна механіка» (протокол №4 від 01.07.2024 р.).

## ЗМІСТ

1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ .....	4
2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ.....	4
3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ.....	5
4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ .....	5
5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ.....	5
6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ.....	5
6.1 Шкали.....	7
6.2 Засоби та процедури .....	7
6.3 Критерії.....	8
7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ .....	8
8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ.....	11

## 1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

В освітньо-науковій програмі «Наскрізний інжиніринг машинобудівного виробництва» спеціальності 131 Прикладна механіка здійснено розподіл програмних результатів навчання (ПРН) за організаційними формами освітнього процесу. Зокрема, до дисципліни С4 «Аналіз статистичних і динамічних характеристик механічних систем методами комп'ютерного моделювання» віднесено такі результати навчання

РН3	Застосовувати системи автоматизації для виконання досліджень, проектно-конструкторських робіт, технологічної підготовки та інженерного аналізу в машинобудуванні
РН17	Застосовувати методи статичного і динамічного аналізу механічних систем засобами комп'ютерного моделювання

**Мета дисципліни** – формування компетентностей щодо застосування сучасних методів статичного, динамічного та зв'язаного аналізу механічних систем засобами комп'ютерного моделювання для розв'язання інженерних і науково-прикладних задач, пов'язаних з оцінюванням напружено-деформованого стану, динамічної поведінки та експлуатаційної надійності елементів і вузлів машинобудівних конструкцій.

Реалізація мети вимагає трансформації програмних результатів навчання в дисциплінарні та адекватний відбір змісту навчальної дисципліни за цим критерієм.

## 2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Шифр ПРН	Дисциплінарні результати навчання (ДРН)	
	шифр ДРН	зміст
РН3	РН3.1-С4	Застосовувати системи автоматизованого інженерного аналізу для побудови розрахункових моделей механічних систем та виконання інженерних і науково-прикладних чисельних досліджень їх напружено-деформованого стану
	РН3.2-С4	Використовувати програмні засоби комп'ютерного моделювання для постановки та виконання чисельних експериментів, спрямованих на дослідження динамічної поведінки механічних систем
	РН3.3-С4	Застосовувати інструменти автоматизації для обробки, візуалізації та узагальнення результатів чисельних досліджень, отриманих у процесі комп'ютерного моделювання
РН17	РН17.1-С4	Аналізувати результати комп'ютерного моделювання механічних систем з урахуванням їх статичних і параметричних характеристик
	РН17.2-С4	Оцінювати достовірність результатів чисельних досліджень та визначати вплив вихідних параметрів і граничних умов на поведінку механічної системи
	РН17.3-С4	Інтерпретувати результати статичного та динамічного аналізу механічних систем для обґрунтування інженерних і науково-прикладних рішень

### 3 БАЗОВІ ДИСЦИПЛІНИ

Назва дисципліни	Здобуті результати навчання
Ф1 Дослідження достовірності контролю параметрів виробів машинобудування	Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проектування, аналізу і дослідження конструкцій, машин та/або процесів в галузі машинобудування та суміжних галузях знань; застосовувати системи автоматизації для виконання досліджень, технологічної підготовки та інженерного аналізу в машинобудуванні; використовувати програмні засоби комп'ютерного моделювання для постановки та виконання чисельних експериментів, спрямованих на дослідження складових технологічних систем; використовувати сучасні методи оптимізації параметрів технічних систем засобами системного аналізу, математичного та комп'ютерного моделювання, зокрема за умов неповної та суперечливої інформації.
Ф3 Інноваційні експериментальні і теоретичні дослідження в сфері прикладної механіки	Використовувати сучасні методи оптимізації параметрів технічних систем засобами системного аналізу, математичного та комп'ютерного моделювання, зокрема за умов неповної та суперечливої інформації; самостійно ставити та розв'язувати задачі інноваційного характеру, аргументувати і захищати отримані результати та прийняті рішення; розробляти, виконувати та оцінювати інноваційні проекти з урахуванням інженерних, правових, екологічних, економічних та соціальних аспектів; планувати і виконувати експериментальні і теоретичні дослідження у сфері прикладної механіки, аналізувати їх результати, обґрунтовувати висновки.

### 4 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Вид навчальних занять	Розподіл за формами навчання, години							
	денна			вечірня		заочна		
	Обсяг	аудиторні заняття	самостійна робота	аудиторні заняття	самостійна робота	Обсяг	аудиторні заняття	самостійна робота
лекційні	60	26	34	-	-	-	-	-
практичні	60	26	34	-	-	-	-	-
лабораторні	-	-	-	-	-	-	-	-
семінари	-	-	-	-	-	-	-	-
РАЗОМ	120	52	68	-	-	-	-	-

### 5 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	<b>ЛЕКЦІЇ</b>	<b>60</b>
РН3.1-С4 РН17.1-С4	<b>1. Статичний аналіз механічних систем у середовищі комп'ютерного моделювання</b>	12
	1.1. Формування розрахункової моделі механічної системи	

	1.2. Напружено-деформований стан механічних систем	
	1.3. Аналіз варіантності розрахункових схем і параметрів	
RH3.2-C4 RH17.2-C4	<b>2. Контактні задачі в механічних системах</b> 2.1. Моделювання контактної взаємодії в механічних системах 2.2. Аналіз і інтерпретація контактних характеристик	12
RH3.2-C4 RH17.2-C4	<b>3. Динамічний аналіз механічних систем. Модальний аналіз</b> 3.1. Власні частоти та форми коливань механічних систем 3.2. Вплив параметрів конструкції на модальні характеристики 3.3. Інженерна інтерпретація результатів модального аналізу	12
RH3.3-C4 RH17.2-C4	<b>4. Тепломеханічний аналіз механічних систем</b> 4.1. Формування температурних полів у твердих тілах 4.2. Теплові деформації та напруження 4.3. Зв'язаний тепломеханічний аналіз	12
RH3.3-C4 RH17.3-C4	<b>5. Оптимізація конструкцій за результатами комп'ютерного моделювання</b> 5.1. Параметрична оптимізація механічних систем 5.2. Топологічна оптимізація конструкцій 5.3 Інженерний вибір оптимального конструктивного рішення	12
	<b>ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ</b>	<b>60</b>
RH3.1-C4 RH17.1-C4	<b>1. Статичний аналіз вала трансмісії зі шліцами</b> 1.1. Побудова розрахункової моделі вала трансмісії 1.2. Постановка статичної задачі 1.3. Аналіз напружено-деформованого стану	12
RH3.2-C4 RH17.2-C4	<b>2. Контактний аналіз пари “ролик–втулка”</b> 2.1. Формування контактної моделі 2.2. Розрахунок контактного напружено-деформованого стану 2.3. Інтерпретація результатів контактного аналізу	12
RH3.2-C4 RH17.2-C4	<b>3. Модальний аналіз механічної системи</b> 3.1. Побудова моделі для модального аналізу 3.2. Аналіз власних частот і форм коливань 3.3. Інженерні висновки щодо динамічної поведінки	12
RH3.3-C4 RH17.2-C4	<b>4. Тепломеханічний аналіз</b> 4.1. Розрахунок температурного поля 4.2. Розрахунок теплових деформацій/напружень 4.3. Аналіз причинно-наслідкових зв'язків у результатах	12
RH3.3-C4 RH17.3-C4	<b>5. Оптимізація конструкції механічної системи</b> 5.1. Параметрична оптимізація конструкції 5.2. Топологічна оптимізація конструкцій 5.3. Порівняння результатів і інженерний вибір рішення	12
	<b>РАЗОМ</b>	<b>120</b>

## 6 ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Сертифікація досягнень здобувачів вищої освіти здійснюється за допомогою прозорих процедур, що ґрунтуються на об'єктивних критеріях відповідно до Положення університету «Про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти».

Досягнутий рівень компетентностей відносно очікуваних, що ідентифікований під час контрольних заходів, відображає реальний результат навчання студента за дисципліною.

### 6.1 Шкали

Оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти НТУ «ДП» здійснюється за рейтинговою (100-бальною) та інституційною шкалами. Остання необхідна (за офіційною відсутністю національної шкали) для конвертації (переведення) оцінок мобільних студентів.

#### *Шкали оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти НТУ «ДП»*

Рейтингова	Інституційна
90...100	відмінно / Excellent
74...89	добре / Good
60...73	задовільно / Satisfactory
0...59	незадовільно / Fail

Кредити навчальної дисципліни зараховуються, якщо здобувач отримав підсумкову оцінку не менше 60-ти балів. Нижча оцінка вважається академічною заборгованістю, що підлягає ліквідації відповідно до Положення про організацію освітнього процесу НТУ «ДП».

### 6.2 Засоби та процедури

Зміст засобів діагностики спрямовано на контроль рівня сформованості знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії студента за вимогами НРК до 7-го кваліфікаційного рівня під час демонстрації регламентованих робочою програмою результатів навчання.

Здобувач на контрольних заходах має виконувати завдання, орієнтовані виключно на демонстрацію дисциплінарних результатів навчання (розділ 2).

Засоби діагностики, що надаються здобувачам на контрольних заходах у вигляді завдань для поточного та підсумкового контролю, формуються шляхом конкретизації вихідних даних та способу демонстрації дисциплінарних результатів навчання.

Засоби діагностики (контрольні завдання) для поточного та підсумкового контролю дисципліни затверджуються кафедрою.

Види засобів діагностики та процедур оцінювання для поточного та підсумкового контролю дисципліни подано нижче.

#### *Засоби діагностики та процедури оцінювання*

ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ			ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ	
навчальні заняття	засоби діагностики	процедури	засоби діагностики	процедури
лекції	контрольні завдання за кожною темою	виконання завдання під час лекцій	комплексна контрольна робота (ККР)	визначення сумарного результату поточних контролів;
практичні	індивідуальне завдання	виконання завдань під час самостійної роботи		виконання ККР під час заліку за бажанням студента

Під час поточного контролю лекційні заняття оцінюються шляхом визначення якості виконання контрольних конкретизованих завдань. Практичні заняття оцінюються якістю виконання індивідуального завдання.

Якщо зміст певного виду занять підпорядковано декільком складовим опису кваліфікаційного рівня за НРК, то інтегральне значення оцінки може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюються викладачем.

За наявності рівня результатів поточних контролів з усіх видів навчальних занять не менше 60 балів, підсумковий контроль здійснюється без участі студента шляхом визначення сумарного значення поточних оцінок.

Незалежно від результатів поточного контролю кожен студент під час заліку має право виконувати ККР, яка містить завдання, що охоплюють ключові дисциплінарні результати навчання.

Кількість конкретизованих завдань ККР повинна відповідати відведеному часу на виконання. Кількість варіантів ККР має забезпечити індивідуалізацію завдання.

Значення оцінки за виконання ККР визначається сумарною оцінкою складових (конкретизованих завдань) і є остаточним.

Інтегральне значення оцінки виконання ККР може визначатися з урахуванням вагових коефіцієнтів, що встановлюється кафедрою для кожної складової опису кваліфікаційного рівня за НРК.

### 6.3 Критерії

Реальні результати навчання студента ідентифікуються та вимірюються відносно очікуваних під час контрольних заходів за допомогою критеріїв, що описують дії студента для демонстрації досягнення результатів навчання.

Для оцінювання виконання контрольних завдань під час поточного контролю лекційних і практичних занять в якості критерію використовується коефіцієнт засвоєння, що автоматично адаптує показник оцінки до рейтингової шкали:

$$O_i = 100 a/m,$$

де  $a$  – число правильних відповідей або виконаних суттєвих операцій відповідно до еталону рішення;  $m$  – загальна кількість запитань або суттєвих операцій еталону.

Індивідуальні завдання та комплексні контрольні роботи оцінюються експертно за допомогою критеріїв, що характеризують співвідношення вимог до рівня компетентностей і показників оцінки за рейтинговою шкалою.

Зміст критеріїв спирається на компетентнісні характеристики, визначені НРК для магістерського освітньо-наукового рівня вищої освіти (подано нижче).

### **Загальні критерії досягнення результатів навчання для 7-го кваліфікаційного рівня за НРК**

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
<i>Знання</i>		
♦ спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері професійної діяльності або галузі	Відповідь відмінна – правильна, обґрунтована, осмислена. Характеризує наявність: – спеціалізованих концептуальних знань на рівні новітніх досягнень; – критичне осмислення проблем у навчанні та/або професійній діяльності та на межі предметних галузей	95-100
	Відповідь містить не грубі помилки або описки	90-94

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
знань і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень, критичне осмислення проблем у галузі та на межі галузей знань	Відповідь правильна, але має певні неточності	85-89
	Відповідь правильна, але має певні неточності й недостатньо обґрунтована	80-84
	Відповідь правильна, але має певні неточності, недостатньо обґрунтована та осмислена	74-79
	Відповідь фрагментарна	70-73
	Відповідь демонструє нечіткі уявлення студента про об'єкт вивчення	65-69
	Рівень знань мінімально задовільний	60-64
	Рівень знань незадовільний	<60
<b>Уміння/навички</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ спеціалізовані уміння/навички розв'язання проблем, необхідні для проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності з метою розвитку нових знань та процедур;</li> <li>◆ здатність інтегрувати знання та розв'язувати складні задачі у широких або мультидисциплінарних контекстах;</li> <li>◆ здатність розв'язувати проблеми у нових або незнайомих середовищах за наявності неповної або обмеженої інформації з урахуванням аспектів соціальної та етичної відповідальності</li> </ul>	Відповідь характеризує уміння: – виявляти проблеми; – формулювати гіпотези; – розв'язувати проблеми; – оновлювати знання; – інтегрувати знання; – провадити інноваційну діяльність; – провадити наукову діяльність	95-100
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності з не грубими помилками	90-94
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації однієї вимоги	85-89
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації двох вимог	80-84
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації трьох вимог	74-79
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності, але має певні неточності при реалізації чотирьох вимог	70-73
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання в практичній діяльності при виконанні завдань за зразком	65-69
	Відповідь характеризує уміння/навички застосовувати знання при виконанні завдань за зразком, але з неточностями	60-64
	Рівень умінь/навичок незадовільний	<60
<b>Комунікація</b>		
◆ зрозуміле і недвозначне донесення власних	Зрозумілість відповіді (доповіді). <i>Мова:</i> правильна; чиста; ясна; точна; логічна; виразна; лаконічна. <i>Комунікаційна стратегія:</i>	95-100

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
знань, висновків та аргументації до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються	<ul style="list-style-type: none"> <li>– послідовний і несуперечливий розвиток думки;</li> <li>– наявність логічних власних суджень;</li> <li>– доречна аргументації та її відповідність відстоюваним положенням;</li> <li>– правильна структура відповіді (доповіді);</li> <li>– правильність відповідей на запитання;</li> <li>– доречна техніка відповідей на запитання;</li> <li>– здатність робити висновки та формулювати пропозиції;</li> <li>– використання іноземних мов у професійній діяльності</li> </ul>	
	Достатня зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія з незначними хибами	90-94
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано три вимоги)	85-89
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано чотири вимоги)	80-84
	Добра зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано п'ять вимог)	74-79
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та доречна комунікаційна стратегія (сумарно не реалізовано сім вимог)	70-73
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано дев'ять вимог)	65-69
	Задовільна зрозумілість відповіді (доповіді) та комунікаційна стратегія з хибами (сумарно не реалізовано 10 вимог)	60-64
Рівень комунікації незадовільний	<60	
<b><i>Відповідальність і автономія</i></b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ управління робочими або навчальними процесами, які є складними, непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів;</li> <li>◆ відповідальність за внесок до професійних знань і практики та/або оцінювання результатів діяльності команд та</li> </ul>	<p>Відмінне володіння компетенціями:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– використання принципів та методів організації діяльності команди;</li> <li>– ефективний розподіл повноважень в структурі команди;</li> <li>– підтримка врівноважених стосунків з членами команди (відповідальність за взаємовідносини);</li> <li>– стресовитривалість;</li> <li>– саморегуляція;</li> <li>– трудова активність в екстремальних ситуаціях;</li> <li>– високий рівень особистого ставлення до справи;</li> <li>– володіння всіма видами навчальної діяльності;</li> <li>– належний рівень фундаментальних знань;</li> <li>– належний рівень сформованості загальнонавчальних умінь і навичок</li> </ul>	95-100
	Упевнене володіння компетенціями відповідальності і автономії з незначними хибами	90-94

Опис кваліфікаційного рівня	Вимоги до знань, умінь/навичок, комунікації, відповідальності і автономії	Показник оцінки
колективів; ♦ здатність продовжувати навчання з високим ступенем автономії	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано дві вимоги)	85-89
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано три вимоги)	80-84
	Добре володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано чотири вимоги)	74-79
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано п'ять вимог)	70-73
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (не реалізовано шість вимог)	65-69
	Задовільне володіння компетенціями відповідальності і автономії (рівень фрагментарний)	60-64
	Рівень відповідальності і автономії незадовільний	<60

## 7 ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Використовуються лабораторне та мультимедійне обладнання; персональні комп'ютери; дистанційна платформа Moodle, Office365, ANSYS студентська версія.

## 8 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

### Основна література

1. Мартиненко Г. Ю., Розова Л. В. Комп'ютерне моделювання елементів конструкцій та визначення їх міцності при статичних навантаженнях : навч. посіб. – Харків : НТУ «ХП», ТОВ «Естет Принт», 2021. – 242 с.
2. Гришанова І. А., Згуровська Л. П., Киричук Ю. В. Розв'язок задач проектування приладів та систем з використанням ANSYS і MATHCAD : підручник. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 180 с.
3. Васильків В. В., Данильченко Л. М., Радик Д. Л., Дивдик О. В. Методичний практикум на тему: «Інженерний аналіз в ANSYS Workbench» для практичних занять і самостійної роботи. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 58 с.
4. Алексеєнко С. В. Аналіз статистичних і динамічних характеристик механічних систем методами комп'ютерного моделювання [Електронний ресурс] : методичні рекомендації до виконання практичних робіт для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньо-наукової програми «Наскрізний інжиніринг машинобудівного виробництва» / С. В. Алексеєнко ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2024. – 66 с.

## Допоміжна література

1. Thompson M., Thompson J. ANSYS Mechanical APDL for Finite Element Analysis. 1st Edition. Butterworth-Heinemann, 2017. 466 p.
2. ANSYS Help. Documentation, tutorials, and videos for Ansys products. Mechanical APDL User's Guide Documentation. ANSYS, Inc., 2023. (<https://ansyshelp.ansys.com/...>)
3. Ansys Student - Free Software Download. ANSYS, Inc., 2023. (<https://www.ansys.com/academic/students>)
4. Головченко О.П., Григоренко В.У., & Алексеєнко С.В. (2024). Розвиток методу визначення плануємої поперечної різностінності холоднокатаних труб на основі експериментальних досліджень при різних варіантах виконання подачі та повороту. Вісник «Приазовського Державного Технічного Університету. Серія: Технічні науки. – Дніпро: Державний вищий навчальний заклад «ПДТУ», (48), 59-65.
5. Алексеєнко, С. В., Дербіба, В. А., Рубан, В. М., Алексеєнко, М. С. Навчальне проектування та моделювання електро-гідрравличної системи управління рухом верстатного обладнання Coll.res.pap.nat.min.univ. 2023, 74:111-123 <https://doi.org/10.33271/crpnmu/74.111>

## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Аналіз статистичних і динамічних характеристик механічних систем  
методами комп'ютерного моделювання»

для магістрів освітньо-наукової програми «Наскрізний інжиніринг  
машинобудівного виробництва» спеціальності

131 Прикладна механіка

Розробник:

Алексеєнко Сергій Вікторович

В редакції автора

Підготовлено до виходу в світ  
у Національному технічному університеті  
«Дніпровська політехніка».

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842  
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19