

***Затверджую***

Голова Приймальної комісії  
Ректор

\_\_\_\_\_ Михайло ЗГУРОВСЬКИЙ

*підпис*

\_\_\_\_\_ *дата*

**Навчально-науковий механіко-машинобудівний інститут**

*повна назва факультету/навчально-наукового інституту*

**ПРОГРАМА**

**фахового іспиту**

для вступу на освітньо-професійну програму підготовки магістра  
«Динаміка і міцність машин»

***за спеціальністю 131 Прикладна механіка***

Програму ухвалено:

Вченою Радою Навчально-наукового  
механіко-машинобудівного інституту

Протокол № 8 від 25 березня 2024 р.

Голова Вченої Ради

\_\_\_\_\_ Микола БОБИР

## ВСТУП

Програма фахового іспиту створена з метою конкурсного відбору на навчання за освітньо-професійною програмою підготовки магістрів «Динаміка і міцність машин» за спеціальністю 131 «Прикладна механіка», галузь знань 13 «Механічна інженерія».

Програма фахового іспиту передбачає перевірку набуття вступником компетентностей та результатів навчання, що визначені стандартом вищої освіти за спеціальністю 131 Прикладна механіка для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

Програма ставить за мету виявлення у абітурієнтів систематизованих знань і вмінь з фундаментальних дисциплін, які становлять основу для подальшого опанування освітньої програми магістра та є основою для проведення наукових досліджень з визначення напружено-деформованого стану та оцінки їх міцності, жорсткості і стійкості елементів конструкцій при статичних і динамічних навантаженнях.

Програмою фахового іспиту передбачено виконання завдань теоретично-практичного спрямування з трьох дисциплін.

Кожний білет вміщує 3 завдання – по одному з кожної дисципліни. Розрахунковий час для повного виконання кожного завдання дорівнює 45 хвилин, а весь час проходження екзамену складає 2 години 15 хвилин.

Розв'язок кожного завдання має вміщувати принципову або розрахункову схему з умовними позначеннями та поясненнями, необхідні формули та співвідношення, тлумачення величин, що входять до формул, а також, при необхідності, доведені до числових значень розрахунки та їх обґрунтування і висновки по отриманих результатах розрахунків.

Використання допоміжної літератури в ході екзамену не передбачено.

Оцінювання результатів здійснюється на основі перевірки письмової роботи.

## ОСНОВНИЙ ВИКЛАД

### 1. Розділ 1

#### **Основні поняття механіки матеріалів і конструкцій.**

Основні гіпотези і принципи механіки матеріалів і конструкцій. Моделі матеріалів та сфери їх застосування. Моделювання зовнішніх сил в задачах механіки матеріалів і конструкцій. Поняття про розрахункову схему. Моделювання форми тіла та опор. Внутрішні сили. Методи визначення внутрішніх сил в деформованому тілі. Найпростіші види навантаження стержня. Поняття про напруження і деформацію. геометричні характеристики плоских перерізів - визначення центрів ваги, моменти інерції плоских перерізів і методи їх визначення, головні осі та головні моменти інерції.

### **Розтяг-стиск стержня.**

Визначення напружень та деформацій в стержні за чистого розтягу-стиску. Умови міцності та жорсткості та основні види розрахунків та їх застосуванням. Діаграма розтягу. Основні механічні характеристики матеріалів при розтязі. Випробування на стиск. Властивості різних матеріалів при стиску. Вплив різних факторів на механічні властивості матеріалів. Допустимі напруження. Їх визначення в залежності від типу матеріалу. Приклади розв'язання задач із визначення геометричних розмірів поперечного перерізу, допустимих навантажень, напружень і переміщень в стержні при розтягу-стисненні на основі умов міцності і жорсткості.

### **Чистий зсув.**

Чистий зсув. Головні та допустимі напруження. Закон Гука при чистому зсуві. Зріз та зминання стержнів. Умови міцності на зріз та зминання. Розрахунок на міцність зварних швів. Розрахунки на міцність і жорсткість циліндричних пружин з малим кроком. Приклади розв'язання задач із визначення геометричних розмірів поперечного перерізу, допустимих навантажень, напружень і переміщень в елементах конструкцій при зсуві на основі умов міцності і жорсткості.

### **Кручення стержнів.**

Визначення напружень та деформацій при чистому крученні круглого стержня. Розрахунки на міцність та жорсткість круглих стержнів при крученні. Особливості розподілу дотичних напружень у стержнях некруглого перерізу при крученні. Розрахунки на міцність та жорсткість при крученні стержнів прямокутного перерізу. Кручення тонкостінних замкнених профілів. Приклади розв'язання задач із визначення геометричних розмірів поперечного перерізу, допустимих навантажень, напружень і переміщень в елементах конструкцій при крученні на основі умов міцності і жорсткості.

### **Згин.**

Визначення нормальних напружень в стержнях при чистому згинанні. Дотичні напруження в стержні при поперечному згині. Аналіз напруженого стану стержня по висоті перерізу при поперечному згині. Основна умова міцності при згині. Розрахунки на міцність та жорсткість при згині стержнів прямокутного перерізу. Диференціальне рівняння пружної лінії стержня. Переміщення при згині. Метод початкових параметрів для визначення переміщень при згині. Спосіб Мора для визначення переміщень. Диференційні залежності між внутрішніми зусиллями. Приклади розв'язання задач із визначення геометричних розмірів поперечного перерізу, допустимих навантажень, напружень і переміщень в балках при згині на основі умов міцності і жорсткості.

## **2. Розділ 2.**

### **Кінематичний аналіз стержневих систем**

Кінематичний аналіз- мета і задачі. Геометрично змінювані і геометрично

незмінювані системи. Кількісний етап кінематичного аналізу. Формула Чебишова. Якісний етап кінематичного аналізу. Способи утворення геометрично незмінюваних систем. Миттєво змінювані системи. Приклади.

### **Розрахунок ферм статично визначуваних ферм.**

Ферми. Класифікація ферм. Кінематичний аналіз ферм. Спосіб вирізування вузлів для визначення зусиль в стержнях ферм. Окремі випадки рівноваги вузлів ферм (нульові стержні). Спосіб наскрізних перерізів для визначення зусиль в стержнях ферм.

### **Розрахунок статично-невизначуваних стрижневих систем методом сил**

Метод сил: основні невідомі, система канонічних рівнянь - зміст рівнянь і порядок складання. Матриця піддатливості. Загальна послідовність розрахунку із використанням методу сил. Розрахунок статично невизначуваних ферм. Особливості отримання основної системи. Використання симетрії конструкції і навантаження при розрахунку статично невизначуваних ферм. розрахунок рам методом сил.

### **Розрахунок статично-невизначуваних стрижневих систем методом переміщень**

Метод переміщень. Основні невідомі. Основна система методу переміщень. Система канонічних рівнянь методу переміщень: зміст рівнянь і порядок складання. Визначення внутрішніх зусиль в балках «защемлення-защемлення» і «защемлення-шарнір» основної системи методу переміщень при кінематичних і силових навантаженнях. Обчислення коефіцієнтів системи канонічних рівнянь методу переміщень. Матриця жорсткості систем і її зв'язок з матрицею піддатливості. Загальна послідовність розрахунку із використанням канонічної форми рівнянь методу переміщень. Розгорнута форма методу переміщень Вирази для кінцевих зусиль однопрогонових балок «защемлення-защемлення» і «защемлення-шарнір». Розрахунок симетричних рам методом переміщень.

### **Стійкість механічних систем.**

Стійка і нестійка рівновага. Методи дослідження стійкості. Стійкість систем з одним і декількома ступенями вільності. Визначення критичних навантажень. Багато-параметричне навантаження. Область стійкості (теорема Палковича). Диференційне рівняння поздовжньо-поперечного згину і критична сила для стиснутого стержня. Формула Ейлера. Розв'язання диференційного рівняння поздовжньо-поперечного згину при різних умовах закріплення кінців стержня. Розв'язання диференційного рівняння поздовжньо-поперечного згину в формі методу початкових параметрів. Розрахунок стержневих систем на стійкість методом переміщень. Рівняння для визначення кінцевих зусиль в однопрогонових балках «защемлення-защемлення» і «защемлення-шарнір» при поздовжньо-поперечному згині. Розрахунок симетричних рам на стійкість методом переміщень.

### **3. Розділ 3.**

#### **Основні поняття і визначення в теорії коливань.**

Класифікація коливальних процесів і коливальних систем. Кінематика гармонічних коливань. Кінематика періодичних і випадкових коливань. Класифікація сил в коливальній системі.

#### **Коливання систем з одним ступенем вільності.**

Складові частини і параметри лінійних коливальних систем з одним ступенем вільності. Диференційне рівняння вільних коливань системи із одним ступенем вільності. Його розв'язування. Види початкових умов. Визначення сталих інтегрування з початкових умов. Вплив в'язкого тертя на вільні коливання. Метод Релея.

#### **Автоколивання.**

Класифікація автономних активних систем. Класифікація автоколивань. Методи визначення амплітуди і частоти автоколивань. Метод гармонічного балансу.

Вимушені коливання.

Гармонічне силові збудження в лінійній системі без тертя. Поняття про резонанс. Гармонічне кінематичне збудження в лінійній системі без тертя. Періодичне силове збудження лінійної коливальної системи без тертя. Основи і методи віброзахисту.

#### **Параметричні коливання.**

Параметричні коливання. Лінійна задача. Діаграма Айнса-Стретта.

#### **Нелінійні коливання з одним ступенем вільності.**

Особливості і класифікація нелінійних систем з одним ступенем вільності. Метод гармонічного балансу для нелінійних автономних систем. Метод гармонічного балансу для дослідження нелінійних неавтономних систем. Вимушені коливання нелінійної системи з урахуванням в'язкого тертя.

#### **Коливання систем зі скінченим ступенем вільності.**

Квадратичні форми і матриці параметрів системи з багатьма ступенями вільності. Методи розв'язування рівнянь вільних коливань системи з багатьма ступенями вільності. Метод головних коливань (МГК). Властивості власних частот і власних форм коливань. Рівняння вільних коливань системи з багатьма ступенями вільності. Вимушені коливання системи з багатьма ступенями вільності з урахуванням тертя. Кінематичне збудження в системі з багатьма ступенями вільності.

#### **Коливання систем з розподіленими параметрами.**

Диференційне рівняння поздовжніх коливань стрижня. Крутильні коливання круглого стрижня. Вільні згинальні коливання стрижня. Вимушені згинальні коливання стрижня.

## ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

### 1. Критерії оцінювання (за системою ECTS)

Відповіді на питання з **Розділу 1:**

**Ваговий бал – 33:**

- повна відповідь з розрахунками, принциповою чи конструктивною схемою (не менше 90% потрібної інформації) – **30-33** бали;
- повна відповідь з непринциповими неточностями, зокрема обчислювального характеру, (не менше 85% потрібної інформації), – **27-29** балів;
- принципово правильна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) – **24-26 балів**;
- повна відповідь з принциповими неточностями (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – **18-23 бали**;
- не повна відповідь, в якій відсутні принципові неточності (не менше 50% потрібної інформації) та незначні помилки – **9-17** балів;
- «незадовільно», принципово неправильна відповідь або її відсутність – **0-8** балів.

Відповіді на питання з **Розділу 2:**

**Ваговий бал – 33:**

- повна відповідь з розрахунками, принциповою чи конструктивною схемою (не менше 90% потрібної інформації) – **30-33** бали;
- повна відповідь з непринциповими неточностями, зокрема обчислювального характеру, (не менше 85% потрібної інформації), – **27-29** балів;
- принципово правильна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) – **24-26 балів**;
- повна відповідь з принциповими неточностями (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – **18-23 бали**;
- не повна відповідь, в якій відсутні принципові неточності (не менше 50% потрібної інформації) та незначні помилки – **9-17** балів;
- «незадовільно», принципово неправильна відповідь або її відсутність – **0-8** балів.

Відповіді на питання з **Розділу 3:**

**Ваговий бал – 34:**

- повна відповідь з розрахунками, принциповою чи конструктивною схемою (не менше 90% потрібної інформації) – **30-34** бали;
- повна відповідь з непринциповими неточностями, зокрема обчислювального характеру, (не менше 85% потрібної інформації), – **27-29** балів;
- принципово правильна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) – **24-26 балів**;

- повна відповідь з принциповими неточностями (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – **18-23 бали**;
- не повна відповідь, в якій відсутні принципові неточності (не менше 50% потрібної інформації) та незначні помилки – **9-17 балів**;
- «незадовільно», принципово неправильна відповідь або її відсутність – **0-8 балів**.

## 2. Розрахунок традиційної оцінки

Чисельний еквівалент оцінки  $\Phi$  з фахового іспиту розраховується за формулою:

$$\Phi = \sum \Phi_i$$

де  $\Phi_i$  – оцінка за  $i$ -е питання білету.

Залежно від суми отриманих балів, вступнику виставляється оцінка за рейтинговою системою оцінювання:

Таблиця 1

Бали	Оцінка
100..95	Відмінно
94..85	Дуже добре
84..75	Добре
74..65	Задовільно
64..60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно

Перерахунок оцінки рейтингової системи оцінювання за 200-бальною шкалою подано в таблиці 2.

Таблиця 2

Таблиця відповідності оцінок РСО (60...100 балів)  
оцінкам 200-бальної шкали (100...200 балів)

шкала РСО	шкала 100...200	шкала РСО	шкала 100...200	шкала РСО	шкала 100...200	шкала РСО	шкала 100...200
60	100	70	140	80	160	90	180
61	105	71	142	81	162	91	182
62	110	72	144	82	164	92	184
63	115	73	146	83	166	93	186
64	120	74	148	84	168	94	188
65	125	75	150	85	170	95	190
66	128	76	152	86	172	96	192
67	131	77	154	87	174	97	194
68	134	78	156	88	176	98	196
69	137	79	158	89	178	99	198
						100	200

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Баженов В.А., Іванченко Г.М., Шишов О.В., Пискунов С.О. Будівельна механіка. Розрахункові вправи. Задачі. Комп'ютерне тестування: Навч.посібник для студентів вищих навчальних закладів - Київ, Каравела, 2010 р. – 420 с
2. Баженов В.А., Перельмутер А.В., Шишов О.В. Будівельна механіка. Комп'ютерні технології і моделювання [Електронний ресурс] : Підручник для студентів вищих навчальних закладів // Електронні текстові дані (1 файл: 34,7 Мбайт) Київ, 2018 р. – 896 с. <https://drive.google.com/file/d/119V3ooSECDG5Vq-O8tMi7UDwCcR2EtT4/view>
3. Будівельна механіка машин [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» спеціалізації «Динаміка і міцність машин» / О. М. Чемерис, В. А. Колодежний, С. І. Трубачев ; НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»; ред. О. О. Боронко. – Електронні текстові дані (1 файл: 9,22 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 258 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/18961>
4. Будівельна механіка машин. Розд. І: Стрижневі системи [Електронний ресурс] : конспект лекцій для студентів напряму підготовки 6.050501 «Прикладна механіка» / НТУУ «КПІ»; уклад. О. М. Чемерис. – Електронні текстові дані (1 файл: 922,94 Кбайт). – Київ : НТУУ «КПІ». 2012. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/2238>
5. Будівельна механіка машин. Розділ 3. Стійкість пружних систем [Електронний ресурс]: методичні вказівки до проведення практичних занять з дисципліни «Будівельна механіка машин» / НТУУ «КПІ»; уклад. О. М. Чемерис. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,52 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2015. – 61 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/11077>
6. Будівельна механіка машин. Стрижневі системи. Методичні вказівки до виконання курсової роботи для студ. спец. «Динаміка і міцність машин» // Уклад. Чемерис О.М. – НТУУ «КПІ», 2006. – 24 с.
7. Будівельна механіка машин. Ч. І: Стрижневі системи [Електронний ресурс]: методичні вказівки до проведення практичних занять з дисципліни для студентів напряму підготовки 6.050501 «Прикладна механіка» / НТУУ «КПІ»; уклад. О. М. Чемерис. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,93 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2013. – 60 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/2582>
8. Будівельна механіка статично визначених стержневих систем : навч. посіб. / Б.С. Попович, О.Р. Давидчак ; Національний університет "Львівська політехніка". - Львів : Львівська політехніка, 2007. - 196 с.
9. Василенко М. В. Теорія коливань і стійкості руху : підручник / М. В. Василенко, О. М. Алексейчук. – Київ : Вища шк., 2004. – 525 с.: іл.
10. Коливання стержнів, пластин та оболонок [Електронний ресурс] : підручн. для студ. спец. 131 «Прикладна механіка» / А. Є. Бабенко, О. О. Боронко, Я. І. Лавренко, С. І. Трубачев; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 10,28 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 252 с. Гриф надано Вченою радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 4 від



27.06.2022 р.) <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48522>

11. Основи будівельної механіки : Підручник для студ. вищ. навч. закл. / Г.П. Дорошук, В.М. Трач. - Рівне : УДУВГП, 2003. - 504с. : іл.
12. Писаренко Г.С., Квітка О.Л., Уманський Е.С. Опір матеріалів: підручник. – К.: Вища шк., 2004. – 655 с.
13. Практикум з будівельної механіки : Навч. посіб. / О.Ф. Дащенко, Л.В. Коломієць, О.В. Ухов. - Одеса : Астропринт, 2003. - 136 с.
14. Чемерис О.М. Конспект лекцій з дисципліни «Будівельна механіка машин» для спеціальності «Динаміка і міцність машин» Розділ 3. Стійкість пружних систем К.НТУУ «КПІ» 2010, 76 с.

## ПРИКЛАД ТИПОВОГО ЗАВДАННЯ ФАХОВОГО ІСПИТУ

### ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № XX

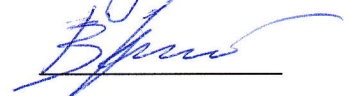
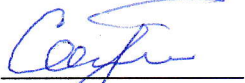
1. Гармонічне силові збудження в лінійній системі без тертя. Поняття про резонанс.
2. Основні механічні характеристики матеріалів при розтязі. Зайти абсолютне видовження стрижня  $l$  довжиною  $l=1$  м з поперечним перерізом  $5 \times 2$  см і модулем Юнга  $E = \cdot 2 \cdot 10^5$  МПа, якщо він розтягується силою 100 кН.
3. Визначення внутрішніх зусиль в балках «защемлення-защемлення» і «защемлення-шарнір» основної системи методу переміщень при кінематичних і силових навантаженнях.

### РОЗРОБНИКИ:

Пискунов С.О. д.т.н., професор кафедри ДММОМ

Трубачев С.І. к.т.н., доцент кафедри ДММОМ

Колодежний В.А. ст. викладач кафедри ДММОМ



### Програму рекомендовано

кафедрою «Динаміки і міцності машин та опору матеріалів»  
протокол № 10 від 25 березня 2024 р.

Завідувач кафедру  Сергій ПИСКУНОВ