

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

*Затверджую*



Голова Приймальної комісії  
Ректор

Михайло  
ЗГУРОВСЬКИЙ

28.09.2023  
дата

**Навчально-науковий механіко-машинобудівний інститут**

повна назва факультету/навчально-наукового інституту

**ПРОГРАМА**  
**комплексного фахового випробування**  
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 «27» «березня» 2023 р.

Голова Вченої Ради

Микола БОБИР

Київ 2023

## ВСТУП

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

Програмою комплексного екзамену передбачено виконання завдань теоретично-практичного спрямування з трьох дисциплін:

1. Механіка матеріалів і конструкцій.
2. Будівельна механіка стрижневих систем.
3. Коливання стрижневих систем.

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.

## 1. ОСНОВНИЙ ВИКЛАД

### 1.1. Механіка матеріалів і конструкцій

#### **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 з 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.

## **1.2. Будівельна механіка стрижневих систем**

### **Кінематичний аналіз стрижневих систем**

Кінематичний аналіз- мета і задачі. Геометрично змінювані і геометрично незмінювані системи. Кількісний етап кінематичного аналізу. Формула Чебишева. 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. Багатопараметричне навантаження. Область стійкості (теорема Папковича). Диференційне рівняння позовжньо-поперечного згину і критична сила для стиснутого стержня. Формула Ейлера. Розв'язання диференційного рівняння позовжньо-поперечного згину при різних умовах закріплення кінців стержня. Розв'язання диференційного рівняння позовжньо-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 позовжньо-поперечному згині. Розрахунок симетричних рам на стійкість методом переміщень.

## **1.3. Коливання стрижневих систем.**

### **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 степенями вільності. Вимушені коливання системи з багатьма степенями вільності з урахуванням тертя. Кінематичне збудження в системі з багатьма степенями вільності.

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

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

## **2. ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ**

### **2.1. Критерії оцінювання (за системою ECTS)**

Відповіді на питання з дисципліни «Механіка матеріалів і конструкцій»:

#### **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.

Відповіді на питання з дисципліни «Будівельна механіка стрижневих систем»:

#### **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 дисципліни «Коливання стрижневих систем»

#### **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.

## 2.2. Розрахунок традиційної оцінки

Загальна оцінка визначається як проста арифметична сума оцінок відповідей. Залежно від суми отриманих балів, вступнику виставляється оцінка за рейтинговою системою оцінювання. Перерахунок оцінки рейтингової системи оцінювання за 200-бальною шкалою (оцінка ЄВІ) подано в таблиці 1.

Таблиця 1

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             |

## 2.3. Приклад типового завдання комплексного фахового випробування

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Освітньо-кваліфікаційний рівень – «магістр»

Спеціальність 131 «Прикладна механіка»

Освітньо-професійна програма «Динаміка і міцність машин»

### ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № XX

1. Гармонічне силові збудження в лінійній системі без тертя. Поняття про резонанс. (Максимальна оцінка 34 бали)
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  $E = 2 \times 10$  МПа, якщо він розтягується силою 100 кН. (Максимальна оцінка 33 бали).
3. Визначення внутрішніх зусиль в балках «защемлення-защемлення» і «защемлення-шарнір» основної системи методу переміщень при кінематичних і силових навантаженнях. (Максимальна оцінка 33 бали).

## 3. 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. Трубочев ; 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, Доступ: <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. Доступ <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. Трубочев; 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.

Розробники програми:

1. Д.т.н., проф. С.О. Пискунов \_\_\_\_\_

2. К.т.н., доц. С.І. Трубачев \_\_\_\_\_

3. Ст. викл. В.А. Колодежний \_\_\_\_\_

Затверджено на засіданні кафедри динаміки і міцності машин та опору матеріалів  
Протокол № 5 від 15.02.2023 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ С.О. Пискунов