

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою

Механіко-машинобудівного інституту

Протокол № ____ від ____ лютого 2017 р.

Голова вченої ради _____ М.І. Бобир

М.П.

ПРОГРАМА

комплексного фахового випробування для вступу на освітньо-професійну програму
підготовки магістра
спеціальності 131 Прикладна механіка
по спеціалізації «Інформаційні системи та технології в авіабудуванні»

Програму рекомендовано кафедрою
динаміки і міцності машин та опору матеріалів
Протокол № 8 від 19 січня 2017 р.

Завідувач кафедри _____ А.Є. Бабенко

Київ – 2017

Програма вступних випробувань створена з метою конкурсного відбору на навчання за освітньо-професійними програмами підготовки магістрів за спеціальністю 131 «Прикладна механіка», спеціалізація «Інформаційні системи та технології в машинобудуванні», галузь знань 13 «Механічна інженерія», виявлення у абітурієнтів систематизованих знань і вмінь з методів визначення напружено-деформованого стану машинобудівної конструкції, оцінки її міцності, надійності, стійкості при різних типах навантаження, чисельних методів рішення задач механіки в статичній і динамічній постановці, принципів побудови аналітичних і чисельних розрахункових моделей.

Програма охоплює перелік питань з наступних нормативних фахових дисциплін:

Чисельні методи динаміки і міцності машин

1. Загальні формули для погрешностей при обчисленнях функцій. Спосіб границь для оцінки погрешності при обчисленнях функцій.

2. Розрядний запис наближених чисел. Форма запису дійсного числа із плаваючим розділовим знаком для ЕОМ. Оцінка погрешностей при обчисленнях на ЕОМ.

3. Лінійні векторні простори, їхні види й властивості. Повнота простору.

4. Області значень і визначень лінійного оператора. Лінійні оператори: поняття, властивості обмеженості й рівності, норма. Зворотний лінійний оператор. Обмежений оператор.

5. Лінійні обмежені оператори у дійсному гільбертовому просторі, їхні властивості, норма, енергія.

6. Лінійні обмежені функціонали в дійсному гільбертовому просторі. Основні теореми лінійного операторного аналізу (одиночності, мінімуму функціонала, існування, варіаційне рівняння Ейлера).

7. Нелінійні обмежені функціонали в дійсному гільбертовому просторі. Теорема про екстремум нелінійного функціонала.

8. Про наближений розв'язок операторних лінійних і нелінійних рівнянь.

9. Ідея методу скінченних різниць. Стандартні різницеві апроксимації основних диференціальних операторів $Lu = du/dx$ й $Lu = d^2u/dx^2$, погрешності цих апроксимацій.

10. Скінчено-різницева апроксимація основних крайових задач еліптичного типу (з ГУ 1-го, 2-го роду). Приклади одновимірних задач.

11. Скінченно-різницева апроксимація крайових задач параболічного типу: класичні двохарові просторово-часові схеми (Ейлера явний та неявний, Кранка-Николсона, Гальоркіна). Загальні оцінки точності, стійкості та збіжності просторово-часових скінченно-різницевоїх схем для крайових задач параболічного типу.

12. Поняття про ефективні схеми з факторизованим оператором для крайових задач параболічного типу.

13. Наближення розв'язків крайових задач лінійною комбінацією базисних векторів (функцій). Три варіанта вибору базисних векторів (функцій).

14. Метод найменших квадратів як метод розв'язування крайових задач, умови його застосування.

15. Варіаційні методи розв'язування крайових задач. Метод Релея-Рітца, умови його застосування.

16. Метод Бубнова-Гальоркіна розв'язування крайових задач, умови його застосування.

17. Основа та ідея методу зважених похибок наближення (Петрова, моментів). Ідея Бубнова як ефективний варіант вибору вагових функцій у цьому методі.

18. Ідея методу скінченних елементів як універсального методу апроксимації розв'язків крайових задач.

19. Поняття симплекса. Одновимірний та двовимірний симплексна модель СЕ.

20. Параметричні інтерполяційні функції для одновимірних та двовимірних СЕ. СЕ лагранжевого та серендіпового сімейств. Ієрархічний підхід.

21. Критерії збіжності для базисних функцій скінченних елементів (при розв'язуванні МСЕ крайових задач, що мають диференціальні оператори).

22. Послаблення постановки крайової задачі теплопровідності при застосуванні методу зважених похибок наближення. Просторова алгебраїзація задачі теплопровідності на основі МСЕ.

23. Алгебраїзація нестационарної задачі теплопровідності за часовим аргументом: стандартні двошарові просторово-часові схеми, їхні характеристики.

24. Отримання системи алгебраїчних рівнянь для крайової задачі про *термопружний* напружено-деформований стан тіла на основі варіаційного принципу Лагранжа (постановка задачі в переміщеннях, із застосуванням МСЕ).

25. Отримання системи алгебраїчних рівнянь для крайової задачі про *пружно-пластичний* напружено-деформований стан тіла (теорія малих пружно-пластичних деформацій Іллюшина) на основі варіаційного принципу Лагранжа та методу додаткових навантажень (постановка задачі в переміщеннях, із застосуванням МСЕ).

26. Отримання системи алгебраїчних рівнянь для крайової задачі про *пружно-пластичний* напружено-деформований стан тіла (теорія пластичності Прандтля-Рейса) на основі варіаційного принципу Лагранжа и методу додаткових навантажень (постановка задачі в переміщеннях, із застосуванням МСЕ).

27. Алгоритм Ньютона-Рафсона для нелінійних САР при розв'язуванні крайової задачі термопружнопластичності на основі методу додаткових навантажень.

28. Метод змінних параметрів пружності в задачах термопружнопластичності.

29. Ідея методів дотичної жорсткості та пружних довантажень в задачах термопружнопластичності.

30. Заповнення матриць базисних функцій та диференціювання у СЕ, тривимірний випадок. Обчислення частинних похідних за напрямками глобальних координат в точці ізопараметричного СЕ (для матриці похідних).

31. Заповнення основних матриць ($[\phi]$, $[B]$, модулів пружності $[D]$) у СЕ в залежності від вимірності задачі, типу напружено-деформованого стану та типу координатної системи.

32. Чисельне інтегрування у ізопараметричному скінченному елементі на

основі квадратур Гауса. Характерні підінтегральні функції у методі скінченних елементів.

Опір матеріалів

1. Знайти абсолютне видовження стержня Δl довжиною $l=1$ м з поперечним перерізом 5×2 см² і модулем Юнга $E=2 \cdot 10^5$ МПа, якщо він розтягується силою 100 кН.

2. Визначити площу поперечного перерізу стержня з умови міцності, якщо він розтягується силою 80 кН і виготовлений із сталі, для якої допустимі напруження $[\sigma] = 160$ МПа.

3. Знайти максимальні дотичні напруження в стержні, який розтягується силою 50 кН і має площу поперечного перерізу 2,5 см².

4. Визначити величину допустимих напружень для сталі, якщо відома границя текучості $\sigma_T = 200$ МПа і коефіцієнт запасу міцності $n = 2$.

5. Визначити діаметр поперечного перерізу стержня з умови міцності, якщо він скручується моментом $M=314$ Н·м і виготовлений із сталі, для якої допустимі напруження $[\tau] = 80$ МПа.

6. Знайти кут закручування ϕ стержня, довжиною $l=1$ м, з поперечним перерізом діаметром 20 мм і модулем пружності при зсуві $G=0,8 \cdot 10^5$ МПа, якщо він скручується моментом 62,8 Н·м.

7. Знайти максимальні нормальні напруження в стержні, який скручується моментом $M=314$ Н·м і має діаметр поперечного перерізу 50 мм.

8. Визначити діаметр поперечного перерізу стержня з умови жорсткості, якщо він скручується моментом $M=314$ Н·м. Стержень виготовлено із сталі у якої модуль пружності при зсуві $G=0,8 \cdot 10^5$ МПа. Допустимий відносний кут закручування $[\phi] = 0,001$.

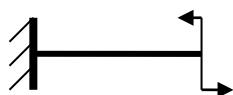
9. Визначити діаметр поперечного перерізу стержня з умови жорсткості при $[\varepsilon] = 0,0005$, якщо він розтягується силою 80 кН. Стержень виготовлено із сталі у якої модуль Юнга $E=2 \cdot 10^5$ МПа.

10. Знайти поперечну силу і інтенсивність розподіленого навантаження при $x=5$ м, скориставшись диференційними залежностями при згині, якщо задано згинаючий момент $M = (100x + 10x^2)$ Н·м.

11. Знайти згинаючий момент, скориставшись диференційними залежностями при згині, при $x=2$ м, якщо задано поперечну силу $Q = 20x$ Н.

12. Визначити розміри квадратного поперечного перерізу стержня з умови міцності, якщо він згинається моментом $M=320$ Н·м і виготовлений із сталі, для якої допустимі напруження $[\sigma] = 160$ МПа.

13. Визначити розміри круглого поперечного перерізу консольно закріпленого стержня довжиною 1 м з умови жорсткості, якщо він згинається зосередженим моментом $M=314$ Н·м прикладеним на кінці. Максимальний прогин не перевищує 1 см.



14. Визначити максимальні нормальні напруження у стержні прямокутного поперечного перерізу $h=0,1$ м, $b=0,05$ м якщо він згинається зосередженим моментом $M=300$ Н·м.

15. Визначити максимальні дотичні напруження у стержні прямокутного поперечного перерізу $h=0,1$ м, $b=0,05$ м якщо він згинається моментом $M=300$ Н·м.

16. Визначити максимальні дотичні напруження у поперечному перерізі двотаврової балки №20 при чистому згині, якщо вона згинається моментом $M=10$ Нм

17. Визначити максимальні дотичні напруження у стержні квадратного поперечного перерізу розміром $0,05 \times 0,05$ м² при поперечній силі 10 кН.

18. Визначити величину критичної сили для стержня квадратного поперечного перерізу розміром $0,06 \times 0,06$ м² довжиною 5 м, якщо один кінець його закріплено за допомогою шарнірно нерухомої опори, а другий шарнірно рухомої. Стержень виготовлено із сталі з модулем Юнга $E = 2 \cdot 10^5$ МПа.

19. Визначити максимальні напруження в тонкостінній трубі при внутрішньому тиску 10 МПа і товщині стінки 0,002 м і середньому діаметрі 0,02 м.

20. При якому коефіцієнті асиметрії циклу r навантаження є найбільше небезпечним з точки зору міцності деталі.

21. Знайти абсолютне видовження стержня Δl довжиною $l=1$ м з поперечним перерізом 5×2 см² і модулем Юнга $E=2 \cdot 10^5$ МПа, якщо він розтягується силою 100 кН.

22. Визначити діаметр поперечного перерізу стержня з умови міцності, якщо він скручується моментом $M=314$ Н·м і виготовлений із сталі, для якої допустимі напруження $[\tau] = 80$ МПа.

23. Визначити площу поперечного перерізу стержня з умови міцності, якщо він розтягується силою 80 кН і виготовлений із сталі, для якої допустимі напруження $[\sigma] = 160$ МПа.

24. Знайти максимальні дотичні напруження в стержні, який розтягується силою 50 кН і має площу поперечного перерізу 2,5 см².

25. Визначити величину допустимих напружень для сталі, якщо відома границя текучості $\sigma_T = 200$ МПа і коефіцієнт запасу міцності $n = 2$.

26. Знайти кут закручування ϕ стержня, довжиною $l=1$ м, з поперечним перерізом діаметром 20 мм і модулем пружності при зсуві $G = 0,8 \cdot 10^5$ МПа, якщо він скручується моментом 62,8 Н·м.

27. Знайти максимальні нормальні напруження в стержні, який скручується моментом $M=314$ Н·м і має діаметр поперечного перерізу 50 мм.

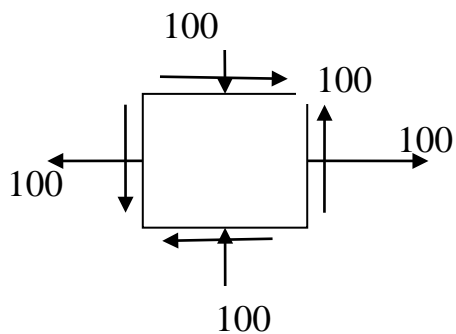
28. Знайти згинаючий момент, скориставшись диференційними залежностями при згині, при $x = 2$ м, якщо задано поперечну силу $Q = 20x$ Н.

29. Визначити діаметр поперечного перерізу стержня з умови жорсткості, якщо він скручується моментом $M=314$ Н·м. Стержень виготовлено із сталі у якої модуль пружності при зсуві $G=0,8 \cdot 10^5$ МПа. Допустимий відносний кут закручування $[\phi] = 0,001$.

30. Визначити діаметр поперечного перерізу стержня з умови жорсткості при $[\varepsilon] = 0,0005$, якщо він розтягується силою 80 кН. Стержень виготовлено із сталі у якої модуль Юнга $E = 2 \cdot 10^5$ МПа.

31. Знайти поперечну силу і інтенсивність розподіленого навантаження при $x = 5$ м, скориставшись диференціальними залежностями при згині, якщо задано згинаючий момент $M = (100x + 10x^2)$ Н·м.

32. Знайти аналітично і графічно головні напруження і головні площинки



33. Структурний аналіз плоских ферм.

34. Основна система і канонічні рівняння методу сил статично невизначених ферм.

35. Основна система і канонічні рівняння методу переміщень.

36. Диференціальні рівняння і рішення симетричного згину круглих пластин та граничні умови.

37. Диференціальні рівняння згину круглого кільця.

38. Циліндричний згин пластин.

39. Диференціальні рівняння згину прямокутної пластини і граничні умови.

40. Стійкість стержня на пружній основі.

41. Стійкість шарнірно-закріпленої пластинки при стисканні.

42. Стійкість циліндричної оболонки при стисканні.

Зразок екзаменаційного білета

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

Освітньо-кваліфікаційний рівень – «магістр»

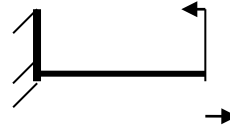
Спеціальність 131 прикладна механіка
(код і назва)

Спеціалізація Інформаційні системи та технології в машинобудуванні
(код і назва)

Навчальна дисципліна Чисельні методи динаміки і міцності машин та опір матеріалів

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № ____

1. . Визначити розміри круглого поперечного перерізу консольно закріпленого стержня довжиною 1м з умови жорсткості, якщо він згинається зосередженим моментом $M=314 \text{ Н}\cdot\text{м}$ прикладеним на кінці
Максимальний прогин не перевищує 1см.



2. . Загальні формули для погрешностей при обчисленнях функцій. Спосіб границь для оцінки погрешності при обчисленнях функцій. _____

Затверджено на засіданні кафедри динаміки і міцності машин та опору матеріалів
(назва кафедри)

Протокол № 8 від «19» 01 2017_ р.

Завідувач кафедри

(підпис) Бабенко А.Є.
(прізвище, ініціали)

Критерії оцінювання

Рейтинг студента складається із балів, отриманих за відповіді на два питання із білета. Кожне питання оцінюється в 50 балів.

Відповідь на кожне питання оцінюється наступним чином:

- питання розкрито у повному обсязі 45...50 бала
- питання розкрито на 75% 34...44 балів
- питання розкрито від 50% до 75% об'єму роботи 22...33 балів

- питання розкрито 50% об'єму роботи

0...21 балів

Сума вагових балів складає: $RD = 50+50=100$ балів.

Кількість балів (RD)	Оцінка ECTS	Традиційна оцінка
95-100	A	Відмінно
80-94	B	Добре
75-79	C	
65-74	D	Задовільно
60-64	E	
40-59	FX	Незадовільно
менше 39	F	Не допущено

Література

1. Самарский А. А. Введение в численные методы. Учебное пособие для вузов. 3-е изд., стер. — СПб.: Издательство «Лань», 2005. — 288 с
2. Калиткин Н.Н. Численные методы - Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1978, 512 с.
3. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике [пер. с англ.] – М.: Мир., 1975. – 542 с. – Библиогр.: с. 540–542.
4. Рудаков К. М. Чисельні методи аналізу в динаміці та міцності конструкцій: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навч. на напрямом «Інженерна механіка» - ; Нац. техн. ун-т України «Київ. політехн. ін-т». – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 379 с. – Бібліогр.: с. 365–368. – ISBN 978-966-8840-272.
5. Галлагер Р. Метод конечных элементов. Основы [пер. с англ.] / Ричард Х. Галлагер. – М.: Мир, 1986. – 428 с.
6. Бояршинов С.В. Основы строительной механики машин - М.: Машиностроение, 1973. - 456 с.
7. Новацкий В. Теория упругости. – М.: Мир, 1970. –256 с
8. Писаренко Г.С., Квітка О.Л., Уманский Є.С. Опір матеріалів: Підручник - К.: Вища шк., 2004. - 655с.
9. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 1999. - 592с. ISBN 5-7038-1371-9
10. Беляев Н. М. Сопротивление материалов. - Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1976 г.- 608с.
11. Лурье А.И. Теория упругости. - М.: Наука. 1970. - 939с.