



Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Начальник УРОПСИ

Фонд оценочных средств
(приложение к рабочей программе дисциплины)
**«ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРОЧНОСТНЫХ РАСЧЕТОВ ИЗДЕЛИЙ
МАШИНОСТРОЕНИЯ»**

основной профессиональной образовательной программы магистратуры
по направлению подготовки
15.04.01 МАШИНОСТРОЕНИЕ

ИНСТИТУТ

агроинженерии и пищевых систем

РАЗРАБОТЧИК

кафедра инжиниринга технологического оборудования

1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
<p>ОПК-5: Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов;</p> <p>ОПК-12: Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования деталей и узлов машин и оборудования различной сложности на современном машиностроительном предприятии.</p>	<p>ОПК-5.2: Осваивает современные математические методы решения, с помощью которых разрабатываются и исследуются теоретические и экспериментальные модели объектов профессиональной деятельности;</p> <p>ОПК-12.2: Демонстрирует навыки моделирования технологических процессов с использованием CAD/CAE/CAM систем.</p>	<p>Численные методы прочностных расчетов изделий машиностроения</p>	<p><u>Знать:</u> - численные методы прочностных расчетов; - методологические основы выявления брака;</p> <p><u>Уметь:</u> - применять численные методы при решении профессиональных задач;</p> <p><u>Владеть:</u> - инструментарием для решения математических задач в процессе выявления брака при изготовлении машиностроительных изделий</p>

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

2.1 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания открытого и закрытого типов.

2.2 К оценочным средствам для промежуточной аттестации относятся:

- типовые задания по курсовому проекту;

- экзаменационные задания по дисциплине, представленные в виде тестовых заданий закрытого и открытого типов.

2.3 Критерии оценки результатов освоения дисциплины

Универсальная система оценивания результатов обучения включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) «зачтено», «не зачтено»; 3) 100 - балльную (процентную) систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему (табл. 2).

Таблица 2 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
Критерий	«не зачтено»	«зачтено»		
1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно- корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2. Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задаче данные	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

2.4 Критерии оценки курсового проекта

По результатам защиты курсового проекта выставляется оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно»), которая учитывается при аттестации по дисциплине.

Оценка курсового проекта определяется количеством допущенных в ней ошибок и результатом ее защиты.

- «отлично» - ошибок нет;
- «хорошо» - не более двух ошибок;
- «удовлетворительно» - при трех ошибках;
- «неудовлетворительно» - студент полностью не справился с заданием.

3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Компетенция ОПК-5: Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов.

Индикатор ОПК-5.2: Осваивает современные математические методы решения, с помощью которых разрабатываются и исследуются теоретические и экспериментальные модели объектов профессиональной деятельности.

Тестовые задания открытой формы:

1. Под предельной абсолютной погрешностью приближенного числа понимается...

Ответ: возможно меньшее число Δ , удовлетворяющее неравенству $|x - a| \leq \delta$

2. Упорядоченное множество данных представляет числовой ряд: 1, 2, 3. Среднее арифметическое равно...

Ответ: 2

3. Цифрами числа являются все цифры в его правильной записи, начиная с первой...

Ответ: значащими

4. Погрешность, связанная со способом решения поставленной математической задачи... неустранимая погрешность это...

Ответ: погрешность метода

5. Известно, что $\pi = 3,14\dots$ Точность приближенного равенства $\pi \approx 3,14$ равна...

Ответ: $3,14 \pm 0,01$

6. Метод, который приводит к решению алгебраических уравнений за конечное число арифметических операций, называется...

Ответ: прямой метод

7. Методом Ньютона найти корень уравнения $x^4 - 2x - 4 = 0$ с точностью до 0,01...

Ответ: 1,64

8. Дана матрица $A = \begin{pmatrix} 2 & -1 & 1 \\ 4 & 3 & 1 \\ 6 & -13 & 6 \end{pmatrix}$. LU- разложение матрицы A...

Ответ: $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 2 & 1 & 0 \\ 3 & -2 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 2 & -1 & 1 \\ 0 & 5 & -1 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

9. По таблице значений функции

x	0	1	2
y	3	5	8

составлена таблица конечных разностей:

x	y	Δy	$\Delta^2 y$
0	3		

		2	
1	5		1
		3	
2	8		

Тогда приближенное значение производной функции $f'(x) = \frac{1}{h} \left(\Delta y_0 + \frac{2t-1}{2} \Delta^2 y_0 + \dots \right)$, где $t = \frac{x - x_0}{h}$, в точке $x=0,5$, равно...

Ответ: 1

10. Приближенное значение интеграла $\int_0^1 \frac{dx}{1+x^2}$ при $h=0,25$, вычисленное по формуле Симпсона, равно...

Ответ: 0,782

11. Методом Эйлера для дифференциального уравнения $y' = y - x$ с начальным условием $x_0 = 0; y_0 = 1,5$ на отрезке $[0; 1,5]$ при $h=0,25$ y_2 равно... (ответ представьте до 5 цифры после запятой)

Ответ: 2,28125

12. $y_{i+1} = y_i + h \frac{f(x_i, y_i) + f(x_{i+1}, y_{i+1}^*)}{2}$ это...

Ответ: метод Рунге-Кутты второго порядка

13. Даны матрицы $A = \begin{pmatrix} 9 & 6 & 3 & 1 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} -2 & 3 & -5 & 7 \end{pmatrix}$. Произведение AB^T равно...

Ответ: -8

14. Относительной погрешностью числа a называется...

Ответ: отношение абсолютной погрешности к абсолютной величине приближенного

значения, a числа x $\delta = \frac{\Delta}{|a|}$

15. Цифра числа называется верной (в широком смысле), если абсолютная погрешность этого числа не превосходит разряда, в котором стоит цифра...

Ответ: единицы

16. Погрешность, обусловленная неточностью задания числовых данных, входящих в математическое описание задачи...

Ответ: неустраняемая погрешность

17. Погрешность обусловлена необходимостью выполнения арифметических операций над числами, усеченными до количества разрядов, зависящего от применяемой вычислительной техники...

Ответ: вычислительная погрешность

18. Известно, что 0,111 является приближенным значением для $\frac{1}{9}$. Относительная погрешность этого приближения равна...

Ответ: $\frac{1}{999}$

19. Метод, в котором точное решение может быть получено лишь в результате бесконечного повторения единообразных действий, называется...

Ответ: итерационный метод

20. Если функция $f(x)$ представляет собой многочлен, то уравнение $f(x) = 0$ называется...

Ответ: алгебраическим.

21. Применить метод Зейделя к решению СЛАУ $Ax=b$ с квадратной невырожденной матрицей A , необходимо предварительно преобразовать эту систему к виду...

Ответ: $x=BX+c$

22. Определитель матрицы равен произведению всех элементов при ее преобразовании методом Гаусса...

Ответ: ведущих элементов

23. Метод используется для решения систем линейных алгебраических уравнений, нахождения обратной матрицы, нахождения координат вектора в заданном базисе, отыскание ранга матрицы...

Ответ: метод Жордана-Гаусса

24. Интерполяционный многочлен Лагранжа для функций, заданной таблично

x	1	2	3	5
y	1	5	14	81

равен...

Ответ: $L_3(x) = x^3 - 2x^2 + 3x - 1$

25. Интерполяционный многочлен Лагранжа для функции, заданной таблицей значений

x	1	3	4
f(x)	12	4	6

имеет вид...

Ответ: $L_2(x) = 2x^2 - 12x + 22$

26. Конечная разность вперед порядка $k \geq 1$ определяется следующим образом...

Ответ: $\Delta^k y_i = \Delta^{k-1} y_{i+1} - y_i$

27. Приближенное значение интеграла $\int_0^5 x dx$ (полагая $n=5$), вычисленное по формуле левых прямоугольников, равно...

Ответ: 10.

28. $S \approx \int_a^b f(x) dx \approx h \left(\frac{y_0 + y_n}{2} + y_1 + y_2 + \dots + y_{n-1} \right)$ это...

Ответ: метод трапеции

29. $\int_a^b f(x) dx \approx (b-a) \sum_{i=1}^n y_i H_i$ это...

Ответ: формула Ньютона—Котеса

30. $S \approx h \sum_{i=0}^{n-1} y \left(x_i + \frac{h}{2} \right)$ это...

Ответ: метод средних прямоугольников

31. При интегрировании методом Эйлера дифференциального уравнения $y' = y - x$ с начальным условием $x_0 = 0, y_0 = 1,5$ на отрезке $[0; 1,5]$ при $h = 0,25$ Δy_2 равно...

Ответ: 0,406

32. $y_{i+1} = y_i + \Delta y_i; \Delta y_i = h(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4)/6$, где $i = 0, 1$ это...

Ответ: метод Рунге-Кутты 4го порядка

33. Метод Рунге-Кутты...

Ответ: одношаговый метод

34. Исходное опорное решение системы ограничений
$$\begin{cases} 2x_1 + 11x_2 + x_3 = 38, \\ x_1 + x_2 + x_4 = 7, \\ 4x_1 - 5x_2 + x_5 = 5, \end{cases}$$

 $x_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, 5$

Ответ: $\vec{x} = (0, 0, 38, 7, 5)$

35. Абсолютной погрешностью Δ приближенного числа a называется...

Ответ: абсолютная величина разности между соответствующим точным числом A и числом a , т.е. $\Delta = |A - a|$

36. Предельной относительной погрешностью δ_a данного приближенного числа a , называется всякое число, удовлетворяющее неравенству...

Ответ: $\delta_a \geq \frac{|x - a|}{|a|}$

37. Значащей цифрой приближенного числа называется всякая цифра в его десятичном изображении...

Ответ: отличная от нуля, и нуль, если он содержится между значащими цифрами или является представителем сохраненного десятичного разряда

Тестовые задания закрытого типа:

1. $a = 2,91385, \Delta a = 0,0097$. В числе a верны в широком смысле цифры...

- 1) 0,9,7
- 2) **2,9,1**
- 3) 2,9,1,3
- 4) 0,0,90,7

2. Погрешность, являющаяся следствием несоответствия математического описания задачи реальной действительности...

- 1) **неустраняемая погрешность**
- 2) погрешность метода
- 3) вычислительная погрешность
- 4) результирующая погрешность.

3. Абсолютная погрешность округления с избытком числа 1,8 до целых равна...

- 1) 0
- 2) **0,2**
- 3) -0,2
- 4) 0,1

4. Отделить корень уравнения $\cos x = 2x$...

- 1) [-11]
- 2) **[01]**
- 3) [12]
- 4) [23]

5. Даны матрицы $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 5 & 2 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}$, $\det (AB)$ равен...

- 1) -2
- 2) 13
- 3) -6,5
- 4) **-26**

6. Дана матрица $A = \begin{pmatrix} 2 & -1 & 1 \\ 4 & 3 & 1 \\ 6 & -13 & 6 \end{pmatrix}$. Методом Гаусса найдены элементы $a^{(1)22}$ и $a^{(1)23}$, которые равны...

- 1) 2 и 1
- 2) **5 и -1**
- 3) 4 и 2
- 4) -1 и 1

7. Конечная разность первого порядка Δ^{y_0} функция $y = x^2 + x + 3$ при начальном значении $x_0 = 0$ и шаге $h=1$ равна...

- 1) -2
- 2) 3
- 3) 1
- 4) **2**

8. Используя метод левых прямоугольников вычислен определенный интеграл $\int_1^9 \frac{dx}{x+2}$ (полагая $n=4$), который приблизительно равен...

- 1) 1,7845
- 2) 1,6024
- 3) 1,1053
- 4) **1,5744**

9. Приближенное значение интеграла $\int_0^1 \frac{dx}{1+x^2}$ при $n=4$, вычисленное по формуле трапеции, равно...

- 1) **0,783**
- 2) 0,5
- 3) 0,645
- 4) 0,812

10. Традиционно при получении квадратных формул Гаусса в исходном интеграле выполняется замена переменной, переводящая интеграл по отрезку $[ab]$ в интеграл по отрезку...

- 1) $[b a]$
- 2) **$[-11]$**
- 3) $[01]$
- 4) $[12]$

11. Если последовательные значения функции, являющейся решением задачи Коши для дифференциального уравнения $y'=f(x,y)$ с начальными условиями $y(x_0) = y_0$, $x=x_0$, находятся по методу Эйлера $y_{k+1} = y_k + hf(x_k, y_k)$, то y_1 , определяемая уравнением $y' = x + y$, при $y_0 = 1, x_0 = 0$ и шаге $h=0,1$ равно...

- 1) **1,1**
- 2) 2
- 3) 1,2
- 4) 1,3

12. $y_k = hf(x_k, y_k), y_{k+1} = y_k + \Delta y_k$ это...

- 1) метод Зейделя
- 2) **метод Эйлера**
- 3) метод Рунге-Кутты второго порядка
- 4) метод Рунге-Кутты 4го порядка

13. Оптимальное решение задачи $f=2x_1 + 4x_2 \rightarrow$ так,

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 12, \\ x_2 \leq 8, \\ 2x_1 + x_2 \leq 20, \end{cases}$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$$

равно...

- 1) **40**
- 2) 60
- 3) 80

4) 100

ОПК-12: Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые системы автоматизированного проектирования деталей и узлов машин и оборудования различной сложности на современном машиностроительном предприятии.

Индикатор ОПК-12.2: Демонстрирует навыки моделирования технологических процессов с использованием CAD/CAE/CAM систем.

Тестовые задания открытой формы:

1. Кластерный анализ решает задачу...

Ответ: построения классификации

2. Основное назначение факторного анализа – анализ множества признаков...

Ответ: корреляций

3. Совокупность информации, характеризующая свойства и состояние объекта, процесса, явления, а также взаимосвязь с внешним миром...

Ответ: материальные модели

4. Процесс проверки правильности модели...

Ответ: компьютерный эксперимент

5. Если эмпирическое значение t-критерия Стьюдента больше или равно критического значения на уровне $P=0,001$, то...

Ответ: отклоняется нулевая гипотеза и принимается альтернативная о существовании достоверных различий на высоком уровне значимости

6. Процедура синтеза реализует процесс...

Ответ: создания объекта и его параметров

7. Численные методы используются для...

Ответ: решения нелинейных уравнений

8. Макроэлемент объекта – это...

Ответ: элементарная часть объекта

9. К методам условной оптимизации относится метод...

Ответ: метод локального экстремума

10. Моделирование объекта на системном уровне ведется с помощью...

Ответ: сетей Петри

11. Нерегулярное монтажное пространство – это...

Ответ: область размещения однотипных элементов с постоянным шагом

12. Матрица инциденции – это...

Ответ: матрица с определением соединений между отдельными элементами

13. Рецепторная математическая модель геометрического объекта...

Ответ: отображается в пространстве рецепторов

14. Аналитическо-логическая математическая модель геометрического объекта...

Ответ: отображается аналитическими выражениями и логическими функциями

15. Имитационное моделирование – это...

Ответ: определение свойств объекта

16. Ортогональное проецирование изображения – это...

Ответ: изображение переносится на плоскость лучами, параллельными заданному направлению

17. Структурная математическая модель геометрического объекта...

Ответ: представляется графами

18. Аналитическая математическая модель геометрического объекта...

Ответ: отображается в пространстве рецепторов

19. Имитационное моделирование – это...

Ответ: воспроизведение реальных событий в модельном времени

20. Величина $\Delta a := |A - a|$ называется...

Ответ: абсолютная погрешность

21. В методе итераций процесс итераций продолжается до тех пор, пока для двух последовательных приближений x_{n-1} и x_n не будет обеспечено выполнение неравенства (E – точность вычислений) ...

Ответ: $|x_n - x_{n-1}| \leq E$

22. Этот метод основан на предположении, что искомые неизвестные связаны рекуррентным соотношением $x_i = \alpha_{i+1}x_{i+1} + \beta_{i+1} \dots$

Ответ: метод прогонки

23. К приближенным методам решения систем линейных уравнений относятся...

Ответ: метод простой итерации

24. Вычисление значений таблично заданной функции за пределами диапазона значений аргумента, отраженного в таблице, называется...

Ответ: экстраполяция

25. Функция $y=f(x)$ приближается интерполяционным многочленом Ньютона 1-ой степени по узлам x_i, x_{i+1} . Каков коэффициент при старшей степени X ...

Ответ: $\frac{(y_{i+1} - y_i)}{x_{i+1} - x_i}$

26. Локальная оценка метода Рунге-Кутты 4го порядка точности имеет вид...

Ответ: $|r| < Ch^5$

27. Вес 1 дм³ воды при 0⁰С $\rho=999,847 \pm 0,001$ г. Предельная относительная погрешность результата взвешивания...

Ответ: $\delta_p = 10^{-1}$

28. Для применения линейного регрессионного анализа необходимо, чтобы число варьирующих признаков в сравниваемые переменных было ...

Ответ: одинаковым

29. Величина $\delta a := \frac{\Delta a}{|a|}$ называется...

Ответ: относительная погрешность

30. Метод последовательного исключения переменных...

Ответ: метод Гаусса

31. Основная идея метода заключается в том, что при вычислении $(k+1)$ -го приближения неизвестной x_i учитываются уже вычисленные ранее $(k+1)$ -е приближения $(x_1, x_2, \dots, x_{i-1})$...

Ответ: метод Зейделя

32. Способ нахождения промежуточных значений величины по имеющемуся дискретному набору известных значений...

Ответ: интерполяция

33. Интерполяция стандартно производится многочленами, степень которых на ... меньше числа узлов.

Ответ: единицу

34. Система позволяет благодаря графическим возможностям... проиллюстрировать геометрический смысл интеграла.

Ответ: Match Cad

35. Метод Эйлера это ...

Ответ: одношаговый метод

36. Перемещение по ребрам многоугольника допустимых решений от одной вершины к другой это геометрическая интерпретация...

Ответ: симплексного метода

37. Линия регрессии выражает наилучшее предсказание ... переменной (Y) по независимым переменным (X).

Ответ: зависимой

Тестовые задания закрытого типа

1. Метод Адамса это...

- 1) одношаговый метод
- 2) n-шаговый метод
- 3) i-шаговый метод
- 4) **многошаговый метод.**

2. Описание задачи, определение цели моделирования это...

- 1) **постановка задачи**
- 2) разработка модели
- 3) компьютерный эксперимент
- 4) анализ результатов моделирования.

3. Принятие решения, которое должно быть выработано на основе всестороннего анализа полученных результатов...

- 1) постановка задачи
- 2) разработка модели
- 3) компьютерный эксперимент
- 4) **анализ результатов моделирования.**

4. В основе принятия статистического решения лежит....

- 1) **вероятностный подход**
- 2) практический подход
- 3) непараметрический подход
- 4) параметрический подход.

5. Параметрический статистический критерий...

- 1) **t-Стьюдента**
- 2) G-знаков
- 3) T-Вилкоксона
- 4) U-Манна-Уитни.

6. Для применения линейного регрессионного анализа необходимо, чтобы сравниваемые переменные имели закон распределения...

- 1) максвелловский
- 2) биномиальный
- 3) **нормальный**
- 4) пуассоновский.

7. Является ли интерполяционным сплайном многочлен N , построенной по заданным значениям функций в узлах $x_0, x_1, \dots, x_n \dots$

- 1) нет, т.к. на разных элементарных отрезках получается один и тот же многочлен
- 2) нет, т.к. сплайн не может быть многочленом высокой степени
- 3) **да, это сплайн степени n дефекта 0**
- 4) да, сплайн степени n дефекта N .

8. $S = \int_a^b f(x)dx \approx \frac{b-a}{6n} (y_0 + 4y_1 + 2y_2 + \dots + 4y_{2n-1} + y_{2n})$ это...

- 1) **метод Симпсона**
- 2) метод трапеций
- 3) формула левых прямоугольников
- 4) формула правых прямоугольников.

9. Воспроизводят геометрические и физические свойства оригинала и всегда имеют реальное воплощение...

- 1) **материальные модели**
- 2) информационные модели
- 3) вербальные модели
- 4) знаковые модели.

10. Выяснение свойств, состояний, действия и других характеристик элементарных объектов.
Формирование представления об элементарных объектах...

- 1) постановка задачи
- 2) **разработка модели**
- 3) компьютерный эксперимент
- 4) анализ результатов моделирования.

11. При определении газовой постоянной воздуха получили $R = 29,25$. Зная, что предельная относительная погрешность этого значения равна $0,001$. Найти пределы, в которых заключается R ...

- 1) $29,23 \leq R \leq 29,24$
- 2) **$29,22 \leq R \leq 29,28$**
- 3) $29,24 \leq R \leq 29,26$
- 4) $29,25 \leq R \leq 29,3$

12. Многомерные методы – это эмпирические математические модели, учитывающие большое количество измеряемых показателей...

- 1) **одновременно**
- 2) не одновременно
- 3) поэтапно
- 4) по возможности.

13. Корреляционная связь...

- 1) ненаправленной
- 2) **средней**
- 3) целостной
- 4) парной.

4 ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ, КУРСОВУЮ РАБОТУ/КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Курсовой проект предполагает комплексное использование студентом знаний по принципам численных методов прочностных расчетов изделий машиностроения. Примерные темы задач, решаемых при курсовом проектировании и задания по ним представлены ниже.

Типовые темы и задания на курсовой проект:

1. Расчет статически неопределимой балки

Спроектировать конструкцию с расчетной схемой в виде плоской дважды статически неопределимой балки. Балка нагружена распределенными и сосредоточенными силами и моментами.

1. Провести расчет методом сил, начиная с анализа различных вариантов основной системы. Исходя из вида эпюр единичных моментов, выбрать за расчетный наиболее оптимальный (с

точки зрения минимизации трудоёмкости вычислений) вариант основной системы; любой другой вариант основной системы принять за проверочный.

2. Провести процедуру расчета методом сил: построить эпюры единичных и грузовых изгибающих моментов, вычислить коэффициенты канонических уравнений метода сил, решить уравнения относительно лишних неизвестных.

3. Построить эпюру изгибающих моментов. Провести деформационную проверку, используя проверочный вариант основной системы.

Оценить погрешность расчетов (допускается погрешность не более 3%).

4. Из расчета на прочность по нормальным напряжениям изгиба подобрать поперечное сечение балки стандартного прокатного профиля в виде двутавра или швеллера.

5. Вычислить перемещение точки K , воспользовавшись формулой Максвелла-Мора.

6. Применив метод начальных параметров, построить эпюры поперечных сил, изгибающих моментов, перемещений и углов поворота сечений балки.

7. Провести проверку на прочность по касательным напряжениям, построить эпюру касательных напряжений в опасном сечении.

Принять $[\sigma] = 160$ МПа, $[\tau] = 80$ МПа, $E = 2 \cdot 10^5$ МПа.

2 Расчет плоской статически-неопределимой рамы

Плоская рама изготовлена из стержней стандартного прокатного профиля и нагружена внешними силами. Материал стержней — сталь, $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, $\sigma_T = 240$ МПа, $[n] = 1,4$.

1. Методом сил раскрыть статическую неопределимость рамы.

2. Построить эпюры внутренних силовых факторов N_z , Q_y , M_x .

3. Определить коэффициент запаса прочности рамы по нормальным напряжениям.

4. Построить эпюру температурного изгибающего момента, приняв линейный закон изменения температуры по высоте поперечного сечения рамы.

5. Провести проверку на прочность по нормальным напряжениям при совместном действии силовой нагрузки и температуры.

6. Определить перемещение точки K от температурного воздействия.

Принять начальную температуру $T_0 = 20^\circ\text{C}$, температуру наружной и внутренней поверхности рамы $T_1 = 5^\circ\text{C}$, $T_2 = 40^\circ\text{C}$, коэффициент температурного расширения $\alpha = 1,25 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$. При выполнении п.6. применить формулу Максвелла– Мора, учесть продольную и изгибную температурные деформации.

3. Осесимметричная задача теории упругости

Круговой толстостенный цилиндр нагружен равномерным давлением 1 и/или 2.

1. Привести уравнения равновесия в напряжениях и в перемещениях для осесимметричной задачи теории упругости, общее решение задачи в перемещениях и напряжениях.
2. Для заданной схемы нагружения открытого толстостенного цилиндра записать граничные условия и решить краевую задачу: определить постоянные интегрирования и выписать решение задачи через параметр давления p .
3. По заданному критерию прочности определить допустимое значение давления $[p]$.
4. Для найденного значения давления $[p]$ построить эпюры радиальных и окружных напряжений σ_r , σ_θ и радиальных перемещений $u(r)$.
5. В опасной точке цилиндра выделить элементарный объем, указать действующие на его гранях напряжения.

Принять $E=2 \cdot 10^5$ МПа, $\nu = 0,3$.

Расчет составных тонкостенных оболочек вращения по безмоментной теории

Тонкостенный резервуар с толщиной стенок h заполнен жидкостью плотностью ρ и нагружен давлением газа p_0 .

1. Используя безмоментную теорию для оболочек вращения, построить эпюры меридиональных и окружных напряжений по участкам.
2. По заданному критерию прочности определить толщину стенки резервуара.

5. Осесимметричная деформация цилиндрической оболочки

1. Привести уравнение осесимметричной изгибной деформации оболочки и решение типа краевого эффекта для прогибов, углов поворотов сечений оболочки, изгибающих моментов и поперечных сил. Для заданной расчетной схемы стальной оболочки оценить длину зоны краевого эффекта $x_{кз} \approx \lambda \approx 2.5\sqrt{Rh}$
2. Записать граничные условия и определить постоянные интегрирования аналитически или численно, с использованием математических программ.
3. Аналитически или численно получить решение для прогибов и изгибающих моментов и построить соответствующие эпюры $w(x)$, $M_x(x)$ в области краевого эффекта $0 \leq x \leq x_{кз}$.
4. Проверить прочность оболочки по критерию Сен-Венана.

Принять $[\sigma]=160$ МПа.

6. Осесимметричный изгиб круговых и кольцевых пластин

В качестве расчетной схемы элемента парогенератора принимается круговая (кольцевая) пластина постоянной толщины, нагруженная осесимметричной нагрузкой.

1. Привести уравнение изгиба пластин и его решение для прогибов, углов поворотов и изгибающих моментов в полярных координатах.

2. Для заданной расчетной схемы записать граничные условия и определить постоянные интегрирования аналитически или численно (с использованием программ SMath, Octave или Scilab или Python).
3. Аналитически или численно построить решение для прогибов, радиальных и окружных изгибающих моментов и соответствующие эпюры (графики) $w(r)$, $M_r(r)$, $M_\theta(r)$.
4. Для опасных точек определить радиальные и окружные напряжения изгиба, показать вид напряженного состояния в опасных точках.
5. Из расчетов на прочность и жесткость определить допускаемое значение внешней нагрузки. Критерий прочности выбрать самостоятельно.

7. Расчет сжатого стержня на устойчивость

Прямолинейный стальной (Ст 3) стержень нагружен осевой силой P .

1. Дать определение критической силы для сжатого стержня, привести определения гибкости стержня и предельной гибкости. Привести формулы для расчета критической силы.
2. Для стержня составного сечения подобрать размер s из условия равноустойчивости стержня относительно главных центральных осей.
3. Из расчета на устойчивость по коэффициенту продольного изгиба $\varphi(\lambda)$ определить допускаемое значение внешней силы P .

Принять $[\sigma]=160$ МПа.

8. Критические скорости вращения вала

Промежуточный вал редуктора вращается с постоянной частотой вращения. На вал посажены диски массами M_1 , M_2 с эксцентриситетами ε_1 и ε_2 , лежащими в одной плоскости с осью вращения вала.

1. Рассматривая вал с дисками как систему с двумя степенями свободы, записать уравнения малых вынужденных колебаний вала.
2. Вычислить частоты собственных колебаний ω_1 , ω_2 и соответствующие им критические скорости вращения вала n_1 , n_2 .
3. Вычислить амплитуды смещений дисков вращающегося вала при рабочем числе оборотов, равном $n_{\text{раб}}=(n_1+n_2)/2$, и амплитудные значения напряжений в сечениях вала.
4. Вывести формулы для прогибов вала в местах крепления дисков в зависимости от угловой частоты вращения вала.
5. Построить и проанализировать амплитудно-частотные характеристики системы.

9. Собственные колебания стержня с распределенной массой

1. Привести уравнение свободных изгибных колебаний стержня с распределенной массой, записать решение в общем виде и сформулировать граничные условия, соответствующие предложенной схеме.
2. Используя справочные данные, выписать соотношения для частот свободных изгибных колебаний, привести значения первых трех корней частотного уравнения.
3. Подобрать размеры поперечного сечения стержня из условия ограничения первой собственной частоты колебаний $\omega_1 < [\omega] = 1000$ рад/с.
4. Вычислить вторую и третью частоты колебаний стержня, изобразить соответствующие им формы колебаний.

10. Расчет балки на упругом основании

Балка, нагруженная внешней нагрузкой q, P, m лежит на упругом основании с заданным коэффициентом упругой податливости основания c_0 .

1. Записать геометрические характеристики поперечного сечения балки в виде заданного стандартного прокатного профиля, определить коэффициент упругости основания $c = c_0 b$, волновое число k , длину полуволны краевого эффекта λ и построить решение задачи об изгибе балки типа краевого эффекта или по методу начальных параметров с использованием функций А.Н. Крылова (b – ширина балки, опирающейся на упругое основание).
2. Записать граничные условия и определить постоянные интегрирования или неизвестные начальные параметры.
3. Построить эпюры прогиба $v(z)$, угла поворота $\varphi(z)$, изгибающего момента $M_x(z)$ и поперечной силы $Q_y(z)$.
4. Определить допускаемое значение параметра внешней нагрузки q из условия прочности и условия жесткости.
5. Для полубесконечных и бесконечных балок решения строить в пределах длины волны 2λ краевого эффекта.

5 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Численные методы прочностных расчетов изделий машиностроения» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение.

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры инжиниринга технологического оборудования (протокол № 3 от 21.04.2022 г.).

Фонд оценочных средств актуализирован. Изменения, дополнения рассмотрены и одобрены на заседании кафедры инжиниринга технологического оборудования (протокол № 6 от 30.03.2023 г.).

Заведующий кафедрой



Ю.А. Фатыхов