Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Министерство образования и науки Кыргызской Республики

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Кыргызско-Российский Славянский университет
имени первого президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина

Естественно-технический факультет

Кафедра механики им. Я.И. Рудаева

Фонд
оценочных средств

по дисциплине «**Вычислительная математика**»

Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
15.03.03 – РФ, 650500 – КР Прикладная механика
профиль Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг

Квалификация выпускника
бакалавр

2022

Фонд оценочных средств предназначен для контроля знаний обучающихся по направлению подготовки «Прикладная механика» по дисциплине «*Вычислительная математика*».

Фонд оценочных средств рассмотрен и утвержден на заседании кафедры механики им. Я.И. Рудаева

протокол № 1 от 30.08.2022 г.

Заведующий кафедрой механики им. Я.И. Рудаева



_____ Комарцов Н.М.

подпись

Исполнители:

Профессор, д.т.н.  Жумабаев Б.

подпись

Доцент, к.ф.-м.н.  Комарцов Н.М.

подпись

СОГЛАСОВАНО:

Заместитель декана по учебной работе



_____ Комарцов Н.М.

подпись

Дисциплина «Вычислительная математика»

Контрольные вопросы для проверки уровня обученности *знать:*

1. Панели инструментов; Основы вычислений в MathCAD. Ввод и редактирования формул. Графики. Отладка и комментирования программ. Разложение, объединение, упрощение, вычисление коэффициентов полинома, подстановка переменной, вычисления пределов, символьные и явные вычисления
2. Аналитическое и численное дифференцирование. Производные высших порядков. Частные производные. Разложение функции в ряд Тейлора. Операторы дифференцирования и разложения в ряд.
3. Определенные и неопределенные интегралы. Операторы интегрирования. Символьное и численное интегрирование. Интегралы с переменными и бесконечными пределами. Кратные интегралы.
4. Аналитическое и численное решение. Одно и система уравнений. Вычислительный блок Given/ Find.
5. Уравнение с одним неизвестным: функция root. Корни полинома: функция poltroons.
6. Локализация корней. Численные методы секущих – root, градиентные методы-Find, метод продолжения по параметру. Линейная интерполяция. Кубическая и полиномиальные интерполяции.
7. Способ хорд и способ касательных для отыскания корня. Варианты способ хорд и касательных. Комбинированный способ. Способ итераций. Компьютерная реализация.
8. Случай алгебраического уравнения. Линейные алгебраические уравнения. Решение по способу Гаусса.
9. Итерации для линейных систем. Способ итераций для решения систем нелинейных уравнений. Системы линейных уравнений по способу Зейделя.
10. Способ Ньютона для решения систем линейных уравнений. Способ Ньютона для решения систем нелинейных уравнений
11. Понятие интерполирование. Параболическое интерполирование. Интерполяционная формула Лагранжа. Интерполяционная схема Эйткина
12. Равностоящие значения аргумента. Конечные разности
13. Интерполяционные формулы Ньютона. Применение интерполяционных формул для экстраполяции.
14. Численное дифференцирование. О точности интерполяционных формул.
15. Интегрирование с помощью рядов. Формулы численного интегрирования. Квадратурные формулы типа Гаусса
16. Интегрирование дифференциальных уравнений с помощью рядов
17. Интегрирование дифференциальных уравнений численными методами. Метод Эйлера. Метод Адамса-Крылова. О точности методов численного интегрирования

Контрольные задания для проверки уровня обученности *уметь* и *владеть:*

РГЗ №1. Моделирование форм сечений тоннелей с помощью конформного отображения

Таблица 1

Название сечений тоннелей	a1	a2	a3	a4	a5	Дельта в градусах
1.Трапециевидное	0.3072	0.	0.115	0.	-0.0130	0.
2.Овальная с отношением сторон1/3	0.4706	0.	-0.588	0.	0.	0.
3. Овальная с отношением сторон1/2	0.3012	0.	-0.0494	0.	0.	0.
4.Сводчатое с развитыми вертикальными стенками	0.1416	0.0651	-0.097	0.0371	0.0019	0.
5.Корытообразное	0.065	0.1001	-0.0299	0.0156	0.	90
6.Сводчатое	0.0893	0.0479	-0.1143	0.0373	0.	90
7.Трапециевидное однопутьевое	-0.0214	0.1021	-0.1506	-0.0264	-0.002	90
8. Трапециевидное двухпутьевое	-0.0168	0.058	-0.1404	-0.0109	0.	90
8. Подковообразное	0.0116	0.0275	-0.0539	0.0204	0.	90
10. Трапециевидное с расширяющимся низом	0.1547	0.0322	-0.1602	-0.0109	0.	90
11. Сводчатое с сужающимся низом	0.	0.0350	-0.0819	-0.0425	0.	90
12. Ромбовидное	0.3072	0.	0.115	0.	-0.0138	0.
13. Равнобедренное треугольное	-0.4296	0.2721	0.0588	0.	0.	90
14. Равнобедренное треугольное (90 град на вершине)	-0.3333	0.2933	0.493	0.	0.	90
15. Равностороннее треугольное	0.	0.25	0.	0.	0.	90
16. Эллипсоидное	0.3	0.	0.	0.	0.	0.
17. Щелевидное наклонное к горизонту под углом 60 градусов	0.95	0.	0.	0.	0.	60
18. Круглое	0.	0.	0.	0.	0.	0.

После выбора параметров из таблицы 1 по формулам выполняется расчет компонентов напряжения.

РГЗ №2. Конформное отображение полубесконечных областей на полуплоскость

Класс полубесконечных областей полуплоскость с одним выступом или вырезом, полуплоскость со многими выступами и вырезами.

Выбирая отображающую функцию в виде дроби

$$\omega=a_1/(\xi i)+\alpha*\zeta \ , \quad a_1=\alpha_1+i*\alpha \ .$$

Отображаем полуплоскости с одним выступом или вырезом. Значения параметров приведены в табл.2.

Таблица 2

варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9
α	0.06	0.11	0.16	0.21	0.5	1.0	1.5	1.0	1.5
α_1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	-1.0	-1.0
β_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

варианты	10	11	12	13	14	15	16	17	18
α	1.0	1.0	1.0	0.16	0.16	0.16	1.5	1.5	1.5
α_1	0	0	0	1.0	1.0	1.0	-1.0	-1.0	-1.0
β_1	1.0	1.5	2.0	0.	0.33	0.66	0.25	1.0	0.33

Подбирая отображающей функции в как суммы трёх слагаемых дробно-рациональной функции будем отображать полуплоскости с тремя выступами.

$\omega=a_1/(\xi i)+\alpha*\zeta + a_2/(\zeta+\tau_{02} - i)+ a_3/(\zeta+\tau_{03} - i)$, $a_1 =\alpha_1 +i*\beta_1$ $a_2 =\alpha_2 +i*\beta_2$ $a_3 =\alpha_3 +i*\beta_3$

Значения параметров приведены в табл. 3.

Таблица 3

варианты	α	α_1	β1	α_2	β2	α_3	β_3	τ_{02}	τ_{03}
1	0.3	1.0	0.4	1.0	0.4	0	0	6	0
2	0.3	1.0	0.	1.0	0	0	0	6	0
3	0.3	1.0	0.4	1.0	0.4	0	0	10	0
4	0.3	1.0	0	0.75	0	0.5	0	9	5
5	0.3	1.0	0	1.0	0	1	0	6	6
6	0.3	1.0	0	0.5	0	1	0	6	6
7	0.3	1.0	0	1.0	0	1	0	9	5
8	0.2	1.0	0	0.75	0	0.5	0	9	5
9	0.2	1.0	0.3	1.0	0.3	1.	0.3	8	9

Для отображения парабола образных областей используется функция типа:

$\omega = a_1/(\xi i)+\alpha*\zeta + a_2/(\zeta- i)+ a_3/(\zeta- i) + \alpha*\zeta+ i*\zeta^2$, $a_1 =\alpha_1 +i*\beta_1$ $a_2 =\alpha_2 +i*\beta_2$ $a_3 =\alpha_3 +i*\beta_3$

Таблица 4

варианты	α	α_1	β1
1	0.01	1.0	0.
2	0.16	1.0	0.
3	0.5	1.0	0.
4	1.	1.0	0
5	1.	1.0	0
6	1.6	-1.0	0
7	0.06	1	0
8	0.06	1	0.33
9	0.06	1	0.66
10	0.06	1	0.33
11	0.06	1	0.66
12	0.06	1	0.99

Класс параболо образных областей имеющих ось симметрии, вертикальную линию в начале оси абсцисс, отображаем с помощью функции типа

$\omega= \alpha_1 /(\xi i)+\alpha*\zeta + \alpha_2 /(\zeta- i)+ \alpha_3 /(\zeta- i) + \alpha*\zeta+ i*\zeta^2$

Значения параметров отображающей функции приведена в табл. 5.

Таблица 5

варианты	α	α_1	α_2	α_3
1	0.2	2.73	2.27	-0.53
2	0.2	2.23	1.77	-0.53

3	0.2	1.73	1.27	-0.53
4	0.2	1.23	0.77	0.53
5	0.4	2.73	2.27	0.53
6	1.	2.73	2.27	0.53
7	0.4	1.9	2.1	-1.2
8	1.	1.9	2.1	-1.2
9	0.2	2.9	3.1	-1.2
10	0.2	2.57	2.43	-0.87
11	0.2	1.3	1.1	-0.2
12	1.	-2.	-2.0	1.0
13	1.	-3.5	-4.5	2.0
14	1.	-5.0	-7.0	3.0

Варианты заданий определяется согласно порядковому номеру студента в журнале для группы.

РГЗ №3. Вычисления компонентов напряжений в криволинейных координатах ρ,θ:

$$\Psi(\rho,\theta) := \frac{\psi p(\rho,\theta)}{\omega p1(\rho,\theta)}$$

$$\sigma\tau d(\rho,\theta) := 2\cdot\frac{(\zeta(\rho,\theta))^2}{\rho^2}\cdot\frac{1}{\overline{\omega p1(\rho,\theta)}}\cdot\left(\overline{\omega(\rho,\theta)}\cdot\Phi p(\rho,\theta) + \psi p(\rho,\theta)\right)$$

$$\sigma d(\rho,\theta) := 4\cdot Re(\Phi(\rho,\theta))$$

$$\sigma dr(\rho,\theta) := Re(\sigma\tau d(\rho,\theta))$$

$$\tau\rho\theta d(\rho,\theta) := \frac{Im(\sigma\tau d(\rho,\theta))}{2}$$

$$\sigma\theta d(\rho,\theta) := \frac{\sigma d(\rho,\theta) + \sigma dr(\rho,\theta)}{2}$$

$$\sigma p d(\rho,\theta) := \frac{\sigma d(\rho,\theta) - \sigma dr(\rho,\theta)}{2}$$

Вычисление начального напряженного состояния в криволинейных координатах: Начальное напряженное состояние тела в декартовых координатах дано в табл. 6.

Таблица 6

цифра шифра	*Sx*	*Sy*	*Sxy*	вариант	*Sx*	*Sy*	*Sxy*
	В МПа						
0	-80	260	60	13	90	90	60
1	-90	25	70				
2	-100	260	80				
3	-60	220	-60	14	–90	–90	80
4	-90	230	-70	15	100	100	60
5	-40	240	-40	16	160	80	100
6	-50	250	-50	17	100	80	120
7	-30	240	60	18	100	150	100
8	-20	230	90	19	150	70	–90
9	-10	220	100	20	–140	–60	60
11	80	60	100	21	150	90	100
12	100	120	50	22	130	100	90
				24	–70	–130	120

$$\sigma st(\rho,\theta) := Sx + Sy$$

$$\sigma\tau st(\rho,\theta) := (Sy - Sx + 2\cdot i\cdot Sxy)\cdot\frac{\zeta(\rho,\theta)^2}{\rho^2}\cdot\frac{\omega p1(\rho,\theta)}{\overline{\omega p1(\rho,\theta)}}$$

$$\sigma rst(\rho,\theta) := Re(\sigma\tau st(\rho,\theta))$$

$$\tau\rho\theta st(\rho,\theta) := \frac{Im(\sigma\tau st(\rho,\theta))}{2}$$

$$\sigma p st(\rho,\theta) := \frac{\sigma st(\rho,\theta) - \sigma rst(\rho,\theta)}{2}$$

$$\sigma\theta st(\rho,\theta) := \frac{\sigma st(\rho,\theta) + \sigma rst(\rho,\theta)}{2}$$

Поле напряжений об образовании щели характеризуется двумя комплексными потенциалами $\phi(\rho,\theta)$ и $\psi(\rho,\theta)$, которые определены выше. Правые части для этих комплексных потенциалов обозначены через $A0(\rho,\theta)$ и $B0(\rho,\theta)$.

Суммарное поле напряжений в криволинейных координатах:

$$\sigma\theta(\rho,\theta) := \sigma\theta d(\rho,\theta) + \sigma\theta st(\rho,\theta)$$

$$\sigma p(\rho,\theta) := \sigma p st(\rho,\theta) + \sigma p d(\rho,\theta)$$

$$\tau\rho\theta(\rho,\theta) := \tau\rho\theta st(\rho,\theta) + \tau\rho\theta d(\rho,\theta)$$

$$k := 1..36$$

$$\theta := 0, \frac{\pi}{36}..2\cdot\pi$$

$$\omega p2(\rho,\theta) := R\cdot\omega 02(\rho,\theta)\cdot e^{i\cdot\delta} \quad \omega 0c(\rho,\theta) := d1\cdot\zeta(\rho,\theta) \quad \omega 0pc(\rho,\theta) := -d1\cdot\zeta(\rho,\theta)^2$$

$$\omega c(\rho,\theta) := R\cdot e^{-i\cdot\delta}\cdot\left(\frac{1}{\zeta(\rho,\theta)} + \omega 0c(\rho,\theta)\right)$$

$\tau\rho\theta(1,\theta) =$

$2.665\cdot10^{-14}$
$4.885\cdot10^{-15}$
$-9.193\cdot10^{-14}$
$-6.839\cdot10^{-14}$
$-2.22\cdot10^{-14}$
$-1.599\cdot10^{-14}$
$-1.599\cdot10^{-14}$
$-5.329\cdot10^{-15}$
...

$\sigma p(1,\theta) =$

-10
-10
-10
-10
-10
-10
-10
-10
...

Как видно из таблицы значений напряжений нормальная компонента и касательная компоненты к контуру щели всюду равны нулю. Точность высокая, погрешность не более 10 степени минус 11.

$$\omega cp(\rho,\theta) := R\cdot e^{-i\cdot\delta}\cdot(1 + \omega 0pc(\rho,\theta))$$

$$a01 := -N1\cdot d1 - N2$$

$$b01 := -N4\cdot d1 - N3$$

$$a11 := e^{\delta\cdot i}\cdot P\cdot R\cdot d1$$

Вычисление соотношений для комплексных потенциалов $\phi(\rho,\theta)$ и $\psi(\rho,\theta)$:

$$b11 := e^{-\delta\cdot i}\cdot P\cdot R \quad sb1 := b01 + b11 \quad ca1 := a01 + a11$$

$$A0(\rho,\theta) := \frac{ca1}{\zeta(\rho,\theta)} \quad A01(\rho,\theta) := \frac{-ca1}{\zeta(\rho,\theta)^2} \quad A01(\rho,\theta) := \frac{-ca1}{\zeta(\rho,\theta)^2} \quad A02(\rho,\theta) := \frac{2\cdot ca1}{\zeta(\rho,\theta)^3}$$

$$B0(\rho,\theta) := \frac{sb1}{\zeta(\rho,\theta)} \quad B01(\rho,\theta) := \frac{-sb1}{\zeta(\rho,\theta)^2} \quad A03(\rho,\theta) := \frac{-6\cdot ca1}{\zeta(\rho,\theta)^4} \quad b1 := d1$$

$$bp1 := b1 \cdot e^{2 \cdot \delta \cdot i} \qquad q5 := 1 + d1 \cdot b1 \qquad qp5 := q5 \cdot e^{2 \cdot \delta \cdot i} \qquad C1 := ca1 \qquad \phi(\rho,\theta) := \frac{C1}{\zeta(\rho,\theta)}$$

$$\phi p1(\rho,\theta) := \frac{-C1}{\zeta(\rho,\theta)^2} \qquad \phi p2(\rho,\theta) := \frac{2 \cdot C1}{\zeta(\rho,\theta)^3} \qquad r1 := 0 \qquad \omega d(\rho,\theta) := \zeta(\rho,\theta)^6 - d1 \cdot \zeta(\rho,\theta)^4$$

$$\psi p(\rho,\theta) := B01(\rho,\theta) - fp(\rho,\theta) \cdot \phi p1(\rho,\theta) - f(\rho,\theta) \cdot \phi p2(\rho,\theta)$$

$$\omega dp(\rho,\theta) := 6 \cdot \zeta(\rho,\theta)^5 - 4 \cdot d1 \cdot \zeta(\rho,\theta)^3 \qquad Q(\rho,\theta) := q5 \cdot \zeta(\rho,\theta)^5 \qquad Qp(\rho,\theta) := 5 \cdot q5 \cdot \zeta(\rho,\theta)^4$$

$$f(\rho,\theta) := \left(b1 \cdot \zeta(\rho,\theta) + \frac{Q(\rho,\theta)}{\omega d(\rho,\theta)} \right) \cdot e^{-2 \cdot i \cdot \delta}$$

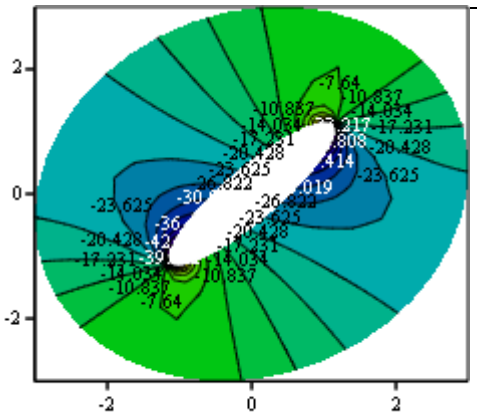
$$fp(\rho,\theta) := \left(b1 + \frac{Qp(\rho,\theta) \cdot \omega d(\rho,\theta) - Q(\rho,\theta) \cdot \omega dp(\rho,\theta)}{\omega d(\rho,\theta)^2} \right) \cdot e^{-2 \cdot i \cdot \delta}$$

$$\psi(\rho,\theta) := B0(\rho,\theta) - f(\rho,\theta) \cdot \phi p1(\rho,\theta) \qquad \Phi(\rho,\theta) := \frac{\phi p1(\rho,\theta)}{\omega p1(\rho,\theta)}$$

$$\Phi p(\rho,\theta) := \frac{(\phi p2(\rho,\theta) \cdot \omega p1(\rho,\theta) - \omega p2(\rho,\theta) \cdot \phi p1(\rho,\theta))}{(\omega p1(\rho,\theta))^2}$$

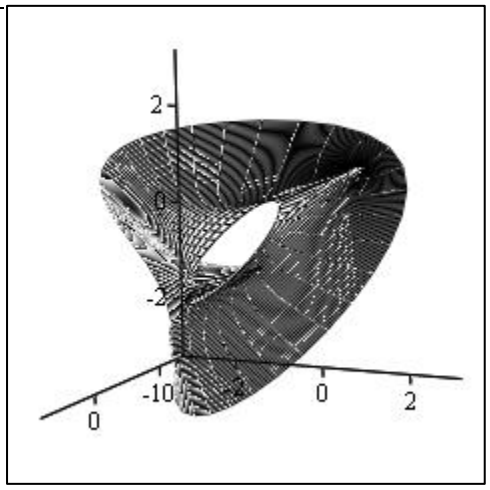
РГЗ № 4 Анализ напряженно-деформированного состояния вокруг тоннеля, отображаемых на внешность единичного круга

$$\Sigma x(\rho,\theta) := \begin{pmatrix} X(\rho,\theta) \\ Y(\rho,\theta) \\ \sigma x(\rho,\theta) \end{pmatrix} \qquad \Sigma y(\rho,\theta) := \begin{pmatrix} X(\rho,\theta) \\ Y(\rho,\theta) \\ \sigma y(\rho,\theta) \end{pmatrix} \qquad \Sigma \tau xy(\rho,\theta) := \begin{pmatrix} X(\rho,\theta) \\ Y(\rho,\theta) \\ \tau xy(\rho,\theta) \end{pmatrix}$$

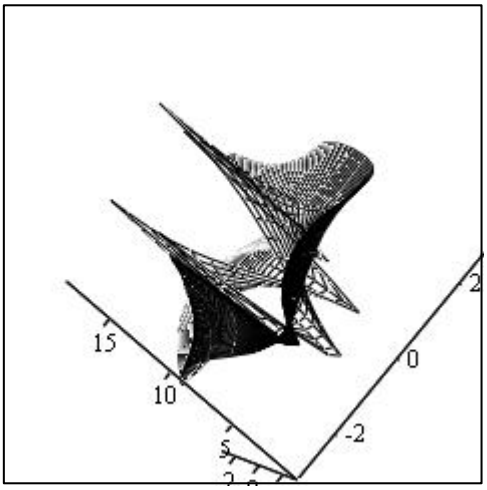


Изолинии сигма окружное

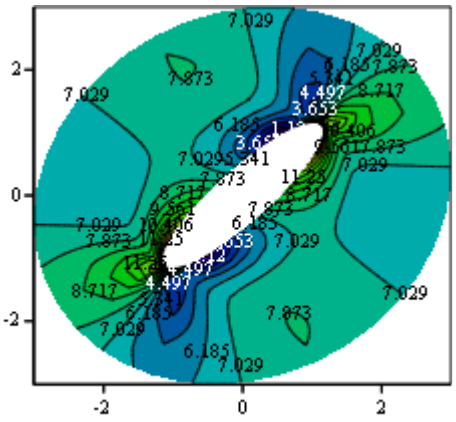
CreateMesh ($\Sigma\theta$, 1, 3, 0, $2 \cdot \pi$, 40, 40)



CreateMesh ($\Sigma\tau\theta$, 1, 3, 0, $2 \cdot \pi$, 40, 40)

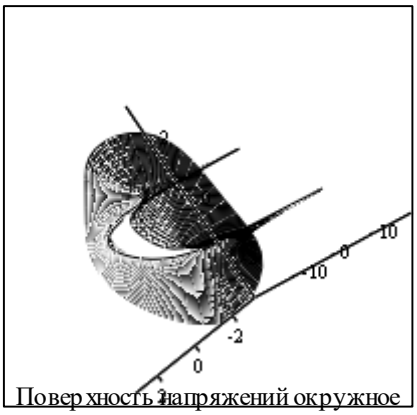


CreateMesh (Στm , 1, 3, 0, 2·π , 40, 40)



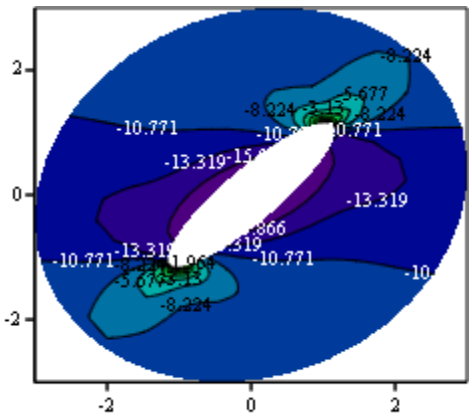
Изолинии касательных напряжений

CreateMesh (Στm , 1, 3, 0, 2·π , 40, 40)



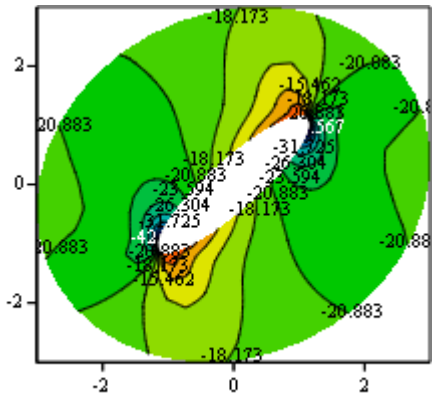
Поверхность напряжений окружное

(CreateMesh (Σx, 1, 3, 0, 2·π , 40, 40))



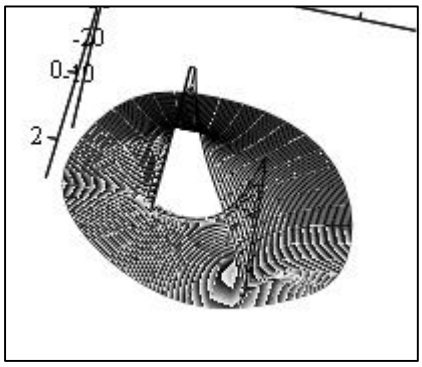
Изолинии сигма окружное

CreateMesh (Σx, 1, 3, 0, 2·π , 40, 40)



Изолинии радиального напряжения

CreateMesh (Σy , 1, 3, 0, 2·π , 40, 40)



CreateMesh (Σy , 1, 3, 0, 2·π , 40, 40)

РГЗ №5 Решение систем линейных уравнений методами Гаусса, итерационными методами в нотациях MATHCAD.

Дано прямоугольное поперечное сечение скручиваемого стержня и система шести линейных алгебраических уравнений. Эта система вытекает из состояния равновесия, для внутренних узловых точек сечения бруса, когда узловые точки имеет ось симметрии, вертикальной линию проходящей через центр сечения. Система уравнений для одного

случая заданных граничных условий дано в виде таблицы коэффициентов системы. Левая часть системы для всех вариантов одинаковы, а свободные члены системы определяется преподавателям каждому студенту индивидуально.

$$M := \begin{pmatrix} 4 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ -2 & 4 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 4 & -1 & -1 & 0 \\ 0 & -1 & -2 & 4 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 4 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & -2 & 4 \end{pmatrix} \quad M0 := \begin{pmatrix} 1800 \\ 1200 \\ 600 \\ 0 \\ 1000 \\ 800 \end{pmatrix} \quad z := \begin{pmatrix} 700 \\ 800 \\ 600 \\ 100 \\ 400 \\ 200 \end{pmatrix}$$

Метод итерации

$$D_0 := a1_{0,1} z_1 + a1_{0,2} z_2 + a1_{0,3} z_3 + a1_{0,4} z_4 + a1_{0,5} z_5$$
$$D_1 := a1_{1,0} \cdot z_0 + a1_{1,2} z_2 + a1_{1,3} z_3 + a1_{1,4} z_4 + a1_{1,5} z_5$$
$$D_2 := a1_{2,0} \cdot z_0 + a1_{2,1} z_1 + a1_{2,3} z_3 + a1_{2,4} z_4 + a1_{2,5} z_5$$
$$D_3 := a1_{3,0} \cdot z_0 + a1_{3,1} z_1 + a1_{3,2} z_2 + a1_{3,4} z_4 + a1_{3,5} z_5$$
$$D_4 := a1_{4,0} \cdot z_0 + a1_{4,1} z_1 + a1_{4,2} z_2 + a1_{4,3} z_3 + a1_{4,5} z_5$$
$$D_5 := a1_{5,0} \cdot z_0 + a1_{5,1} z_1 + a1_{5,2} z_2 + a1_{5,3} z_3 + a1_{5,4} z_4$$
$$k1 := 0..5$$
$$z1_{k1} := z_{k1} + D_{k1}$$

$$z1 = \begin{pmatrix} 350 \\ 425 \\ 300 \\ -450 \\ 200 \\ -25 \end{pmatrix} \quad D = \begin{pmatrix} -350 \\ -375 \\ -300 \\ -550 \\ -200 \\ -225 \end{pmatrix}$$

$$D1_0 := a1_{0,1} z1_1 + a1_{0,2} z1_2 + a1_{0,3} z1_3 + a1_{0,4} z1_4 + a1_{0,5} z1_5$$
$$D1_1 := a1_{1,0} \cdot z1_0 + a1_{1,2} z1_2 + a1_{1,3} z1_3 + a1_{1,4} z1_4 + a1_{1,5} z1_5$$
$$D1_2 := a1_{2,0} \cdot z1_0 + a1_{2,1} z1_1 + a1_{2,3} z1_3 + a1_{2,4} z1_4 + a1_{2,5} z1_5$$
$$D1_3 := a1_{3,0} \cdot z1_0 + a1_{3,1} z1_1 + a1_{3,2} z1_2 + a1_{3,4} z1_4 + a1_{3,5} z1_5$$
$$D1_4 := a1_{4,0} \cdot z1_0 + a1_{4,1} z1_1 + a1_{4,2} z1_2 + a1_{4,3} z1_3 + a1_{4,5} z1_5$$
$$D1_5 := a1_{5,0} \cdot z_0 + a1_{5,1} z1_1 + a1_{5,2} z1_2 + a1_{5,3} z1_3 + a1_{5,4} z1_4$$
$$k2 := 0..5$$

$$z2 = \begin{pmatrix} 168.75 \\ 362.5 \\ 275 \\ -700 \\ 131.25 \\ -12.5 \end{pmatrix}$$

$$z2_{k2} := z1_{k2} + D1_{k2}$$

$$a := \begin{pmatrix} 4 & 0.24 & -0.08 & 0.16 & -8 \\ 0.09 & 3 & -0.15 & -0.12 & -9 \\ 0.04 & -0.08 & 4 & 0.06 & -20 \\ 0.02 & 0.06 & 0.04 & -10 & 1 \end{pmatrix}$$

$$k := 0..3$$
$$k1 := 0..4$$

$$\alpha_{k,k1} := \frac{-a_{k,k1}}{a_{k,k}}$$

$$\alpha = \begin{pmatrix} -1 & -0.06 & 0.02 & -0.04 & 2 \\ -0.03 & -1 & 0.05 & 0.04 & 3 \\ -0.01 & 0.02 & -1 & -0.015 & 5 \\ 2\times 10^{-3} & 6\times 10^{-3} & 4\times 10^{-3} & -1 & 0.1 \end{pmatrix}$$

$x0_0 := 2$

$x0_1 := 3$

$x0_2 := 5$

$x0_3 := 0.1$

$x1_0 := \alpha_{0,1}\cdot x0_1 + \alpha_{0,2}\cdot x0_2 + \alpha_{0,3}\cdot x0_3 + \alpha_{0,4}$

$x1_1 := \alpha_{1,0}\cdot x0_0 + \alpha_{1,2}\cdot x0_2 + \alpha_{1,3}\cdot x0_3 + \alpha_{1,4}$

$x1_2 := \alpha_{2,0}\cdot x0_0 + \alpha_{2,1}\cdot x0_1 + \alpha_{2,3}\cdot x0_3 + \alpha_{2,4}$

$x1_3 := \alpha_{3,0}\cdot x0_0 + \alpha_{3,1}\cdot x0_1 + \alpha_{3,2}\cdot x0_2 + \alpha_{3,4}$

$$x1 = \begin{pmatrix} 1.916 \\ 3.194 \\ 5.0385 \\ 0.142 \end{pmatrix}$$

$\delta 0 := x1 - x0$

$$\delta 0 = \begin{pmatrix} -0.084 \\ 0.194 \\ 0.0385 \\ 0.042 \end{pmatrix}$$

КОНЕЦ ПЕРВОЙ ИТЕРАЦИИ

$x2_0 := \alpha_{0,1}\cdot x1_1 + \alpha_{0,2}\cdot x1_2 + \alpha_{0,3}\cdot x1_3 + \alpha_{0,4}$

$x2_1 := \alpha_{1,0}\cdot x1_0 + \alpha_{1,2}\cdot x1_2 + \alpha_{1,3}\cdot x1_3 + \alpha_{1,4}$

$x2_2 := \alpha_{2,0}\cdot x1_0 + \alpha_{2,1}\cdot x1_1 + \alpha_{2,3}\cdot x1_3 + \alpha_{2,4}$

$x2_3 := \alpha_{3,0}\cdot x1_0 + \alpha_{3,1}\cdot x1_1 + \alpha_{3,2}\cdot x1_2 + \alpha_{3,4}$

$$x2 = \begin{pmatrix} 1.90345 \\ 3.200125 \\ 5.04259 \\ 0.14315 \end{pmatrix}$$

$\delta 1 := x2 - x1$

$$\delta 1 = \begin{pmatrix} -0.01255 \\ 6.125\times 10^{-3} \\ 4.09\times 10^{-3} \\ 1.15\times 10^{-3} \end{pmatrix}$$

КОНЕЦ ВТОРОЙ ИТЕРАЦИИ

$$x3_0 := \alpha_{0,1}\cdot x2_1 + \alpha_{0,2}\cdot x2_2 + \alpha_{0,3}\cdot x2_3 + \alpha_{0,4}$$
$$x3_1 := \alpha_{1,0}\cdot x2_0 + \alpha_{1,2}\cdot x2_2 + \alpha_{1,3}\cdot x2_3 + \alpha_{1,4}$$
$$x3_2 := \alpha_{2,0}\cdot x2_0 + \alpha_{2,1}\cdot x2_1 + \alpha_{2,3}\cdot x2_3 + \alpha_{2,4}$$
$$x3_3 := \alpha_{3,0}\cdot x2_0 + \alpha_{3,1}\cdot x2_1 + \alpha_{3,2}\cdot x2_2 + \alpha_{3,4}$$
$$x3 = \begin{pmatrix} 1.9031183 \\ 3.200752 \\ 5.04282075 \\ 0.14317801 \end{pmatrix}$$
$$\delta 2 := x3 - x2$$
$$\delta 2 = \begin{pmatrix} -3.317\times 10^{-4} \\ 6.27\times 10^{-4} \\ 2.3075\times 10^{-4} \\ 2.801\times 10^{-5} \end{pmatrix}$$
КОНЕЦ ТРЕТЬЕЙ ИТЕРАЦИИ
$$x4_0 := \alpha_{0,1}\cdot x3_1 + \alpha_{0,2}\cdot x3_2 + \alpha_{0,3}\cdot x3_3 + \alpha_{0,4}$$
$$x4_1 := \alpha_{1,0}\cdot x3_0 + \alpha_{1,2}\cdot x3_2 + \alpha_{1,3}\cdot x3_3 + \alpha_{1,4}$$
$$x4_2 := \alpha_{2,0}\cdot x3_0 + \alpha_{2,1}\cdot x3_1 + \alpha_{2,3}\cdot x3_3 + \alpha_{2,4}$$
$$x4_3 := \alpha_{3,0}\cdot x3_0 + \alpha_{3,1}\cdot x3_1 + \alpha_{3,2}\cdot x3_2 + \alpha_{3,4}$$
$$x4 = \begin{pmatrix} 1.9030841746 \\ 3.2007746089 \\ 5.0428361868 \\ 0.1431820316 \end{pmatrix}$$
$$\delta 3 := x4 - x3$$
$$\delta 3 = \begin{pmatrix} -3.41254\times 10^{-5} \\ 2.26089\times 10^{-5} \\ 1.543685\times 10^{-5} \\ 4.0216\times 10^{-6} \end{pmatrix}$$
КОНЕЦ ЧЕТВЕРТОЙ ИТЕРАЦИИ

РГЗ №6 Решение систем нелинейных уравнений методами Ньютона, методом последовательных приближений итерация по отысканию малых поправок.

Дана система двух нелинейных уравнений. Варианты выдается индивидуально каждому студенту преподавателем.

Приводим пример**.**

Итерация нелинейного уравнения, метод комбинированный

Искомое уравнение записывается

$$f(x) := x^5 + 2\cdot x^4 - 5\cdot x^3 + 8\cdot x^2 - 7\cdot x - 3$$

$fp(x) := 5 \cdot x^4 + 8 \cdot x^3 - 15 \cdot x^2 + 16 \cdot x - 7$

$xb5 := xb4 - \frac{f(xb4)}{fp(xb4)}$ $xb4 := xb3 - \frac{f(xb3)}{fp(xb3)}$ $xa4 := xb3 - \frac{f(xb3) \cdot (xb3 - xa3)}{f(xb3) - f(xa3)}$ $xa3 := xb2 - \frac{f(xb2) \cdot (xb2 - xa2)}{f(xb2) - f(xa2)}$

$xb3 := xb2 - \frac{f(xb2)}{fp(xb2)}$ $xb2 := xb1 - \frac{f(xb1)}{fp(xb1)}$ $xa2 := xb1 - \frac{f(b1) \cdot (xb1 - xa1)}{f(xb1) - f(xa1)}$ $xb1 := b1 - \frac{f(b1)}{fp(b1)}$

$xa1 := b1 - \frac{f(b1) \cdot (b1 - a1)}{f(b1) - f(a1)}$ $a1 := -3.9131$ $xb5 = -3.907800490583198$ $xb4 = -3.907800490583198$

$xa3 = -3.9078004905831976$ $xa4 =$ ∎ $xb3 = -3.9078004905831976$ $xb2 = -3.907800490583242$

$xa2 = -3.908300982275086$ $xb1 = -3.908$ $xa1 = -3.908$ $b1 := -3.907$ $f(xb5) = -6.395 \times 10^{-14}$

$f(xb4) = -6.395 \times 10^{-14}$ $f(xa4) =$ ∎ $f(xb3) = 1.315 \times 10^{-13}$ $f(xa3) = 1.3145040611561853 \times 10^{-13}$

$f(xb2) = -1.725 \times 10^{-11}$ $f(xa2) = -0.1952832115333472$ $f(xb1) = -8.694 \times 10^{-5}$

$f(xa1) = 9.176292299528654 \times 10^{-4}$