

**Список вопросов к экзамену по спецкурсу «Основы метода конечных элементов» (1 год)**

**2013-2014**

**Лектор: С.В. Шешенин**

1. История метода конечных элементов. Подходы к численному решению задач МДТТ.
2. Дифференциальная постановка линейной статической задачи МДТТ. Вариационное уравнение, функционал Лагранжа.
3. Связь вариационного уравнения и функционала Лагранжа. Случаи эквивалентности и неэквивалентности постановок. Экстремум функционала Лагранжа.
4. Слабые и сильные решения. Дискретизация уравнений.
5. Метод Галеркина. Аппроксимация вектора перемещений, базисные функции, получение линейной системы.
6. Кусочно-линейная аппроксимация перемещения. Вектор неизвестных. Глобальная и локальная матрицы жесткости.
7. Таблицы узлов и элементов. Ассемблирование глобальной матрицы.
8. Плоский треугольный конечный элемент. Функции формы треугольного элемента.
9. Вектор узловых перемещений. Матрица жесткости треугольного элемента. Интеграл от вектора сил.
10. Четырехугольный конечный элемент. Переход к криволинейным координатам, запись вариационного уравнения. Производные функций формы в начальных координатах.
11. Изопараметрические элементы и отображения. Четырехугольный изопараметрический элемент. Билинейная аппроксимация.
12. Численное интегрирование. Квадратурные формулы Гаусса, точки Гаусса.
13. Лагранжевы элементы высших порядков. Функции формы.
14. Метод конденсации. Макроэлементы.
15. Серендиповы элементы. Сравнение степеней функций формы билинейных, лагранжевых и серендиповых элементов.
16. Треугольные элементы высшего порядка. Координаты площади.
17. Бесконечные конечные элементы.
18. Существование и единственность решения вариационного уравнения. Теорема Лакса-Мильграма.
19. Patch-тесты как проверка сходимости приближенного решения вариационной задачи к точному.
20. Аналогия с исследованием аппроксимации разностных схем.
21. Сходимость приближенного решения к точному для метода Галеркина (теорема Сеа).
22. Сходимость приближенного решения к точному для метода Ритца.

23. Доказательство сходимости приближенного решения вариационной задачи к точному в одномерном случае.
24. Оценки сходимости метода конечных элементов.
25. Константы  $\alpha$  и  $M$  для изотропной теории упругости. Их механический смысл.
26. Неравенства Фридрикса и Корна. Условие однородности. Примеры. Лагранжевы и эрмитовы элементы.
27. Теорема об основных оценках точности метода конечных элементов. Примеры интегральных оценок.
28. Вариационная постановка нелинейных задач МДТТ (на примере деформационной теории пластичности). Постановки в перемещениях и в скоростях.
29. Пространственная дискретизация нелинейных вариационных постановок методом конечных элементов.
30. Итерационные методы решения нелинейных задач, сформулированных в перемещениях.
31. Исследование сходимости метода упругих решений.
32. Методы решения нелинейных задач, сформулированных в скоростях.