

## 1. Список вопросов к экзамену (4 курс, 2015).

1. Абстрактная задача минимизации. Вариационные равенства.
2. Абстрактная вариационная задача. Лемма Лакса-Мильграма.
3. Пример краевой задачи второго порядка.
4. Методы аппроксимации. Метод Рунге. Метод Галеркина.
5. Ортогональность ошибок. Лемма Сеа. Сходимость дискретных решений.
6. Основные этапы применения метода конечных элементов (МКЭ).
7. Одномерный МКЭ. Лагранжевы элементы, Эрмитовы элементы, иерархические элементы.
8. Пример одномерного МКЭ для краевой задачи.
9. Одномерный МКЭ. Ошибки интерполяции.
10. Многомерный МКЭ. Основные этапы использования МКЭ.
11. Лагранжевы элементы в треугольнике.
12. Лагранжевы элементы в прямоугольнике.
13. Многомерный МКЭ. Иерархические элементы.
14. Методы триангуляции в МКЭ.
15. Координатные преобразования в МКЭ.
16. Численное интегрирование в МКЭ. Ошибки численного интегрирования.
17. Многомерный МКЭ. Ошибки аппроксимации.
18. Априорные и апостериорные оценки погрешностей. Оценки, основанные на экстраполяции решений.
19. Апостериорные оценки погрешностей, основанные на невязке и восстановлении решений.
20. Метод граничных элементов. Прямая и непрякая формулировки МГЭ.
21. Схема численного решения задачи с помощью МГЭ.
22. Слабая форма параболических уравнений. Оценки гладкости и роста решений.
23. Полудискретизация конечными элементами. Mass lumping.
24. Основные уравнения теории упругости.
25. Метод конечных элементов для эллиптических уравнений четвертого порядка.
26. Разреженные матрицы: форматы хранения, основные операции. Число обусловленности матрицы.
27. Прямые и итерационные методы решения систем линейных уравнений.

## 2. Список основной литературы

1. Яревский Е.А., Теоретические основы методов компьютерного моделирования. Часть I. (Учебно-методическое пособие для студентов физического факультета СПбГУ, 2011).
2. Сьярле Ф., Метод конечных элементов для эллиптических задач (Мир, 1980).
3. Zienkiewicz O.C., Taylor R.L., Vol.1. The finite element method. The basis (2000).
4. Митчелл А.Р., Уэйт Р., Метод конечных элементов для уравнений с частными производными (Мир, 1981).

## 3. Список дополнительной литературы

1. Сабоннадьер Ж.-К., Кулон Ж.-Л., Метод конечных элементов и САПР, (Мир, 1989).
2. Solin P., Partial Differential Equations and the Finite Element Method (Wiley, 2005).
3. Flaherty J.E., Finite element analysis (Rensselaer lecture notes, 2000).
4. Moaveni S., Finite element method. Theory and analysis with ANSYS (PH, 1999).
5. Knabner P. and Angerman L. Numerical Methods for Elliptic and Parabolic Partial Differential Equations (Springer, Texts Appl. Math. 44, 2003).
6. Яковлев С.Л., Яревский Е.А., Численные методы для дифференциальных уравнений в частных производных. (Учебно-методическое пособие для магистрантов и аспирантов физического факультета СПбГУ, 2007).