

Эффективные алгоритмы вычислительной математики

1) Краткое содержание дисциплины.

В рамках дисциплины «Эффективные алгоритмы вычислительной математики» изучаются основные понятия и представления современных методов математической обработки экспериментальных данных и математического моделирования физических процессов.

2) Кредитная стоимость дисциплины.

2 Cr ECTS (2 ЗЕТ, 72 ач)

3) Цель

Целью изучения дисциплины является подготовка высококвалифицированных специалистов, владеющих современными программными средствами обработки экспериментальных данных, и способных на основе полученных знаний к активной творческой работе в области технической физики и нанотехнологий как в научно-исследовательских учреждениях, так и в условиях промышленного производства.

Это полностью соответствует цели основной образовательной программы подготовки выпускников-магистров по направлению 223200 «Техническая физика», которой является формирование у них знаний, умений, навыков, обеспечивающих способность к самостоятельной творческой профессиональной деятельности в условиях быстро развивающихся наукоемких отраслей техники и технологии.

4) Результаты обучения:

Знания, навыки, умения:

- знание и понимание: теоретических основ работы эффективных вычислительных алгоритмов, особенностей программирования этих алгоритмов; программных средств и языков программирования;
- умение выбрать наилучшую алгоритмическую реализацию для решения данной конкретной задачи; реализовать наилучший вариант последовательности всех действий, необходимых для ее решения;
- владение современными программными средствами обработки экспериментальных данных; критической оценкой возможности этих средств с точки зрения извлечения полезной физической информации из данных физических экспериментов, а также оптимальности составляемых при помощи этих средств математических моделей;
- умение с высокой степенью самостоятельности осваивать новые эффективные алгоритмы решения задач из различных профессиональных областей; самостоятельно создавать программные средства, необходимые для решения конкретных прикладных задач.

Компетенции:

ОК-1, способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности.

ОК-6, способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение.

ПК-5, способность осуществлять научный поиск и разработку новых перспективных подходов и методов к решению профессиональных задач, готовность к профессиональному росту, к активному участию в научной и инновационной деятельности, конференциях, выставках и презентациях.

ПК-21, готовность и способность применять физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий.

5) Содержание:

1. Вычисление специальных функций

1.1. Разложение в ряды: ПЗ – 6 ач, СР – 6 ач..

2. Численное дифференцирование, сплайны, производные

2.1. Проблемы численного дифференцирования.: ПЗ – 2 ач, СР – 2 ач.

3. Алгоритмы поиска минимума
- 3.1. Алгоритмы поиска: ПЗ – 6 ач, СР – 6 ач..
4. Численные методы решения дифференциальных уравнений
- 4.1. Решения дифференциальных уравнений численными методами: ПЗ – 4 ач, СР – 4 ач.
- 4.2. Особенности численного решения задач на собственные значения: ПЗ – 6 ач, СР – 6 ач.
5. Кубатурные формулы
- 5.1. Кубатурные формулы: ПЗ – 2 ач, СР – 2 ач.
6. Вывод результатов расчетов на экран в графической форме
- 6.1. Вывод результатов: ПЗ – 4 ач, СР – 4 ач.
7. Встраивание сторонних приложений в качестве процедур в собственные программные средства
- 7.1. Встраивание сторонних приложений: ПЗ – 6 ач, СР – 6 ач.

6) Пререквизиты:

Изучение дисциплины опирается на знания, полученные при изучении дисциплин «Математика», «Математическая физика», «Численные методы технической физики», «Экспериментальные методы исследований» предшествующей бакалаврской подготовки, а также дисциплин М2.Б.1 «Информационные технологии» и М1.В.1 «Обратные и некорректные задачи технической физики».

Результаты изучения дисциплины используются при изучении ряда дисциплин вариативной части профессионального цикла, при проведении НИРМ и при подготовке магистерской диссертации, а также при быстрой адаптации в первичной должности и дальнейшем профессиональном росте выпускника, работающего в области современных наукоемких технологий.

7) Основной учебник

- Численные методы / Н. Н. Калиткин — СПб.: БХВ-Петербург, 2011
- Численные методы. курс лекций для вузов.. / В. А. Срочко — СПб. М. Краснодар, Лань, 2010
- Введение в численные методы. учебное пособие для вузов. / А. А. Самарский — СПб. Лань, 2009

8) Дополнительная литература

- Машинные методы математических вычислений. / Дж. Форсайт, М. Малькольм, К. Моулер — М. Мир, 1980
- Специальные математические функции и их аппроксимации. Пер. с англ.. / Ю. Люк— Москва Мир, 1980
- Численные методы решения дифференциальных уравнений / Л. Коллатц — М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1953

9) Координатор:

Профессор, д.ф.-м.н. А.П. Головицкий

10) Использование компьютера:

Компьютер используется при выполнении практических занятия и самостоятельной работы по всем разделам дисциплины.

11) Лабораторные работы и проекты

Лабораторные работы и проекты учебным планом не предусмотрены.

Каждый обучающийся выполняет индивидуальную курсовую работу по одному из разделов дисциплины.. Ориентировочный объем СР 6 ач.

Оценка качества освоения дисциплины ставится на основе совокупности продемонстрированных студентом знаний на зачете.

Защита курсового проекта проходит в форме собеседования на экзамене по итогам выполнения курсового проекта, который студент сдает преподавателю для ознакомления заранее. Примеры заданий к проекту приведены ниже. В некоторых случаях задание к проекту может быть дано и научным руководителем спецлаборатории, в которой студент проходит практику по НИР (но при обязательном согласовании с преподавателем, проводящим занятия по данной дисциплине).

Задание 1

Рассчитать погонную емкость системы из 2-х копланарных бесконечно тонких плоских пластин конечных размеров:

и представить ее графически как функцию отношения $\frac{b}{a}$ в пределах от 0,1 до 50.

Φ/m , где Φ — потенциал, m — заряд.

Задание 2

Известно, что функция $f(x) = \frac{1}{1+x^2}$ является решением задачи Коши (уравнение ван-дер-Поля), $f'(x) = -2xf(x)^2$, и имеет следующие примерные значения первых шести корней: 0,86775; 9,148; 17,496; 26,012; 34,343; 42,685. Требуется найти численное значение параметра α .

Задание 3

Дана функция $f(x) = \frac{1}{1+x^2}$. При малых x ее можно аппроксимировать выражением $g(x) = 1 - \alpha x^2$. Определить: при каких значениях α погрешность такой аппроксимации будет не хуже 1%; 0,1%?

Задание 4

Провести кубичное сглаженное дифференцирование функции $f(x) = \frac{1}{1+x^2}$, заданной в 128 точках на промежутке $[-3, 3]$ с гармонической «наводкой». Наводку имитировать функцией $g(x) = \frac{1}{1+x^2} + \alpha \cos(\frac{\pi x}{3})$. Требуется подобрать число точек сглаживания так, чтобы погрешность производной (по отношению к $f'(x)$) была бы не хуже 5 – 6%.

Задание 5

Численно найти все корни уравнения: $364x^4 + 405,8x^3 - 22008,5x^2 + 54765,4x - 36050,3 = 0$.

Задание 6

Функция $f(x) = \frac{1}{1+x^2}$ удовлетворяет уравнению $f'(x) = -2xf(x)^2$; $f''(x) = 2x^2f(x)^3 - 2f(x)$. Численно определить значения $f(1)$.

Указание: считать $f(x)$ монотонно убывающей функцией.