

Методические указания по выполнению лабораторной работы № 3 по курсу «Обработка данных в точных измерительных системах»

Суть обработки данных заключается в получении количественных характеристик обрабатываемых данных (возможно, неточных), либо результатов таких их преобразований, что оказываются удобными для дальнейшего принятия решений. Следовательно, суть обработки данных – в выполняемых вычислениях.

Если исходные данные, подвергаемые обработке, неточны (например, являются результатами измерений), то неточны и любые результаты их обработки. Назначение данного курса заключается в том, чтобы научиться с помощью программных средств автоматически определять характеристики погрешности результатов вычислений с неточными данными, унаследованные ими от неточных исходных данных.

Программное обеспечение

Основной рекомендуемый инструмент для выполнения заданий – пакет математического моделирования Matlab, с которым Вы знакомы. При этом при желании можно воспользоваться любым другим инструментом программирования (C++, Python и др.). Дальнейшие примеры программирования относятся к Matlab.

Чтобы воспользоваться программным обеспечением Matlab в условиях дистанционного образовательного процесса, можно использовать один из трех взаимозаменяемых вариантов.

1. Получить студенческую лицензию на сайте разработчика.

<https://ch.mathworks.com/campaigns/products/trials.html>

2. Воспользоваться сервисами удаленного доступа СПбПУ, позволяющими получить доступ к университетскому серверу Matlab.

https://www.spbstu.ru/upload/it/VDI_for_users.pdf

3. Выполнять задания в свободно распространяемом пакете математического моделирования Octave, язык программирования которого в рамках предлагаемых заданий полностью идентичен языку программирования Matlab.

<https://www.gnu.org/software/octave/>

<https://octave.sourceforge.io/>

Для Octave есть online-версия для браузера:

<https://octave-online.net/>

Лабораторная работа № 3

Лабораторная работа посвящена сравнительному исследованию ранее изученных методов оценки наследственной погрешности:

- метода Монте-Карло,
- метода Крейновича,
- метода линеаризации с вычислением производных исследуемой функции с помощью метода комплексного приращения.

Условия численного эксперимента – такие же, как в предыдущих лабораторных работах.

Пусть x_1, x_2, \dots, x_n – это совокупность однородных, а, возможно, и разнородных величин. Пусть Δx_i – абсолютная погрешность величины x_i , т.е. $\Delta x_i = x_i - x_{\text{ист } i}$, где $x_{\text{ист } i}$ – истинное значение величины x_i . Пусть Δ_i – предельное (наибольшее возможное) значение модуля абсолютной погрешности величины x_i , то есть $|\Delta x_i| < \Delta_i$.

Пусть алгоритм обработки неточных данных задан функцией вида

$$y_{\text{ист}} = f(x_{\text{ист } 1}, x_{\text{ист } 2}, \dots, x_{\text{ист } n}).$$

Требуется определить наибольшее возможное значение модуля абсолютной погрешности результата $y_{\text{ист}}$, вызванной погрешностью исходных данных. Т.е. нас интересует наибольшее значение модуля $|\Delta y|$ отклонения Δy результата y обработки неточных данных $x_{\text{ист } 1} + \Delta x_1, x_{\text{ист } 2} + \Delta x_2, \dots, x_{\text{ист } n} + \Delta x_n$.

В качестве способов вычисления (оценки) предельного значения Δ_y величины $|\Delta y|$ следует применять три метода: метод Монте-Карло, метод Крейновича, метод линеаризации (с тем или иным способом вычисления частных производных).

Вы можете пользоваться материалами и программным кодами, созданными Вами на предыдущих лабораторных работах.

Задание к лабораторной работе № 3 заключается в оценке характеристик погрешности значения заданной функции, реализующей математическую обработку неточных данных (результатов измерений), при помощи

- метода Монте-Карло,
 - метода Крейновича,
 - метода линеаризации с применением метода комплексного приращения,
- с последующим сравнением полученных результатов между собой.

Необходимо оценить для набора входных значений аргументов из области определения функции $y = f(x_1, x_2, x_3, x_4)$ из исходных данных к лабораторной работе № 1 величину Δ_y для заданных предельных относительных отклонений значений аргументов.

Повторить эксперимент для каждого заданного в условии значения δ_{x_2} .

Построить на одном графике три кривые зависимости оценки Δ_y от величины δ_{x_2} (в широких пределах): для метода Монте-Карло, метода Крейновича и метода линеаризации с применением метода комплексных приращений для вычисления производных.

Сделать выводы о том, как ведет себя каждая из оценок с ростом значения δ_{x_2} : почему результаты Монте-Карло эксперимента так отличаются от результатов оценки предельной погрешности методом Крейновича и методом линеаризации? В чем схожесть метода Крейновича с методом линеаризации?

В каких случаях все три метода обеспечивают схожие по точности оценки величины Δ_y ? В каких случаях возникает расхождение и почему?

Среда реализации: любая на Ваш выбор.

По итогам реализации составьте краткий отчет, содержащий: титульный лист, текст задания, текст составленной Вами программы, полученные результаты, выводы.