

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Программное обеспечение информационных технологий»

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

*Методические рекомендации
к курсовому проектированию
для студентов направления подготовки
12.03.01 «Приборостроение»
очной формы обучения*



Могилев 2022

УДК 004
ББК 32.973
И74

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Программное обеспечение информационных технологий» «4» марта 2022 г., протокол № 7

Составитель канд. техн. наук, доц. А. В. Кушнер

Рецензент канд. техн. наук, доц. В. М. Ковальчук

В методических рекомендациях кратко изложены теоретические сведения, необходимые для выполнения курсовой работы и требования к ее оформлению. Методические указания составлены в соответствии с рабочей программой по дисциплине «Информационные технологии».

Учебно-методическое издание

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Ответственный за выпуск	В. В. Кутузов
Корректор	А. А. Подошевка
Компьютерная верстка	М. М. Дударева

Подписано в печать. 23.05.2022. Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. 0,7. Уч.-изд. л. 0,76. Тираж 21 экз. Заказ № 284.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2022

Содержание

1 Цель и задачи курсовой работы.....	4
2 Тематика курсовой работы.....	4
3 Содержание курсовой работы и требования к ее оформлению	4
4 Последовательность выполнения курсовой работы	5
Список литературы.....	10

1 Цель и задачи курсовой работы

Выполнение курсовой работы по курсу «Информационные технологии» является важным этапом при подготовке квалифицированных специалистов направления подготовки 12.03.01 «Приборостроение» и может рассматриваться как подготовительный этап к изучению ряда специальных дисциплин на последующих курсах.

Цель курсовой работы заключается в практическом освоении общих вопросов использования интегрированной среды Mathcad, предназначенной для выполнения, документирования и обмена результатами технических вычислений, использования этой среды для построения математических моделей и формирования описания объектов математических моделей для проведения вычислительных экспериментов и решения оптимизационных задач.

Выполнение курсовой работы ставит следующие задачи:

- приобрести умение пользоваться литературой, справочными материалами, в которых освещаются те или иные вопросы работы с интегрированной средой Mathcad и применение ее для математического моделирования;
- закрепить и расширить знания вопросов использования интегрированной среды Mathcad;
- закрепить знания правил оформления документации в соответствии со стандартами;
- подготовить студентов к самостоятельному решению задач, связанных с анализом экспериментальных данных и проведении инженерных расчетов.

2 Тематика курсовой работы

Тематика курсовых работ должна быть актуальной, соответствовать современному состоянию и перспективам развития математического моделирования и инженерных расчетов. Темой курсовой работы является обработка экспериментальных данных с использованием интегрированной среды Mathcad.

Примерная тематика курсовых работ: исследование и анализ экспериментальных данных с использованием интегрированной среды Mathcad.

3 Содержание курсовой работы и требования к ее оформлению

Курсовая работа выполняется в соответствии с заданием, которое включает в заданную последовательность экспериментальных данных, которые требуется исследовать, и этапы проводимых исследований с использованием интегрированной среды Mathcad.

Расчетно-пояснительная записка включает титульный лист, задание на курсовую работу, содержание, вводную часть, расчетную часть и список использованных источников.

Во вводной части расчетно-пояснительной записки должен быть приведен анализ исходных экспериментальных данных, освещены возможные пути исследования и анализа этих данных.

В расчетной части необходимо провести определение выборочного среднего, дисперсии, установление примерного распределения данных, определение моды, характеристик нормального распределения, вычислить интервалы, сравнить средние величины различных выборок, частотного распределения данных и дисперсий двух выборок, провести сглаживание экспериментальных данных и выполнить линейную сплайн-интерполяцию экспериментальных данных, построить графики табличной, интерполирующей функции, качественно сравнить результат приближения экспериментальных данных методами линейной и сплайн-интерполяции, выполнить аппроксимацию полиномом. Порядок аппроксимирующего полинома подобрать опытным путем. Построить графики функции и аппроксимирующего полинома. Оценить погрешность аппроксимации. Исследовать, как изменится результат аппроксимации при уменьшении (увеличении) порядка аппроксимирующего полинома на единицу.

Построение пояснительной записки, изложение ее текста, а также оформление иллюстраций и приложений должны осуществляться согласно ГОСТ 2.105–95.

Пояснительная записка выполняется на листах белой бумаги формата А4 шрифтом Times New Roman 14 пт основной и 12 пт дополнительный текст.

Изложение материала в записке должно быть кратким и выполнено техническим языком. В тексте не должно быть общих фраз и общих рекомендаций.

Не допускаются сокращения слов (кроме общепринятых), а терминология должна строго соответствовать принятой в учебниках.

Расчетные формулы записываются в индексной форме с полной экспликацией и сквозной или пораздельной нумерацией формул. Таблицы должны иметь наименование и нумерацию. Все используемые в работе величины должны быть выражены в системе СИ.

Список литературы должен содержать лишь те источники, которые использованы при выполнении и на которые есть ссылки в тексте записки. Оформление списка литературы должно соответствовать принятым правилам.

В приложения необходимо включать распечатки программ на ЭВМ, таблицы, графики, алгоритмы, по каким-либо причинам не включенные в основную часть записки.

4 Последовательность выполнения курсовой работы

Задания на курсовую работу студенты получают на одном из первых занятий, посвященном курсовому проектированию. В дальнейшем студенты

должны являться на занятия, установленные расписанием и отчитываться за выполненную работу по курсовому проектированию в соответствии с графиком.

Работа над курсовым проектом содержит следующие этапы:

- анализ задания и путей исследования заданных данных;
- выполнение основных расчетов в соответствии с заданием;
- окончательное уточнение расчетов;
- оформление расчетно-пояснительной записки;
- защита курсовой работы.

Анализ заданных экспериментальных данных является одним из наиболее важных этапов выполнения курсовой работы. На этом этапе необходимо построить график, на основе которого необходимо сделать выводы о влиянии случайной составляющей для дальнейшего анализа данных.

Затем определяется среднее арифметическое и выборочное среднее

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n},$$

где x_1, \dots, x_n – значения в выборке;

n – размерность выборки.

В Mathcad выборочное среднее значение определяется функцией $\text{mean}(x)$,

где x – это вектор или матрица с выборкой случайных данных.

Дисперсия определяется по формуле

$$D = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2,$$

где x_1, \dots, x_n – значения в выборке;

n – размерность выборки;

\bar{X} – среднее значение.

В Mathcad выборочная дисперсия определяется функцией $\text{var}(x)$, где x – это вектор или матрица с выборкой случайных данных.

Распределение экспериментальных данных определяют через гистограмму. Гистограмма распределения строится следующим образом: при большом объеме выборки (понятие «большой объем» зависит от целей и методов обработки, в данном случае будем считать n большим, если $n > 40$) в целях удобства обработки и хранения сведений прибегают к группированию данных в интервалы. Количество интервалов следует выбрать так, чтобы в необходимой мере отразилось разнообразие значений параметра в совокупности и в то же время закономерность распределения не искажалась случайными колебаниями частот по отдельным разрядам. Существуют нестрогие рекомендации по выбору количества u и размера h таких интервалов, в частности:

- в каждом интервале должно находиться не менее 5–7 элементов.

В крайних разрядах допустимо всего два элемента;

– количество интервалов не должно быть очень большим или очень маленьким. Минимальное значение y должно быть не менее 6–7. При объеме выборки, не превышающем несколько сотен элементов, величину y задают в пределах от 10 до 20. Для очень большого объема выборки ($n > 1000$) количество интервалов может превышать указанные значения. Некоторые исследователи рекомендуют пользоваться соотношением $y = 1,441 \ln(n) + 1$;

– при относительно небольшой неравномерности длины интервалов удобно выбирать одинаковыми и равными величине

$$h = (x_{\max} - x_{\min}) / y,$$

где x_{\max} – максимальное и x_{\min} минимальное значения параметра соответственно.

При существенной неравномерности закона распределения длины интервалов можно задавать меньшего размера в области быстрого изменения плотности распределения;

– при значительной неравномерности лучше в каждый разряд назначать примерно одинаковое количество элементов выборки. Тогда длина конкретного интервала будет определяться крайними значениями элементов выборки, сгруппированными в этот интервал, т. е. будет различна для разных интервалов (в этом случае при построении гистограммы нормировка по длине интервала обязательна – в противном случае высота каждого элемента гистограммы будет одинакова).

Группирование результатов наблюдений по интервалам предусматривает: определение размаха изменений параметра x ; выбор количества интервалов и их величины; подсчет для каждого i -го интервала $[x_i - x_i + 1]$ частоты n_i или относительной частоты (частости n_i) попадания варианты в интервал. В результате формируется представление экспериментальных данных (ЭД) в виде интервального или статистического ряда.

Графически статистический ряд отображают в виде гистограммы (рисунок 1).

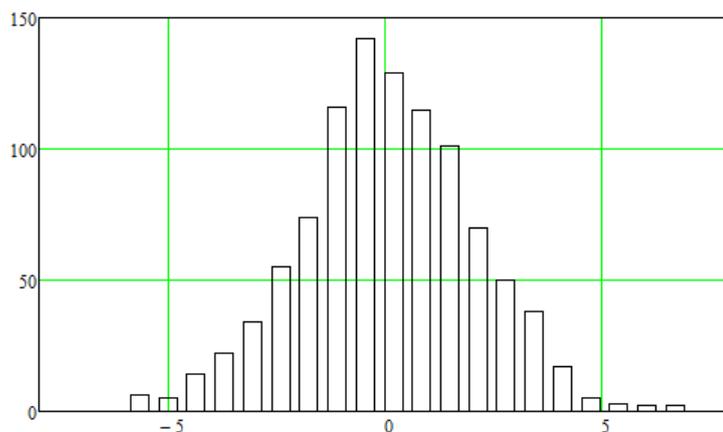


Рисунок 1 – Гистограмма распределения

После необходимо определить моду или моды. Мода – это значение, которое встречается наиболее часто. Иногда в совокупности может встречаться

больше чем одна мода. Мода и среднее арифметическое могут совпадать. В случае, когда частоты распределяются ассиметрично, мода и среднее арифметическое могут не совпадать.

$$M_0 = X_{M_0} + h_{M_0} \frac{(f_{M_0} - f_{M_0-1})}{((f_{M_0} - f_{M_0-1}) + (f_{M_0} - f_{M_0+1}))},$$

где X_{M_0} – левая граница модального интервала;

h_{M_0} – длина модального интервала;

f_{M_0} – частота модального интервала;

f_{M_0-1} – частота премодального интервала;

f_{M_0+1} – частота последомодального интервала.

В Mathcad мода определяется функцией $\text{mode}(x)$, где x – это вектор или матрица с выборкой случайных данных.

Затем необходимо сравнить средние величины различных выборок, частотного распределения данных и дисперсий различных выборок.

Для того чтобы произвести интерполяцию и аппроксимацию необходимо провести сглаживание экспериментальных данных.

Для сглаживания в Mathcad есть несколько функций:

$\text{medsmooth}(y, n)$ – возвращает m -мерный вектор, созданный сглаживанием с помощью скользящей медианы. Здесь y – m -мерный вектор вещественных чисел; n – ширина окна, по которому происходит сглаживание. n должно быть нечетным числом, меньшим или равным числу элементов вектора y . Функция medsmooth наиболее устойчивая из всех трех встроенных функций, т. к. в меньшей степени подвержена влиянию зашумленных данных;

ksmooth – возвращает n -мерный вектор. Здесь x и y – n -мерные векторы, вектор y создан сглаживанием при помощи гауссова ядра данных из x ; b – параметр, управляющий окном сглаживания. Он должен быть в несколько раз больше величины интервала между точками x . Чем больше b , тем больше окно, используемое при сглаживании. Функция ksmooth использует гауссово ядро, чтобы вычислить локально взвешенные средние значения исходного вектора y . Такое сглаживание полезно, когда интервалы между точками данных примерно одинаковой величины;

$\text{supsmooth}(x, y)$ – возвращает n -мерный вектор, созданный локальным использованием симметричной линейной процедуры сглаживания методом наименьших квадратов по правилу k ближайших соседей, в которой k выбирается адаптивно. Здесь x и y – n -мерные векторы исходных данных, элементы x должны быть расположены в порядке возрастания. Функция supsmooth полезна, если длина интервалов существенно изменяется. Эта функция адаптивно выбирает различную ширину полосы сглаживания для различных частей вектора данных.

Результаты сглаживания необходимо вывести в виде графика и сравнить с экспериментальными данными.

Следующим этапом будет выполнение интерполяции экспериментальных данных. В Mathcad есть следующие виды интерполяций: линейная, кубическая

сплайн-интерполяция, интерполяция сплайнами функций нескольких переменных и линейное предсказание.

При линейной интерполяции существующие точки соединяются прямыми линиями. Линейная интерполяция в Mathcad осуществляется функцией $linterp(vx, vy, x)$, которая использует векторы данных vx и vy , чтобы возвратить линейно интерполируемое значение y , соответствующее третьему аргументу x .

При кубической интерполяции кривая проходит через набор точек таким образом, что первые и вторые производные кривой непрерывны в каждой точке, т. е. создается ряд кубических полиномов, проходящих через наборы из трех смежных точек и затем состыковываются друг с другом, чтобы образовать одну кривую.

Алгоритм построения кубического сплайна.

1 Создаются векторы vx и vy , содержащие координаты x и y , через которые нужно провести кубический сплайн. Элементы vx должны быть расположены в порядке возрастания.

2 Затем вычисляются векторы $vs := cspline(vx, vy)$. Вектор vs содержит вторые производные интерполяционной кривой в рассматриваемых точках.

3 Чтобы найти значения в произвольной точке x_0 , необходимо вычислить $interp(vs, vx, vy, x_0)$, где vs , vx и vy – векторы, описанные ранее.

В Mathcad существует три сплайн-функции: $cspline(vx, vy)$, $pspline(vx, vy)$, $lspline(vx, vy)$. Функция $lspline$ генерирует кривую сплайна, которая приближается к прямой линии в граничных точках. Функция $pspline$ генерирует кривую сплайна, которая приближается к параболе в граничных точках. Функция $cspline$ генерирует кривую сплайна, которая может быть кубическим полиномом в граничных точках.

В Mathcad можно осуществлять аппроксимацию линейной функцией, полиномами, линейной комбинацией функций и функцией произвольного вида. Для реализации аппроксимации линейной функцией используются встроенные функции $slope$ и $intercept$ для определения коэффициентов линейной регрессии. Функция $slope$ определяет угловой коэффициент прямой, а функция $intercept$ – точку пересечения графика с вертикальной осью. Для аппроксимации полиномом используются функции $regress$ и $interp$. Функция $regress$ подготавливает данные, которые необходимы для работы функции $interp$. Функция $interp$ возвращает значение полинома в точке, для которой необходимо вычислить значение аппроксимирующей функции. Для аппроксимации данных по методу наименьших квадратов линейной комбинацией произвольных функций используется команда $linfit$. Для аппроксимации функцией произвольного вида используется команда $genfit$.

После аппроксимации экспериментальных данных разными методами необходимо построить графики экспериментальных данных, сглаженных экспериментальных данных и результатов аппроксимации. Затем необходимо оценить погрешность аппроксимации и отразить это на графике. Для полиномиальной аппроксимации необходимо оценить как влияет порядок полинома на погрешность результатов.

Список литературы

1 **Карманов, Ф. И.** Статистические методы обработки экспериментальных данных с использованием пакета MathCad: учебное пособие / Ф. И. Карманов, В. А. Острейковский. – Москва: КУРС; ИНФРА-М, 2019. – 208 с.

2 **Королев, В. Т.** Математика и информатика: MATHCAD 15 : учебно-методические материалы для выполнения практических занятий и самостоятельной работы студентами специалитета / В. Т. Королев ; под ред. Д. А. Ловцова. – Москва: РГУП, 2016. – 50 с.

3 **Исаев, Ю. Н.** Практика использования системы MathCad в расчетах электрических и магнитных цепей: учебное пособие / Ю. Н. Исаев, А. М. Купцов. – Москва: СОЛОН-Пр., 2014. – 180 с.