

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
ФГБОУ ВО КОСТРОМСКАЯ ГСХА

Кафедра информационных технологий
в электроэнергетике

И Н Ф О Р М А Т И К А

учебно-методическое пособие
по выполнению отчета по учебной практике
для студентов 1 курса направлений подготовки:
35.03.06 Агроинженерия,
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
очной и заочной форм обучения

Издание дополненное и переработанное

КАРАБАЕВО
Костромская ГСХА
2018

УДК 681
ББК 73
И 74

Составители: сотрудники кафедры информационных технологий в электроэнергетике Костромской ГСХА д.т.н., профессор *В.А. Солдатов*, старший преподаватель *Т.М. Богданова*

Рецензент: к.э.н., доцент кафедры «Высшая математика» А.Е. Березкина

Рекомендовано к изданию методической комиссией факультета электрификации и автоматизации сельского хозяйства, протокол № 4 от 15 мая 2018 г.

И 74 Информатика: учебно-методическое пособие по выполнению отчета по учебной практике для студентов 1 курса направлений подготовки: 35.03.06 Агроинженерия, 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника очной и заочной форм обучения. Издание дополненное и переработанное/сост. В.А. Солдатов, Т.М. Богданова — Караваево: Костромская ГСХА, 2018. — 36 с.

Издание содержит краткие теоретические сведения по выполнению отчета по практике: написанию реферата и использованию при решении задач математического пакета MathCAD, даны примеры и задания для выполнения расчетно-графических работ.

Предназначено для студентов 1 курса направлений подготовки: 35.03.06 Агроинженерия, 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника очной и заочной форм обучения

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ОТЧЕТА ПО УЧЕБНОЙ ПРАКТИКЕ.....	5
1.1. Структура отчета по практике	6
1.2. Требования к оформлению отчета по практике	7
ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ.....	9
РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА.....	10
Часть I. Действия с комплексными числами.	10
Часть II. Действия с матрицами.	13
Часть III. Аппроксимация таблично заданной функции при помощи квадратичной, логарифмической и экспоненциальной функций.....	19
Часть IV. Интерполяция и экстраполяция таблично заданной функции	27
при помощи встроенных функций в MathCAD.....	27
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	30

ВВЕДЕНИЕ

Целью выполнения отчета по учебной практике является расширение, систематизация и закрепление теоретических знаний и практических навыков студента.

Рефераты и расчетно-графические работы являются неотъемлемой частью учебного процесса. Они призваны углубить теоретические и прикладные знания, полученные студентами в лекционных курсах и на практических занятиях. В процессе прохождения учебной практики студент должен проявить способность к самостоятельной работе с учебной и научно-технической литературой, делать обоснованные выводы, продемонстрировать навыки владения персональным компьютером и пакетами прикладных программ.

Область интересов информатики — это структура и общие свойства информации, а также вопросы, связанные с процессами поиска, сбора, хранения, преобразования, передачи и использования информации в самых различных сферах человеческой деятельности.

Во многих областях науки и техники используются различные способы построения моделей. При подготовке задачи к решению с помощью компьютера ее представляют в формальном виде, т.е. математической форме. Задача записывается в виде системы математических соотношений, отражающих существенные свойства предмета, явления или процесса.

Для решения задач на компьютере применяются специальный программный пакет MathCAD. Изучение математического пакета, в частности построение алгоритмов решения задач и их реализация на компьютере, требуют от студента концентрации внимания, логичности и развитого воображения; это должно способствовать развитию четкости и лаконичности мышления.

Цель данного учебно-методического пособия — усвоение и закрепление студентами системы знаний, полученных при изучении курса информатики и высшей математики, и овладение навыками решения математических задач с помощью компьютера.

1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ОТЧЕТА ПО УЧЕБНОЙ ПРАКТИКЕ

Основной *целью* учебной практики является приобретение практических навыков, необходимых для работы с вычислительной техникой, развитие интереса у студентов к применению ПЭВМ в профессиональной деятельности.

Для достижения поставленной цели в процессе прохождения практики необходимо решение следующих *задач*:

Отработка навыков практической работы и приобретение элементарной компьютерной грамотности.

Освоить навыки использования дополнительных внешних устройств ПК.

Отработать навыки и умения работы в операционной системе.

Закрепить полученных знания и навыки использования пакета прикладных программ, сервисных программ и программ технического обслуживания.

В результате прохождения практики у студентов должны быть выработаны следующие умения и навыки:

элементарного технического обслуживания ПК;

работы в операционной среде;

работы с сервисными программами, программами технического обслуживания;

умение использовать автоматизированные информационные технологии для выполнения своих функциональных задач.

Материалы практики сводятся в отчет по практике и предоставляются к защите, которая проводится в установленные сроки.

Критерии оценки отчета по практике

- Соответствие выполненных заданий своему варианту.
- Степень самостоятельности.
- Правильность и полнота разработки предложенных заданий.
- Результативность выполненного практического задания.
- Уровень грамотности (общий и специальный).
- Соответствие оформления работы стандартам.
- Соблюдение графика выполнения работы.

Требования к содержанию отчета по практике

Отчет по практике должен быть выполнен в соответствии со стандартами.

Номера заданий выбираются из таблиц. Вариант и соответствующие ему задания должны строго соответствовать друг другу; в случае несоответствия работа возвращается студенту для исправления.

1.1. Структура отчета по практике

Отчет по практике должен иметь следующую структуру:

1. Титульный лист.
2. Оглавление.
3. Введение.
4. Основная часть: реферат и расчетно-графическая работа, выполненная в системе MathCAD.
5. Заключение.
6. Список использованных источников.
7. Приложения.

Титульный лист является первой страницей отчета и заполняется по определенным правилам. Образец оформления титульного листа приведен в приложении 1.

В *оглавлении* приводятся все заголовки работы с указанием страниц, с которых они начинаются. Заголовки оглавления должны точно повторять заголовки в тексте.

Введение должно содержать общие теоретические сведения по тематике практики.

Основная часть — студент показывает уровень разработанности темы. При оформлении желательно привести иллюстративный материал (блок-схемы, аналитические таблицы, рисунки). Здесь излагаются методы, ход и решение практических задач, а также описание этапов разработки электронного продукта. Алгоритм решения задачи может быть представлен в виде модели с подробным описанием математических формул, блок-схемы или с использованием словесного описания логических и арифметических действий.

В *заключении* содержатся итоги работы, выводы, к которым пришел автор, рекомендации относительно возможностей практического применения материалов работы. Заключение должно быть кратким, обстоятельным и соответствовать поставленным задачам. В данном разделе привести основные результаты работы, сделать свои умозаключения о целесообразности и эффективности использования на практике, а так же дать ряд предложений по применению с учетом новых информационных технологий.

Список использованных источников представляет собой перечень использованных книг, статей, электронных ресурсов. Фамилии авторов приводятся в алфавитном порядке, при этом все источники даются под общей нумерацией. При подготовке расчетно-графической работы рекомендуется использовать: учебники и учебные пособия; электронные ресурсы, в том числе ресурсы, опубликованные в сети Интернет.

В *приложениях* помещают вспомогательные или дополнительные материалы, которые иллюстрируют текст основной части работы.

1.2. Требования к оформлению отчета по практике

При оформлении отчета по практике необходимо руководствоваться следующим.

1. Отчет по практике выполняется на компьютере с использованием текстового процессора и математического пакета MathCAD.

2. Формат листа — А4, печатается на одной стороне листа.

3. Основной текст документа должен иметь стиль: шрифт Times New Roman, начертание — обычный, кегль 14, межстрочный интервал — полуторный. Параметры абзаца: первая строка — 1,25; выравнивание по ширине.

4. Поля оставлять в размерах, регламентированных стандартом (левое – 30 мм, верхнее и нижнее – 20 мм, правое – 10 мм).

5. Страницы должны быть пронумерованы. Размер шрифта номера страницы — 12 пунктов. Нумерация страниц арабскими цифрами посередине нижнего листа. Титульный лист не номеруется, но принимается за первую страницу.

6. В тексте перед знаком препинания пробелы не ставятся, после знака препинания ставится один пробел.

7. Главы должны быть пронумерованы. Заголовки должны иметь стиль: начертание — полужирный, кегль 14, без абзацного отступа, без подчеркивания, выравнивание по центру. Перенос слов в заголовках не допускается. Если заголовок состоит из двух и более предложений, их разделяют точками. В заголовки не включают сокращённые слова и аббревиатуры. Расстояние между заголовком и текстом при выполнении документа на компьютере должно быть равно 1-2 интервалам. Номер подраздела или пункта включает номер раздела и порядковый номер подраздела или пункта, разделенные точкой, например: 1.1, 1.2, 1.3, 1.1.2 и т.д.

8. Оглавление должно быть сформировано автоматически с использованием возможностей текстового процессора.

9. Таблицы набирают шрифтом, кегль которого на два пункта ниже кегля шрифта основного текста. Таблицы должны иметь название. Таблицы оформляются по следующим правилам: таблица выравнивается по центру; над таблицей располагается заголовок.

Оформление формул

1. При наборе формул применяют:

– гарнитуру основного шрифта;

– числа и дроби в формулах набирают прямым шрифтом;

– математические символы набирают курсивом, греческие и латинские символы — прямым начертанием;

– формулы, следующие одна за другой и не разделенные текстом, разделяют запятой;

– переносить формулы на следующую строку допускается только на знаках выполняемых операций, причем знак в начале следующей строки повторяют;

– формулы должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа в круглых скобках — (1). Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках, например, «... в формуле (1)».

Формула включается в предложение как его равноправный элемент, поэтому в конце формул и в тексте перед ними знаки препинания ставят в соответствии с правилами пунктуации.

Символы и числовые коэффициенты, используемые в формуле, должны быть расшифрованы последовательно под формулой в том порядке, в каком они представлены в формуле. Пояснение символов физических величин дается с указанием единиц, в которых они измеряются. Пояснение каждого символа следует давать с новой строки.

Первая строка пояснения должна начинаться со слова «где», помещенного от нулевой позиции без двоеточия после него. После формулы ставится запятая. В конце каждой расшифровки ставится точка с запятой, а в конце последней расшифровки — точка.

Например:

$$(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 = R^2,$$

где x_0, y_0 — координаты центра окружности;

R — радиус окружности.

Оформление иллюстраций

Приводимые в работе иллюстрации должны быть выполнены четко, аккуратно, разборчиво и иметь номер и подрисуночную подпись, которая набирается шрифтом меньшим, чем основной текст.

Иллюстрация может иметь наименование и поясняющие данные (подрисуночный текст), разделённые точкой с запятой. Например:

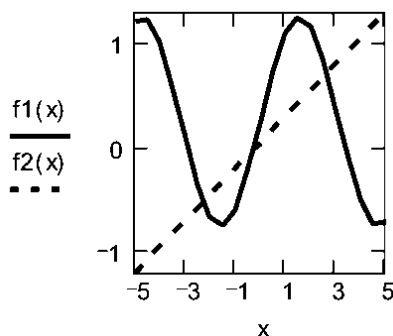


Рис. 1. График для определения площади фигуры:

$f_1(x)$ — синусоида; $f_2(x)$ — прямая

Иллюстрации следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок в тексте один, то он обозначается «Рисунок 1».

Допускается не нумеровать мелкие рисунки, размещенные непосредственно в тексте и на которые в дальнейшем нет ссылок.

ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ

1. Браузеры. Основные возможности и функции.
2. Веб-сайт. Структура, способы создания.
3. Виртуальная реальность
4. Гаджеты и виджеты.
5. Портативные компьютеры (*ноутбуки, нетбуки, планшеты, ультрабуки, трансформеры*). Функции и возможности.
6. Защита информации и сведений в сети Интернет.
7. Защита информации и сведений (*законодательные, административные, процедурные, программно-технические меры*).
8. Интернет в России: история появления, распространение, пути развития.
9. Интернет-банкинг.
10. История создания и развития сети Интернет.
11. Классификация антивирусных программ.
12. Классификация компьютерных вирусов.
13. Классификация современных средств оргтехники.
14. Коммуникационные средства оргтехники.
15. Компьютерная графика.
16. Компьютерное моделирование. Технология 3D.
17. Компьютерные сети: топологии, сетевое оборудование.
18. Копировальная техника.
19. Облачные ресурсы сети Интернет. Google Disc и Яндекс Диск.
20. Операционные системы. Система Windows, Linux, Unix, Android, Mac OS.
21. Поисковая система Google, Яндекс, Рамблер, Altavista, Bing.
22. Поисковые системы сети Интернет. Технологии поиска информации в сети. Язык поисковых запросов.
23. Поколения ЭВМ.
24. Электронные книги.
25. Представление и кодирование информации.
26. Системы счисления.
27. Презентационные средства оргтехники.
28. Прикладное программное обеспечение.
29. Приложения Google. Play Market.
30. Сетевые операционные системы.
31. Система электронных денег.
32. Системное программное обеспечение.
33. Системы управления базами данных.
34. Способы подключения к сети Интернет(Wi-Fi,3G, прокси-сервер, витая пара и пр.)
35. Техническое обеспечение ЭВМ: центральные устройства.
36. Техническое обеспечение ЭВМ: периферийные устройства.
37. Технологии мобильной связи. Поколения мобильной связи. Технология 3G и WiFi.
38. Технология телекоммуникаций.

39. Услуги глобальной сети Интернет.
40. Услуги сотовых операторов.
41. Устройства ввода информации.
42. Устройства вывода информации.
43. Устройства связи и передачи информации.
44. Устройства хранения информации.
45. Файлообменные и торрент-сервисы сети Интернет.
46. Электронная цифровая подпись.
47. Язык HTML.

Объем реферата 10 – 15 страниц.

По теме реферата создать презентацию: количество слайдов 15-20.

Презентация сдается в электронном виде (на диске).

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

Часть I. Действия с комплексными числами.

Комплексные числа имеют действительную и мнимую части. Например,
 $z = x + yj$.

Их суть хорошо объясняется на примере извлечения квадратного корня из отрицательного числа D при решении квадратного уравнения.

Пусть есть квадратное уравнение (ax^2+bx+c) , причем коэффициенты (a,b,c) такие, что дискриминант $D=b^2-4ac$ меньше нуля. Тогда корни x_1, x_2 определяются как:

$$x_1 = \frac{-b}{2a} + \frac{\sqrt{-D}}{2a};$$

$$x_2 = \frac{-b}{2a} - \frac{\sqrt{-D}}{2a};$$

В элементарной математике в этом случае говорят, что у этого уравнения нет действительных корней. Однако есть комплексные корни.

Преобразуем $\sqrt{-D} = \sqrt{|D|} \cdot \sqrt{-1}$.

Обозначим $\sqrt{-1} = j$, тогда $\sqrt{-D} = \sqrt{|D|} \cdot j$.

Таким образом, имеем два комплексных корня:

$$x_1 = \frac{-b}{2a} + \frac{\sqrt{|D|}}{2a} j;$$

$$x_2 = \frac{-b}{2a} - \frac{\sqrt{|D|}}{2a} j;$$

Комплексные числа можно отображать на комплексной плоскости (x, yj) . При этом, как действительная, так и мнимая части могут изменяться от $+\infty$ до $-\infty$. То есть обычные числа являются частным случаем комплексных чисел,

когда мнимая часть равна нулю. С комплексными числами можно производить арифметические операции как с обычными числами. Откладывая действительную часть числа по оси (x) и мнимую часть по оси (y_j), получим комплексное число в виде вектора направленного из начала координат (0,0) в точку с координатами (x= Re(z), y= Im(z)). Комплексные числа применяются во многих областях науки и техники. Например в электротехнике и электроэнергетике, когда при синусоидально изменяющемся напряжении токи, мощности, а также сопротивления и проводимости электрической цепи можно описать комплексными числами.

Перед набором комплексных чисел в MathCAD необходимо сначала задать «мнимую единицу» $i = \sqrt{-1}$ или $j = \sqrt{-1}$ и далее при мнимой части набирать соответствующую букву. Например: $j = \sqrt{-1}$.

1.1 Задать два комплексных числа

$$\begin{aligned} (z1 = x1 + y1j \quad z2 = x2 + y2j) \\ z1 := 3 + 7j \quad z2 := 5 + 9j \end{aligned}$$

1.2. Найти сумму. Сумма вычисляется MathCAD-ом по формуле:

$$\begin{aligned} (z1 + z2 = x1 + y1j + x2 + y2j = (x1 + x2) + (y1 + y2)j) \\ z1 + z2 = 8 + 16j . \end{aligned}$$

1.3. Найти разность. Разность вычисляется MathCAD-ом по формуле:

$$\begin{aligned} (z1 - z2 = x1 + y1j - x2 - y2j = (x1 - x2) + (y1 - y2)j) \\ z1 - z2 = -2 - 2j . \end{aligned}$$

1.4. Найти произведение. Произведение вычисляется MathCAD-ом по формуле:

$$\begin{aligned} (z1 \cdot z2 = (x1 + y1j)(x2 + y2j) = (x1x2 - y1y2) + (x1y2 + y1x2)j) \\ z1 \cdot z2 = -48 + 62j . \end{aligned}$$

1.5. Найти частное. Частное вычисляется MathCAD-ом по формуле:

$$\begin{aligned} \frac{z1}{z2} = \frac{x1 + y1j}{x2 + y2j} = \frac{(x1x2 + y1y2)}{x2^2 + y2^2} + \frac{(y1x2 - x1y2)}{x2^2 + y2^2} j ; \\ \frac{z1}{z2} = 0.736 + 0.075j . \end{aligned}$$

1.6. У каждого предыдущего результата выделить действительные и мнимые части (при помощи Re, Im) и их значения присвоить переменным (a) и (b):

$$a := \text{Re}(z1 + z2) \quad b := \text{Im}(z1 + z2) \quad a = 8 \quad b = 16$$

$$a := \text{Re}(z1 - z2) \quad b := \text{Im}(z1 - z2) \quad a = -2 \quad b = -2$$

$$a := \text{Re}(z1 \cdot z2) \quad b := \text{Im}(z1 \cdot z2) \quad a = -48 \quad b = 62$$

$$a := \text{Re}(z1 / z2) \quad b := \text{Im}(z1 / z2) \quad a = 0.736 \quad b = 0.075$$

1.7. Найти модуль и аргумент заданных чисел. Модуль $|z|$ и аргумент (\arg) вычисляются по формулам: $|z| = \sqrt{x^2 + y^2}$; $\arg = \arctg(\frac{y}{x})$.

$$\begin{aligned} |z_1| &= 7.616 & \arg(z_1) &= 1.166 \text{ радиан} \\ |z_2| &= 10.296 & \arg(z_2) &= 1.064 \text{ радиан} \end{aligned}$$

1.8. Представить заданные числа в показательной форме, которая имеет вид: $(|z| \cdot e^{j \arg(z)})$

$$|z_1| \cdot e^{j \arg(z_1)} = 3 + 7j \qquad |z_2| \cdot e^{j \arg(z_2)} = 5 + 9j$$

То есть, результат в показательной форме равен алгебраической форме заданных (z_1) и (z_2) в пункте 1.1.

1.9. Возвести заданные числа в степени (1/3, 1/2, 2,3):

$$\begin{aligned} z_1^{1/3} &= 1.821 + 0.746j & z_2^{1/3} &= 2.04 + 0.755j \\ z_1^{1/2} &= 2.304 + 1.519j & z_2^{1/2} &= 2.765 + 1.627j \\ z_1^2 &= -40 + 42j & z_2^2 &= -56 + 90j \\ z_1^3 &= -414 - 154j & z_2^3 &= -1.09 \cdot 10^3 - 54j \end{aligned}$$

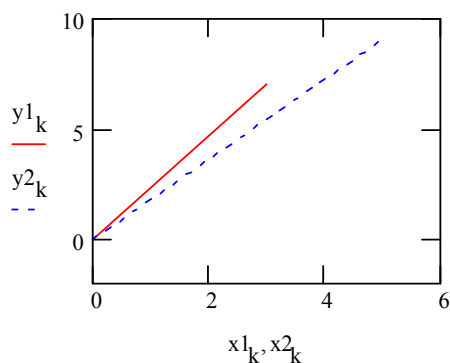
1.10. На плоскости построить вектора заданных чисел. Для этого задать вектора (x_k, y_k) для каждого числа.

$$(X_k = (0, \operatorname{Re}(z)); Y_k = (0, \operatorname{Im}(z))).$$

$$k = 0..1$$

$$x_1 := \begin{pmatrix} 0 \\ 3 \end{pmatrix} \qquad y_1 := \begin{pmatrix} 0 \\ 7 \end{pmatrix} \qquad x_2 := \begin{pmatrix} 0 \\ 5 \end{pmatrix} \qquad y_2 := \begin{pmatrix} 0 \\ 9 \end{pmatrix}$$

Построить график с векторами $z_1 = x_1 + y_1j$ и $z_2 = x_2 + y_2j$:



1.11. Вычислить с помощью функции (root) комплексные корни квадратного уравнения

Задать (a, b, c), функцию $F(x)$ и приближения (x).

$$a := 1 \quad b := 2 \quad c := 15 \quad \boxed{}$$

1-й корень: $x = 0 + 3j$ $root(F(x), x) = -1 + 3.74j$

2-й корень: $x = 0 - 3j$ $root(F(x), x) = -1 - 3.74j$

1.12. Решить систему линейных матричных уравнений ($A \cdot x = B$) с комплексными элементами. Решается аналогично линейным уравнениям с обычными числами путем обращения матрицы. Допустим, что коэффициенты системы уравнений равны:

$b1 := z1$ $b2 := z2$

$a_{1,1} := z1 + z2 + 10$ $a_{2,2} := a_{1,1}$ $a_{1,2} := z1$ $a_{2,1} := a_{1,2}$, тогда

$$A := \begin{pmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} \\ a_{2,1} & a_{2,2} \end{pmatrix}$$

$$B := \begin{pmatrix} b1 \\ b2 \end{pmatrix}$$

$X := A^{-1} \cdot B$

$$X = \begin{pmatrix} 0.198 + 0.059i \\ 0.355 + 0.098i \end{pmatrix}$$

Выполнить все пункты (1.1- 1.12.) взяв вариант чисел (z1) и (z2) из Задания 1.1. или у преподавателя.

Задание 1.1.

1. $z1 = 2+3j$	$z2 = 1-2j$	13. $z1 = 2-1j$	$z2 = 3+4j$
2. $z1 = 3-1j$	$z2 = 3+1j$	14. $z1 = 0.5+1j$	$z2 = 2-1j$
3. $z1 = 2+2j$	$z2 = 2-6j$	15. $z1 = 2+3j$	$z2 = 5-6j$
4. $z1 = 1-0.5j$	$z2 = 2+1j$	16. $z1 = 2+5j$	$z2 = 3-1j$
5. $z1 = 2+1j$	$z2 = 1+1j$	17. $z1 = 3+4j$	$z2 = -2+3j$
6. $z1 = 3+2j$	$z2 = 0.5+1j$	18. $z1 = 3-1j$	$z2 = 4-3j$
7. $z1 = 5+7j$	$z2 = 3+5j$	19. $z1 = 1-7j$	$z2 = 0.5+2j$
8. $z1 = 4+1j$	$z2 = 1+3j$	20. $z1 = 2+2j$	$z2 = 3-2j$
9. $z1 = 6-5j$	$z2 = -1-2j$	21. $z1 = 6+5j$	$z2 = 5-2j$
10. $z1 = 3-2j$	$z2 = 2+2j$	22. $z1 = 1-2j$	$z2 = 5+2j$
11. $z1 = 5-6j$	$z2 = 1-1j$	23. $z1 = 3-1j$	$z2 = 6-1j$
12. $z1 = 1-2j$	$z2 = 3+4j$	24. $z1 = 3+4j$	$z2 = 6-5j$

Часть II. Действия с матрицами.

Матрицами называются двумерные массивы чисел, имеющие элементы (a_{ij}) на пересечении строк (i) и столбцов (j). При числе столбцов $j=1$, получается один столбец, называемый вектором с элементами (v_i). Матрицы и действия с ними применяются во многих областях науки и техники. Хорошим примером является использование матриц при решении системы линейных уравнений, которая при $i=j=3$ имеет вид:

$$\begin{aligned} a_{11} \cdot x_1 + a_{12} \cdot x_2 + a_{13} \cdot x_3 &= b_1 \\ a_{21} \cdot x_1 + a_{22} \cdot x_2 + a_{23} \cdot x_3 &= b_2 \\ a_{31} \cdot x_1 + a_{32} \cdot x_2 + a_{33} \cdot x_3 &= b_3 \end{aligned}$$

В матричном виде эта система имеет вид:

$$A \cdot X = B \quad \text{откуда} \quad X = A^{-1} \cdot B$$

где, матрица коэффициентов при неизвестных $A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}$

обратная матрица A^{-1}

вектор свободных членов (b_i) $B = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{pmatrix}$

вектор неизвестных (x_i) $X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix}$

Чтобы задать квадратную матрицу (A) размером (4x4) необходимо в MathCAD набрать: A, затем (Alt+M) и задать число строк, равное 4 и число столбцов, равное 4. Появится матрица, которую надо заполнить элементами.

В MathCAD набрать: A, выбрать кнопку [: :] (матрицы) и также задать число строк, равное 4 и число столбцов, равное 4. Появится матрица, которую тоже надо заполнить элементами. Чтобы строки и столбцы нумеровались с единицы, надо задать ORIGIN :=1.

2.1. Задать квадратную матрицу (A):

$$A := \begin{bmatrix} 7 & 5 & 6 & 4 \\ 1 & 1 & 7 & 14 \\ 6 & 29 & 21 & 6 \\ 13 & 4 & 3 & 9 \end{bmatrix}$$

2.2. Умножить и разделить матрицу(A) на любое число (n). При этом автоматически умножатся или разделятся все элементы матрицы (a_{ij}).

$$n := 3$$

$$A \cdot n = \begin{bmatrix} 21 & 15 & 18 & 12 \\ 3 & 3 & 21 & 42 \\ 18 & 87 & 63 & 18 \\ 39 & 12 & 9 & 27 \end{bmatrix} \quad \frac{A}{n} = \begin{bmatrix} 2.333 & 1.667 & 2 & 1.333 \\ 0.333 & 0.333 & 2.333 & 4.667 \\ 2 & 9.667 & 7 & 2 \\ 4.333 & 1.333 & 1 & 3 \end{bmatrix}$$

2.3. Умножить матрицу (A) на вектор (v). При этом получается результирующий вектор (c) с элементами (c_i) вычисленными по формуле:

$$c_i = \sum_{j=1}^n A_{ij} \cdot v_j \quad ; \text{ где } i = 1 \dots n.$$

В MathCAD набрать:

$$v := \begin{bmatrix} 2 \\ 6 \\ 4 \\ 9 \end{bmatrix} \quad c := A \cdot v \quad c = \begin{bmatrix} 104 \\ 162 \\ 324 \\ 143 \end{bmatrix}$$

2.4. Транспонировать матрицу.

У транспонированной матрицы элементы строк и столбцов заменяются, то есть $a_{ij}^T = a_{ji}$. В MathCAD -2.08 набрать A, затем (Alt+!). В MathCAD выбрать кнопку [::] (матрицы), а затем выбрать (M^T). Появится A^T.

$$A^T = \begin{bmatrix} 7 & 1 & 6 & 13 \\ 5 & 1 & 29 & 4 \\ 6 & 7 & 21 & 3 \\ 4 & 14 & 6 & 9 \end{bmatrix}$$

2.5. Инвертировать (обратить) матрицу (A).

По определению, обратной матрицей, является такая матрица (A⁻¹), которая при умножении на исходную матрицу (A) дает единичную матрицу (E) у которой диагональные элементы (E_{ii}=1), а остальные элементы (E_{ij}=0).

$$A^{-1} = \begin{bmatrix} 0.11 & -0.042 & -0.022 & 0.031 \\ -0.245 & -0.024 & 0.063 & 0.105 \\ 0.355 & 0.028 & -0.038 & -0.176 \\ -0.168 & 0.062 & 0.016 & 0.078 \end{bmatrix}$$

Проверить $E := A \cdot A^{-1}$

$$E = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

2.6. Вычислить определитель матрицы (A).

$$|A| = -1.32 \cdot 10^4$$

2.7. Вычислить след (tr) матрицы (A). След матрицы равен сумме ее диагональных элементов, то есть $tr(A) = \sum_i a_{ii}$. $tr(A) = 38$

2.8. Задать матрицу (B) размера (4 x 4).

$$B := \begin{bmatrix} 4 & 57 & 16 & 7 \\ 2 & 5 & 5 & 17 \\ 3 & 1 & 23 & 9 \\ 19 & 11 & 6 & 1 \end{bmatrix}$$

2.9. Сложить матрицы (A) и (B).

При этом складываются элементы с одинаковыми индексами (i, j), то есть $c_{ij} = a_{ij} + b_{ij}$.

$$C := A + B \qquad C = \begin{bmatrix} 11 & 62 & 22 & 11 \\ 3 & 6 & 12 & 31 \\ 9 & 30 & 44 & 15 \\ 32 & 15 & 9 & 10 \end{bmatrix}$$

2.10. Вычесть матрицы (A) и (B).

При этом вычитаются элементы с одинаковыми индексами (i, j), то есть $c_{ij} = a_{ij} - b_{ij}$.

$$C := A - B \qquad C = \begin{bmatrix} 3 & -52 & -10 & -3 \\ -1 & -4 & 2 & -3 \\ 3 & 28 & -2 & -3 \\ -6 & -7 & -3 & 8 \end{bmatrix}$$

2.11. Перемножить матрицы (A) и (B).

При этом суммируются произведения элементов строки матрицы (a_{ij}) на элементы столбца матрицы (b_{jk}), то есть $c_{ik} = \sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot b_{jk}$, $i = 1 \dots n$, $k = 1 \dots n$.

$$C := A \cdot B \qquad C = \begin{bmatrix} 132 & 474 & 299 & 192 \\ 293 & 223 & 266 & 101 \\ 259 & 574 & 760 & 730 \\ 240 & 863 & 351 & 195 \end{bmatrix}$$

В общем случае перемножение матриц $A \cdot B \neq B \cdot A$. Проверим:

$$C := B \cdot A \qquad C = \begin{bmatrix} 272 & 569 & 780 & 973 \\ 270 & 228 & 203 & 261 \\ 277 & 719 & 535 & 245 \\ 193 & 284 & 320 & 275 \end{bmatrix}$$

2.12. Умножить обратную матрицу (A^{-1}) на матрицу (B).

При этом суммируются произведения элементов строки обратной матрицы (a'_{ij}) на элементы столбца матрицы (b_{jk}), то есть $c_{ik} = \sum_{j=1}^n a'_{ij} \cdot b_{jk}$, $i = 1 \dots n$, $k = 1 \dots n$.

$$C := A^{-1} \cdot B \quad C = \begin{bmatrix} 0.882 & 6.355 & 1.23 & -0.112 \\ 1.148 & -12.86 & -1.959 & -1.454 \\ -1.976 & 18.381 & 3.888 & 2.438 \\ 0.986 & -8.369 & -1.535 & 0.107 \end{bmatrix}$$

2.13. Выделить элементы $(a_{1,1})$ и $(a_{2,4})$ из матрицы (A) и элементы (v_2) и (v_4) из вектора v :

$$A_{1,1} = 7 \quad A_{2,4} = 14 \\ v_2 = 6 \quad v_4 = 9$$

2.14. Найти число строк (*rows*) и число столбцов (*cols*) матрицы (A) .

$$\text{rows}(A) = 4 \quad \text{cols}(A) = 4$$

2.15. Найти максимальный (*max*) и минимальный (*min*) элементы вектора (v) :

$$\text{max}(v) = 9 \quad \text{min}(v) = 2$$

2.16. Найти длину вектора (v) :

$$\text{length}(v) = 4$$

2.17. Задать единичную квадратную матрицу (E) размером (4×4) .

$$E := \text{identity}(4) \quad E = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

2.18. Объединить матрицы (A) и (B) . Получается матрица (C) размером (4×8) :

$$C := \text{augment}(A, B) \quad C = \begin{bmatrix} 7 & 5 & 6 & 4 & 4 & 57 & 16 & 7 \\ 1 & 1 & 7 & 14 & 2 & 5 & 5 & 17 \\ 6 & 29 & 21 & 6 & 3 & 1 & 23 & 9 \\ 13 & 4 & 3 & 9 & 19 & 11 & 6 & 1 \end{bmatrix}$$

2.19. Объединить матрицу (A) и вектор (v) . Получается матрица (C) размером (4×5) :

$$C := \text{augment}(A, v) \quad C = \begin{bmatrix} 7 & 5 & 6 & 4 & 2 \\ 1 & 1 & 7 & 14 & 6 \\ 6 & 29 & 21 & 6 & 4 \\ 13 & 4 & 3 & 9 & 9 \end{bmatrix}$$

2.20. Задать комплексную матрицу (P) размером (2×2) :

$$i := \sqrt{-1} \quad P := \begin{pmatrix} 2 + 5i & 3 + i \\ 3 - i & 3 + 7i \end{pmatrix}$$

2.21. Найти реальные (R) и мнимую (I) часть матрицы (P):

$$R := \operatorname{Re}(P) \quad I := \operatorname{Im}(P)$$

$$R = \begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 3 & 3 \end{pmatrix} \quad I = \begin{pmatrix} 5 & 1 \\ -1 & 7 \end{pmatrix}$$

2.22. Задать комплексно - сопряженную матрицу (\bar{P}).

$$\bar{P} = \begin{pmatrix} 2 - 5i & 3 - 1i \\ 3 + 1i & 3 - 7i \end{pmatrix}$$

2.23. Решить матричную систему уравнений с комплексными элементами

$$(P \cdot X = S)$$

$$S := \begin{pmatrix} 2 + 1i \\ 1 + 1i \end{pmatrix} \quad X := P^{-1} \cdot S \quad X = \begin{pmatrix} 0.209 - 0.178i \\ 0.239 + 0.024i \end{pmatrix}$$

Выполнить все пункты (2.1.-2.23.) взяв вариант матрицы (A) из задания 2.1., а матрицы (B) и (v) задать произвольными.

Задание 2.1.

$$1. A = \begin{pmatrix} 5 & 0 & 1 \\ 1 & 3 & -1 \\ -3 & 2 & 10 \end{pmatrix} \quad 7. A = \begin{pmatrix} 2 & -1 & 0 \\ 2 & 5 & -2 \\ 1 & -1 & 3 \end{pmatrix} \quad 13. A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & -1 \\ 1 & 4 & 1 \\ 1 & -1 & -3 \end{pmatrix} \quad 19. A = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 2 \\ 6 & 0 & 1 \\ 5 & -1 & 2 \end{pmatrix}$$

$$2. A = \begin{pmatrix} 2 & 0 & 1 \\ -1 & 3 & 1 \\ 1 & -1 & 4 \end{pmatrix} \quad 8. A = \begin{pmatrix} 3 & 1 & -1 \\ 0 & 2 & -1 \\ -1 & 1 & 5 \end{pmatrix} \quad 14. A = \begin{pmatrix} 5 & 1 & 1 \\ 4 & 2 & 1 \\ 3 & 3 & 3 \end{pmatrix} \quad 20. A = \begin{pmatrix} 3 & 1 & -1 \\ 2 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & 3 \end{pmatrix}$$

$$3. A = \begin{pmatrix} 2 & 0 & -1 \\ 1 & -3 & 1 \\ 1 & 1 & 3 \end{pmatrix} \quad 9. A = \begin{pmatrix} 4 & 1 & -1 \\ 2 & 3 & 0 \\ 1 & -1 & 5 \end{pmatrix} \quad 15. A = \begin{pmatrix} 3 & 1 & -1 \\ 2 & 4 & 1 \\ 1 & 1 & 3 \end{pmatrix} \quad 21. A = \begin{pmatrix} -1 & 1 & 1 \\ 3 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 3 \end{pmatrix}$$

$$4. A = \begin{pmatrix} 5 & 1 & -1 \\ -1 & 3 & 1 \\ 1 & -2 & 4 \end{pmatrix} \quad 10. A = \begin{pmatrix} 3 & 4 & 1 \\ -1 & 3 & 2 \\ 1 & 0 & 3 \end{pmatrix} \quad 16. A = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 3 \\ 2 & 4 & 1 \\ 3 & 1 & -1 \end{pmatrix} \quad 22. A = \begin{pmatrix} 5 & 2 & 3 \\ 2 & 4 & 1 \\ 0 & -1 & 3 \end{pmatrix}$$

$$5. A = \begin{pmatrix} 3 & 1 & -1 \\ -2 & 4 & 1 \\ 1 & 1 & 3 \end{pmatrix} \quad 11. A = \begin{pmatrix} 5 & 1 & 2 \\ -2 & 3 & 1 \\ 3 & 2 & 0 \end{pmatrix} \quad 17. A = \begin{pmatrix} 6 & 1 & 2 \\ 2 & 3 & 1 \\ 4 & 1 & 3 \end{pmatrix} \quad 23. A = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 5 \\ 2 & 0 & 4 \\ 3 & -1 & 3 \end{pmatrix}$$

$$6. A = \begin{pmatrix} 3 & 1 & -1 \\ 2 & 4 & 1 \\ 1 & -1 & 3 \end{pmatrix} \quad 12. A = \begin{pmatrix} 3 & 1 & -1 \\ 3 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & 3 \end{pmatrix} \quad 18. A = \begin{pmatrix} -1 & 3 & -2 \\ 2 & 1 & 1 \\ 4 & -1 & 0 \end{pmatrix} \quad 24. A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & -1 \\ 3 & 2 & 0 \\ 4 & 3 & 5 \end{pmatrix}$$

Часть III. Аппроксимация таблично заданной функции при помощи квадратичной, логарифмической и экспоненциальной функций.

Пусть функция $y_i = F(x)$ задана таблично, то есть заданы (n) значений $x_i, y_i, i = 0 \dots n$. Необходимо найти такую аппроксимирующую функцию $F(x)$, которая бы проходила как можно ближе к заданным точкам x_i, y_i . Для нахождения коэффициентов аппроксимирующей функции используют систему из (n)- уравнений:

$$y_i = F(x_i) \quad i = 0 \dots n$$

где $F(x)$ - квадратичная ($F = ax^2 + bx + c$), логарифмическая ($F = a \cdot \ln(x + b) + c$) или экспоненциальная ($F = a \cdot e^{b \cdot x} + c$) функции.

Систему уравнений составляют так:

$$1. y_i = a \cdot x_i^2 + b \cdot x_i + c \quad i = 0 \dots n \quad \text{или}$$

$$2. y_i = a \cdot \ln(x_i + b) + c \quad i = 0 \dots n \quad \text{или}$$

$$3. y_i = a \cdot e^{b \cdot x_i} + c \quad i = 0 \dots n.$$

Решение ищут с помощью встроенной в MathCAD функции - *Minerr*.

Например пусть задано 8 точек: $i = 0 \dots 7$:

$$x_i = 2.5 \quad 3.5 \quad 4.5 \quad 5.5 \quad 6.5 \quad 7.5 \quad 8.5 \quad 9.5$$

$$y_i = 1.3 \quad 1.8 \quad 3.4 \quad 5.9 \quad 9.4 \quad 13.9 \quad 19.3 \quad 25.9$$

3.1. Найти коэффициенты (a, b, c) квадратичной функции

$$f(x) = a \cdot x^2 + b \cdot x + c$$

Начальные значения - $a := 1 \quad b := 1 \quad c := 1$

Искомая функция - $f1(x) = a \cdot x^2 + b \cdot x + c$

Given

$$1.3 = a \cdot 2.5^2 + b \cdot 2.5 + c \quad 9.4 = a \cdot 6.5^2 + b \cdot 6.5 + c$$

$$1.8 = a \cdot 3.5^2 + b \cdot 3.5 + c \quad 13.9 = a \cdot 7.5^2 + b \cdot 7.5 + c$$

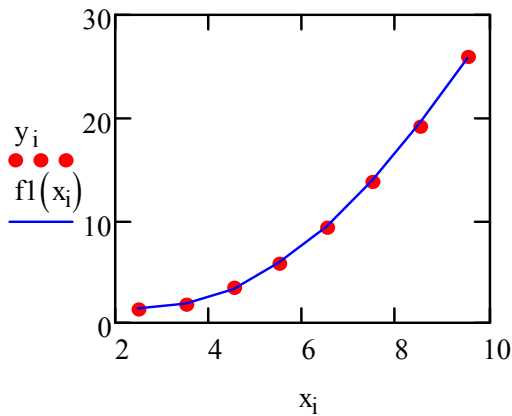
$$3.4 = a \cdot 4.5^2 + b \cdot 4.5 + c \quad 19.3 = a \cdot 8.5^2 + b \cdot 8.5 + c$$

$$5.9 = a \cdot 5.5^2 + b \cdot 5.5 + c \quad 25.9 = a \cdot 9.5^2 + b \cdot 9.5 + c$$

$$\begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix} := \text{minerr}(a, b, c) \quad a = 0.495 \quad b = -2.427 \quad c = 4.273$$

$$f1(x) := 0.495 \cdot x^2 - 2.427 \cdot x + 4.273$$

Построим график табличной (y_i) и найденной квадратичной $f1(x_i)$ функций:



Видно, что найденная квадратичная функция $f_1(x)$ хорошо аппроксимирует заданную таблично функцию (y_i) .

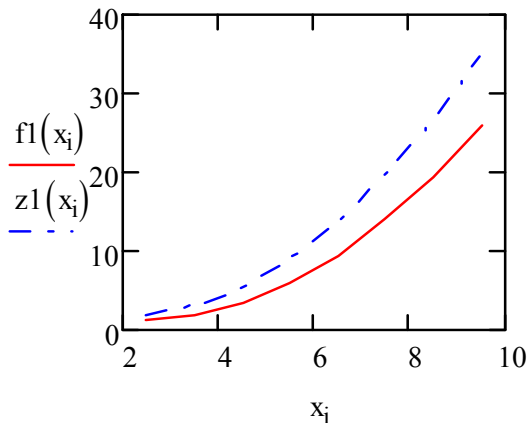
Найдем, как влияют значения коэффициентов (a, b, c) на квадратичную кривую аппроксимации.

3.1.1. Влияние коэффициента (a):

Зададим $a=0.595$ вместо найденного $a=0.495$.

Построим функции:

$$f_1(x) := 0.495 \cdot x^2 - 2.427 \cdot x + 4.273 \quad z_1(x) := 0.595 \cdot x^2 - 2.427 \cdot x + 4.273$$



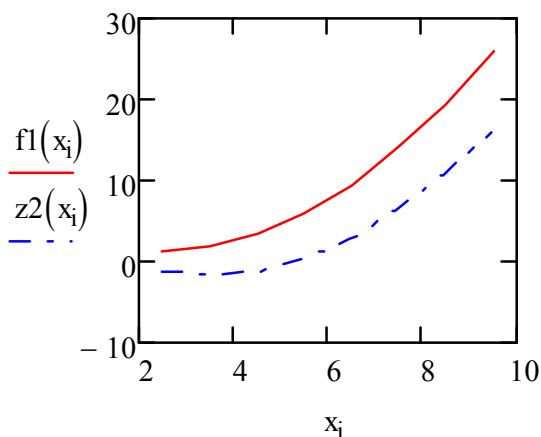
Видно, что изменение коэффициента (a) от 0.495 до 0.595 увеличивает крутизну квадратичной кривой.

3.1.2. Влияние коэффициента (b):

Зададим $b= -3.427$ вместо найденного $b= -2.427$.

Построим функции:

$$f_1(x) := 0.495 \cdot x^2 - 2.427 \cdot x + 4.273 \quad z_2(x) := 0.495 \cdot x^2 - 3.427 \cdot x + 4.273$$



Видно, что изменение коэффициента (b) с -2.427 до -3.427 смещает квадратичную кривую вниз.

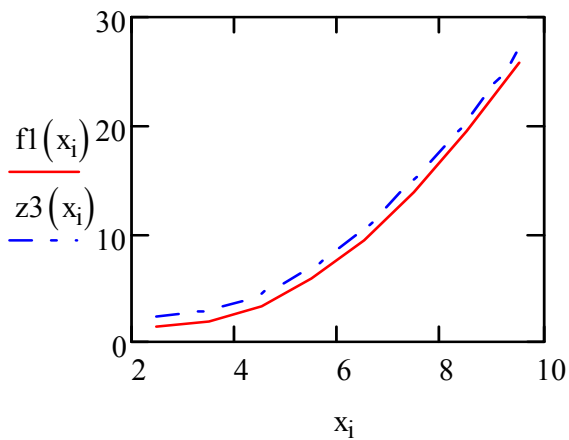
3.1.3. Влияние коэффициента (c):

Зададим $c = 5.273$ вместо найденного $c = 4.273$.

Построим функции:

$$f1(x) := 0.495 \cdot x^2 - 2.427 \cdot x + 4.273$$

$$z3(x) := 0.495 \cdot x^2 - 2.427 \cdot x + 5.273$$



Видно, что изменение коэффициента (c) с 4.273 до 5.273 смещает квадратичную кривую вверх.

3.2. Найти коэффициенты (a, b, c) логарифмической функции

$$f(x) = a \cdot \ln(x + b) + c$$

Начальные значения - $a := 1$ $b := 1$ $c := 1$

Искомая функция - $f2(x) = a \cdot \ln(x + b) + c$.

Given

$$1.3 = a \cdot \ln(2.5 + b) + c$$

$$9.4 = a \cdot \ln(6.5 + b) + c$$

$$1.8 = a \cdot \ln(3.5 + b) + c$$

$$13.9 = a \cdot \ln(7.5 + b) + c$$

$$3.4 = a \cdot \ln(4.5 + b) + c$$

$$19.3 = a \cdot \ln(8.5 + b) + c$$

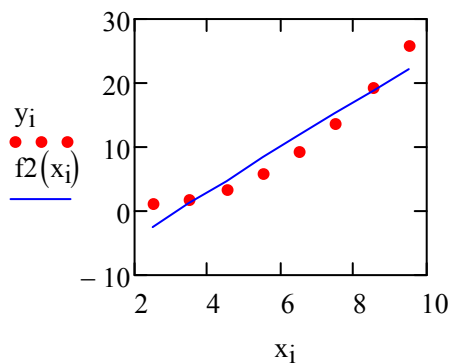
$$5.9 = a \cdot \ln(5.5 + b) + c$$

$$25.9 = a \cdot \ln(9.5 + b) + c$$

$$\begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix} := \text{minerr}(a, b, c) \quad a = 399.26 \quad b = 108.311 \quad c = -1.882 \cdot 10^3$$

$$f2(x) := 399.26 \cdot \ln(x + 108.311) - 1.882 \cdot 10^3$$

Построим график табличной (y_i) и найденной логарифмической $f2(x)$ функций:



Видно, что найденная логарифмическая функция $f2(x)$ хуже аппроксимирует заданную таблично (y_i), чем квадратичная $f1(x)$.

Найдем, как влияют значения коэффициентов (a, b, c) на логарифмическую кривую аппроксимации:

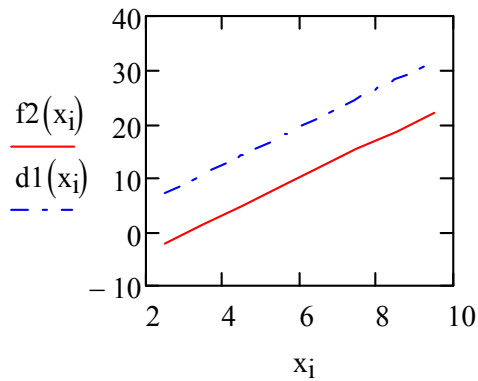
3.2.1. Влияние коэффициента (a):

Зададим $a=401.26$ вместо найденного $a=399.26$.

Построим функции:

$$f2(x) := 399.26 \cdot \ln(x + 108.311) - 1.882 \cdot 10^3$$

$$d1(x) := 401.26 \cdot \ln(x + 108.311) - 1.882 \cdot 10^3$$



Видно, что изменение коэффициента (a) с 399.26 до 401.26 поднимает логарифмическую кривую.

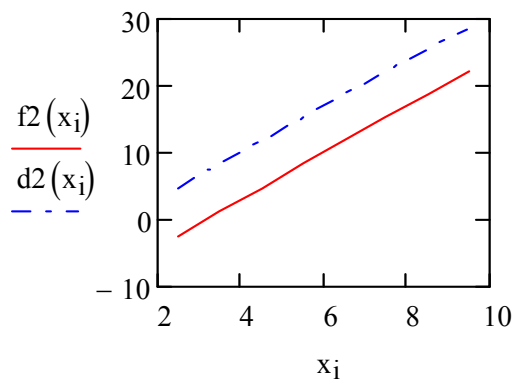
3.2.2. Влияние коэффициента (b):

Зададим $b=110.311$ вместо найденного 108.311.

Построим функции:

$$f2(x) := 399.26 \cdot \ln(x + 108.311) - 1.882 \cdot 10^3$$

$$d2(x) := 399.26 \cdot \ln(x + 110.311) - 1.882 \cdot 10^3$$



Видно, что изменение коэффициента (b) с 108.311 до 110.311 поднимает логарифмическую кривую.

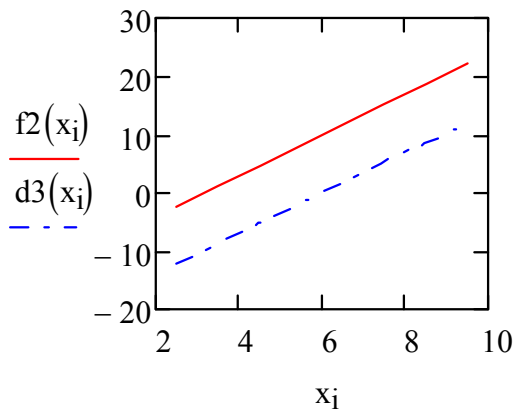
3.2.3. Влияние коэффициента (c):

Зададим $c=-1.892 \cdot 10^3$ вместо найденного $c=-1.882 \cdot 10^3$.

Построим функции:

$$f2(x) := 399.26 \cdot \ln(x + 108.311) - 1.882 \cdot 10^3$$

$$d3(x) := 399.26 \cdot \ln(x + 108.311) - 1.892 \cdot 10^3$$



Видно, что изменение коэффициента (c) с $-1.882 \cdot 10^3$ до $-1.892 \cdot 10^3$ опускает логарифмическую кривую.

3.3. Найти коэффициенты (a , b , c) экспоненциальной функции

$$f(x) = a \cdot e^{b \cdot x} + c$$

Начальные значения - $a := 1$ $b := 1$ $c := 1$

Искомая функция - $f(x) = a \cdot e^{b \cdot x} + c$

Given

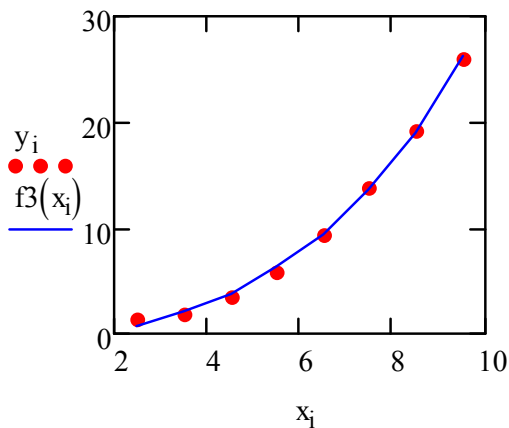
$$\begin{aligned} 1.3 &= a \cdot e^{b \cdot 2.5} + c & 9.4 &= a \cdot e^{b \cdot 6.5} + c \\ 1.8 &= a \cdot e^{b \cdot 3.5} + c & 13.9 &= a \cdot e^{b \cdot 7.5} + c \\ 3.4 &= a \cdot e^{b \cdot 4.5} + c & 19.3 &= a \cdot e^{b \cdot 8.5} + c \\ 5.9 &= a \cdot e^{b \cdot 5.5} + c & 25.9 &= a \cdot e^{b \cdot 9.5} + c \end{aligned}$$

$$\begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix} := \text{minerr}(a, b, c)$$

$$a=2.168 \quad b=0.276 \quad c=-3.646$$

$$f3(x) := 2.168 \cdot e^{x \cdot 0.276} - 3.646$$

Построим график табличной (y_i) и найденной экспоненциальной $f3(x)$ функций:



Видно, что найденная экспоненциальная функция $f3(x)$ хорошо аппроксимирует заданную таблично (y_i).

Найдем, как влияют значения коэффициентов (а, b, с) на экспоненциальную кривую аппроксимации.

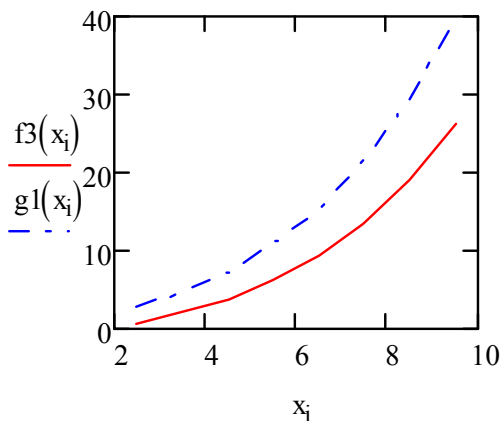
3.3.1. Влияние коэффициента (а):

Зададим $a=3.168$ вместо найденного $a=2.168$.

Построим функции:

$$f3(x) := 2.168 \cdot e^{x \cdot 0.276} - 3.646$$

$$g1(x) := 3.168 \cdot e^{x \cdot 0.276} - 3.646$$



Видно, что изменение коэффициента (а) с 2.168 до 3.168 поднимает экспоненциальную кривую.

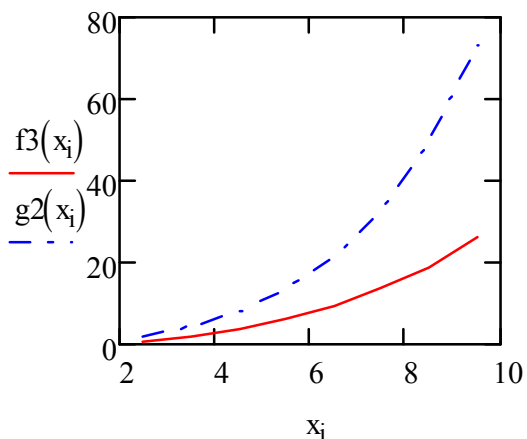
3.3.2. Влияние коэффициента (b):

Зададим $b=0.376$ вместо найденного $b=0.276$.

Построим функции:

$$f3(x) := 2.168 \cdot e^{x \cdot 0.276} - 3.646$$

$$g2(x) := 2.168 \cdot e^{x \cdot 0.376} - 3.646$$



Видно, что изменение коэффициента (b) с 0.276 до 0.376 поднимает экспоненциальную кривую и увеличивает ее крутизну.

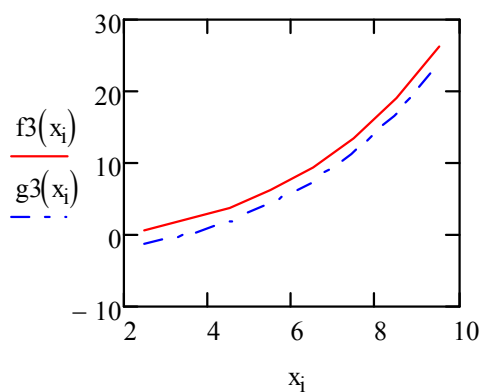
3.3.3. Влияние коэффициента (с):

Зададим $c=5.646$ вместо найденного $c=3.646$.

Построим функции:

$$f3(x) := 2.168 \cdot e^{x \cdot 0.276} - 3.646$$

$$g3(x) := 2.168 \cdot e^{x \cdot 0.276} - 5.646$$



Видно, что изменение коэффициента (c) с 3.646 до 5.646 опускает экспоненциальную кривую.

Выполнить все пункты 3.1 - 3.3, взяв вариант таблично заданной функции $y_i = f(x_i)$ из задания 3.1.

Задание 3.1.

1	<table border="1"><thead><tr><th>x</th><th>y</th></tr></thead><tbody><tr><td>1,4</td><td>6</td></tr><tr><td>1,6</td><td>8</td></tr><tr><td>1,8</td><td>11</td></tr><tr><td>2</td><td>13</td></tr><tr><td>2,2</td><td>16</td></tr><tr><td>2,4</td><td>19</td></tr><tr><td>2,6</td><td>22</td></tr><tr><td>2,8</td><td>26</td></tr><tr><td>3</td><td>29</td></tr><tr><td>3,2</td><td>33</td></tr><tr><td>3,4</td><td>37</td></tr><tr><td>3,6</td><td>41</td></tr><tr><td>3,8</td><td>47</td></tr><tr><td>4</td><td>52</td></tr><tr><td>4,2</td><td>57</td></tr></tbody></table>	x	y	1,4	6	1,6	8	1,8	11	2	13	2,2	16	2,4	19	2,6	22	2,8	26	3	29	3,2	33	3,4	37	3,6	41	3,8	47	4	52	4,2	57	2	<table border="1"><thead><tr><th>x</th><th>y</th></tr></thead><tbody><tr><td>1,4</td><td>-1</td></tr><tr><td>1,6</td><td>1</td></tr><tr><td>1,8</td><td>3</td></tr><tr><td>2</td><td>4</td></tr><tr><td>2,2</td><td>6</td></tr><tr><td>2,4</td><td>8</td></tr><tr><td>2,6</td><td>10</td></tr><tr><td>2,8</td><td>12</td></tr><tr><td>3</td><td>14</td></tr><tr><td>3,2</td><td>17</td></tr><tr><td>3,4</td><td>19</td></tr><tr><td>3,6</td><td>21</td></tr><tr><td>3,8</td><td>24</td></tr><tr><td>4</td><td>26</td></tr><tr><td>4,2</td><td>29</td></tr></tbody></table>	x	y	1,4	-1	1,6	1	1,8	3	2	4	2,2	6	2,4	8	2,6	10	2,8	12	3	14	3,2	17	3,4	19	3,6	21	3,8	24	4	26	4,2	29	3	<table border="1"><thead><tr><th>x</th><th>y</th></tr></thead><tbody><tr><td>1,4</td><td>-5</td></tr><tr><td>1,6</td><td>-4</td></tr><tr><td>1,8</td><td>-3</td></tr><tr><td>2</td><td>-1</td></tr><tr><td>2,2</td><td>1</td></tr><tr><td>2,4</td><td>4</td></tr><tr><td>2,6</td><td>6</td></tr><tr><td>2,8</td><td>9</td></tr><tr><td>3</td><td>13</td></tr><tr><td>3,2</td><td>17</td></tr><tr><td>3,4</td><td>21</td></tr><tr><td>3,6</td><td>26</td></tr><tr><td>3,8</td><td>31</td></tr><tr><td>4</td><td>37</td></tr><tr><td>4,2</td><td>43</td></tr></tbody></table>	x	y	1,4	-5	1,6	-4	1,8	-3	2	-1	2,2	1	2,4	4	2,6	6	2,8	9	3	13	3,2	17	3,4	21	3,6	26	3,8	31	4	37	4,2	43	4	<table border="1"><thead><tr><th>x</th><th>y</th></tr></thead><tbody><tr><td>1,4</td><td>0</td></tr><tr><td>1,6</td><td>3</td></tr><tr><td>1,8</td><td>6</td></tr><tr><td>2</td><td>10</td></tr><tr><td>2,2</td><td>15</td></tr><tr><td>2,4</td><td>20</td></tr><tr><td>2,6</td><td>25</td></tr><tr><td>2,8</td><td>32</td></tr><tr><td>3</td><td>39</td></tr><tr><td>3,2</td><td>47</td></tr><tr><td>3,4</td><td>55</td></tr><tr><td>3,6</td><td>64</td></tr><tr><td>3,8</td><td>74</td></tr><tr><td>4</td><td>84</td></tr><tr><td>4,2</td><td>95</td></tr></tbody></table>	x	y	1,4	0	1,6	3	1,8	6	2	10	2,2	15	2,4	20	2,6	25	2,8	32	3	39	3,2	47	3,4	55	3,6	64	3,8	74	4	84	4,2	95	5	<table border="1"><thead><tr><th>x</th><th>y</th></tr></thead><tbody><tr><td>1,4</td><td>9</td></tr><tr><td>1,6</td><td>11</td></tr><tr><td>1,8</td><td>14</td></tr><tr><td>2</td><td>18</td></tr><tr><td>2,2</td><td>20</td></tr><tr><td>2,4</td><td>24</td></tr><tr><td>2,6</td><td>28</td></tr><tr><td>2,8</td><td>32</td></tr><tr><td>3</td><td>37</td></tr><tr><td>3,2</td><td>42</td></tr><tr><td>3,4</td><td>47</td></tr><tr><td>3,6</td><td>53</td></tr><tr><td>3,8</td><td>59</td></tr><tr><td>4</td><td>65</td></tr><tr><td>4,2</td><td>72</td></tr></tbody></table>	x	y	1,4	9	1,6	11	1,8	14	2	18	2,2	20	2,4	24	2,6	28	2,8	32	3	37	3,2	42	3,4	47	3,6	53	3,8	59	4	65	4,2	72	6	<table border="1"><thead><tr><th>x</th><th>y</th></tr></thead><tbody><tr><td>1,4</td><td>16</td></tr><tr><td>1,6</td><td>21</td></tr><tr><td>1,8</td><td>26</td></tr><tr><td>2</td><td>31,5</td></tr><tr><td>2,2</td><td>36</td></tr><tr><td>2,4</td><td>42</td></tr><tr><td>2,6</td><td>49</td></tr><tr><td>2,8</td><td>55</td></tr><tr><td>3</td><td>62,5</td></tr><tr><td>3,2</td><td>69</td></tr><tr><td>3,4</td><td>77</td></tr><tr><td>3,6</td><td>84</td></tr><tr><td>3,8</td><td>93</td></tr><tr><td>4</td><td>100,5</td></tr><tr><td>4,2</td><td>110</td></tr></tbody></table>	x	y	1,4	16	1,6	21	1,8	26	2	31,5	2,2	36	2,4	42	2,6	49	2,8	55	3	62,5	3,2	69	3,4	77	3,6	84	3,8	93	4	100,5	4,2	110
x	y																																																																																																																																																																																																										
1,4	6																																																																																																																																																																																																										
1,6	8																																																																																																																																																																																																										
1,8	11																																																																																																																																																																																																										
2	13																																																																																																																																																																																																										
2,2	16																																																																																																																																																																																																										
2,4	19																																																																																																																																																																																																										
2,6	22																																																																																																																																																																																																										
2,8	26																																																																																																																																																																																																										
3	29																																																																																																																																																																																																										
3,2	33																																																																																																																																																																																																										
3,4	37																																																																																																																																																																																																										
3,6	41																																																																																																																																																																																																										
3,8	47																																																																																																																																																																																																										
4	52																																																																																																																																																																																																										
4,2	57																																																																																																																																																																																																										
x	y																																																																																																																																																																																																										
1,4	-1																																																																																																																																																																																																										
1,6	1																																																																																																																																																																																																										
1,8	3																																																																																																																																																																																																										
2	4																																																																																																																																																																																																										
2,2	6																																																																																																																																																																																																										
2,4	8																																																																																																																																																																																																										
2,6	10																																																																																																																																																																																																										
2,8	12																																																																																																																																																																																																										
3	14																																																																																																																																																																																																										
3,2	17																																																																																																																																																																																																										
3,4	19																																																																																																																																																																																																										
3,6	21																																																																																																																																																																																																										
3,8	24																																																																																																																																																																																																										
4	26																																																																																																																																																																																																										
4,2	29																																																																																																																																																																																																										
x	y																																																																																																																																																																																																										
1,4	-5																																																																																																																																																																																																										
1,6	-4																																																																																																																																																																																																										
1,8	-3																																																																																																																																																																																																										
2	-1																																																																																																																																																																																																										
2,2	1																																																																																																																																																																																																										
2,4	4																																																																																																																																																																																																										
2,6	6																																																																																																																																																																																																										
2,8	9																																																																																																																																																																																																										
3	13																																																																																																																																																																																																										
3,2	17																																																																																																																																																																																																										
3,4	21																																																																																																																																																																																																										
3,6	26																																																																																																																																																																																																										
3,8	31																																																																																																																																																																																																										
4	37																																																																																																																																																																																																										
4,2	43																																																																																																																																																																																																										
x	y																																																																																																																																																																																																										
1,4	0																																																																																																																																																																																																										
1,6	3																																																																																																																																																																																																										
1,8	6																																																																																																																																																																																																										
2	10																																																																																																																																																																																																										
2,2	15																																																																																																																																																																																																										
2,4	20																																																																																																																																																																																																										
2,6	25																																																																																																																																																																																																										
2,8	32																																																																																																																																																																																																										
3	39																																																																																																																																																																																																										
3,2	47																																																																																																																																																																																																										
3,4	55																																																																																																																																																																																																										
3,6	64																																																																																																																																																																																																										
3,8	74																																																																																																																																																																																																										
4	84																																																																																																																																																																																																										
4,2	95																																																																																																																																																																																																										
x	y																																																																																																																																																																																																										
1,4	9																																																																																																																																																																																																										
1,6	11																																																																																																																																																																																																										
1,8	14																																																																																																																																																																																																										
2	18																																																																																																																																																																																																										
2,2	20																																																																																																																																																																																																										
2,4	24																																																																																																																																																																																																										
2,6	28																																																																																																																																																																																																										
2,8	32																																																																																																																																																																																																										
3	37																																																																																																																																																																																																										
3,2	42																																																																																																																																																																																																										
3,4	47																																																																																																																																																																																																										
3,6	53																																																																																																																																																																																																										
3,8	59																																																																																																																																																																																																										
4	65																																																																																																																																																																																																										
4,2	72																																																																																																																																																																																																										
x	y																																																																																																																																																																																																										
1,4	16																																																																																																																																																																																																										
1,6	21																																																																																																																																																																																																										
1,8	26																																																																																																																																																																																																										
2	31,5																																																																																																																																																																																																										
2,2	36																																																																																																																																																																																																										
2,4	42																																																																																																																																																																																																										
2,6	49																																																																																																																																																																																																										
2,8	55																																																																																																																																																																																																										
3	62,5																																																																																																																																																																																																										
3,2	69																																																																																																																																																																																																										
3,4	77																																																																																																																																																																																																										
3,6	84																																																																																																																																																																																																										
3,8	93																																																																																																																																																																																																										
4	100,5																																																																																																																																																																																																										
4,2	110																																																																																																																																																																																																										
7	<table border="1"><thead><tr><th>x</th><th>y</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>14</td></tr><tr><td>0,5</td><td>14,5</td></tr><tr><td>1</td><td>15</td></tr><tr><td>1,5</td><td>15,4</td></tr><tr><td>2</td><td>15,7</td></tr><tr><td>2,5</td><td>16</td></tr><tr><td>3</td><td>16,4</td></tr><tr><td>3,5</td><td>16,7</td></tr><tr><td>4</td><td>17</td></tr><tr><td>4,5</td><td>17,3</td></tr><tr><td>5</td><td>17,5</td></tr><tr><td>5,5</td><td>17,8</td></tr><tr><td>6</td><td>18</td></tr><tr><td>6,5</td><td>18,2</td></tr><tr><td>7</td><td>18,5</td></tr></tbody></table>	x	y	0	14	0,5	14,5	1	15	1,5	15,4	2	15,7	2,5	16	3	16,4	3,5	16,7	4	17	4,5	17,3	5	17,5	5,5	17,8	6	18	6,5	18,2	7	18,5	8	<table border="1"><thead><tr><th>x</th><th>y</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>8</td></tr><tr><td>0,5</td><td>8,3</td></tr><tr><td>1</td><td>8,5</td></tr><tr><td>1,5</td><td>8,8</td></tr><tr><td>2</td><td>9</td></tr><tr><td>2,5</td><td>9,2</td></tr><tr><td>3</td><td>9,5</td></tr><tr><td>3,5</td><td>9,7</td></tr><tr><td>4</td><td>9,9</td></tr><tr><td>4,5</td><td>10</td></tr><tr><td>5</td><td>10,2</td></tr><tr><td>5,5</td><td>10,4</td></tr><tr><td>6</td><td>10,5</td></tr><tr><td>6,5</td><td>10,7</td></tr><tr><td>7</td><td>10,9</td></tr></tbody></table>	x	y	0	8	0,5	8,3	1	8,5	1,5	8,8	2	9	2,5	9,2	3	9,5	3,5	9,7	4	9,9	4,5	10	5	10,2	5,5	10,4	6	10,5	6,5	10,7	7	10,9	9	<table border="1"><thead><tr><th>x</th><th>y</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>30</td></tr><tr><td>0,5</td><td>30,7</td></tr><tr><td>1</td><td>31,5</td></tr><tr><td>1,5</td><td>32</td></tr><tr><td>2</td><td>33</td></tr><tr><td>2,5</td><td>33,7</td></tr><tr><td>3</td><td>34</td></tr><tr><td>3,5</td><td>34,9</td></tr><tr><td>4</td><td>35,5</td></tr><tr><td>4,5</td><td>36</td></tr><tr><td>5</td><td>36,5</td></tr><tr><td>5,5</td><td>37</td></tr><tr><td>6</td><td>37,6</td></tr><tr><td>6,5</td><td>38</td></tr><tr><td>7</td><td>38,5</td></tr></tbody></table>	x	y	0	30	0,5	30,7	1	31,5	1,5	32	2	33	2,5	33,7	3	34	3,5	34,9	4	35,5	4,5	36	5	36,5	5,5	37	6	37,6	6,5	38	7	38,5	10	<table border="1"><thead><tr><th>x</th><th>y</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>23</td></tr><tr><td>0,5</td><td>23,7</td></tr><tr><td>1</td><td>24,5</td></tr><tr><td>1,5</td><td>25</td></tr><tr><td>2</td><td>26</td></tr><tr><td>2,5</td><td>26,6</td></tr><tr><td>3</td><td>27,3</td></tr><tr><td>3,5</td><td>28</td></tr><tr><td>4</td><td>28,4</td></tr><tr><td>4,5</td><td>29</td></tr><tr><td>5</td><td>29,6</td></tr><tr><td>5,5</td><td>30</td></tr><tr><td>6</td><td>30,6</td></tr><tr><td>6,5</td><td>31</td></tr><tr><td>7</td><td>31,5</td></tr></tbody></table>	x	y	0	23	0,5	23,7	1	24,5	1,5	25	2	26	2,5	26,6	3	27,3	3,5	28	4	28,4	4,5	29	5	29,6	5,5	30	6	30,6	6,5	31	7	31,5	11	<table border="1"><thead><tr><th>x</th><th>y</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>6,8</td></tr><tr><td>0,5</td><td>7</td></tr><tr><td>1</td><td>7,2</td></tr><tr><td>1,5</td><td>7,4</td></tr><tr><td>2</td><td>7,6</td></tr><tr><td>2,5</td><td>7,8</td></tr><tr><td>3</td><td>8</td></tr><tr><td>3,5</td><td>8,1</td></tr><tr><td>4</td><td>8,2</td></tr><tr><td>4,5</td><td>8,4</td></tr><tr><td>5</td><td>8,5</td></tr><tr><td>5,5</td><td>8,6</td></tr><tr><td>6</td><td>8,7</td></tr><tr><td>6,5</td><td>8,8</td></tr><tr><td>7</td><td>8,9</td></tr></tbody></table>	x	y	0	6,8	0,5	7	1	7,2	1,5	7,4	2	7,6	2,5	7,8	3	8	3,5	8,1	4	8,2	4,5	8,4	5	8,5	5,5	8,6	6	8,7	6,5	8,8	7	8,9	12	<table border="1"><thead><tr><th>x</th><th>y</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>17</td></tr><tr><td>0,5</td><td>17,7</td></tr><tr><td>1</td><td>18</td></tr><tr><td>1,5</td><td>18,8</td></tr><tr><td>2</td><td>19</td></tr><tr><td>2,5</td><td>19,5</td></tr><tr><td>3</td><td>19,9</td></tr><tr><td>3,5</td><td>20</td></tr><tr><td>4</td><td>20,4</td></tr><tr><td>4,5</td><td>20,6</td></tr><tr><td>5</td><td>20,8</td></tr><tr><td>5,5</td><td>21</td></tr><tr><td>6</td><td>21,2</td></tr><tr><td>6,5</td><td>21,4</td></tr><tr><td>7</td><td>21,6</td></tr></tbody></table>	x	y	0	17	0,5	17,7	1	18	1,5	18,8	2	19	2,5	19,5	3	19,9	3,5	20	4	20,4	4,5	20,6	5	20,8	5,5	21	6	21,2	6,5	21,4	7	21,6
x	y																																																																																																																																																																																																										
0	14																																																																																																																																																																																																										
0,5	14,5																																																																																																																																																																																																										
1	15																																																																																																																																																																																																										
1,5	15,4																																																																																																																																																																																																										
2	15,7																																																																																																																																																																																																										
2,5	16																																																																																																																																																																																																										
3	16,4																																																																																																																																																																																																										
3,5	16,7																																																																																																																																																																																																										
4	17																																																																																																																																																																																																										
4,5	17,3																																																																																																																																																																																																										
5	17,5																																																																																																																																																																																																										
5,5	17,8																																																																																																																																																																																																										
6	18																																																																																																																																																																																																										
6,5	18,2																																																																																																																																																																																																										
7	18,5																																																																																																																																																																																																										
x	y																																																																																																																																																																																																										
0	8																																																																																																																																																																																																										
0,5	8,3																																																																																																																																																																																																										
1	8,5																																																																																																																																																																																																										
1,5	8,8																																																																																																																																																																																																										
2	9																																																																																																																																																																																																										
2,5	9,2																																																																																																																																																																																																										
3	9,5																																																																																																																																																																																																										
3,5	9,7																																																																																																																																																																																																										
4	9,9																																																																																																																																																																																																										
4,5	10																																																																																																																																																																																																										
5	10,2																																																																																																																																																																																																										
5,5	10,4																																																																																																																																																																																																										
6	10,5																																																																																																																																																																																																										
6,5	10,7																																																																																																																																																																																																										
7	10,9																																																																																																																																																																																																										
x	y																																																																																																																																																																																																										
0	30																																																																																																																																																																																																										
0,5	30,7																																																																																																																																																																																																										
1	31,5																																																																																																																																																																																																										
1,5	32																																																																																																																																																																																																										
2	33																																																																																																																																																																																																										
2,5	33,7																																																																																																																																																																																																										
3	34																																																																																																																																																																																																										
3,5	34,9																																																																																																																																																																																																										
4	35,5																																																																																																																																																																																																										
4,5	36																																																																																																																																																																																																										
5	36,5																																																																																																																																																																																																										
5,5	37																																																																																																																																																																																																										
6	37,6																																																																																																																																																																																																										
6,5	38																																																																																																																																																																																																										
7	38,5																																																																																																																																																																																																										
x	y																																																																																																																																																																																																										
0	23																																																																																																																																																																																																										
0,5	23,7																																																																																																																																																																																																										
1	24,5																																																																																																																																																																																																										
1,5	25																																																																																																																																																																																																										
2	26																																																																																																																																																																																																										
2,5	26,6																																																																																																																																																																																																										
3	27,3																																																																																																																																																																																																										
3,5	28																																																																																																																																																																																																										
4	28,4																																																																																																																																																																																																										
4,5	29																																																																																																																																																																																																										
5	29,6																																																																																																																																																																																																										
5,5	30																																																																																																																																																																																																										
6	30,6																																																																																																																																																																																																										
6,5	31																																																																																																																																																																																																										
7	31,5																																																																																																																																																																																																										
x	y																																																																																																																																																																																																										
0	6,8																																																																																																																																																																																																										
0,5	7																																																																																																																																																																																																										
1	7,2																																																																																																																																																																																																										
1,5	7,4																																																																																																																																																																																																										
2	7,6																																																																																																																																																																																																										
2,5	7,8																																																																																																																																																																																																										
3	8																																																																																																																																																																																																										
3,5	8,1																																																																																																																																																																																																										
4	8,2																																																																																																																																																																																																										
4,5	8,4																																																																																																																																																																																																										
5	8,5																																																																																																																																																																																																										
5,5	8,6																																																																																																																																																																																																										
6	8,7																																																																																																																																																																																																										
6,5	8,8																																																																																																																																																																																																										
7	8,9																																																																																																																																																																																																										
x	y																																																																																																																																																																																																										
0	17																																																																																																																																																																																																										
0,5	17,7																																																																																																																																																																																																										
1	18																																																																																																																																																																																																										
1,5	18,8																																																																																																																																																																																																										
2	19																																																																																																																																																																																																										
2,5	19,5																																																																																																																																																																																																										
3	19,9																																																																																																																																																																																																										
3,5	20																																																																																																																																																																																																										
4	20,4																																																																																																																																																																																																										
4,5	20,6																																																																																																																																																																																																										
5	20,8																																																																																																																																																																																																										
5,5	21																																																																																																																																																																																																										
6	21,2																																																																																																																																																																																																										
6,5	21,4																																																																																																																																																																																																										
7	21,6																																																																																																																																																																																																										

13	<table border="1"><thead><tr><th>x</th><th>y</th></tr></thead><tbody><tr><td>1,4</td><td>36</td></tr><tr><td>1,6</td><td>43</td></tr><tr><td>1,8</td><td>48</td></tr><tr><td>2</td><td>56,5</td></tr><tr><td>2,2</td><td>64</td></tr><tr><td>2,4</td><td>73</td></tr><tr><td>2,6</td><td>83,5</td></tr><tr><td>2,8</td><td>93</td></tr><tr><td>3</td><td>105,5</td></tr><tr><td>3,2</td><td>117</td></tr><tr><td>3,4</td><td>130</td></tr><tr><td>3,6</td><td>144,5</td></tr><tr><td>3,8</td><td>158</td></tr><tr><td>4</td><td>174,5</td></tr><tr><td>4,2</td><td>190</td></tr></tbody></table>	x	y	1,4	36	1,6	43	1,8	48	2	56,5	2,2	64	2,4	73	2,6	83,5	2,8	93	3	105,5	3,2	117	3,4	130	3,6	144,5	3,8	158	4	174,5	4,2	190	14	<table border="1"><thead><tr><th>x</th><th>y</th></tr></thead><tbody><tr><td>1,4</td><td>0</td></tr><tr><td>1,6</td><td>6,5</td></tr><tr><td>1,8</td><td>12</td></tr><tr><td>2</td><td>20,5</td></tr><tr><td>2,2</td><td>28</td></tr><tr><td>2,4</td><td>37</td></tr><tr><td>2,6</td><td>47,5</td></tr><tr><td>2,8</td><td>57</td></tr><tr><td>3</td><td>69,5</td></tr><tr><td>3,2</td><td>81</td></tr><tr><td>3,4</td><td>94</td></tr><tr><td>3,6</td><td>108,5</td></tr><tr><td>3,8</td><td>122</td></tr><tr><td>4</td><td>138,5</td></tr><tr><td>4,2</td><td>154</td></tr></tbody></table>	x	y	1,4	0	1,6	6,5	1,8	12	2	20,5	2,2	28	2,4	37	2,6	47,5	2,8	57	3	69,5	3,2	81	3,4	94	3,6	108,5	3,8	122	4	138,5	4,2	154	15	<table border="1"><thead><tr><th>x</th><th>y</th></tr></thead><tbody><tr><td>1,4</td><td>0</td></tr><tr><td>1,6</td><td>8</td></tr><tr><td>1,8</td><td>18</td></tr><tr><td>2</td><td>28</td></tr><tr><td>2,2</td><td>42</td></tr><tr><td>2,4</td><td>54</td></tr><tr><td>2,6</td><td>68</td></tr><tr><td>2,8</td><td>84</td></tr><tr><td>3</td><td>102</td></tr><tr><td>3,2</td><td>118</td></tr><tr><td>3,4</td><td>138</td></tr><tr><td>3,6</td><td>158</td></tr><tr><td>3,8</td><td>181</td></tr><tr><td>4</td><td>202</td></tr><tr><td>4,2</td><td>228</td></tr></tbody></table>	x	y	1,4	0	1,6	8	1,8	18	2	28	2,2	42	2,4	54	2,6	68	2,8	84	3	102	3,2	118	3,4	138	3,6	158	3,8	181	4	202	4,2	228	16	<table border="1"><thead><tr><th>x</th><th>y</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0,2</td><td>4</td></tr><tr><td>0,4</td><td>10</td></tr><tr><td>0,6</td><td>16</td></tr><tr><td>0,8</td><td>24</td></tr><tr><td>1</td><td>35</td></tr><tr><td>1,2</td><td>46</td></tr><tr><td>1,4</td><td>61</td></tr><tr><td>1,6</td><td>80</td></tr><tr><td>1,8</td><td>100</td></tr><tr><td>2</td><td>128</td></tr><tr><td>2,2</td><td>160</td></tr><tr><td>2,4</td><td>200</td></tr><tr><td>2,6</td><td>250</td></tr><tr><td>2,8</td><td>308</td></tr></tbody></table>	x	y	0	0	0,2	4	0,4	10	0,6	16	0,8	24	1	35	1,2	46	1,4	61	1,6	80	1,8	100	2	128	2,2	160	2,4	200	2,6	250	2,8	308	17	<table border="1"><thead><tr><th>x</th><th>y</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>0,7</td></tr><tr><td>0,5</td><td>0,76</td></tr><tr><td>1</td><td>0,8</td></tr><tr><td>1,5</td><td>0,9</td></tr><tr><td>2</td><td>1</td></tr><tr><td>2,5</td><td>1,2</td></tr><tr><td>3</td><td>1,3</td></tr><tr><td>3,5</td><td>1,7</td></tr><tr><td>4</td><td>1,9</td></tr><tr><td>4,5</td><td>2</td></tr><tr><td>5</td><td>3</td></tr><tr><td>5,5</td><td>3,5</td></tr><tr><td>6</td><td>4,5</td></tr><tr><td>6,5</td><td>5,5</td></tr><tr><td>7</td><td>7</td></tr></tbody></table>	x	y	0	0,7	0,5	0,76	1	0,8	1,5	0,9	2	1	2,5	1,2	3	1,3	3,5	1,7	4	1,9	4,5	2	5	3	5,5	3,5	6	4,5	6,5	5,5	7	7	18	<table border="1"><thead><tr><th>x</th><th>y</th></tr></thead><tbody><tr><td>1,4</td><td>9</td></tr><tr><td>1,6</td><td>11</td></tr><tr><td>1,8</td><td>14</td></tr><tr><td>2</td><td>18</td></tr><tr><td>2,2</td><td>20</td></tr><tr><td>2,4</td><td>24</td></tr><tr><td>2,6</td><td>28</td></tr><tr><td>2,8</td><td>32</td></tr><tr><td>3</td><td>37</td></tr><tr><td>3,2</td><td>42</td></tr><tr><td>3,4</td><td>47</td></tr><tr><td>3,6</td><td>53</td></tr><tr><td>3,8</td><td>59</td></tr><tr><td>4</td><td>65</td></tr><tr><td>4,2</td><td>72</td></tr></tbody></table>	x	y	1,4	9	1,6	11	1,8	14	2	18	2,2	20	2,4	24	2,6	28	2,8	32	3	37	3,2	42	3,4	47	3,6	53	3,8	59	4	65	4,2	72
x	y																																																																																																																																																																																																										
1,4	36																																																																																																																																																																																																										
1,6	43																																																																																																																																																																																																										
1,8	48																																																																																																																																																																																																										
2	56,5																																																																																																																																																																																																										
2,2	64																																																																																																																																																																																																										
2,4	73																																																																																																																																																																																																										
2,6	83,5																																																																																																																																																																																																										
2,8	93																																																																																																																																																																																																										
3	105,5																																																																																																																																																																																																										
3,2	117																																																																																																																																																																																																										
3,4	130																																																																																																																																																																																																										
3,6	144,5																																																																																																																																																																																																										
3,8	158																																																																																																																																																																																																										
4	174,5																																																																																																																																																																																																										
4,2	190																																																																																																																																																																																																										
x	y																																																																																																																																																																																																										
1,4	0																																																																																																																																																																																																										
1,6	6,5																																																																																																																																																																																																										
1,8	12																																																																																																																																																																																																										
2	20,5																																																																																																																																																																																																										
2,2	28																																																																																																																																																																																																										
2,4	37																																																																																																																																																																																																										
2,6	47,5																																																																																																																																																																																																										
2,8	57																																																																																																																																																																																																										
3	69,5																																																																																																																																																																																																										
3,2	81																																																																																																																																																																																																										
3,4	94																																																																																																																																																																																																										
3,6	108,5																																																																																																																																																																																																										
3,8	122																																																																																																																																																																																																										
4	138,5																																																																																																																																																																																																										
4,2	154																																																																																																																																																																																																										
x	y																																																																																																																																																																																																										
1,4	0																																																																																																																																																																																																										
1,6	8																																																																																																																																																																																																										
1,8	18																																																																																																																																																																																																										
2	28																																																																																																																																																																																																										
2,2	42																																																																																																																																																																																																										
2,4	54																																																																																																																																																																																																										
2,6	68																																																																																																																																																																																																										
2,8	84																																																																																																																																																																																																										
3	102																																																																																																																																																																																																										
3,2	118																																																																																																																																																																																																										
3,4	138																																																																																																																																																																																																										
3,6	158																																																																																																																																																																																																										
3,8	181																																																																																																																																																																																																										
4	202																																																																																																																																																																																																										
4,2	228																																																																																																																																																																																																										
x	y																																																																																																																																																																																																										
0	0																																																																																																																																																																																																										
0,2	4																																																																																																																																																																																																										
0,4	10																																																																																																																																																																																																										
0,6	16																																																																																																																																																																																																										
0,8	24																																																																																																																																																																																																										
1	35																																																																																																																																																																																																										
1,2	46																																																																																																																																																																																																										
1,4	61																																																																																																																																																																																																										
1,6	80																																																																																																																																																																																																										
1,8	100																																																																																																																																																																																																										
2	128																																																																																																																																																																																																										
2,2	160																																																																																																																																																																																																										
2,4	200																																																																																																																																																																																																										
2,6	250																																																																																																																																																																																																										
2,8	308																																																																																																																																																																																																										
x	y																																																																																																																																																																																																										
0	0,7																																																																																																																																																																																																										
0,5	0,76																																																																																																																																																																																																										
1	0,8																																																																																																																																																																																																										
1,5	0,9																																																																																																																																																																																																										
2	1																																																																																																																																																																																																										
2,5	1,2																																																																																																																																																																																																										
3	1,3																																																																																																																																																																																																										
3,5	1,7																																																																																																																																																																																																										
4	1,9																																																																																																																																																																																																										
4,5	2																																																																																																																																																																																																										
5	3																																																																																																																																																																																																										
5,5	3,5																																																																																																																																																																																																										
6	4,5																																																																																																																																																																																																										
6,5	5,5																																																																																																																																																																																																										
7	7																																																																																																																																																																																																										
x	y																																																																																																																																																																																																										
1,4	9																																																																																																																																																																																																										
1,6	11																																																																																																																																																																																																										
1,8	14																																																																																																																																																																																																										
2	18																																																																																																																																																																																																										
2,2	20																																																																																																																																																																																																										
2,4	24																																																																																																																																																																																																										
2,6	28																																																																																																																																																																																																										
2,8	32																																																																																																																																																																																																										
3	37																																																																																																																																																																																																										
3,2	42																																																																																																																																																																																																										
3,4	47																																																																																																																																																																																																										
3,6	53																																																																																																																																																																																																										
3,8	59																																																																																																																																																																																																										
4	65																																																																																																																																																																																																										
4,2	72																																																																																																																																																																																																										

19	<table border="1"><thead><tr><th>x</th><th>y</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>12,9</td></tr><tr><td>0,5</td><td>13,2</td></tr><tr><td>1</td><td>13,5</td></tr><tr><td>1,5</td><td>13,7</td></tr><tr><td>2</td><td>14</td></tr><tr><td>2,5</td><td>14,2</td></tr><tr><td>3</td><td>14,5</td></tr><tr><td>3,5</td><td>14,7</td></tr><tr><td>4</td><td>15</td></tr><tr><td>4,5</td><td>15,2</td></tr><tr><td>5</td><td>15,4</td></tr><tr><td>5,5</td><td>15,6</td></tr><tr><td>6</td><td>15,8</td></tr><tr><td>6,5</td><td>16</td></tr><tr><td>7</td><td>16,2</td></tr></tbody></table>	x	y	0	12,9	0,5	13,2	1	13,5	1,5	13,7	2	14	2,5	14,2	3	14,5	3,5	14,7	4	15	4,5	15,2	5	15,4	5,5	15,6	6	15,8	6,5	16	7	16,2	20	<table border="1"><thead><tr><th>x</th><th>y</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>12,3</td></tr><tr><td>0,5</td><td>12,4</td></tr><tr><td>1</td><td>12,48</td></tr><tr><td>1,5</td><td>12,5</td></tr><tr><td>2</td><td>12,56</td></tr><tr><td>2,5</td><td>12,6</td></tr><tr><td>3</td><td>12,63</td></tr><tr><td>3,5</td><td>12,67</td></tr><tr><td>4</td><td>12,7</td></tr><tr><td>4,5</td><td>12,74</td></tr><tr><td>5</td><td>12,77</td></tr><tr><td>5,5</td><td>12,8</td></tr><tr><td>6</td><td>12,83</td></tr><tr><td>6,5</td><td>12,86</td></tr><tr><td>7</td><td>12,89</td></tr></tbody></table>	x	y	0	12,3	0,5	12,4	1	12,48	1,5	12,5	2	12,56	2,5	12,6	3	12,63	3,5	12,67	4	12,7	4,5	12,74	5	12,77	5,5	12,8	6	12,83	6,5	12,86	7	12,89	21	<table border="1"><thead><tr><th>x</th><th>y</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>8</td></tr><tr><td>0,5</td><td>8,8</td></tr><tr><td>1</td><td>9,3</td></tr><tr><td>1,5</td><td>9,8</td></tr><tr><td>2</td><td>10</td></tr><tr><td>2,5</td><td>10,5</td></tr><tr><td>3</td><td>10,8</td></tr><tr><td>3,5</td><td>11</td></tr><tr><td>4</td><td>11,3</td></tr><tr><td>4,5</td><td>11,4</td></tr><tr><td>5</td><td>11,6</td></tr><tr><td>5,5</td><td>11,7</td></tr><tr><td>6</td><td>11,9</td></tr><tr><td>6,5</td><td>12</td></tr><tr><td>7</td><td>12,2</td></tr></tbody></table>	x	y	0	8	0,5	8,8	1	9,3	1,5	9,8	2	10	2,5	10,5	3	10,8	3,5	11	4	11,3	4,5	11,4	5	11,6	5,5	11,7	6	11,9	6,5	12	7	12,2	22	<table border="1"><thead><tr><th>x</th><th>y</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>49,7</td></tr><tr><td>0,5</td><td>50,3</td></tr><tr><td>1</td><td>51</td></tr><tr><td>1,5</td><td>51,4</td></tr><tr><td>2</td><td>52</td></tr><tr><td>2,5</td><td>52,5</td></tr><tr><td>3</td><td>53</td></tr><tr><td>3,5</td><td>53,5</td></tr><tr><td>4</td><td>54</td></tr><tr><td>4,5</td><td>54,5</td></tr><tr><td>5</td><td>55</td></tr><tr><td>5,5</td><td>55,4</td></tr><tr><td>6</td><td>56</td></tr><tr><td>6,5</td><td>56,3</td></tr><tr><td>7</td><td>56,6</td></tr></tbody></table>	x	y	0	49,7	0,5	50,3	1	51	1,5	51,4	2	52	2,5	52,5	3	53	3,5	53,5	4	54	4,5	54,5	5	55	5,5	55,4	6	56	6,5	56,3	7	56,6	23	<table border="1"><thead><tr><th>x</th><th>y</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>0,7</td></tr><tr><td>0,5</td><td>0,76</td></tr><tr><td>1</td><td>0,8</td></tr><tr><td>1,5</td><td>0,9</td></tr><tr><td>2</td><td>1</td></tr><tr><td>2,5</td><td>1,2</td></tr><tr><td>3</td><td>1,3</td></tr><tr><td>3,5</td><td>1,7</td></tr><tr><td>4</td><td>1,9</td></tr><tr><td>4,5</td><td>2</td></tr><tr><td>5</td><td>3</td></tr><tr><td>5,5</td><td>3,5</td></tr><tr><td>6</td><td>4,5</td></tr><tr><td>6,5</td><td>5,5</td></tr><tr><td>7</td><td>7</td></tr></tbody></table>	x	y	0	0,7	0,5	0,76	1	0,8	1,5	0,9	2	1	2,5	1,2	3	1,3	3,5	1,7	4	1,9	4,5	2	5	3	5,5	3,5	6	4,5	6,5	5,5	7	7	24	<table border="1"><thead><tr><th>x</th><th>y</th></tr></thead><tbody><tr><td>0</td><td>6,8</td></tr><tr><td>0,5</td><td>7</td></tr><tr><td>1</td><td>7,2</td></tr><tr><td>1,5</td><td>7,4</td></tr><tr><td>2</td><td>7,6</td></tr><tr><td>2,5</td><td>7,8</td></tr><tr><td>3</td><td>8</td></tr><tr><td>3,5</td><td>8,1</td></tr><tr><td>4</td><td>8,2</td></tr><tr><td>4,5</td><td>8,4</td></tr><tr><td>5</td><td>8,5</td></tr><tr><td>5,5</td><td>8,6</td></tr><tr><td>6</td><td>8,7</td></tr><tr><td>6,5</td><td>8,8</td></tr><tr><td>7</td><td>8,9</td></tr></tbody></table>	x	y	0	6,8	0,5	7	1	7,2	1,5	7,4	2	7,6	2,5	7,8	3	8	3,5	8,1	4	8,2	4,5	8,4	5	8,5	5,5	8,6	6	8,7	6,5	8,8	7	8,9
x	y																																																																																																																																																																																																										
0	12,9																																																																																																																																																																																																										
0,5	13,2																																																																																																																																																																																																										
1	13,5																																																																																																																																																																																																										
1,5	13,7																																																																																																																																																																																																										
2	14																																																																																																																																																																																																										
2,5	14,2																																																																																																																																																																																																										
3	14,5																																																																																																																																																																																																										
3,5	14,7																																																																																																																																																																																																										
4	15																																																																																																																																																																																																										
4,5	15,2																																																																																																																																																																																																										
5	15,4																																																																																																																																																																																																										
5,5	15,6																																																																																																																																																																																																										
6	15,8																																																																																																																																																																																																										
6,5	16																																																																																																																																																																																																										
7	16,2																																																																																																																																																																																																										
x	y																																																																																																																																																																																																										
0	12,3																																																																																																																																																																																																										
0,5	12,4																																																																																																																																																																																																										
1	12,48																																																																																																																																																																																																										
1,5	12,5																																																																																																																																																																																																										
2	12,56																																																																																																																																																																																																										
2,5	12,6																																																																																																																																																																																																										
3	12,63																																																																																																																																																																																																										
3,5	12,67																																																																																																																																																																																																										
4	12,7																																																																																																																																																																																																										
4,5	12,74																																																																																																																																																																																																										
5	12,77																																																																																																																																																																																																										
5,5	12,8																																																																																																																																																																																																										
6	12,83																																																																																																																																																																																																										
6,5	12,86																																																																																																																																																																																																										
7	12,89																																																																																																																																																																																																										
x	y																																																																																																																																																																																																										
0	8																																																																																																																																																																																																										
0,5	8,8																																																																																																																																																																																																										
1	9,3																																																																																																																																																																																																										
1,5	9,8																																																																																																																																																																																																										
2	10																																																																																																																																																																																																										
2,5	10,5																																																																																																																																																																																																										
3	10,8																																																																																																																																																																																																										
3,5	11																																																																																																																																																																																																										
4	11,3																																																																																																																																																																																																										
4,5	11,4																																																																																																																																																																																																										
5	11,6																																																																																																																																																																																																										
5,5	11,7																																																																																																																																																																																																										
6	11,9																																																																																																																																																																																																										
6,5	12																																																																																																																																																																																																										
7	12,2																																																																																																																																																																																																										
x	y																																																																																																																																																																																																										
0	49,7																																																																																																																																																																																																										
0,5	50,3																																																																																																																																																																																																										
1	51																																																																																																																																																																																																										
1,5	51,4																																																																																																																																																																																																										
2	52																																																																																																																																																																																																										
2,5	52,5																																																																																																																																																																																																										
3	53																																																																																																																																																																																																										
3,5	53,5																																																																																																																																																																																																										
4	54																																																																																																																																																																																																										
4,5	54,5																																																																																																																																																																																																										
5	55																																																																																																																																																																																																										
5,5	55,4																																																																																																																																																																																																										
6	56																																																																																																																																																																																																										
6,5	56,3																																																																																																																																																																																																										
7	56,6																																																																																																																																																																																																										
x	y																																																																																																																																																																																																										
0	0,7																																																																																																																																																																																																										
0,5	0,76																																																																																																																																																																																																										
1	0,8																																																																																																																																																																																																										
1,5	0,9																																																																																																																																																																																																										
2	1																																																																																																																																																																																																										
2,5	1,2																																																																																																																																																																																																										
3	1,3																																																																																																																																																																																																										
3,5	1,7																																																																																																																																																																																																										
4	1,9																																																																																																																																																																																																										
4,5	2																																																																																																																																																																																																										
5	3																																																																																																																																																																																																										
5,5	3,5																																																																																																																																																																																																										
6	4,5																																																																																																																																																																																																										
6,5	5,5																																																																																																																																																																																																										
7	7																																																																																																																																																																																																										
x	y																																																																																																																																																																																																										
0	6,8																																																																																																																																																																																																										
0,5	7																																																																																																																																																																																																										
1	7,2																																																																																																																																																																																																										
1,5	7,4																																																																																																																																																																																																										
2	7,6																																																																																																																																																																																																										
2,5	7,8																																																																																																																																																																																																										
3	8																																																																																																																																																																																																										
3,5	8,1																																																																																																																																																																																																										
4	8,2																																																																																																																																																																																																										
4,5	8,4																																																																																																																																																																																																										
5	8,5																																																																																																																																																																																																										
5,5	8,6																																																																																																																																																																																																										
6	8,7																																																																																																																																																																																																										
6,5	8,8																																																																																																																																																																																																										
7	8,9																																																																																																																																																																																																										

Часть IV. Интерполяция и экстраполяция таблично заданной функции при помощи встроенных функций в MathCAD.

Пусть функция, задана таблично (x_i, y_i) , то есть по узловым точкам. В этом случае MathCAD позволяет получить промежуточные точки функции при интерполяции и продолжение функции при экстраполяции.

Есть линейная и сплайн - интерполяция. При линейной интерполяции узловые точки соединяются прямыми. Если выйти за пределы заданного диапазона (x_i) - получается линейная экстраполяция.

При линейной интерполяции функция имеет разрывы первой и второй производной. Поэтому она хороша лишь при гладких функциях и большом числе точек.

При сплайн - интерполяции функция заменяется кусками полиномов. Каждый полином проходит по трем точкам, причем обеспечивается непрерывность производных.

В MathCAD есть следующие функции: (массивы точек обозначены VX - по оси x, и VY - по оси y).

linterp(VX, VY, x) - вычисляет значения функции Y(x) для x при линейной интерполяции;

cspline(VX, VY) - кубическая сплайн - интерполяция и экстраполяция;

pspline(VX, VY) - параболическая сплайн - интерполяция и экстраполяция;

lspline(VX, VY) - линейная сплайн - интерполяция и экстраполяция;

interp(VS, VX, VY, x) - вычисляет значения функции Y(x) для x при сплайн интерполяции.

Линейная интерполяция требует применения лишь одной функции *linterp*. Экстраполяция может быть линейной, параболической и кубической.

Сплайн - интерполяция производится в две стадии. На 1-й стадии с помощью (*lspline*), (*pspline*) или (*cspline*) вырабатывается вектор вторых производных (S= VS) в узловых точках. Затем с помощью (*interp*) находят Y(x) для заданных (x).

Пусть таблично задана функция x_i, y_i :

$$x_i = 2.5 \quad 3.5 \quad 4.5 \quad 5.5 \quad 6.5 \quad 7.5 \quad 8.5 \quad 9.5$$

$$y_i = 1.3 \quad 1.8 \quad 3.4 \quad 5.9 \quad 9.4 \quad 13.9 \quad 19.3 \quad 25.9$$

4.1. Произвести линейную интерполяцию таблично заданной функции.

$$\underline{y_i = f(x_i)}.$$

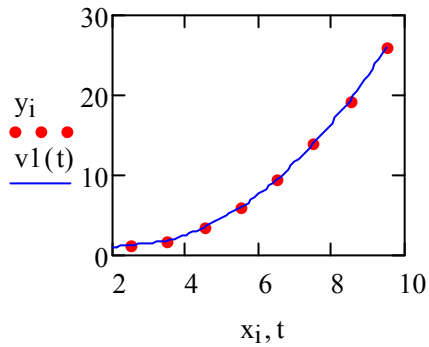
Задаем диапазон:

$$t := 2, 2.1 .. 9.5$$

Вычисляем искомую интерполирующую функцию:

$$v1(t) := \text{linterp}(x, y, t)$$

Строим график табличной (y_i) и найденной $v1(t)$ функций:



Видно, что таблично заданная функция (y_i) хорошо интерполируется функцией $v1(t)$ найденной при помощи встроенной функции (*interp*).

4.2. Провести линейную интерполяцию и экстраполяцию.

Задаем диапазон:

$t := 0, 0.1 .. 12$

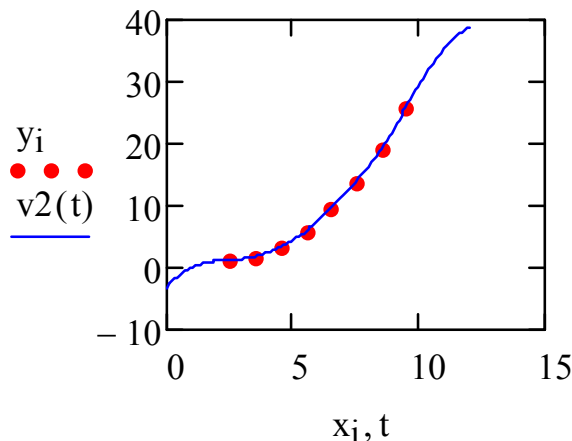
Вычисляем вспомогательный вектор (s):

$s := lspline(x, y)$

Вычисляем искомую интерполирующую и экстраполирующую функцию:

$v2(t) := interp(s, x, y, t)$

Строим график табличной (y_i) и найденной $v2(t)$ функций:



Видно, что таблично заданная функция (y_i) хорошо интерполируется $(x=2.5...9.5)$ и экстраполируется $(x=0...2.5; x=9.5...12)$ функцией $v2(t)$ найденной при помощи встроенных функций (*lspline*) и (*interp*).

4.3. Провести параболическую интерполяцию и экстраполяцию.

Задаем диапазон:

$t := 0, 0.1 .. 12$

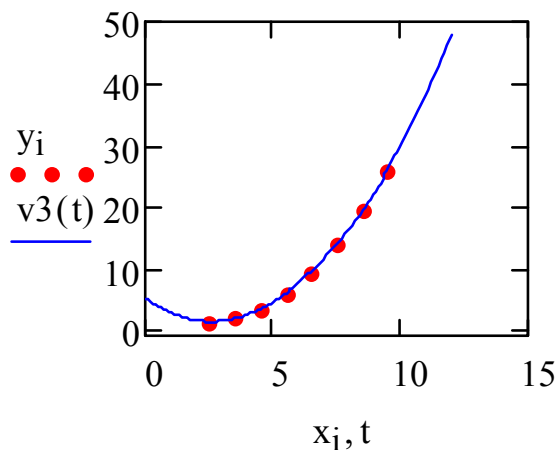
Вычисляем вспомогательный вектор (s):

$s := pspline(x, y)$

Вычисляем искомую интерполирующую и экстраполирующую функцию:

$v3(t) := interp(s, x, y, t)$

Строим график табличной (y_i) и найденной $v3(t)$ функций:



Видно, что таблично заданная функция (y_i) хорошо интерполируется $(x=2.5...9.5)$ и экстраполируется $(x=0...2.5; x=9.5...12)$ функцией $v3(t)$ найденной при помощи встроенных функций (*pspline*) и (*interp*).

4.4. Провести кубическую интерполяцию и экстраполяцию.

Задаем диапазон:

$t := 0, 0.1 .. 12$

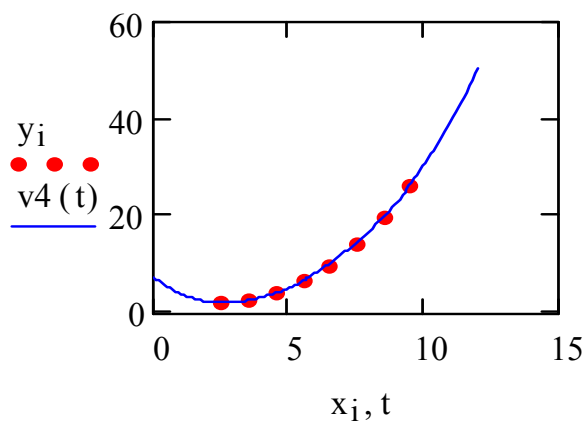
Вычисляем вспомогательный вектор (s):

$s := cspline(x, y)$

Вычисляем искомую интерполирующую и экстраполирующую функцию:

$v4(t) := interp(s, x, y, t)$

Строим график табличной (y_i) и найденной $v4(t)$ функций:



Видно, что таблично заданная функция (y_i) хорошо интерполируется $(x=2.5...9.5)$ и экстраполируется $(x=0...2.5; x=9.5...12)$ функцией $v4(t)$ найденной при помощи встроенных функций (*cspline*) и (*interp*).

4.5. Выполнить все пункты (4.1. - 4.4.), взяв вариант таблично заданной функции $y_i=f(x_i)$ из задания 3.1. или у преподавателя.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ермашова Т.А. Применение системы MATHCAD для решения электротехнических задач./Учебное пособие. — Кострома: Изд-во КГСХА, 2009, 136 с.
2. Демидович В.П. Краткий курс высшей математики [Текст]: учеб. пособие для вузов / В. П. Демидович, В. А. Кудрявцев. - М: АСТ: Астрель, 2008. - 654 с.: ил. - ISBN 978-5-17-004601-0: 351-00.
3. Теоретические основы информатики [Текст]: учеб. пособие для вузов/ Матросов В.Л. [и др.]. - М.: Академия, 2009. - 352 с. - (Высшее профессиональное образование. Педагогические специальности). - ISBN 978-5-7695-5324-0. - вин409: 569-00.
4. Математический пакет MathCAD [Текст]: учеб.-метод. пособие по информатике для студентов ф-та агробизнеса, архитектурно-строительного, ветеринарной медицины и зоотехнии, инженерно-технологического, электрификации и автоматизации сельского хозяйства очной и заочной форм обучения/Костромская ГСХА. Каф. информационных технологий в электроэнергетике; Николаева С.В.; Кромкина Н.В.; Абрамова С.В.; Богданова Т.М.- Караваево: Костромская ГСХА, 2015.- 65 с.- к215.

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Департамент научно-технологической политики и образования
ФГБОУ ВО Костромская ГСХА

Электроэнергетический факультет
Направление подготовки 35.03.06 Агроинженерия
Кафедра информационных технологий в электроэнергетике

ОТЧЕТ

по учебной практике на кафедре информационных технологий в электроэнергетике

Руководитель практики

от кафедры: _____ / _____ / _____
должность *подпись* *расшифровка*

Студент _____ группы _____ / _____ / _____
подпись *расшифровка*

Отчет защищен с оценкой _____

Караваево 2018
Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Департамент научно-технологической политики и образования
ФГБОУ ВО Костромская ГСХА

Электроэнергетический факультет

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Кафедра информационных технологий в электроэнергетике

ОТЧЕТ

по учебной практике на кафедре информационных технологий в электроэнергетике

Руководитель практики

от кафедры: _____ / _____ / _____
должность *подпись* *расшифровка*

Студент _____ группы _____ / _____ / _____
подпись *расшифровка*

Отчет защищен с оценкой _____

Караваево 2018

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Департамент научно-технологической политики и образования
ФГБОУ ВО Костромская ГСХА

Электроэнергетический факультет
Направление подготовки 35.03.06 Агроинженерия
Кафедра информационных технологий в электроэнергетике

РЕФЕРАТ

на тему: « _____ »

Выполнил: студент __ группы __ курса
электроэнергетического факультета
_____ формы обучения

Фамилия, Имя, Отчество

Руководитель: _____
Фамилия, инициал

уч. степень, звание, должность

Каравеево 2018

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Департамент научно-технологической политики и образования
ФГБОУ ВО Костромская ГСХА

Электроэнергетический факультет
Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Кафедра информационных технологий в электроэнергетике

РЕФЕРАТ

на тему: «_____»

Выполнил: студент __ группы __ курса
электроэнергетического факультета
_____ формы обучения

Фамилия, Имя, Отчество

Руководитель: _____
Фамилия, инициал

уч. степень, звание, должность

Караваево 2018

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Департамент научно-технологической политики и образования
ФГБОУ ВО Костромская ГСХА

Электроэнергетический факультет
Направление подготовки 35.03.06 Агроинженерия
Кафедра информационных технологий в электроэнергетике

РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА
на тему: «Математический пакет MATHCAD»

Выполнил:

Студент

группа

подпись

Фамилия, Инициалы

Проверил:

Преподаватель

должность

подпись

Фамилия, Инициалы

Каравеево 2018

