Компьютерный практикум по статистическому анализу данных

Отчёт по лабораторной работе №5: Построение графиков

Кармацкий Никита Сергеевич

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Цель лабораторной работы

Основной целью работы освоить синтаксис языка Julia для построения графиков.

1. Основные пакеты для работы с графиками в Julia

[1]:
```
using Plots
# Задание функции:
f(x) = (3x.^2 + 6x .- 9).*exp.(-0.3x)
# Генерация массива значений x в диапазоне от -5 до 10 с шагом 0,1:
x = collect(range(-5, 10, length=151))
# Генерация массива значений y:
y = f(x)
# Указываем, что для построения графика используется gr():
gr()
# Построение графика:
plot(x, y,
    title="Graph of the Function f(x)",          # Заголовок графика
    xlabel="x-axis (Input)",                     # Подпись оси x
    ylabel="y-axis (Output)",                    # Подпись оси y
    label="f(x) = (3x² + 6x - 9)e^(-0.3x)",      # Легенда
    color="blue",                                # Цвет графика
    lw=2,                                        # Толщина линии
    grid=true)                                   # Включение сетки
```

[1]:

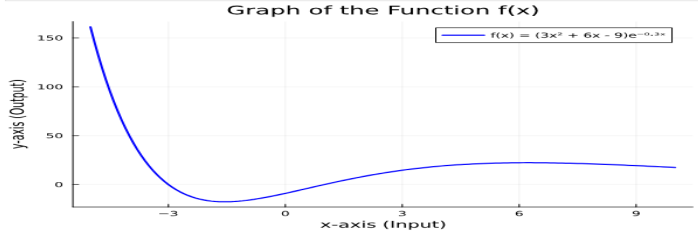


Рис. 1: График функции, построенный при помощи gr()

[2]:
```
pyplot()
# Построение графика:
plot(x, y,
    title="График функции f(x)",                    # Заголовок графика
    xlabel="Ось x (входные данные)",                # Подпись оси x
    ylabel="Ось y (выходные данные)",               # Подпись оси y
    label="f(x) = (3x² + 6x - 9)e^-0.3x",           # Легенда
    color="blue",                                   # Цвет графика
    lw=2,                                           # Толщина линии
    grid=true)                                      # Включение сетки
```

[2]:

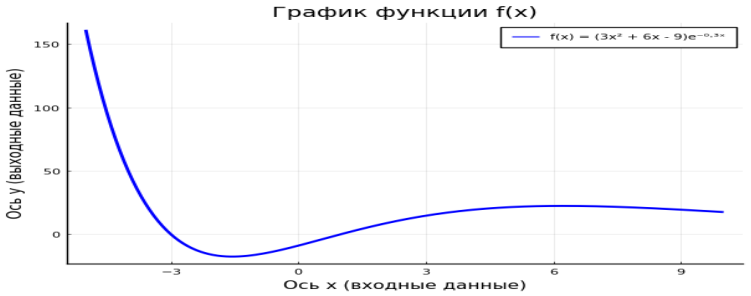


Рис. 2: График функции, построенный при помощи pyplot()

2. Опции при построении графика

[3]:
```
# Указываем, что для построения графика используется pyplot():
pyplot()
# Задание функции sin(x):
sin_theor(x) = sin(x)
# Построение графика функции sin(x):
plot(sin_theor,
     title="График функции sin(x)",          # Заголовок графика
     xlabel="Ось x (аргумент)",              # Подпись оси x
     ylabel="Ось y (значение функции)",      # Подпись оси y
     label="sin(x)",                         # Легенда
     lw=2,                                   # Толщина линии
     color="blue",                           # Цвет линии
     grid=true)                              # Включение сетки
```

[3]:

Рис. 3: График функции sin(x)

[4]:
```
# Задание функции разложения исходной функции в ряд Тейлора:
sin_taylor(x) = [(-1)^i * x^(2*i+1) / factorial(2*i+1) for i in 0:4] |> sum
# Построение графика функции sin_taylor(x):
plot(sin_taylor,
     title="График разложения sin(x) в ряд Тейлора",  # Заголовок графика
     xlabel="Ось x (аргумент)",                       # Подпись оси x
     ylabel="Ось y (значение функции)",               # Подпись оси y
     label="Ряд Тейлора (первые 5 членов)",           # Легенда
     lw=2,                                            # Толщина линии
     color="red",                                     # Цвет линии
     grid=true)                                       # Включение сетки
```

[4]:

Рис. 4: График функции разложения исходной функции в ряд Тейлора

2. Опции при построении графика

[5]:
```
# построение двух функций на одном графике:
# Построение графика теоретической функции sin(x):
plot(sin_theor,
     label="sin(x)",                    # Легенда для sin(x)
     lw=2,                              # Толщина линии
     color="blue")                      # Цвет линии sin(x)
# Добавление графика разложения в ряд Тейлора:
plot!(sin_taylor,
     label="Ряд Тейлора (5 членов)",    # Легенда для ряда Тейлора
     lw=2,                              # Толщина линии
     color="red")                       # Цвет линии для ряда Тейлора
# Добавление оформлений:
title!("Сравнение sin(x) и его ряда Тейлора") # Название графика
xlabel!("Ось x (аргумент)")                   # Подпись оси x
ylabel!("Ось y (значение функции)")           # Подпись оси y
```

[5]:

Рис. 5: Графики исходной функции и её разложения в ряд Тейлора

2. Опции при построении графика

```
[6]: plot(
        # функция sin(x):
        sin_taylor,
        # подпись в легенде, цвет и тип линии:
        label = "sin(x), разложение в ряд Тейлора",
        line=(:blue, 0.5, 6, :solid),
        # размер графика:
        size=(800, 500),
        # параметры отображения значений по осям
        xticks = (-10:5:10),
        yticks = (-10:1:11),
        tickfont = font(12, "Times New Roman"),
        ytickfont = font(12, "Times New Roman"),
        # подписи по осям:
        ylabel = "y",
        xlabel = "x",
        # название графика:
        title = "Разложение в ряд Тейлора",
        # поворот значений, заданный по оси x:
        xrotation = -rad2deg(pi/4),
        # заливка области графика цветом:
        fillrange = 0,
        fillalpha = 0.5,
        fillcolor = :lightgoldenrod,
        # задание цвета фона:
        background_color = :ivory
        )
    plot!(
        # функция sin_theor:
        sin_theor,
        # подпись в легенде, цвет и тип линии:
        label = "sin(x), теоретическое значение",
        line=(:black, 1.0, 2, :dash))
```

[6]:

Рис. 6: Вид графиков после добавления опций при их построении

3. Точечный график

3.1. Простой точечный график

[7]:
```
# Параметры распределения точек на плоскости:
x = range(1, 10, length=10)
y = rand(10)
# Параметры построения графика:
plot(x, y,
    seriestype = :scatter,                  # Тип графика: точки
    title = "Точечный график распределения", # Название графика
    xlabel = "Ось X (параметр x)",          # Подпись оси X
    ylabel = "Ось Y (случайные значения)", # Подпись оси Y
    label = "Точки данных",                 # Легенда для точек
    color = :blue,                          # Цвет точек
    markersize = 8,                         # Размер маркеров
    grid = true)                            # Включение сетки
```

[7]:

Рис. 7: График десяти случайных значений на плоскости (простой точечный график

3.2. Точечный график с кодированием значения размером точки

[8]:
```
# Параметры распределения точек на плоскости:
n = 50
x = rand(n)    # случайные значения для оси X
y = rand(n)    # случайные значения для оси Y
ms = rand(50) * 30  # случайный размер маркеров
# Параметры построения графика:
scatter(x, y,
    markersize = ms,            # Размер маркеров зависит от случайных значений
    title = "Точечный график с случайными размерами маркеров",  # Название графика
    xlabel = "Ось X (случайные значения)",  # Подпись оси X
    ylabel = "Ось Y (случайные значения)",  # Подпись оси Y
    label = "Точки данных",  # Легенда для точек
    color = :blue,           # Цвет точек
    grid = true,             # Включение сетки
    legend = :topright)      # Размещение легенды в правом верхнем углу
```

[8]:

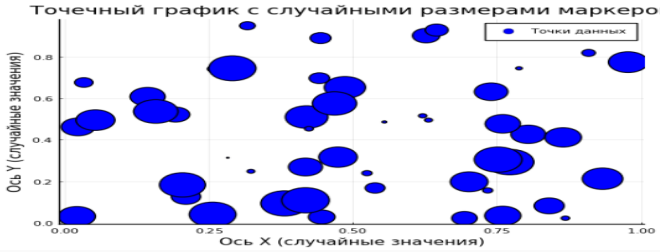


Рис. 8: График пятидесяти случайных значений на плоскости с различными опциями отображения (точечный график с кодированием значения размером точки

3.3. 3-мерный точечный график с кодированием значения размером точки

```
[9]: # Параметры распределения точек в пространстве:
n = 50
x = rand(n)  # случайные значения для оси X
y = rand(n)  # случайные значения для оси Y
z = rand(n)  # случайные значения для оси Z
ms = rand(50) * 30  # случайный размер маркеров
# Параметры построения графика:
scatter3d(x, y, z,
    markersize = ms,          # Размер маркеров зависит от случайных значений
    title = "Точечный график в 3D пространстве",  # Название графика
    xlabel = "X",  # Подпись оси X
    ylabel = "Y",  # Подпись оси Y
    zlabel = "Z",  # Подпись оси Z
    label = "Точки данных",  # Легенда для точек
    color = :blue,           # Цвет точек
    grid = true,             # Включение сетки
    legend = :topright)      # Размещение легенды в правом верхнем углу
```

[9]:

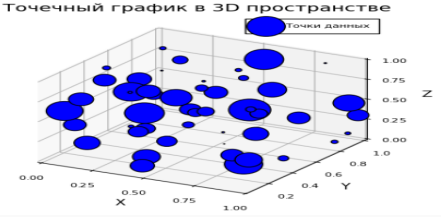


Рис. 9: График пятидесяти случайных значений в пространстве с различными опциями отображения (3-мерный точечный график с кодированием значения размером точки)

4. Аппроксимация данных

[10]:
```
# Массив данных от 0 до 10 с шагом 0.01:
x = collect(0:0.01:9.99)
# Экспоненциальная функция со случайным сдвигом значений:
y = exp.(ones(1000) + x) + 4000*randn(1000)
# Построение графика:
scatter(x, y,
    markersize = 3,              # Размер маркеров
    alpha = 0.8,                 # Прозрачность маркеров
    title = "График экспоненциальной функции с шумом",  # Название графика
    xlabel = "Переменная x",     # Подпись оси X
    ylabel = "Значения функции y",  # Подпись оси Y
    label = "Сдвиг с шумом",     # Легенда для точек
    color = :blue,               # Цвет точек
    grid = true,                 # Включение сетки
    legend = :topright)          # Размещение легенды в правом верхнем углу
```

[10]:

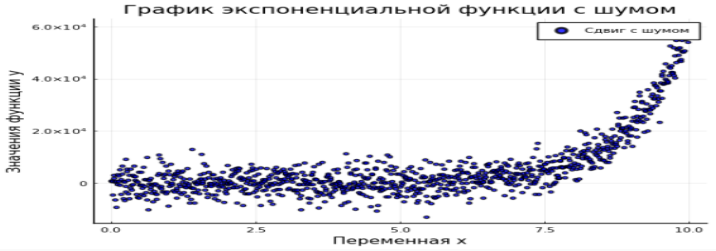


Рис. 10: Пример функции

[12]:
```
# Определение массива для нахождения коэффициентов полинома:
A = [ones(1000) x x.^2 x.^3 x.^4 x.^5]
# Решение матричного уравнения:
c = A\y
# Построение полинома (переименовали f в f_poly):
f_poly = c[1]*ones(1000) + c[2]*x + c[3]*x.^2 + c[4]*x.^3 + c[5]*x.^4 + c[6]*x.^5
# Построение графика аппроксимирующей функции:
plot!(x, f_poly,
    linewidth = 3,              # Толщина линии
    color = :red,               # Цвет линии
    title = "Аппроксимация функции полиномом 5-й степени",  # Название графика
    xlabel = "Переменная x", # Подпись оси X
    ylabel = "Значение функции y",  # Подпись оси Y
    label = "Аппроксимирующий полином",  # Легенда для аппроксимирующей функции
    grid = true,                # Включение сетки
    legend = :topright)     # Размещение легенды в правом верхнем углу
```

[12]:

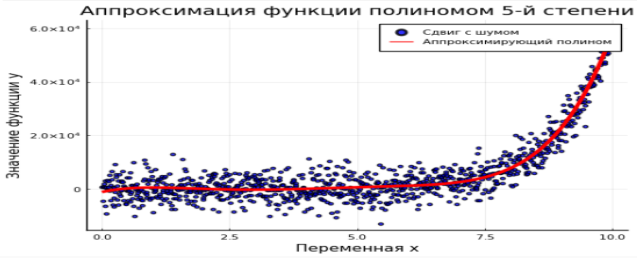


Рис. 11: Пример аппроксимации исходной функции полиномом 5-й степени

5. Две оси ординат

[13]:
```
# Пример случайной траектории
plot(randn(100),
    title="Случайная траектория",   # Заголовок графика
    xlabel="Время (t)",             # Подпись оси X
    ylabel="y1",                    # Подпись оси Y
    label="Траектория 1",           # Название кривой в легенде
    leg=:topright,                  # Легенда в верхнем правом углу
    grid = :off,                    # Отключение сетки
    color=:blue,                    # Цвет графика
    linewidth=2,                    # Толщина линии
    markersize=3                    # Размер маркеров
)
```

[13]:

Рис. 12: Примеры отдельно построенной траектории

6. Полярные координаты

[15]:
```
# Функция в полярных координатах
r(θ) = 1 + cos(θ) * sin(θ)^2
# Полярная система координат
θ = range(0, stop=2π, length=50)
# Построение графика функции в полярных координатах
plot(θ, r.(θ),
    proj=:polar,                    # Использование полярной проекции
    lims=(0, 1.5),                  # Ограничения по радиусу
    title="Полярная кривая",        # Заголовок графика
    xlabel="Угол (θ)",              # Подпись оси X (Угол)
    ylabel="Радиус (r)",            # Подпись оси Y (Радиус)
    label="r(θ) = 1 + cos(θ) * sin(θ)^2",  # Легенда с названием функции
    legend=:topright,               # Позиция легенды в правом верхнем углу
    color=:blue,                    # Цвет графика
    linewidth=2,                    # Толщина линии
    grid=:on,                       # Включение сетки
    box=true                        # Включение рамки графика
)
```

[15]:

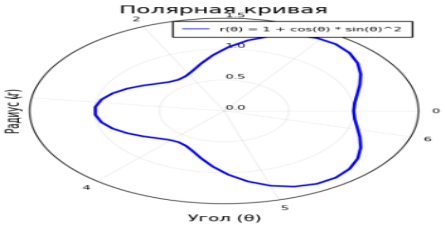


Рис. 13: График функции, заданной в полярных координатах

7. Параметрический график

7.1. Параметрический график кривой на плоскости

[19]:
```
# Параметрическое уравнение
x_t(t) = sin(t)
y_t(t) = sin(2t)
# Построение графика
plot(x_t, y_t, 0, 2π,
     title="Параметрическая траектория",  # Заголовок графика
     xlabel="sin(t)",                     # Подпись оси X
     ylabel="sin(2t)",                    # Подпись оси Y
     label="Траектория (x = sin(t), y = sin(2t))",  # Легенда
     legend=:topright,                    # Расположение легенды
     fill=(0, :orange),                   # Заливка до оси X
     lw=2,                                # Толщина линии
     color=:blue,                         # Цвет графика
     grid=:on,                            # Включение сетки
)
```

[19]:

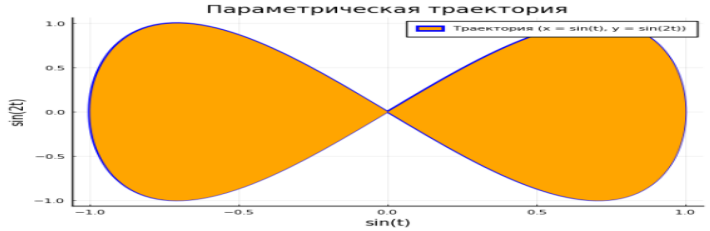


Рис. 14: Параметрический график кривой на плоскости

7.2. Параметрический график кривой в пространстве

[23]:
```
# Параметрическое уравнение
t = range(0, stop=10, length=1000)
x = cos.(t)
y = sin.(t)
z = sin.(5t)
# Построение графика
plot(x, y, z,
    title="Параметрическая 3D траектория",  # Заголовок графика
    xlabel="x = cos(t)",                    # Подпись оси X
    ylabel="y = sin(t)",                    # Подпись оси Y
    zlabel="z = sin(5t)",                   # Подпись оси Z
    label="Траектория в 3D",                # Название траектории в легенде
    legend=:topright,                       # Расположение легенды
    lw=2,                                   # Толщина линии
    color=:blue,                            # Цвет графика
    grid=:on,                               # Включение сетки
)
```

[23]:

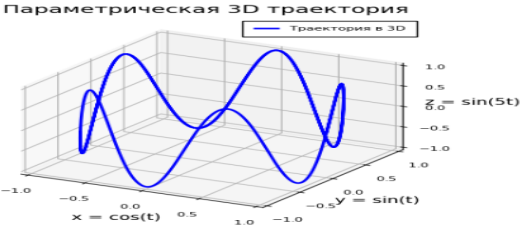


Рис. 15: Параметрический график кривой в пространстве

8. График поверхности

[26]:

```
# Построение графика поверхности
f_xy(x, y) = x^2 + y^2
x = -10:10
y = x
# График поверхности
surface(x, y, f_xy,
    title="График поверхности: z = x² + y²",  # Заголовок
    xlabel="x",                               # Подпись оси X
    ylabel="y",                               # Подпись оси Y
    zlabel="z",                               # Подпись оси Z
    color=:viridis,                           # Цветовая схема
    legend=false,                             # Отключение легенды
    colorbar=true                             # Включение цветовой шкалы
)
```

[26]:

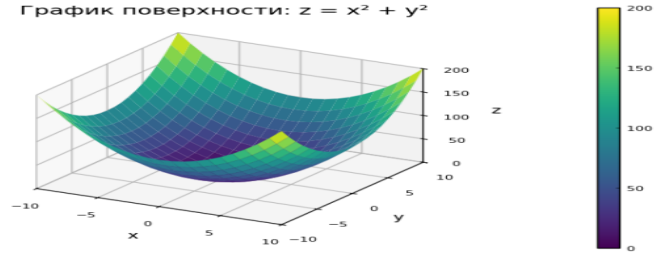


Рис. 16: График поверхности (использована функция surface())

8. График поверхности

[28]:
```
# Построение графика поверхности
f_xy(x, y) = x^2 + y^2
x = -10:10
y = x
# График поверхности в виде каркаса
plot(x, y, f_xy,
    linetype=:wireframe,                    # Каркасный стиль графика
    title="График поверхности: z = x² + y²",  # Заголовок
    xlabel="x",                             # Подпись оси X
    ylabel="y",                             # Подпись оси Y
    zlabel="z",                             # Подпись оси Z
    legend=false                            # Отключение легенды
)
```

[28]:

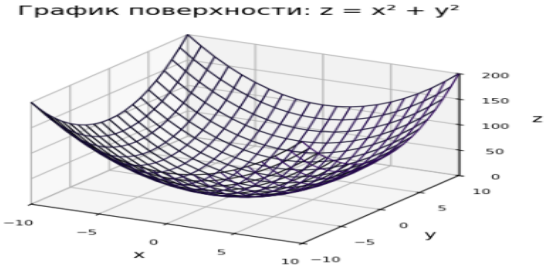


Рис. 17: График поверхности (использована функция plot())

8. График поверхности

[32]:
```
# Определение функции поверхности
f_xy(x, y) = x^2 + y^2
# Диапазон значений для осей
x = -10:0.1:10
y = x
# Построение графика поверхности
plot(x, y, f_xy,
    linetype=:surface,                    # Поверхностный график
    title="График поверхности: z = x² + y²", # Заголовок графика
    xlabel="x",                           # Подпись оси X
    ylabel="y",                           # Подпись оси Y
    zlabel="z",                           # Подпись оси Z
    color=:viridis,                       # Цветовая схема
    legend=false,                          # Отключение легенды
    colorbar=true
)
```

[32]:

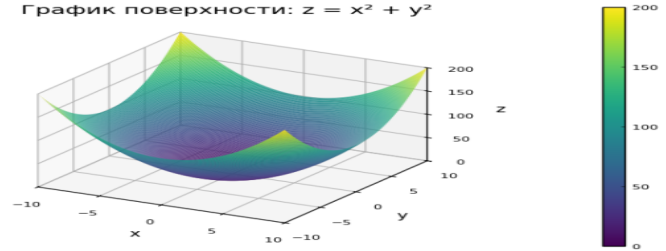


Рис. 18: Сглаженный график поверхности

8. График поверхности

[35]:
```
# Определение диапазонов значений для осей
x = range(-2, stop=2, length=100)
y = range(sqrt(2), stop=2, length=100)
# Определение функции поверхности
f_xy(x, y) = x * y - x - y + 1
# Построение графика поверхности
plot(x, y, f_xy,
    linetype=:surface,                    # Поверхностный график
    title="Поверхность: f(x, y) = xy - x - y + 1", # Заголовок графика
    xlabel="x",                           # Подпись оси X
    ylabel="y",                           # Подпись оси Y
    zlabel="z",                           # Подпись оси Z
    c=cgrad([:red, :blue]),               # Градиент цвета
    camera=(-30, 30),                     # Угол обзора камеры
    legend=false,                          # Отключение легенды
    colorbar=true
)
```

[35]:

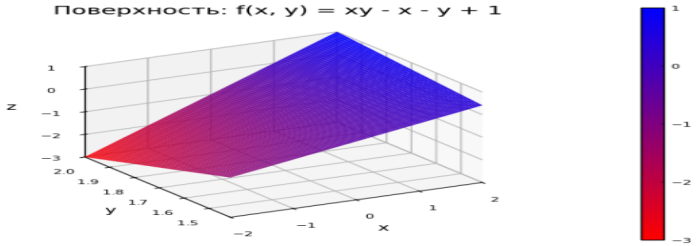


Рис. 19: График поверхности с изменённым углом зрения

9. Линии уровня

```
[38]: # Определение диапазонов для x и y
      x = 1:0.5:20
      y = 1:0.5:10
      # Определение функции поверхности
      g(x, y) = (3x + y^2) + abs(sin(x) + cos(y))
      # Построение графика поверхности
      plot(x, y, g,
          linetype=:surface,                  # Поверхностный график
          title="Функция: g(x, y)",           # Заголовок графика
          xlabel="x",                         # Подпись оси X
          ylabel="y",                         # Подпись оси Y
          zlabel="z",                         # Подпись оси Z
          c=cgrad([:green, :yellow, :red]),   # Градиент цвета
          colorbar=true                       # Включение цветовой шкалы
      )
```

[38]:

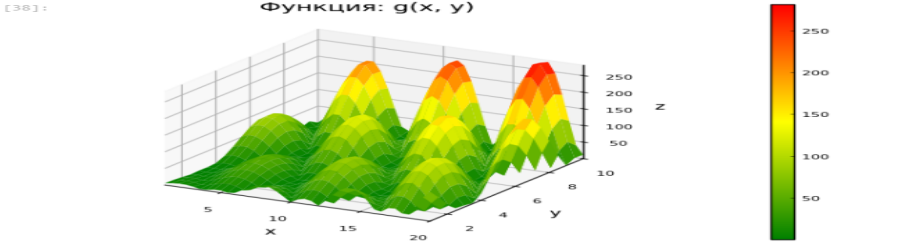


Рис. 20: График поверхность, заданную функцией g(x, y) = (3x + y2)| sin(x) + cos(y)|

9. Линии уровня

[40]:
```
# Построение контурного графика
contour(x, y, g,
    title="Контурный график функции g(x, y)",  # Заголовок
    xlabel="x",                                # Подпись оси X
    ylabel="y",                                # Подпись оси Y
    color=:viridis,                            # Цветовая схема
    lw=1.5                                     # Толщина линий
)
```

[40]:

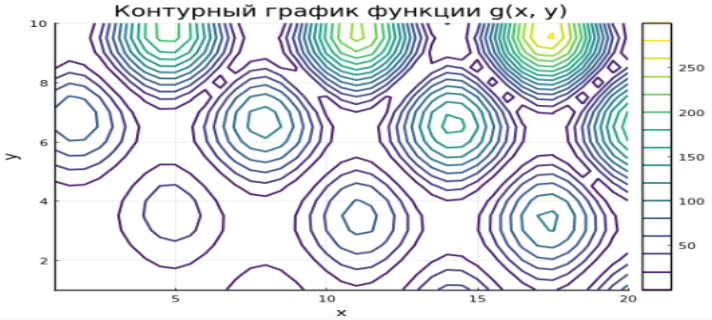


Рис. 21: Линии уровня

9. Линии уровня

```
[42]: p = contour(x, y, g,
          title="Заполненный контурный график функции g(x, y)",  # Заголовок
          xlabel="x",                                            # Подпись оси X
          ylabel="y",                                            # Подпись оси Y
          fill=true,                                             # Заполнение области между уровнями
          color=:viridis,                                        # Цветовая схема
          legend=false,                                           # Отключение отдельной легенды
          colorbar=true
      )
```

[42]:

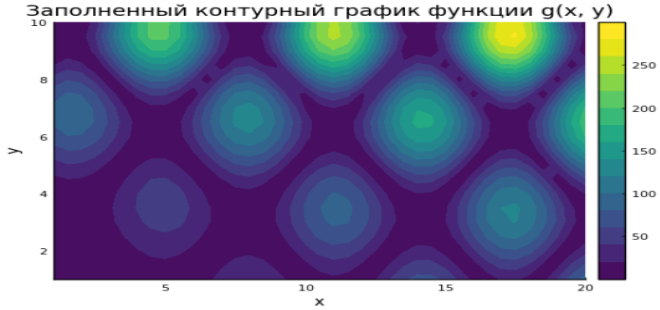


Рис. 22: Линии уровня с заполнением

10. Векторные поля

[45]:
```
# Определение переменных
X = range(-2, stop=2, length=100)
Y = range(-2, stop=2, length=100)
# Определение функции
h(x, y) = x^3 - 3x + y^2
# Построение поверхности
plot(X, Y, h,
    linetype = :surface,                # Тип графика: поверхность
    title = "График функции h(x, y)",   # Заголовок графика
    xlabel = "X",                       # Подпись оси X
    ylabel = "Y",                       # Подпись оси Y
    zlabel = "h(x, y)",                 # Подпись оси Z (значения функции)
    color = :plasma,                    # Цветовая схема
    legend = false,                     # Отключение легенды (если она не нужна)
    grid = true,                        # Включение сетки
    colorbar=true
)
```

[45]:

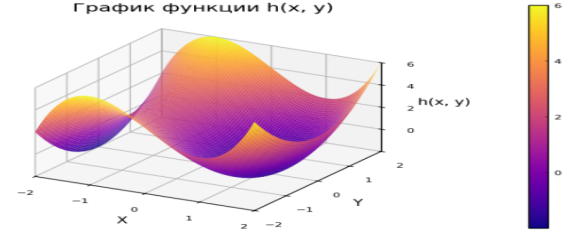


Рис. 23: График функции h(x, y) = x3 - 3x + y2

[50]:
```
# Построение линий уровня
contour(X, Y, h,
    title = "Линии уровня функции h(x, y)",  # Заголовок графика
    xlabel = "X",                            # Подпись оси X
    ylabel = "Y",                            # Подпись оси Y
    color = :plasma,                         # Цветовая схема для контуров
    legend = false,                          # Отключение легенды (если не требуется)
    grid = true,                             # Включение сетки
    linewidth = 2,                           # Толщина линий
    colorbar=true
)
```

[50]:

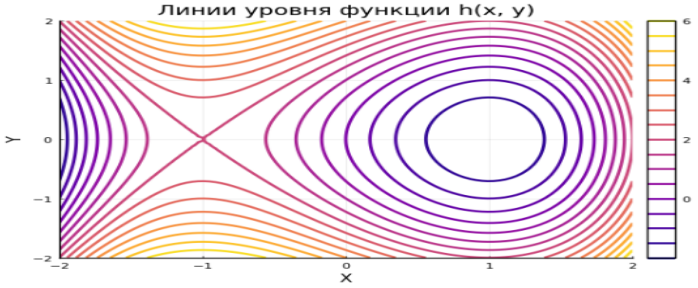


Рис. 24: Линии уровня функции h(x, y) = x3 - 3x + y2

11. Анимация

11.1. Gif-анимация

[61]:
```
# построение поверхности:
i = 0
X = Y = range(-5,stop=5,length=40)
surface(X, Y, (x,y) -> sin(x+10sin(i))+cos(y))
```

[61]:

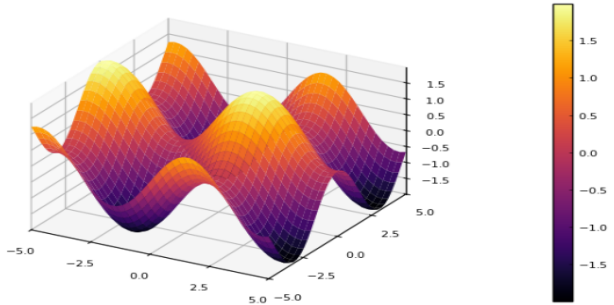


Рис. 25: Статичный график поверхности

[60]:

```
# анимация:
X = Y = range(-5,stop=5,length=40)
@gif for i in range(0,stop=2π,length=100)
surface(X, Y, (x,y) -> sin(x+10sin(i))+cos(y))
end
```

```
[ Info: Saved animation to /Users/nikitakarm/tmp.gif
```

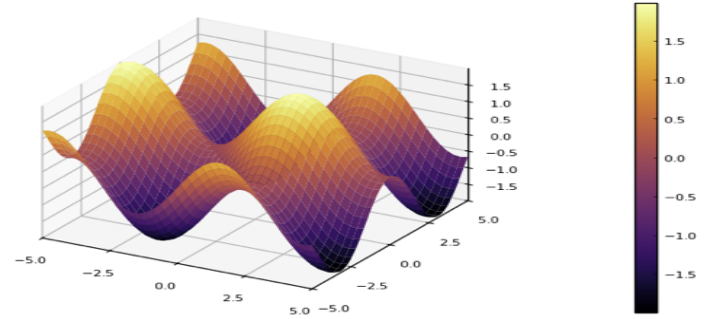


Рис. 26: Анимированный график поверхности

11.2. Гипоциклоида

[42]:
```
# радиус малой окружности:
radius = 1
# коэффициент для построения большой окружности:
k = 3
# число отсчётов:
n = 100
# массив значений угла θ:
# theta from 0 to 2pi ( + a little extra)
θ = collect(0:2*π/100:2*n+2*π/100)
# массивы значений координат:
X = radius*k*cos.(θ)
Y = radius*k*sin.(θ)
# задаём оси координат:
plt=plot(5,xlim=(-4,4),ylim=(-4,4), c=:red, aspect_ratio=1, legend=false, framestyle=:origin)
# большая окружность:
plot!(plt, X,Y, c=:blue, legend=false)
```

[42]:

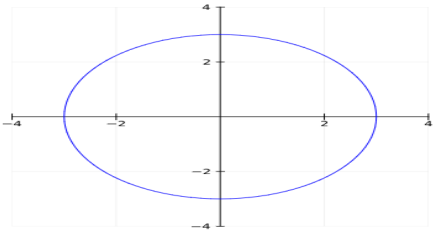


Рис. 27: Большая окржуность гипоциклоида

[44]:
```
i = 50
t = θ[1:i]
# гипоциклоида:
x = radius*(k-1)*cos.(t) + radius*cos.((k-1)*t)
y = radius*(k-1)*sin.(t) - radius*sin.((k-1)*t)
plot!(x,y, c=:red)
```

[44]:

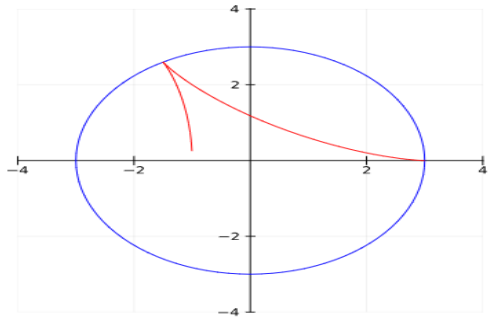


Рис. 28: Половина пути гипоциклоиды

```
[45]: # малая окружность:
      xc = radius*(k-1)*cos(t[end]) .+ radius*cos.(θ)
      yc = radius*(k-1)*sin(t[end]) .+ radius*sin.(θ)
      plot!(xc,yc,c=:black)
```

[45]:

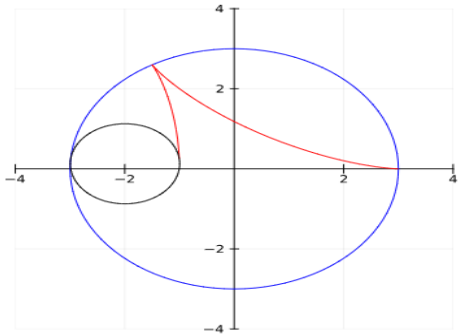


Рис. 29: Малая окружность гипоциклоиды

[46]:
```
# радиус малой окружности:
xl = transpose([radius*(k-1)*cos(t[end]) x[end]])
yl = transpose([radius*(k-1)*sin(t[end]) y[end]])
plot!(xl,yl,markershape=:circle,markersize=4,c=:black)
scatter!([x[end]],[y[end]],c=:red, markerstrokecolor=:red)
```

[46]:

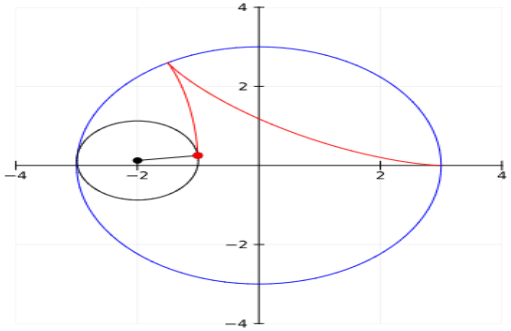


Рис. 30: Малая окружность гипоциклоиды с добавлением радиуса

```
[1]: anim = @animate for i in 1:n
         # задаём оси координат:
         plt=plot(5,xlim=(-4,4),ylim=(-4,4), color=:red, aspect_ratio=1,legend=false, framestyle=:origin)
         # большая окружность:
         plot!(plt, X,Y, c=:blue, legend=false)
         t = 0[1:i]
         # гипоциклоида:
         x = R*(k-1)*cos.(t) + R*cos.((k-1)*t)
         y = R*(k-1)*sin.(t) - R*sin.((k-1)*t)
         plot!(x,y, c=:red)
         # малая окружность:
         xc = R*(k-1)*cos(t[end]) .+ R*cos.(0)
         yc = R*(k-1)*sin(t[end]) .+ R*sin.(0)
         plot!(xc,yc,c=:black)
         # радиус малой окружности:
         xl = transpose([R*(k-1)*cos(t[end]) x[end]])
         yl = transpose([R*(k-1)*sin(t[end]) y[end]])
         plot!(xl,yl,markershape=:circle,markersize=4,c=:black)
         scatter!([x[end]],[y[end]],color=:red, markerstrokecolor=:red)
     end
```

```
LoadError: UndefVarError: `@animate` not defined in `Main`
Suggestion: check for spelling errors or missing imports.
in expression starting at In[1]:1
```

```
[69]: gif(anim,"hypocycloid.gif")
```

```
[ Info: Saved animation to /Users/nikitakarm/hypocycloid.gif
```

[69]:

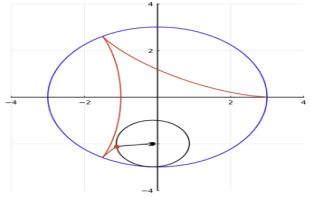


Рис. 31: Малая окружность гипоциклоиды с добавлением радиуса(анимация)

12. Errorbars

[68]:
```
using Statistics
# Параметры
sds = [1, 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32]
n = 10
y = [mean(sd*randn(n)) for sd in sds]
errs = 1.96 * sds / sqrt(n)
# Построение графика
plot(y,
    ylims = (-1, 1),
    title = "Средние значения с погрешностями",
    xlabel = "Итерации",
    ylabel = "Среднее значение",
    label = "Среднее значение",
    errorbars = errs,
    legend = :topright,
    linecolor = :blue,
    linewidth = 2,
    size = (600, 400)
)
```

[68]:

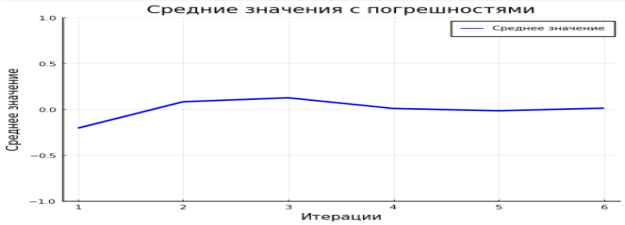


Рис. 32: График исходных значений

[78]:
```
# Построение графика с ошибками и улучшениями
plot(y,
    ylims = (-1, 1),
    title = "Средние значения с погрешностями",
    xlabel = "Итерации",
    ylabel = "Среднее значение",
    label = "Среднее значение",
    err = errs,
    legend = :topright,
    linecolor = :blue,
    linewidth = 2
)
```

[78]:

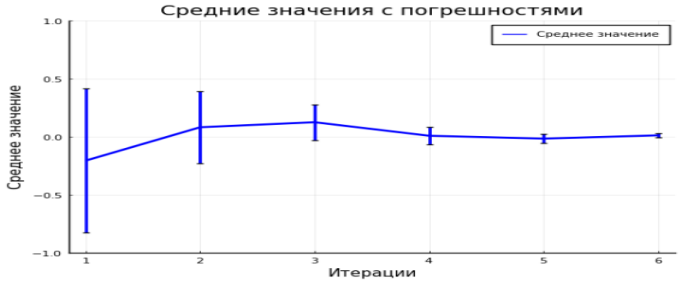


Рис. 33: График отклонений от исходных значений

```
[80]: plot(y, 1:length(y),
          xerr = errs,
          marker = stroke(3,:orange)
      )
```

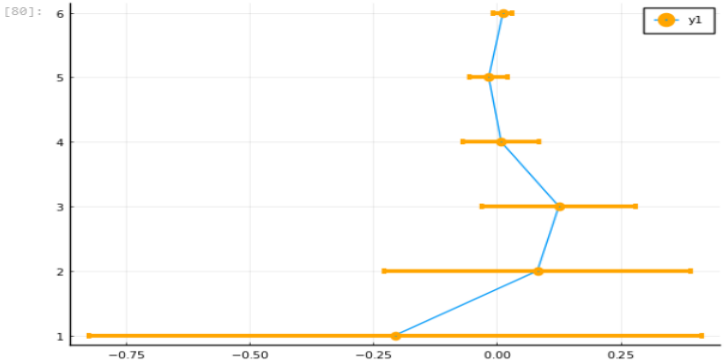


Рис. 34: Поворот графика

[81]:
```
plot(y,
    ribbon=errs,
    fill=:cyan
)
```

[81]:

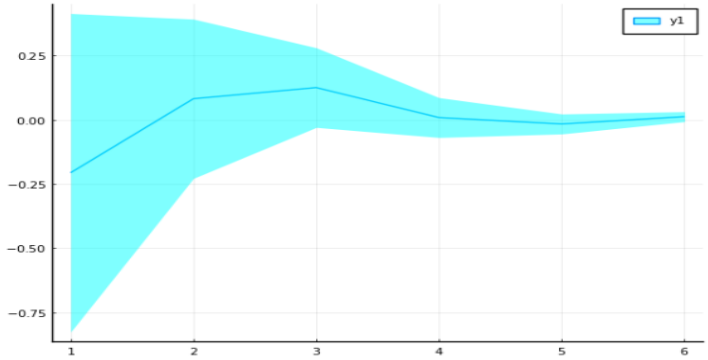


Рис. 35: Заполнение цветом

[82]:
```
n = 10
x = [(rand()+1) .* randn(n) .+ 2i for i in 1:5]
y = [(rand()+1) .* randn(n) .+ i for i in 1:5]
f_v(v) = 1.96std(v) / sqrt(n)
xerr = map(f_v, x)
yerr = map(f_v, y)
x = map(mean, x)
y = map(mean, y)
plot(x, y,
    xerr = xerr,
    yerr = yerr,
    marker = stroke(2, :orange)
)
```

[82]:

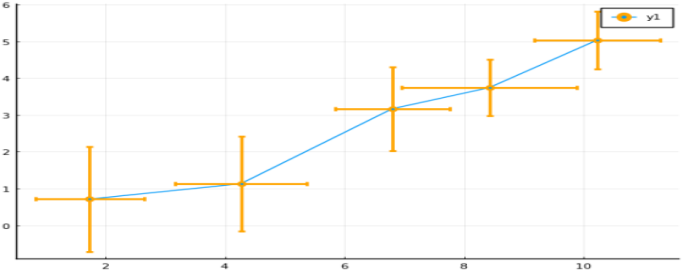


Рис. 36: График ошибок по двум осям

```
[83]: plot(x, y,
          xerr = (0.5xerr,2xerr),
          yerr = (0.5yerr,2yerr),
          marker = stroke(2, :orange)
      )
```

[83]:

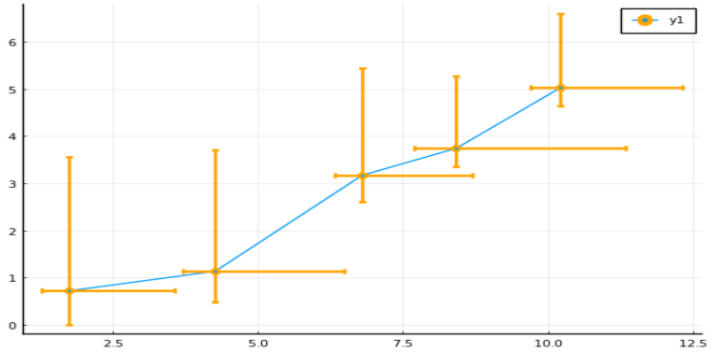


Рис. 37: График ассиметричных ошибок по двум осям

13. Использование пакета Distributions

[85]:
```
using Distributions
pyplot()
ages = rand(15:55,1000)
histogram(ages)
```

[85]:

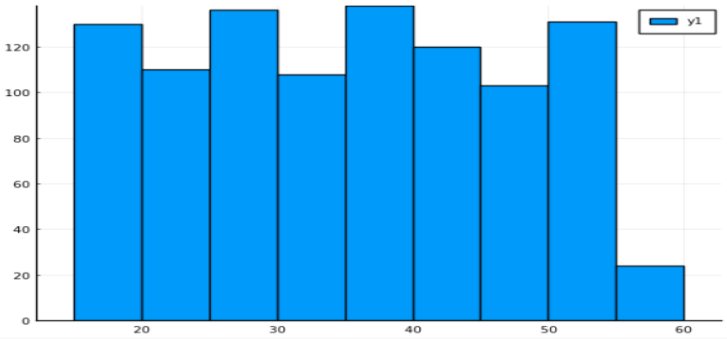


Рис. 38: Гистограмма, построенная по массиву случайных чисел

[86]:
```
d=Normal(35.0,10.0)
ages = rand(d,1000)
histogram(
    ages,
    label="Распределение по возрастам (года)",
    xlabel = "Возраст (лет)",
    ylabel= "Количество"
)
```

[86]:

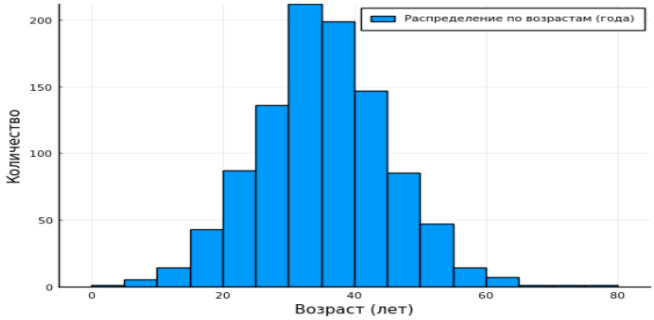


Рис. 39: Гистограмма нормального распределения

[89]:
```
plotly()
    d1=Normal(10.0,5.0);
    d2=Normal(35.0,10.0);
    d3=Normal(60.0,5.0);
    N=1000;
    ages = (Float64)[];
    ages = append!(ages,rand(d1,Int64(ceil(N/2))));
    ages = append!(ages,rand(d2,N));
    ages = append!(ages,rand(d3,Int64(ceil(N/3))));
    histogram(
        ages,
        bins=50,
        label="Распределение по возрастам (года)",
        xlabel = "Возраст (лет)",
        ylabel= "Количество",
        title = "Распределение по возрастам (года)"
)
```

[89]:

Рис. 40: Гистограмма распределения людей по возрастам

14. Подграфики

[90]:
```
# подгружаем pyplot():
pyplot()
# построение серии графиков:
x=range(-2,2,length=10)
y = rand(10,4)
plot(x,y,
    layout=(4,1)
)
```

[90]:

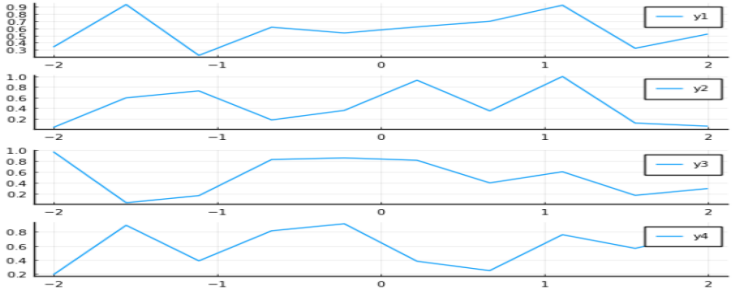


Рис. 41: Серия из 4-х графиков в ряд

```
[91]: plot(x,y,
          layout=4
      )
```

[91]:

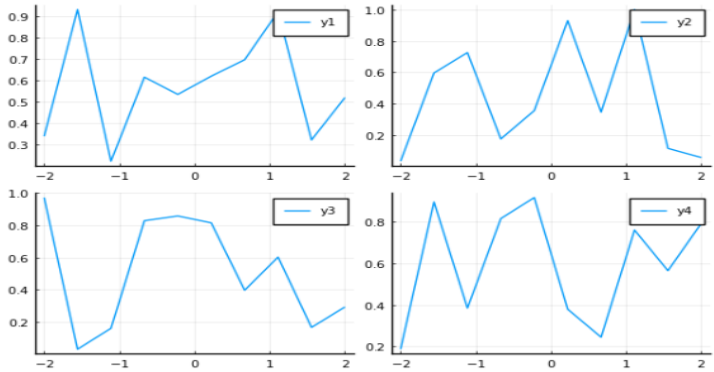


Рис. 42: Серия из 4-х графиков в сетке

15. Подграфики

```
[92]: # график в виде линий:
p1 = plot(x,y)
# график в виде точек:
p2 = scatter(x,y)
# график в виде линий с оформлением:
p3 = plot(x,y[:,1:2],xlabel="Labelled plot of two
↪ columns",lw=2,title="Wide lines")
# 4 гистограммы:
p4 = histogram(x,y)
plot(
    p1,p2,p3,p4,
    layout=(2,2),
    legend=false,
    size=(800,600),
    background_color = :ivory
)
```

[92]:

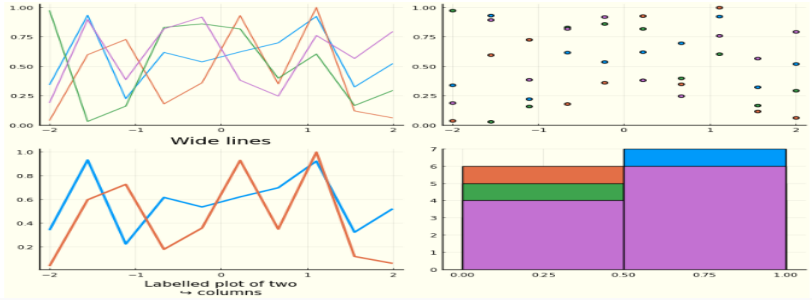


Рис. 43: Объединение нескольких графиков в одной сетке

[93]:
```
seriestypes = [:step, :sticks, :bar, :hline, :vline, :path]
titles =["step" "sticks" "bar" "hline" "vline" "path"]
plot(rand(20,1), st = seriestypes,
     layout = (2,3),
     ticks=nothing,
     legend=false,
     title=titles,
     m=3
)
```

[93]:

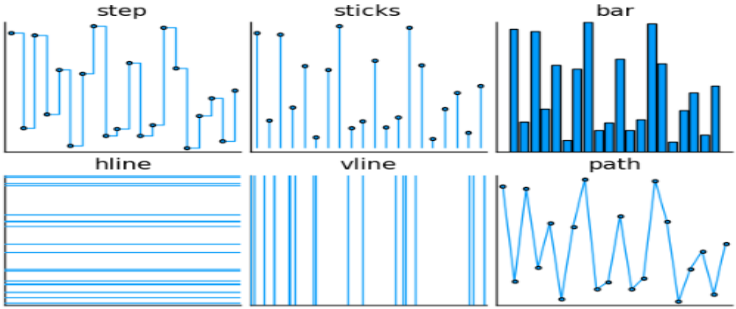


Рис. 44: Разнообразные варианты представления данных

[94]:
```
l = @layout [ a{0.3w} [grid(3,3)
b{0.2h} ]]
plot(
    rand(10,11),
    layout = l, legend = false, seriestype = [:bar :scatter :path],
    title = ["($i)" for j = 1:1, i=1:11], titleloc = :right, titlefont = font(8)
)
```

[94]:

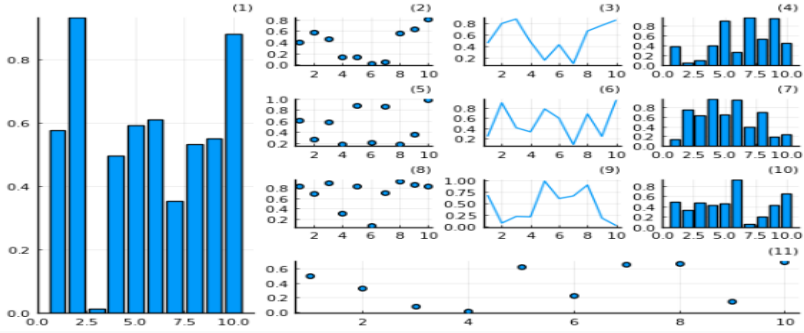


Рис. 45: Демонстрация применения сложного макета для построения графиков

16. Самостоятельная работа

1) Постройте все возможные типы графиков (простые, точечные, гистограммы и т.д.) функции $y = \sin(x)$, $x = 0, 2\pi$. Отобразите все графики в одном графическом окне:

[13]:
```
# Определим диапазон x от 0 до 2π
x = 0:0.01:2π
# Определим функцию y = sin(x)
y = sin.(x)
# Создаём несколько подграфиков для различных типов графиков
plot(layout=(2, 2), title="y = sin(x)")
# Линейный график
plot!(x, y, seriestype=:line, label="Line", subplot=1, lw=2)
# Точечный график
plot!(x, y, seriestype=:scatter, label="Scatter", subplot=2)
# Гистограмма
histogram!(y, bins=30, label="Histogram", subplot=3)
# График ступеней
plot!(x, y, seriestype=:step, label="Step", subplot=4, lw=2)
```

[13]:

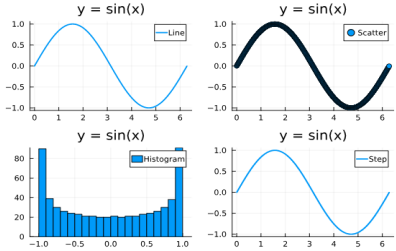


Рис. 46: Выполнение задания №1

16. Самостоятельная работа

2) Постройте графики функции $y = \sin(x)$, $x = 0, 2\pi$ со всеми возможными (сколько сможете вспомнить) типами оформления линий графика. Отобразите все графики в одном графическом окне:

[14]:
```
# Определим диапазон x от 0 до 2π
x = 0:0.01:2π
# Определим функцию y = sin(x)
y = sin.(x)
# Список стилей линий
line_styles = [:solid, :dash, :dot, :dashdot]
# Построим графики с разными стилями линий в одном окне
plt = plot(x, y, linestyle=:solid, label=":solid", xlabel="x", ylabel="y", title="Графики функции y = sin(x) с разными стилями линий", lw=2)
for ls in line_styles[2:end]
    plot!(plt, x, y, linestyle=ls, label="$ls", lw=2)
end
display(plt)
```

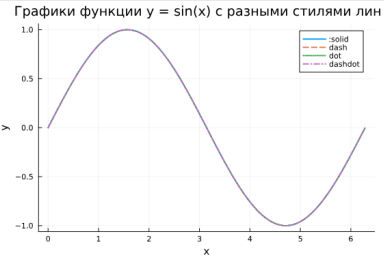


Рис. 47: Выполнение задания №2

16. Самостоятельная работа

3. Постройте график функции $y(x) = \pi x^2 \ln(x)$, назовите оси соответственно. Пусть цвет рамки будет зелёным, а цвет самого графика — красным. Задайте расстояние между надписями и осями так, чтобы надписи полностью умещались в графическом окне. Задайте шрифт надписей. Задайте частоту отметок на осях координат. ¶

[5]:
```
# Определяем функцию y(x)
y(x) = π * x^2 * log(x)
# Диапазон значений x
x = 0.1:0.01:10
# Построение графика
plot(x, y.(x),
     color = :red,                  # Цвет графика
     label = L"y(x) = \pi x^2 \ln(x)", # Легенда
     xlabel = "x",                  # Подпись оси X
     ylabel = L"y(x)",              # Подпись оси Y
     framestyle = :box,             # Стиль рамки
     grid = false,                  # Убираем сетку
     xticks = 0:2:10,               # Частота отметок на оси X
     yticks = -50:50:200,           # Частота отметок на оси Y
     bordercolor = :green)          # Цвет рамки
```

[5]:

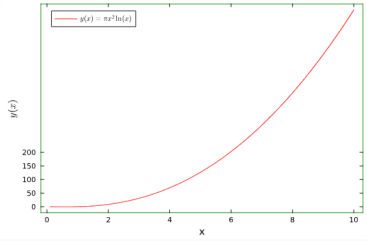


Рис. 48: Выполнение задания №3

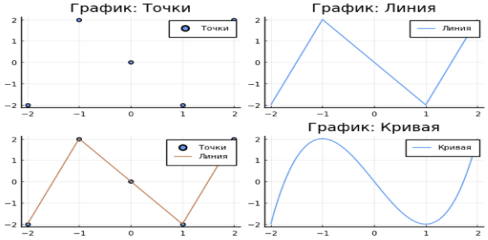
4. Задайте вектор x = (-2, -1, 0, 1, 2). В одном графическом окне (в 4-х подокнах) изобразите графически по точкам x значения функции y(x) = x³ - 3x в виде: - точек, линий, линии и точек, кривой.

[101]:
```
x = [-2, -1, 0, 1, 2]
y = x.^3 .- 3x

p1 = scatter(x, y, label="Точки", title="График: Точки")
p2 = plot(x, y, seriestype=:line, label="Линия", title="График: Линия")
p3 = plot(x, y, seriestype=:scatter, label="Точки") # Точки
  plot!(p3, x, y, seriestype=:line, label="Линия") # Линия и точки
p4 = plot(-2:0.01:2, x -> x^3 - 3*x, label="Кривая", title="График: Кривая") # Гладкая кривая

plot(p1, p2, p3, p4, layout=4)
savefig("figure_karmatskiy.png")
```

```
sys:1: UserWarning: No data for colormapping provided via 'c'. Parameters 'vmin', 'vmax' will be ignored
```



[101]:
```
"/Users/nikitakarm/figure_karmatskiy.png"
```

Рис. 49: Выполнение задания №4

16. Самостоятельная работа

5. Задайте вектор x = (3, 3.1, 3.2, ..., 6). Постройте графики функций $y1(x) = \pi x$ и $y2(x) = \exp(x)\cos(x)$ в указанном диапазоне значений аргумента x следующим образом: постройте оба графика разного цвета на одном рисунке, добавьте легенду и сетку для каждого графика; укажите недостатки у данного построения; постройте аналогичный график с двумя осями ординат:

[22]:
```
# Задаем вектор x
x = 3:0.1:6
# Определяем функции y1 и y2
y1(x) = π * x
y2(x) = exp.(x) .* cos.(x)
# 1. Построение графиков на одной оси с легендой и сеткой
plot(x, y1(x), label="y1(x) = πx", color=:blue, linewidth=2, grid=true, legend=:topright)
plot!(x, y2(x), label="y2(x) = exp(x) * cos(x)", color=:red, linewidth=2)
# Добавление заголовков
xlabel!("x")
ylabel!("y")
title!("Графики функций y1(x) и y2(x)")
```

[22]:

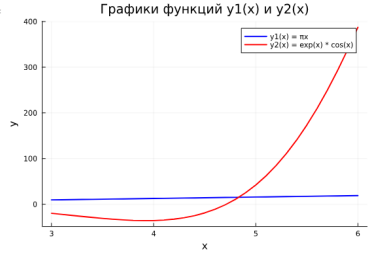


Рис. 50: Выполнение задания №5. Часть 1

[21]:
```
# Построение графиков с двумя осями ординат
p = plot(x, y1(x), label="y1(x) = πx", color=:blue, linewidth=2, grid=true, legend=:topright)
plot!(p, x, y2(x), label="y2(x) = exp(x) * cos(x)", color=:red, linewidth=2)
# Добавляем вторую ось ординат для y2
plot!(p, secondary=true)
# Заголовок и сетка
xlabel!("x")
ylabel!("y1 (primary)", fontsize=10)
ylabel!(p, "y2 (secondary)", fontsize=10)
title!("Графики с двумя осями ординат")
```

[21]:

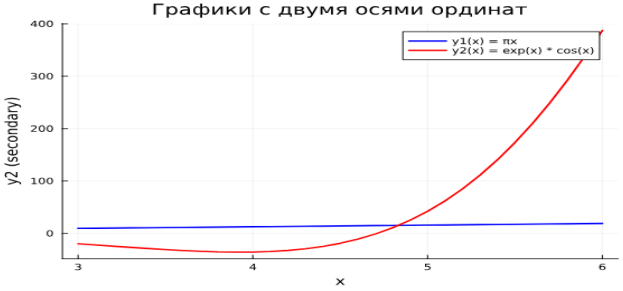


Рис. 51: Выполнение задания №5. Часть 2

6. Постройте график некоторых экспериментальных данных (придумайте сами), учитывая ошибку измерения:

[26]:
```
# Шаг 1: Придумываем экспериментальные данные
# Время измерений (например, 10 точек через 1 час)
time = 0:1:9  # Время в часах (от 0 до 9 часов)
# Температурные данные (например, температура варьируется от 20 до 25 градусов)
temperature = 22 .+ 2 .* sin.(time * π / 5)  # Синусоидальное изменение температуры
# Шаг 2: Добавим ошибку измерения (например, стандартное отклонение 0.5 градуса)
# Ошибка измерения - случайные колебания вокруг истинных значений
temperature_error = 0.5 .+ 0.1 .* randn(length(time))  # Ошибка измерений с нормальным распределением
# Шаг 3: Строим график с учетом ошибки измерений
plot(time, temperature, label="Температура", color=:blue, linewidth=2, legend=:topright,
     yerr=temperature_error, marker=:o)
# Добавляем подписи осей и заголовок
xlabel!("Время (часы)")
ylabel!("Температура (°C)")
title!("Экспериментальные данные с ошибкой измерения")
```

[26]:

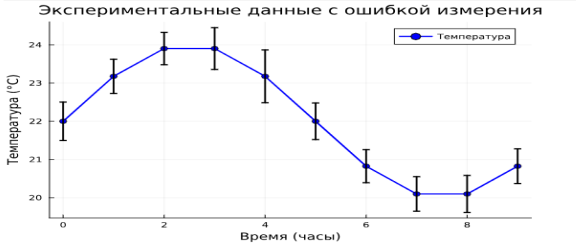


Рис. 52: Выполнение задания №6

7. Постройте точечный график случайных данных. Подпишите оси, легенду, название графика:

[31]:
```
# Генерация случайных данных
x = rand(10)  # 10 случайных значений по оси X
y_vals = rand(10)  # 10 случайных значений по оси Y
# Построение точечного графика с легендой
scatter(x, y_vals, label="Случайные данные", color=:blue, marker=:o, linewidth=2, legend=:topright)
# Добавление подписей осей и заголовка
xlabel!("X")
ylabel!("Y")
title!("Точечный график случайных данных")
```

[31]:

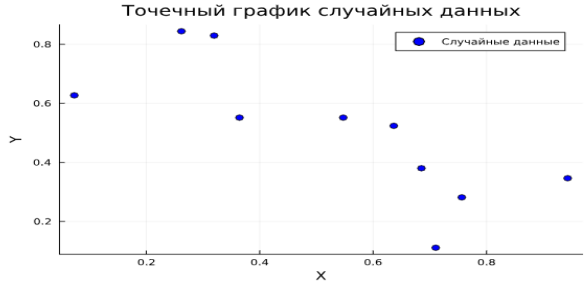


Рис. 53: Выполнение задания №7

8. Постройте 3-мерный точечный график случайных данных. Подпишите оси, легенду, название графика:

[34]:
```
# Генерация случайных данных для 3D графика
x_vals = rand(10)  # 10 случайных значений по оси X
y_vals = rand(10)  # 10 случайных значений по оси Y
z_vals = rand(10)  # 10 случайных значений по оси Z
# Построение 3-мерного точечного графика
scatter3d(x_vals, y_vals, z_vals, label="Случайные данные", color=:blue, marker=:o, linewidth=2)
# Добавление подписей осей и заголовка
xlabel!("Ось X")
ylabel!("Ось Y")
zlabel!("Ось Z")
title!("3-мерный точечный график случайных данных")
```

[34]:

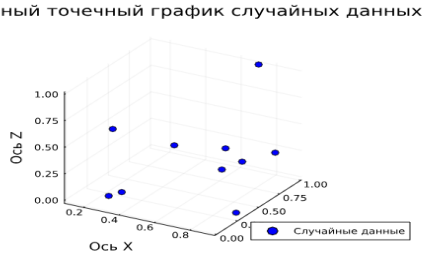


Рис. 54: Выполнение задания №8

9. Создайте анимацию с построением синусоиды. Постепенно увеличивайте значение аргумента.

```
[11]: pyplot()
anim = @animate for i in 1:20
    plot(0:0.1:i, sin.(0:0.1:i), lw=2, label="", title="Анимация синусоиды")
end
gif(anim, fps=10)
```

```
[ Info: Saved animation to /Users/nikitakarm/tmp.gif
```

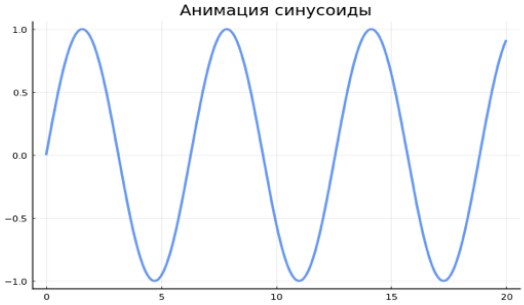


Рис. 55: Выполнение задания №9

10. Постройте анимированную гипоциклоиду для 2 целых значений модуля k и2 рациональных значений модуля k.

```
# Уравнения для построения композиции
function compose(x, k1, k2)
    return sin.(k1 .* x) + sin.(k2 .* x)
end

k1, k2 = 2, 3  # Значения модулей
x = 0:0.1:2π   # Диапазон значений

# Создаем анимацию
anim_comp = @animate for i in 1:50
    plot(x, compose(x .+ i * 0.1, k1, k2), lw=2, label="", color=:blue,
         title="Анимация композиции k1=$k1, k2=$k2", xlabel="x", ylabel="y")
end
gif(anim_comp, "figure_karmatskiy_10.gif", fps=10)
```

```
[ Info: Saved animation to /Users/nikitakarm/figure_karmatskiy_10.gif
```

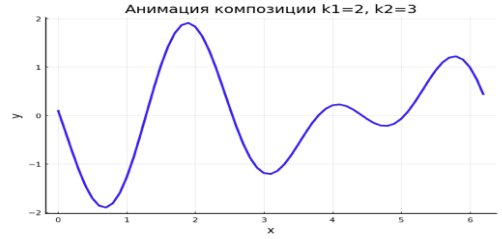


Рис. 56: Выполнение задания №10

11. Постройте анимированную эпициклоиду для 2 целых значений модуля k и k2.

[13]:
```
# Уравнение эпициклоиды
function epicycloid(t, k1, k2)
    x = (k1 + k2) * cos.(t) - k2 * cos.((k1 + k2) ./ k2 .* t)
    y = (k1 + k2) * sin.(t) - k2 * sin.((k1 + k2) ./ k2 .* t)
    return x, y
end

k1, k2 = 3, 1  # Значения модулей
t = 0:0.01:2π  # Диапазон значений

# Создаем анимацию
anim_epi = @animate for i in 1:50
    x, y = epicycloid(t .+ i * 0.1, k1, k2)
    plot(x, y, lw=2, label="", color=:red, title="Анимация эпициклоиды k1=$k1, k2=$k2",
         xlabel="x", ylabel="y", aspect_ratio=:equal)
end
gif(anim_epi, "figure_karmatskiy_11.gif", fps=10)
```

```
[ Info: Saved animation to /Users/nikitakarm/figure_karmatskiy_11.gif
```

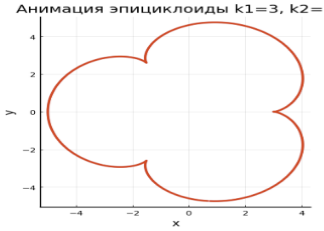


Рис. 57: Выполнение задания №11

Вывод

В ходе выполнения лабораторной работы был освоен синтаксис языка Julia для построения графиков

Список литературы. Библиография

[1] Julia Documentation: https://docs.julialang.org/en/v1/