## Front matter

title: "Компьютерный практикум по статистическому анализу данных"
subtitle: "Отчёт по лабораторной работе №5: Построение графиков"
author: "Ахлиддинзода Аслиддин"

## Generic otions

lang: ru-RU
toc-title: "Содержание"

## Bibliography

bibliography: bib/cite.bib
csl: pandoc/csl/gost-r-7-0-5-2008-numeric.csl

## Pdf output format

toc: true # Table of contents
toc-depth: 2
lof: true # List of figures
lot: true # List of tables
fontsize: 12pt
linestretch: 1.5
papersize: a4
documentclass: scrreprt

## I18n polyglossia

polyglossia-lang:
name: russian
options:
- spelling=modern
- babelshorthands=true
polyglossia-otherlangs:
name: english

## I18n babel

babel-lang: russian
babel-otherlangs: english

## Fonts

mainfont: PT Serif
romanfont: PT Serif
sansfont: PT Sans
monofont: PT Mono
mainfontoptions: Ligatures=TeX
romanfontoptions: Ligatures=TeX

sansfontoptions: Ligatures=TeX,Scale=MatchLowercase
monofontoptions: Scale=MatchLowercase,Scale=0.9

### Biblatex

biblatex: true
biblio-style: "gost-numeric"
biblatexoptions:

- parentracker=true
- backend=biber
- hyperref=auto
- language=auto
- autolang=other*
- citestyle=gost-numeric

### Pandoc-crossref LaTeX customization

figureTitle: "Рис."
tableTitle: "Таблица"
listingTitle: "Листинг"
lolTitle: "Листинги"

### Misc options

indent: true
header-includes:

- \usepackage{indentfirst}
- \usepackage{float} # keep figures where there are in the text
- \floatplacement{figure}{H} # keep figures where there are in the text
- \usepackage{unicode-math}
- \setmathfont{Latin Modern Math}

---

# Цель работы

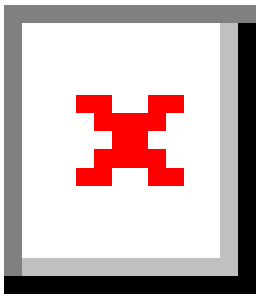
Основной целью работы освоить синтаксис языка Julia для построения графиков.

# Выполнение лабораторной работы

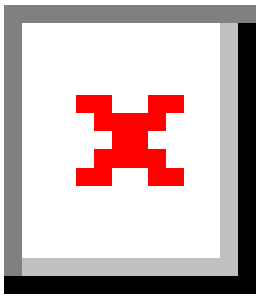
## Основные пакеты для работы с графиками в Julia

Julia поддерживает несколько пакетов для работы с графиками. Использование того или иного пакета зависит от целей, преследуемых пользователем при построении. Стандартным для Julia является пакет Plots.jl.

Рассмотрим построение графика функции f(x) = (3x2 + 6x − 9)e−0,3x разными способами (рис. [-fig@:001] - рис. [-fig@:002]):



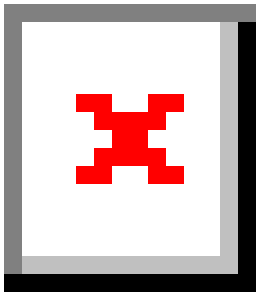
{ #fig:001 width=100% height=100% }



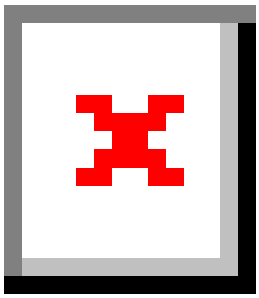
{ #fig:002 width=100% height=100% }

## Опции при построении графика

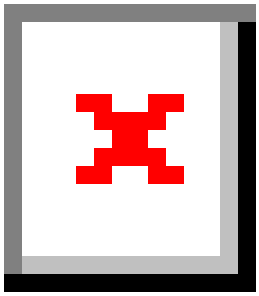
На примере графика функции sin(x) и графика разложения этой функции в ряд Тейлора рассмотрим дополнительные возможности пакетов для работы с графикой(рис. [-fig@:003] - рис. [-fig@:005] ):



{ #fig:003 width=100% height=100% }

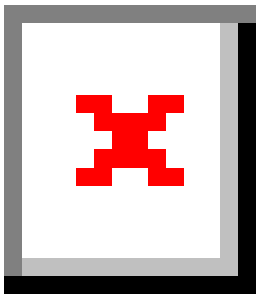


{ #fig:004 width=100% height=100% }



{ #fig:005 width=100% height=100% }

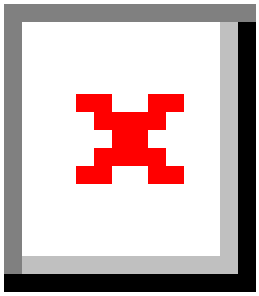
Затем добавим различные опции для отображения на графике (рис.[-fig@:006]):



{ #fig:006 width=100% height=100% }

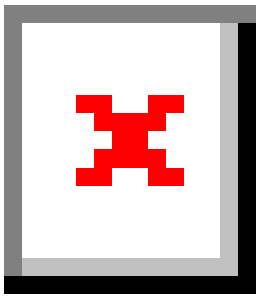
## Точечный график

Как и при построении обычного графика для точечного графика необходимо задать массив значений x, посчитать или задать значения y, задать опции построения график (рис. [-@fig:007]):



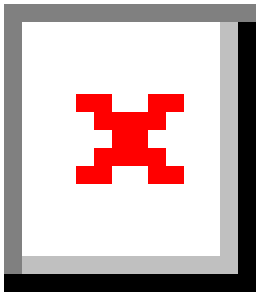
{ #fig:007 width=100% height=100% }

Для точечного графика можно задать различные опции, например размер маркера, его тип, цвет и и т.п. (рис. [-@fig:008]):



{ #fig:008 width=100% height=100% }

Также можно строить и 3-мерные точечные графики (рис. [-@fig:009]):

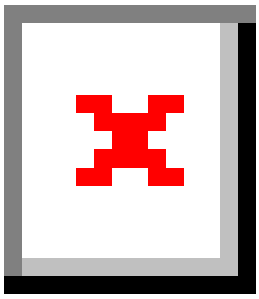


{ #fig:009 width=100% height=100% }

## Аппроксимация данных

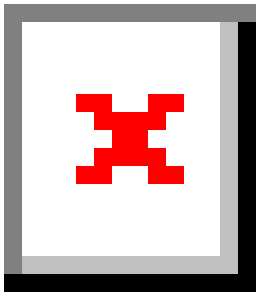
Аппроксимация — научный метод, состоящий в замене объектов их более простыми аналогами, сходными по своим свойствам.

Для демонстрации зададим искусственно некоторую функцию, в данном случае похожую по поведению на экспоненту (рис. [-@fig:010]):



{ #fig:010 width=100% height=100% }

Аппроксимируем полученную функцию полиномом 5-й степени (рис. [-@fig:011]):

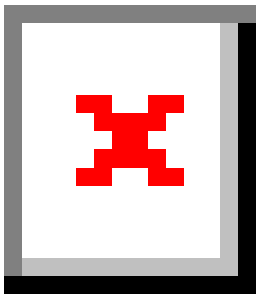


{ #fig:011 width=100% height=100% }

## Две оси ординат

Иногда требуется на один график вывести несколько траекторий с существенными отличиями в значениях по оси ординат.

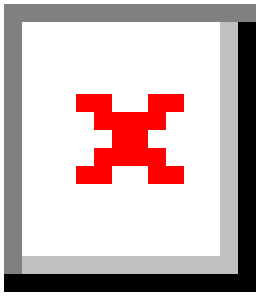
Пример первой траектории (рис. [-@fig:012]):



{ #fig:012 width=100% height=100% }

## Полярные координаты

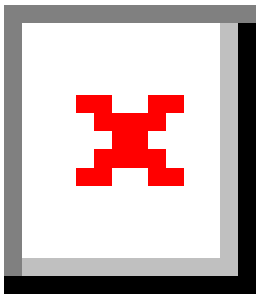
Приведём пример построения графика функции в полярных координатах (рис. [-@fig:013]):



{ #fig:013 width=100% height=100% }

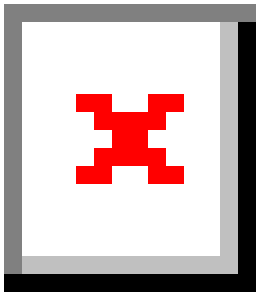
## Параметрический график

Приведём пример построения графика параметрически заданной кривой на плоскости (рис. [-@fig:014]):



{ #fig:014 width=100% height=100% }

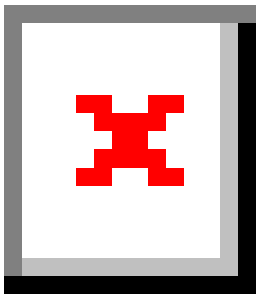
Далее приведём пример построения графика параметрически заданной кривой в пространстве (рис. [-@fig:015]):



{ #fig:015 width=100% height=100% }

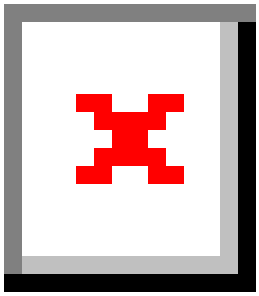
## График поверхности

Для построения поверхности, заданной уравнением f(x, y) = x2 + y2, можно воспользоваться функцией surface() (рис. [-@fig:016]):



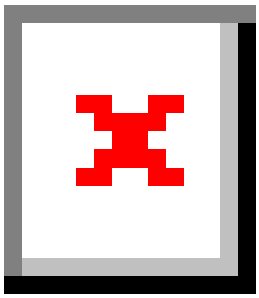
{ #fig:016 width=100% height=100% }

Также можно воспользоваться функцией plot() с заданными параметрами (рис. [-@fig:017]):



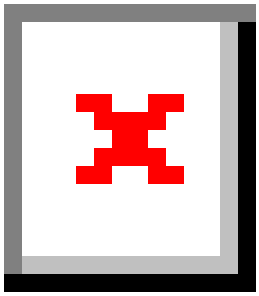
{ #fig:017 width=100% height=100% }

Можно задать параметры сглаживания (рис. [-@fig:018]):



{ #fig:018 width=100% height=100% }

Можно задать определённый угол зрения (рис. [-@fig:019]):



{ #fig:019 width=100% height=100% }

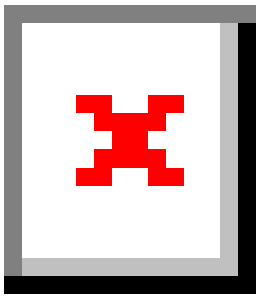
## Линии уровня

Линией уровня некоторой функции от двух переменных называется множество точек на координатной плоскости, в которых функция принимает одинаковые значения. Линий уровня бесконечно много, и через каждую точку области определения можно провести линию уровня.

С помощью линий уровня можно определить наибольшее и наименьшее значение исходной функции от двух переменных. Каждая из этих линий соответствует определённому значению высоты.

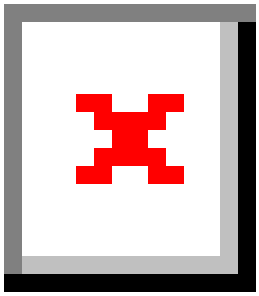
Поверхности уровня представляют собой непересекающиеся пространственные поверхности.

Рассмотрим поверхность, заданную функцией g(x, y) = (3x + y2)| sin(x) + cos(y)| (рис.[-fig@:020]):



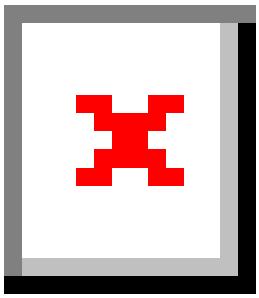
{ #fig:020 width=100% height=100% }

Линии уровня можно построить, используя проекцию значений исходной функции на плоскость (рис.[-fig@:021]):



{ #fig:021 width=100% height=100% }

Можно дополнительно добавить заливку цветом (рис.[-fig@:022]):



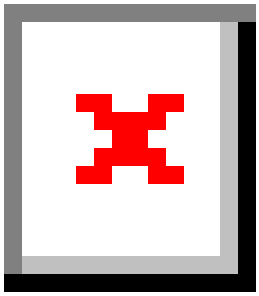
{ #fig:022 width=100% height=100% }

## Векторные поля

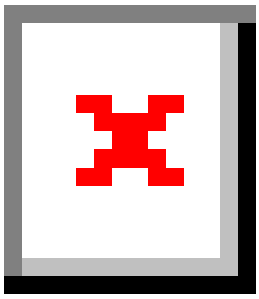
Если каждой точке некоторой области пространства поставлен в соответствие вектор с началом в данной точке, то говорят, что в этой области задано векторное поле.

Векторные поля задают векторными функциями.

Для функции h(x, y) = x3 − 3x + y2 сначала построим её график ( рис.[-fig@:023]) и линии уровня ( рис.[-fig@:024]):



{ #fig:023 width=100% height=100% }



{ #fig:024 width=100% height=100% }

Векторное поле можно охарактеризовать векторными линиями. Каждая точка векторной линии является началом вектора поля, который лежит на касательной в данной точке.

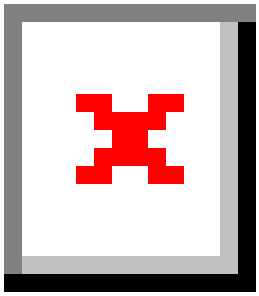
Для нахождения векторной линии требуется решить дифференциальное уравнение.

## Анимация

Технически анимированное изображение представляет собой несколько наложенных изображений (или построенных в разных точках графиках) в одном файле.

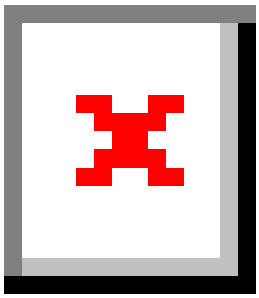
В Julia рекомендуется использовать gif-анимацию в pyplot().

Строим поверхность (рис.[-fig@:025])



{ #fig:025 width=100% height=100% }

Добавляем анимацию (рис.[-fig@:026])

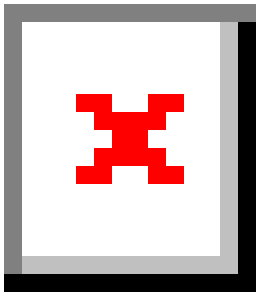


{ #fig:026 width=100% height=100% }

## Гипоциклоида

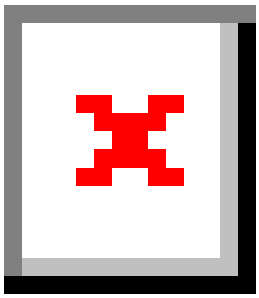
Гипоциклоида — плоская кривая, образуемая точкой окружности, катящейся по внутренней стороне другой окружности без скольжения.

Построим большую окружность (рис.[-fig@:027]):



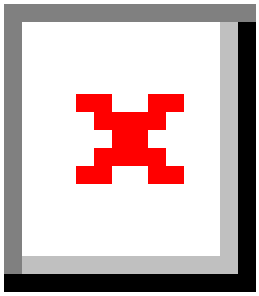
{ #fig:027 width=100% height=100% }

Для частичного построения гипоциклоиды будем менять параметр t (рис.[-fig@:028]):



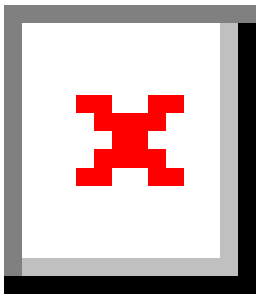
{ #fig:028 width=100% height=100% }

Добавляем малую окружность гипоциклодиы (рис.[-fig@:029]):



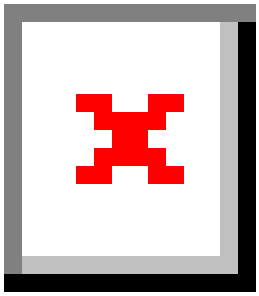
{ #fig:029 width=100% height=100% }

Добавим радиус для малой окружности (рис.[-fig@:030]):



{ #fig:030 width=100% height=100% }

В конце сделаем анимацию получившегося изображения (рис.[-fig@:031]):

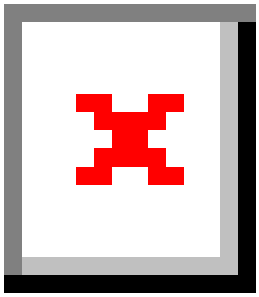


{ #fig:031 width=100% height=100% }

## Errorbars

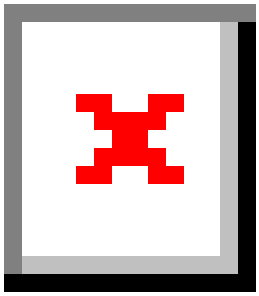
В исследованиях часто требуется изобразить графики погрешностей измерения.

Построим график исходных значений (рис.[-fig@:032]):



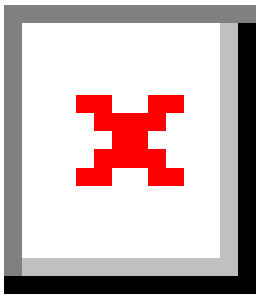
{ #fig:032 width=100% height=100% }

Построим график отклонений от исходных значений (рис.[-fig@:033]):



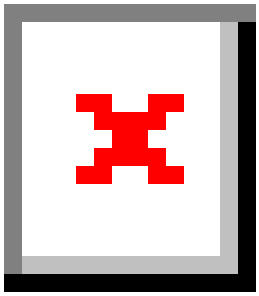
{ #fig:033 width=100% height=100% }

Повернем график (рис.[-fig@:034]):



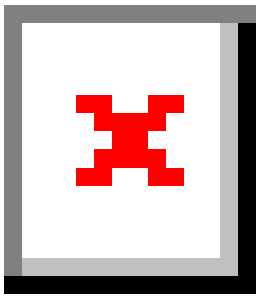
{ #fig:034 width=100% height=100% }

Заполним область цветом (рис.[-fig@:035]):



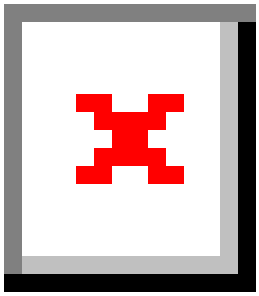
{ #fig:035 width=100% height=100% }

Можно построить график ошибок по двум осям (рис.[-fig@:036]):



{ #fig:036 width=100% height=100% }

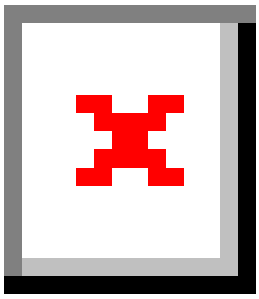
Можно построить график ассиметричных ошибок по двум осям  (рис.[-fig@:037]):



{ #fig:037 width=100% height=100% }

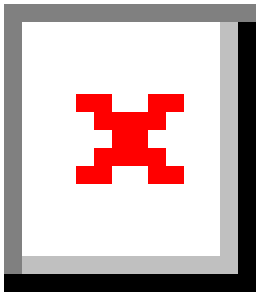
## Использование пакета Distributions

Строим гистограмму (рис. [-@fig:038]):



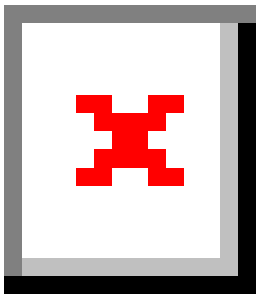
{ #fig:038 width=100% height=100% }

Задаём нормальное распределение и строим гистограмму (рис. [-@fig:039]):



{ #fig:039 width=100% height=100% }

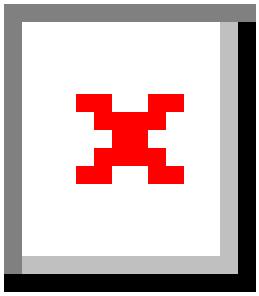
Далее применим для построения нескольких гистограмм распределения людей по возрастам на одном графике plotly() (рис. [-@fig:040]):



{ #fig:040 width=100% height=100% }

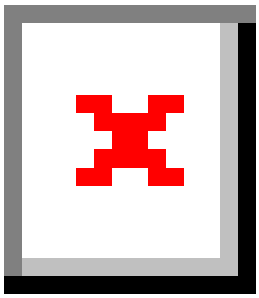
## Подграфики

Определим макет расположения графиков. Команда layout принимает кортеж layout = (N, M), который строит сетку графиков NxM. Например, если задать layout = (4,1) на графике четыре серии, то получим четыре ряда графиков (рис. [-@fig:041]):



{ #fig:041 width=100% height=100% }

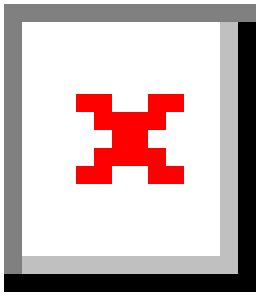
Для автоматического вычисления сетки необходимо передать layout целое число (рис. [-@fig:042]):



{ #fig:042 width=100% height=100% }

Аргумент heights принимает в качестве входных данных массив с долями желаемых высот. Если в сумме дроби не составляют 1,0, то некоторые подзаголовки могут отображаться неправильно.

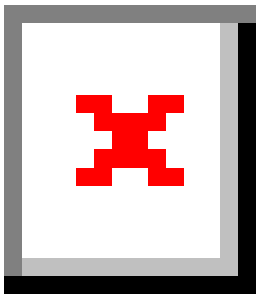
Можно сгенерировать отдельные графики и объединить их в один, например, в сетке 2 × 2 (рис. [-@fig:043]):



{ #fig:043 width=100% height=100% }

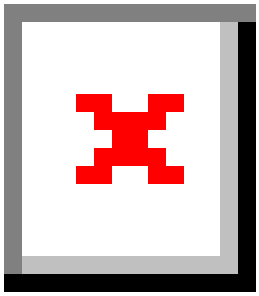
Обратите внимание, что атрибуты на отдельных графиках применяются к отдельным графикам, в то время как атрибуты в последнем вызове plot применяются ко всем графикам.

Разнообразные варианты представления данных (рис. [-@fig:044]):



{ #fig:044 width=100% height=100% }

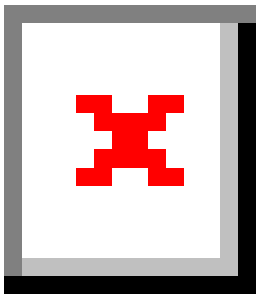
Применение макроса @layout наиболее простой способ определения сложных макетов. Точные размеры могут быть заданы с помощью фигурных скобок, в противном случае пространство будет поровну разделено между графиками (рис. [-@fig:045]):



{ #fig:045 width=100% height=100% }

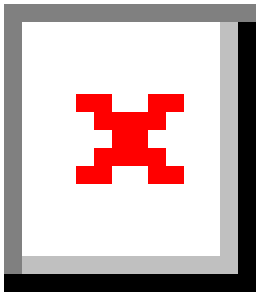
## Самостоятельное выполнение

Выполнение задания №1 (рис. [-@fig:046]):



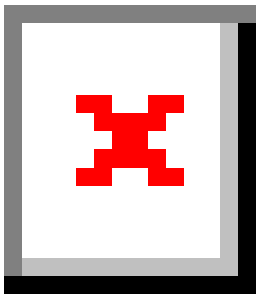
{ #fig:046 width=100% height=100% }

Выполнение задания №2 (рис. [-@fig:047]):



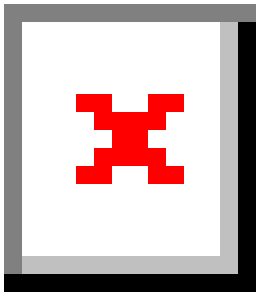
{ #fig:047 width=100% height=100% }

Выполнение задания №3 (рис. [-@fig:048]):



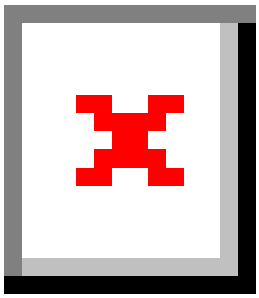
{ #fig:048 width=100% height=100% }

Выполнение задания №4 (рис. [-@fig:049]):



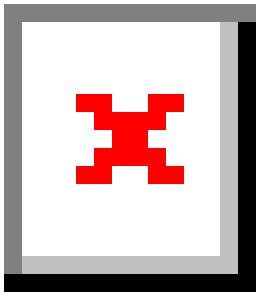
{ #fig:049 width=100% height=100% }

Выполнение задания №5. Часть 1 (рис. [-@fig:050]):



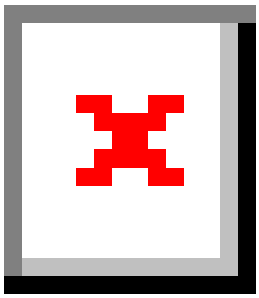
{ #fig:050 width=100% height=100% }

Выполнение задания №5. Часть 2 (рис. [-@fig:051]):



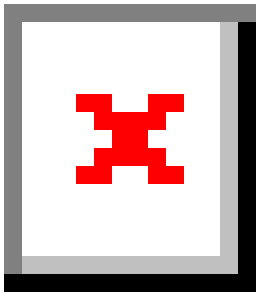
{ #fig:051 width=100% height=100% }

Выполнение задания №6 (рис. [-@fig:052]):



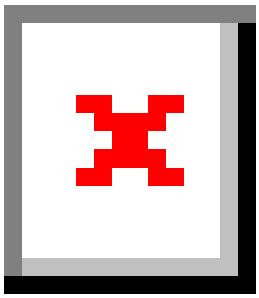
{ #fig:052 width=100% height=100% }

Выполнение задания №7 (рис. [-@fig:053]):



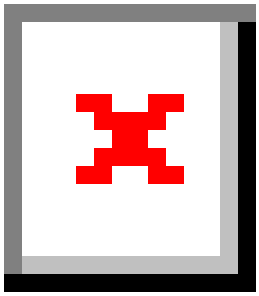
{ #fig:053 width=100% height=100% }

Выполнение задания №8 (рис. [-@fig:054]):



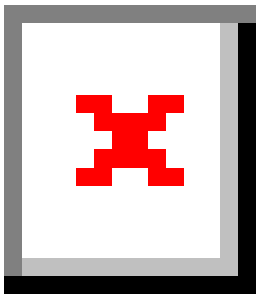
{ #fig:054 width=100% height=100% }

Выполнение задания №9 (рис. [-@fig:055]):



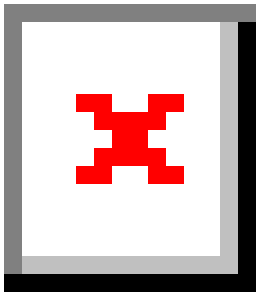
{ #fig:055 width=100% height=100% }

Выполнение задания №10 (рис. [-@fig:056]):



{ #fig:056 width=100% height=100% }

Выполнение задания №11 (рис. [-@fig:057]):



{ #fig:057 width=100% height=100% }

## Вывод

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

## Список литературы. Библиография

[1] Mininet: https://mininet.org/