

Лабораторная работа №1

Модель экспоненциального роста

Чувакина М. В.

17 февраля 2026

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

- Чувакина Мария Владимировна
- студентка
- группа НКНбд-01-23
- Российский университет дружбы народов
- 1132236055@rudn.ru
- <https://github.com/mvchuvakina>

Целью работы являлось изучение модели экспоненциального роста, её программная реализация на языке Julia, проведение параметрического исследования и освоение принципов литературного программирования.

Выполнение лабораторной работы

Ранее я уже работа с git, поэтому установка у меня уже осуществлена. Затем я создала репозиторий курса на основе шаблона и настроила Git Flow.

Создание проекта DrWatson для лабораторных

Перейдем в папку лабораторной работы и создадим проект DrWatson

```

mchuvakina@dk7n02 ~/work/study/2026-1/2026-1--study--mathmod/labs/iab01 $ julia
      _       _       _
     / \     / \     / \
    _/  \_   _/  \_  _/  \_
   /    \_ /    \_ /    \_
  /      \_ /      \_ /      \_
 /        \_ /        \_ /        \_
/          \_ /          \_ /          \_
|__|        |__|        |__|        |__|

Documentation: https://docs.julialang.org

Type "?" for help, "]"? for Pkg help.

Version 1.11.5 (2025-04-14)
Official https://julialang.org/ release

julia> using Pkg

julia> Pkg.add("DrWatson")
Installing known registries into `~/var/tmp/mvchuvakina`
  Added `General` registry to `~/var/tmp/mvchuvakina/registries`
 Updating registry at `~/var/tmp/mvchuvakina/registries/General.toml`
Resolving package versions...
Installed Zstd_jll _____ v1.5.7+1
Installed ChunkCodecLibZlib _____ v1.0.0
Installed JLLWrappers _____ v1.7.1
Installed HashArrayMappedTries _____ v0.2.0
Installed Scratch _____ v1.3.0
Installed JLD2 _____ v0.6.3
Installed Preferences _____ v1.5.1
Installed DrWatson _____ v2.19.1
Installed ScopedValues _____ v1.5.0
Installed MacroTools _____ v0.5.16
Installed ChunkCodecCore _____ v1.0.1
Installed BracemileTools _____ v1.2.1

```

Рис. 1: Создадим проект DrWatson

Создадим файл для установки пакетов “Вариант А: Установка скриптом”

```
mvchuvakina@dk7n02 ~/work/study/2026-1/2026-1--study--mathmod/labs/lab01/project $ cat > add_packages.jl << 'EOF'
#!/usr/bin/env julia
using Pkg
Pkg.activate(".")

packages = [
    "DrWatson",
    "DifferentialEquations",
    "Plots",
    "DataFrames",
    "CSV",
    "JLD2",
    "Literate",
    "IJulia",
    "BenchmarkTools"
]

println("Установка пакетов...")
Pkg.add(packages)
println("✓ Все пакеты установлены!")
EOF
```

Рис. 2: Добавление необходимых пакетов

Проверка установки

```
mvchuvakina@dk7n02 ~/work/study/2026-1/2026-1--study--mathmod/labs/lab01/project $ julia --project=. scripts/est_setup.jl
✓ Проект активирован: /afs/.dk.sci.pfu.edu.ru/home/m/v/mvchuvakina/work/study/2026-1/2026-1--study--mathmod/labs/lab01/project

Проверка пакетов:
  ✓ DrWatson
  ✓ DifferentialEquations
  ✓ Plots
  ✓ DataFrames
  ✓ CSV
  ✓ JLD2
  ✓ Literate
  ✓ IJulia
  ✓ BenchmarkTools

Структура проекта:
  Корень: /afs/.dk.sci.pfu.edu.ru/home/m/v/mvchuvakina/work/study/2026-1/2026-1--study--mathmod/labs/lab01/project
  Данные: /afs/.dk.sci.pfu.edu.ru/home/m/v/mvchuvakina/work/study/2026-1/2026-1--study--mathmod/labs/lab01/project/data
  Скрипты: /afs/.dk.sci.pfu.edu.ru/home/m/v/mvchuvakina/work/study/2026-1/2026-1--study--mathmod/labs/lab01/project/src
  Графики: /afs/.dk.sci.pfu.edu.ru/home/m/v/mvchuvakina/work/study/2026-1/2026-1--study--mathmod/labs/lab01/project/plots
mvchuvakina@dk7n02 ~/work/study/2026-1/2026-1--study--mathmod/labs/lab01/project $
```

Рис. 3: Проверка установки

Создадим папку для скриптов.

Создадим проверочный скрипт.

```
mvchuvakina@dk7n02 ~/work/study/2026-1/2026-1--study--mathmod/labs/lab01/project $ cat > scripts/test_setup.jl
mvchuvakina@dk7n02 ~/work/study/2026-1/2026-1--study--mathmod/labs/lab01/project $ cat > scripts/test_setup.jl
<< 'EOF'
#!/usr/bin/env julia
using DrWatson
@quickactivate "project"

println("✓ Проект активирован: ", projectdir())

packages = [
    "DrWatson", "DifferentialEquations", "Plots",
    "DataFrames", "CSV", "JLD2", "Literate", "IJulia", "BenchmarkTools"
]

println("\nПроверка пакетов:")
for pkg in packages
    try
        eval(Meta.parse("using $pkg"))
        println(" ✓ $pkg")
    catch e
        println(" ✗ $pkg: Ошибка загрузки")
    end
end

println("\nСтруктура проекта:")
println(" Корень: ", projectdir())
println(" Данные: ", datadir())
println(" Скрипты: ", srcdir())
```

Реализация модели экспоненциального роста

Создадим первый скрипт (модель экспоненциального роста)

```
mychuvakina@dk7n02 ~/work/study/2026-1/2026-1--study--mathmod/labs/lab01/project $ cat > scripts/01_exponential_growth.jl << 'EOF'
# # Экспоненциальный рост
# **Цель:** Исследовать решение уравнения  $du/dt = \alpha u$ .

using DrWatson
@quickactivate "project"
using DifferentialEquations
using Plots
using DataFrames
using JLD2

script_name = splitext(basename(PROGRAM_FILE))[1]
mkpath(plotsdir(script_name))
mkpath(datadir(script_name))

function exponential_growth!(du, u, p, t)
    α = p
    du[1] = α * u[1]
end

u0 = [1.0]
α = 0.3
tspan = (0.0, 10.0)

prob = ODEProblem(exponential_growth!, u0, tspan, p)
```

Рис. 5: Модель экспоненциального роста 1

Запустим модель

```
mvchuvakina@dk7n02 ~/work/study/2026-1/2026-1--study--mathmod/labs/lab01/project $ julia --project=. scripts/02_exponential_growth.jl
Базовые параметры эксперимента:
 $\alpha = 0.3$ 
 $u_0 = [1.0]$ 
saveat = 0.1
solver = Tsit5{typeof(OrdinaryDiffEqCore.trivial_limiter!), typeof(OrdinaryDiffEqCore.trivial_limiter!), Static.False}(OrdinaryDiffEqCore.trivial_limiter!, OrdinaryDiffEqCore.trivial_limiter!, static(false))
tspan = (0.0, 10.0)

Результаты базового эксперимента:
Финальная популяция: 20.085448516186737
Время удвоения: 2.31
Файл результатов: /afs/.dk.sci.pfu.edu.ru/home/m/v/mvchuvakina/work/study/2026-1/2026-1--study--mathmod/labs/lab01/project/data/02_exponential_growth/single/exp_growth_saveat=0.1_α=0.3.jld2
```

Рис. 6: Запуск скрипта

Посмотрим на график который создался

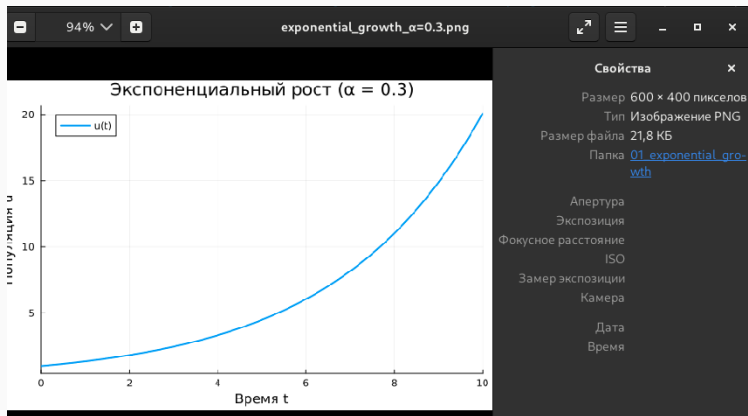


Рис. 7: График

Сгенерируем производные форматы

```
mvchuvakina@dk7n02 ~/work/study/2026-1/2026-1--study--mathmod/labs/lab01/project $ julia --project=. scripts/t
angle.jl scripts/01_exponential_growth.jl
Генерация из: scripts/01_exponential_growth.jl
[ Info: generating plain script file from `~/work/study/2026-1/2026-1--study--mathmod/labs/lab01/project/scrip
ts/01_exponential_growth.jl`
[ Info: writing result to `~/work/study/2026-1/2026-1--study--mathmod/labs/lab01/project/scripts/01_exponentia
l_growth/01_exponential_growth.jl`
✓ Чистый скрипт создан
[ Info: generating markdown page from `~/work/study/2026-1/2026-1--study--mathmod/labs/lab01/project/scripts/0
1_exponential_growth.jl`
[ Info: writing result to `~/work/study/2026-1/2026-1--study--mathmod/labs/lab01/project/markdown/01_exponenti
al_growth/01_exponential_growth.qmd`
✓ Quarto документ создан
[ Info: generating notebook from `~/work/study/2026-1/2026-1--study--mathmod/labs/lab01/project/scripts/01_exp
ponential_growth.jl`
[ Info: writing result to `~/work/study/2026-1/2026-1--study--mathmod/labs/lab01/project/notebooks/01_exponent
ial_growth/01_exponential_growth.ipynb`
✓ Jupyter notebook создан

Готово!
```

Рис. 8: Производные форматы

Проверим созданные файлы

```
готово!
mvchuvakina@dk7n02 ~/work/study/2026-1/2026-1--study--mathmod/labs/lab01/project $ # Проверьте чистый скрипт
ls -la scripts/01_exponential_growth/

# Проверьте Quarto документ
ls -la markdown/01_exponential_growth/

# Проверьте Jupyter notebook
ls -la notebooks/01_exponential_growth/
итого 5
drwxr-xr-x 2 mvchuvakina studsci 2048 фев 16 13:55 .
drwxr-xr-x 5 mvchuvakina studsci 2048 фев 16 14:24 ..
-rw-r--r-- 1 mvchuvakina studsci 974 фев 16 15:55 01_exponential_growth.jl
итого 6
drwxr-xr-x 2 mvchuvakina studsci 2048 фев 16 13:55 .
drwxr-xr-x 5 mvchuvakina studsci 2048 фев 16 14:24 ..
-rw-r--r-- 1 mvchuvakina studsci 1119 фев 16 15:55 01_exponential_growth.qmd
итого 8
drwxr-xr-x 3 mvchuvakina studsci 2048 фев 16 14:05 .
drwxr-xr-x 5 mvchuvakina studsci 2048 фев 16 14:24 ..
-rw-r--r-- 1 mvchuvakina studsci 1963 фев 16 15:55 01_exponential_growth.ipynb
drwxr-xr-x 2 mvchuvakina studsci 2048 фев 16 14:01 .ipynb_checkpoints
mvchuvakina@dk7n02 ~/work/study/2026-1/2026-1--study--mathmod/labs/lab01/project $
```

Рис. 9: Проверка

Запустим Jupyter notebook

```
@save datadir(script_name, all_results.json) at
```

Первые 5 строк результатов:
5x2 DataFrame

Row	t	u
	Float64	Float64
1	0.0	1.0
2	0.1	1.03045
3	0.2	1.06184
4	0.3	1.09417
5	0.4	1.1275

Аналитическое время удвоения: 2.31

Рис. 10: Запуск

Запуск параметрический скрипт

Запустим параметрический скрипт (02_exponential_growth.jl)

```
EOF
mvchuvakina@dk7n02 ~/work/study/2026-1/2026-1--study--mathmod/labs/lab01/project $ julia --project=. scripts/0
2_exponential_growth.jl
Базовые параметры эксперимента:
  α = 0.3
  u0 = [1.0]
  saveat = 0.1
  solver = Tsit5{typeof(OrdinaryDiffEqCore.trivial_limiter!), typeof(OrdinaryDiffEqCore.trivial_limiter!), Sta
tic.False}(OrdinaryDiffEqCore.trivial_limiter!, OrdinaryDiffEqCore.trivial_limiter!, static(false))
  tspan = (0.0, 10.0)
[ Info: File /afs/.dk.sci.pfu.edu.ru/home/m/v/mvchuvakina/work/study/2026-1/2026-1--study--mathmod/labs/lab01/
project/data/02_exponential_growth/single/exp_growth_saveat=0.1_α=0.3.jld2 does not exist. Producing it now...
[ Info: File /afs/.dk.sci.pfu.edu.ru/home/m/v/mvchuvakina/work/study/2026-1/2026-1--study--mathmod/labs/lab01/
project/data/02_exponential_growth/single/exp_growth_saveat=0.1_α=0.3.jld2 saved.

Результаты базового эксперимента:
  Финальная популяция: 20.085448516186737
  Время удвоения: 2.31
  Файл результатов: /afs/.dk.sci.pfu.edu.ru/home/m/v/mvchuvakina/work/study/2026-1/2026-1--study--mathmod/labs
/lab01/project/data/02_exponential_growth/single/exp_growth_saveat=0.1_α=0.3.jld2

=====
ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ СКАНИРОВАНИЕ
```

Рис. 11: Параметрический скрипт

Сгенерируем производные форматы для параметрического скрипта

```
mvchuvakina@dk7n02 ~/work/study/2026-1/2026-1--study--mathmod/labs/lab01/project $ julia --project=. scripts/t
angle.jl scripts/02_exponential_growth.jl
Генерация из: scripts/02_exponential_growth.jl
[ Info: generating plain script file from '~/work/study/2026-1/2026-1--study--mathmod/labs/lab01/project/scr
ipts/02_exponential_growth.jl'
[ Info: writing result to '~/work/study/2026-1/2026-1--study--mathmod/labs/lab01/project/scripts/02_exponentia
l_growth/02_exponential_growth.jl'
  ✓ Чистый скрипт создан
[ Info: generating markdown page from '~/work/study/2026-1/2026-1--study--mathmod/labs/lab01/project/scripts/0
2_exponential_growth.jl'
[ Info: writing result to '~/work/study/2026-1/2026-1--study--mathmod/labs/lab01/project/markdown/02_exponenti
al_growth/02_exponential_growth.qmd'
  ✓ Quarto документ создан
[ Info: generating notebook from '~/work/study/2026-1/2026-1--study--mathmod/labs/lab01/project/scripts/02_exp
onential_growth.jl'
[ Info: writing result to '~/work/study/2026-1/2026-1--study--mathmod/labs/lab01/project/notebooks/02_exponent
ial_growth/02_exponential_growth.ipynb'
  ✓ Jupyter notebook создан

Готово!
```

Рис. 12: Производные форматы

Интегрируем в отчёт. Для этого, мы

Перейдем в папку с отчётом

```
cd ~/work/study/2026-1/2026-1--study--simulation-modeling/labs/lab01/report
```

Отредактируем необходимые файлы. После этого отправим изменения на GitHub

Выводы

В процессе выполнения данной лабораторной работы я изучила модели экспоненциального роста, её программную реализацию на языке Julia, проведение параметрического исследования и освоение принципов литературного программирования.