

Лабораторная работа №1

Подготовка лабораторного стенда

Ромицына Анастасия Романовна

Содержание

1 Цель работы	5
2 Выполнение лабораторной работы	6
3 Выводы	17
Список литературы	18

Список иллюстраций

2.1	Создание каталога для курса	6
2.2	Создание репозитория	6
2.3	Клонирование репозиторий в свой курс	7
2.4	Инициализируем курс	7
2.5	Настраиваем параметры git	7
2.6	Устанавливаем необходимые пакеты	8
2.7	Переписываем предложенный код	8
2.8	Выполняем программу	8
2.9	Переписываем предложенный код	9
2.10	Выполняем программу	9
2.11	Переписываем предложенный код	10
2.12	Выполняем программу	10
2.13	Переписываем предложенный код	11
2.14	Выполняем программу	11
2.15	Просматриваем созданный график	11
2.16	Переписываем предложенный код	12
2.17	Выполняем программу	12
2.18	Переписываем предложенный код	13
2.19	Выполняем программу	13
2.20	Запускаем jupyter и выполняем команды	14
2.21	Добавляем строку в report	14
2.22	Компилируем отчет	15
2.23	Переписываем предложенный код	15
2.24	Выполняем программу	15
2.25	Запускаем jupyter и выполняем команды	16
2.26	Компилируем отчет	16

Список таблиц

1 Цель работы

Целью данной работы является приобретение практических навыков установки системы на персональный компьютер.

2 Выполнение лабораторной работы

Создаем рабочий каталог для всего курса. (рис. 2.1).

```
PS C:\Users\spelo> mkdir -p C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1\2026-1==study--mathmod

Каталог: C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1

Mode          LastWriteTime    Length Name
----          d-----        19.02.2026      20:16   2026-1==study--mathmod

PS C:\Users\spelo> |
```

Рис. 2.1: Создание каталога для курса.

Создаем репозиторий на Git Verse по шаблону. (рис. 2.2).

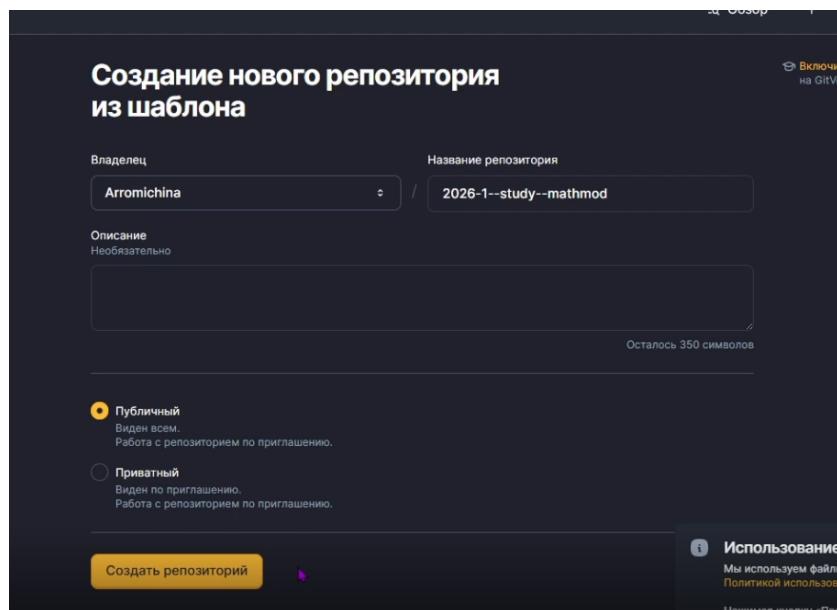


Рис. 2.2: Создание репозитория

Клонируем репозиторий в свой курс (рис. 2.3).

```

PS C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1\2026-1==study--mathmod> git clone ssh://git@gitverse.ru:2222/Arromichina/2026-1--st
udy--mathmod.git
Cloning into '2026-1--study--mathmod'...
** WARNING: connection is not using a post-quantum key exchange algorithm.
** This session may be vulnerable to "store now, decrypt later" attacks.
remote: Enumerating objects: 41, done.
remote: Counting objects: 100% (41/41), done.
remote: Compressing objects: 100% (40/40), done.
remote: Total 41 (delta 1), reused 0 (delta 0), pack-reused 0 (from 0)
Receiving objects: 100% (41/41), 25.31 KiB | 647.00 KiB/s, done.
Resolving deltas: 100% (1/1), done.
PS C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1\2026-1==study--mathmod>

```

Рис. 2.3: Клонирование репозиторий в свой курс

Инициализируем курс (рис. 2.4):

```

MINGW64:/c/Users/spelo/work/arromichina/study/2026-1/2026-1==study--mathmod/2026-1--stud...
ster)
$ cd ~/work/arromichina/study/2026-1/2026-1==study--mathmod/2026-1--study--mathmod
spelo@UnicPC MINGW64 ~/work/arromichina/study/2026-1/2026-1==study--mathmod/2026-1--study--mathmod
(master)
$ echo mathmod > COURSE

spelo@UnicPC MINGW64 ~/work/arromichina/study/2026-1/2026-1==study--mathmod/2026-1--study--mathmod
(master)
$ make prepare
Submodule 'template/presentation' (https://gitverse.ru/dharma/academic-presentation-markdown-template.git) registered for path 'template/presentation'
Submodule 'template/report' (https://gitverse.ru/dharma/academic-laboratory-report-template.git) registered for path 'template/report'
Cloning into 'C:/Users/spelo/work/arromichina/study/2026-1/2026-1==study--mathmod/2026-1--study--mathmod/template/presentation'...
error: RPC failed; curl 56 schannel: server closed abruptly (missing close_notify)
error: 572 bytes of body are still expected
fetch-pack: unexpected disconnect while reading sideband packet
fatal: early EOF
fatal: fetch-pack: invalid index-pack output
fatal: clone of 'https://gitverse.ru/dharma/academic-presentation-markdown-template.git' into submodule path 'C:/Users/spelo/work/arromichina/study/2026-1/2026-1==study--mathmod/2026-1--study--mathmod/template/presentation' failed
Failed to clone 'template/presentation'. Retry scheduled
Cloning into 'C:/Users/spelo/work/arromichina/study/2026-1/2026-1==study--mathmod/2026-1--study--mathmod/template/report'...
Cloning into 'C:/Users/spelo/work/arromichina/study/2026-1/2026-1==study--mathmod/2026-1--study--mathmod/template/presentation'...
Submodule path 'template/presentation': checked out '60a6091ebedbb01a8d98f2c5fae0f98dc63ad031'
Submodule path 'template/report': checked out '708b8c51acd94d4b78e7634198f221e5decb6355'
Submodule path 'template/presentation': checked out '60a6091ebedbb01a8d98f2c5fae0f98dc63ad031'
Synchronizing submodule url for 'template/presentation'
Synchronizing submodule url for 'template/report'

```

Рис. 2.4: Инициализируем курс

Настраиваем параметры git (рис. 2.5):

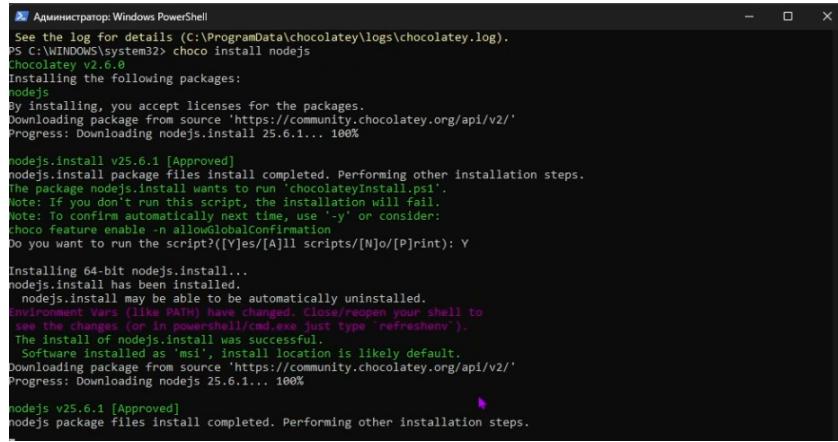
```

PS C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1\2026-1==study--mathmod> git config --global user.name "Anastasia Romitchina"
PS C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1\2026-1==study--mathmod> git config --global user.email "1132236132@rudn.ru"
PS C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1\2026-1==study--mathmod> git config --global core.quotePath false
PS C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1\2026-1==study--mathmod> git config --global init.defaultBranch master

```

Рис. 2.5: Настраиваем параметры git

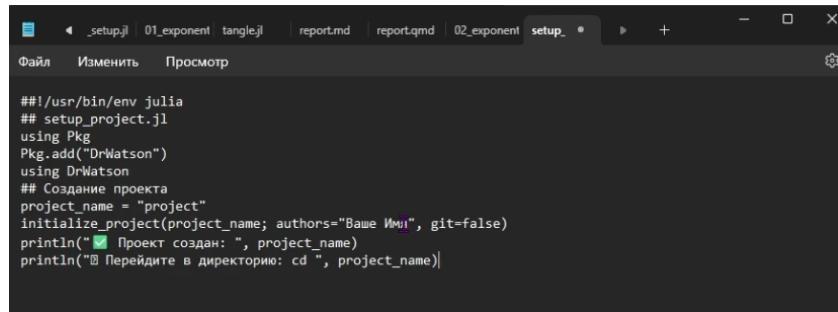
Устанавливаем необходимые пакеты (рис. 2.6):



```
Administrator: Windows PowerShell
See the log for details (C:\ProgramData\chocolatey\logs\chocolatey.log).
PS C:\WINDOWS\system32> choco install nodejs
Chocolatey v2.6.0
Installing the following packages:
nodejs
By installing, you accept licenses for the packages.
Downloading package from source 'https://community.chocolatey.org/api/v2/'
Progress: Downloading nodejs.install 25.6.1... 100%
nodejs.install v25.6.1 [Approved]
nodejs.install package files install completed. Performing other installation steps.
The package nodejs.install wants to run 'chocolateyInstall.ps1'.
Note: If you don't run this script, the installation will fail.
Note: To confirm automatically next time, use '-y' or consider:
choco feature enable -n allowGlobalConfirmation
Do you want to run the script?([Y]es/[A]ll scripts/[N]o/[P]rint): Y
Installing 64-bit nodejs.install...
nodejs.install has been installed.
nodejs.install may be able to be automatically uninstalled.
Environment Vars (like PATH) have changed. Close/reopen your shell to
see the changes (or in powershell/cmd.exe just type "refreshenv").
The install of nodejs.install was successful.
Software installed as ".msi", install location is likely default.
Downloading package from source 'https://community.chocolatey.org/api/v2/'
Progress: Downloading nodejs 25.6.1... 100%
nodejs v25.6.1 [Approved]
nodejs package files install completed. Performing other installation steps.
```

Рис. 2.6: Устанавливаем необходимые пакеты

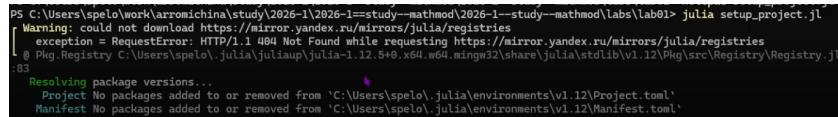
Переписываем предложенный код (рис. 2.7):



```
File Изменить Просмотр
##!/usr/bin/env julia
## setup_project.jl
using Pkg
Pkg.add("DrWatson")
using DrWatson
## Создание проекта
project_name = "project"
initialize_project(project_name; authors="Ваше Имя", git=false)
println("✅ Проект создан: ", project_name)
println("⚠ Перейдите в директорию: cd ", project_name)
```

Рис. 2.7: Переписываем предложенный код

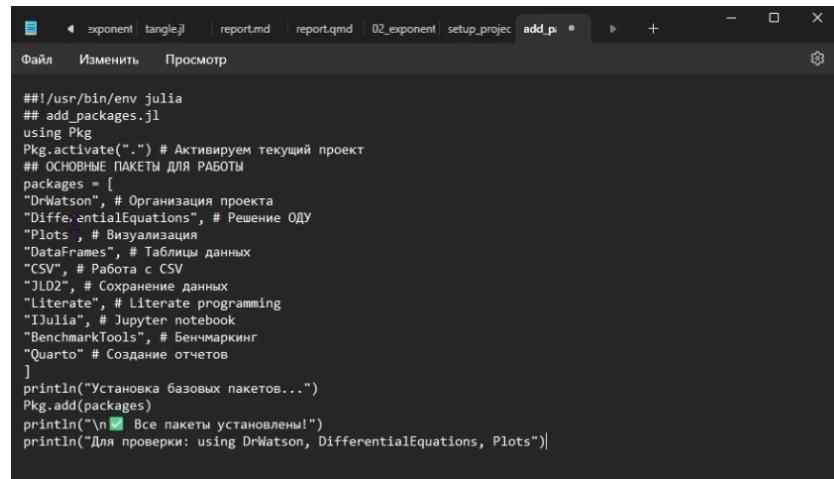
Выполняем программу (рис. 2.8).



```
PS C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1-study--mathmod\2026-1-study--mathmod\labs\lab01> julia setup_project.jl
Warning: could not download https://mirror.yandex.ru/mirrors/julia/registries
exception = RequestError: HTTP/1.1 404 Not Found while requesting https://mirror.yandex.ru/mirrors/julia/registries
@ Pkg.Registry C:\Users\spelo\.julia\juliaup\julia-1.12.5+0.x64.mingw32\share\julia\stdLib\v1.12\Pkg\src\Registry\Registry.jl:83
Resolving package versions...
Project No packages added to or removed from 'C:\Users\spelo\.julia\environments\v1.12\Project.toml'
Manifest No packages added to or removed from 'C:\Users\spelo\.julia\environments\v1.12\Manifest.toml'
```

Рис. 2.8: Выполняем программу

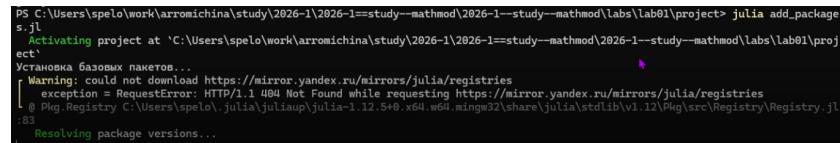
Переписываем предложенный код (рис. 2.9).



```
##!/usr/bin/env julia
## add_packages.jl
using Pkg
Pkg.activate(".") # Активируем текущий проект
## ОСНОВНЫЕ ПАКЕТЫ ДЛЯ РАБОТЫ
packages = [
    "DrWatson", # Организация проекта
    "DifferentialEquations", # Решение ОДУ
    "Plots", # Визуализация
    "DataFrames", # Таблицы данных
    "CSV", # Работа с CSV
    "JLD2", # Сохранение данных
    "Literate", # Literate programming
    "IJulia", # Jupyter notebook
    "BenchmarkTools", # Бенчмаркинг
    "Quarto" # Создание отчетов
]
println("Установка базовых пакетов...")
Pkg.add(packages)
println("\n  Все пакеты установлены!")
println("Для проверки: using DrWatson, DifferentialEquations, Plots")
```

Рис. 2.9: Переписываем предложенный код

Выполняем программу (рис. 2.10)



```
PS C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1==study--mathmod\2026-1==study--mathmod\labs\lab01\project> julia add_package
s.jl
Activating project at 'C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1==study--mathmod\labs\lab01\project'
...
Установка базовых пакетов...
Warning: could not download https://mirror.yandex.ru/mirrors/julia/registries
exception = RequestError: HTTP/1.1 404 Not Found while requesting https://mirror.yandex.ru/mirrors/julia/registries
@ Pkg.Registry C:\Users\spelo\julia\juliaup\julia-1.12.5+0.x64.mingw32\share\julia\stdlib\v1.12\Pkg\src\Registry\Registry.jl:83
Resolving package versions...
```

Рис. 2.10: Выполняем программу

Переписываем предложенный код (рис. 2.11).

```
##!/usr/bin/env julia
## test_setup.jl
using DrWatson
@quickactivate "project"
println("✓ Проект активирован: ", projectdir())
## Проверка пакетов
packages = [
    "DrWatson", # Организация проекта
    "DifferentialEquations", # Решение ОДУ
    "Plots", # Визуализация
    "DataFrames", # Таблицы данных
    "CSV", # Работа с CSV
    "JLD2", # Сохранение данных
    "Literate", # Literate programming
    "IJulia", # Jupyter notebook
    "BenchmarkTools", # Бенчмаркинг
    "Quarto" # Создание отчетов
]
println("\nПроверка пакетов:")
for pkg in packages
    try
        eval(Meta.parse("using $pkg"))
        println(" ✓ $pkg")
    catch e
        println(" X $pkg: Ошибка загрузки")
    end
end
## Проверка путей
println("\nСтруктура проекта:")
println(" Корень: " projectdir())
println(" Данные: ", datadir())
println(" Скрипты: ", srcdir())
println(" Графики: ", plotsdir())
```

Рис. 2.11: Переписываем предложенный код

Выполняем программу (рис. 2.12)

```
PS C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project> julia --project=scripts/test_setup.jl
✓ Проект активирован: C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project

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

Структура проекта:
Корень: C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project
Данные: C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project\data
Скрипты: C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project\src
Графики: C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project\plots
PS C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project>
```

Рис. 2.12: Выполняем программу

Переписываем предложенный код (рис. 2.13).

```

using DrWatson
@quickactivate "project"
using DifferentialEquations
using Plots
using DataFrames
function exponential_growth!(du, u, p, t)
    α = p
    du[1] = α * u[1]
end
u₀ = [1.0] # начальная популяция
α = 0.3 # скорость роста
tspan = (0.0, 10.0) # временной интервал
prob = ODEProblem(exponential_growth!, u₀, tspan, α)
sol = solve(prob, Tsit5(), saveat=0.1)
plot(sol, label="u(t)", xlabel="Время t", ylabel="Популяция u",
      title="Экспоненциальный рост (α = $α)", lw=2, legend=:topleft)
savefig(plotsdir("exponential_growth_α=$α.png"))
df = DataFrame(t=sol.t, u=first.(sol.u))
println("Первые 5 строк результатов:")
println(first(df, 5))
u_final = last(sol.u)[1]
doubling_time = log(2) / α
println("Аналитическое время удвоения: ", round(doubling_time; digits=2))

```

Рис. 2.13: Переписываем предложенный код

Выполняем программу (рис. 2.14)

```

PS C:\Users\spelo\work\arrromichina\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1==study--mathmod\labs\lab01\project> julia --project=
scripts/01_exponential_growth.jl
Первые 5 строк результатов:
5x2 DataFrame
Row | t          u
     | Float64  Float64
1   | 0.0        1.0
2   | 0.1        1.03845
3   | 0.2        1.06184
4   | 0.3        1.09417
5   | 0.4        1.1275
Аналитическое время удвоения: 2.31
PS C:\Users\spelo\work\arrromichina\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1==study--mathmod\labs\lab01\project>

```

Рис. 2.14: Выполняем программу

Просматриваем созданный график (рис. 2.15)

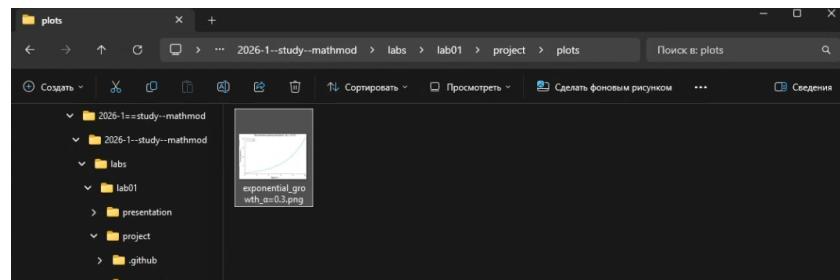


Рис. 2.15: Просматриваем созданный график

Переписываем предложенный код (рис. 2.16).

```

Файл Изменить Просмотр
using Plots
using DataFrames
using JLD2
script_name = splitext(basename(PROGRAM_FILE))[1]
makedirs(plotdir(script_name))
makedirs(datadir(script_name))
## Определение модели
# Уравнение экспоненциального роста:
# du/dt = αu, u(0) = u0
function exponential_growth!(du, u, p, t)
    α = p
    du[1] = α * u[1]
end
## Первый запуск с параметрами по умолчанию
# Зададим начальные параметры:
u0 = [1.0] # начальная популяция
α = 0.3 # скорость роста
tspan = (0.0, 10.0) # временной интервал
prob = ODEProblem(exponential_growth!, u0, tspan, α)
sol = solve(prob, Tsit5(), saveat=0.1)
## Визуализация результатов
# Построим график решения:
plot(sol, label="u(t)", xlabel="Время t", ylabel="Популяция u",
      title="Экспоненциальный рост (α = $α)", lw=2, legend=:topleft)
# Сохраним график в папку plots
savefig(plotdir(script_name), "exponential_growth_α=$α.png")
## Анализ результатов
# Создадим таблицу с данными:
df = DataFrame(t=sol.t, u=first(sol.u))
println("Первые 5 строк результатов:")
println(first(df, 5))
# Вычислим удвоение популяции:
u_final = last(sol.u)[1]
doubling_time = log(2) / α
println("\nАналитическое время удвоения: ", round(doubling_time));

```

Рис. 2.16: Переписываем предложенный код

Выполняем программу (рис. 2.17)

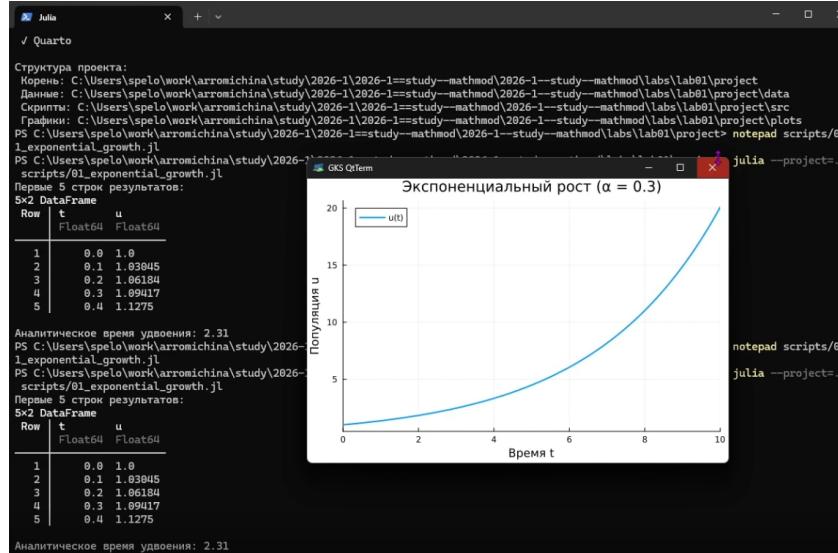
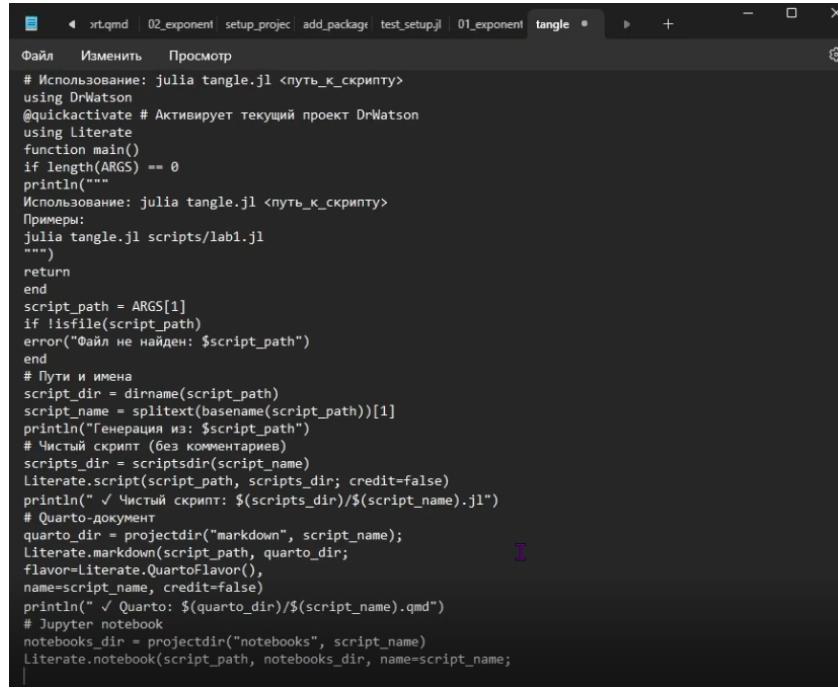


Рис. 2.17: Выполняем программу

Переписываем предложенный код (рис. 2.18).



```
# Использование: julia tangle.jl <путь_к_скрипту>
using DrWatson
@quickactivate # Активирует текущий проект DrWatson
using Literate
function main()
if length(ARGS) == 0
println("")
Использование: julia tangle.jl <путь_к_скрипту>
Примеры:
julia tangle.jl scripts/lab1.jl
"""
return
end
script_path = ARGS[1]
if !isfile(script_path)
error("Файл не найден: $script_path")
end
# Пути и имена
script_dir = dirname(script_path)
script_name = splitext(basename(script_path))[1]
println("Генерация из: $script_path")
# Чистый скрипт (без комментариев)
scripts_dir = scriptsdir(script_name)
Literate.script(script_path, scripts_dir, credit=false)
println("✓ Чистый скрипт: $(scripts_dir)/$(script_name).jl")
# Quarto-документ
quarto_dir = projectdir("markdown", script_name);
Literate.markdown(script_path, quarto_dir;
flavor=Literate.QuartoFlavor(),
name=script_name, credit=false)
println("✓ Quarto: $(quarto_dir)/$(script_name).qmd")
# Jupyter notebook
notebooks_dir = projectdir("notebooks", script_name)
Literate.notebook(script_path, notebooks_dir, name=script_name,
```

Рис. 2.18: Переписываем предложенный код

Выполняем программу (рис. 2.19)



```
PS C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project> julia --project=.
scripts/tangle.jl scripts/01_exponential_growth.jl
[ Info: generating plain script file from 'C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project\scripts\01_exponential_growth.jl'
[ Info: writing result to 'C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project\scripts\01_exponential_growth.jl'
[ Info: generating markdown page from 'C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project\scripts\01_exponential_growth.jl'
[ Info: writing result to 'C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project\markdown\01_exponential_growth\01_exponential_growth.qmd'
✓ Quarto: C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project\markdown\01_exponential_growth\01_exponential_growth.qmd
[ Info: generating notebook from 'C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project\scripts\01_exponential_growth.jl'
[ Info: writing result to 'C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project\notebooks\01_exponential_growth\01_exponential_growth.ipynb'
✓ Notebook: C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project\notebooks\01_exponential_growth\01_exponential_growth.ipynb

Готово! Все файлы созданы.
PS C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project>
```

Рис. 2.19: Выполняем программу

Запускаем jupyter и выполняем команды (рис. 2.20)

The screenshot shows a Jupyter Notebook window with the title "jupyter 01_exponential_growth". The menu bar includes File, Edit, View, Run, Kernel, Settings, and Help. The toolbar has icons for New, Open, Save, Run, Kernel, Help, and Code. A status bar at the bottom right says "JupyterLab".

First run with default parameters

```
[*]: u0 = [1.0] # начальная популяция
a = 0.3 # скорость роста
tspan = (0.0, 10.0) # временный интервал
prob = ODEProblem(exponential_growth!, u0, tspan, a)
sol = solve(prob, Tsit5(), saveat=0.1)
```

Visualization of results

We will plot the solution:

```
[*]: plot(sol, label="u(t)", xlabel="Время t", ylabel="Популяция u",
       title="Экспоненциальный рост (a = $a)", lw=2, legend=:topleft)
```

We will save the plot:

```
[*]: savefig(plotsdir(script_name, "exponential_growth_a=$a.png"))
```

Analysis of results

We will create a table of data:

```
[*]: df = DataFrame(t=sol.t, u=first.(sol.u))
println("Первые 5 строк результатов:")
println(first(df, 5))
```

We will calculate the doubling time:

```
[*]: u_final = last(sol.u)[1]
doubling_time = log(2) / a
println("\nаналитическое время удвоения: ", round(doubling_time; digits=2))
```

Рис. 2.20: Запускаем юрuter и выполняем команды

Добавляем строку в report (рис. 2.21)

```

1  project:
2    title: "report"
3    output-dir: "_output"
4
5    standalone: true
6    self-contained: true
7
8    ## Julia support
9    engine: julia
10   julia:
11     exeflags: ["--project=../project"]
12     ## Generic options
13     lang: ru-RU
14     number-sections: true
15     toc: true
16     toc-title: "Содержание"
17     toc-depth: 2
18     ## Crossref customization
19     crossref:
20       lof-title: "Список иллюстраций"
21       lot-title: "Список таблиц"
22       lol-title: "Листинги"
23       ## Bibliography
24       bibliography:

```

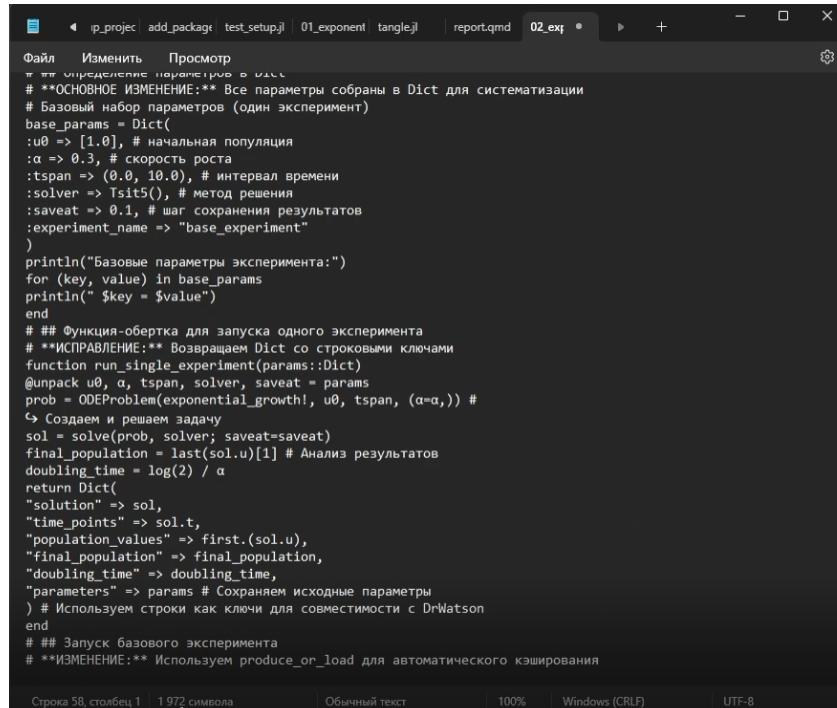
Рис. 2.21: Добавляем строку в report

Компилируем отчет (рис. 2.22)

```
PS C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1==study--mathmod\labs\lab01\report> quarto render repo
rt.qmd
Running [1/8] at line 51:  using DrWatson
Running [2/8] at line 67:  function exponential_growth!(du, u, p, t)
Running [3/8] at line 77:  u0 = [1.0] # начальная популяция
Running [4/8] at line 88:  plot(sol, label=u(t)^t, xlabel="Время t^t", ylabel="Популяция u",
Running [5/8] at line 95:  savefig(plotdir(script_name, "exponential_growth_a=5a.png"))
Running [6/8] at line 102:  df = DataFrame(t=solt, u=first.(sol.u))
Running [7/8] at line 110:  u_final = last(sol.u)[1]
Running [8/8] at line 118:  @save datadir(script_name, "all_results.jld2") df
```

Рис. 2.22: Компилируем отчет

Переписываем предложенный код (рис. 2.23).



```
Файл Изменить Просмотр
# *** определение параметров в Dict
# **ОСНОВНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ:** Все параметры собраны в Dict для систематизации
# базовый набор параметров (один эксперимент)
base_params = Dict(
    :u0 => [1.0], # начальная популяция
    :α => 0.3, # скорость роста
    :tspan => (0.0, 10.0), # интервал времени
    :solver => Tsit5(), # метод решения
    :saveat => 0.1, # шаг сохранения результатов
    :experiment_name => "base_experiment"
)
println("Базовые параметры эксперимента:")
for (key, value) in base_params
    println(" $key = $value")
end
# ## Функция-обертка для запуска одного эксперимента
# **ИСПРАВЛЕНИЕ:** Возвращаем Dict со строковыми ключами
function run_single_experiment(params::Dict)
    @unpack u0, α, tspan, solver, saveat = params
    prob = ODEProblem(exponential_growth!, u0, tspan, (α,u,))
    # Создаем и решаем задачу
    sol = solve(prob, solver; saveat=saveat)
    final_population = last(sol.u)[1] # Анализ результатов
    doubling_time = log(2) / α
    return Dict(
        "solution" => sol,
        "time_points" => sol.t,
        "population_values" => first.(sol.u),
        "final_population" => final_population,
        "doubling_time" => doubling_time,
        "parameters" => params # Сохраняем исходные параметры
    ) # Используем строки как ключи для совместимости с DrWatson
end
# ## Запуск базового эксперимента
# **ИЗМЕНЕНИЕ:** Используем produce_or_load для автоматического кэширования
```

Рис. 2.23: Переписываем предложенный код

Выполняем программу (рис. 2.24)

```
PS C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1==study--mathmod\labs\lab01\project> notepad scripts/02_exponential_growth.jl
PS C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1==study--mathmod\labs\lab01\project> julia --project=
scripts/02_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!), Static.False)(OrdinaryDiffEqCore.trivial_limiter!, OrdinaryDiffEqCore.trivial_limiter!, static(false))
experiment_name = base_experiment
tspan = (0.0, 10.0)
[ Info: File C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1==study--mathmod\labs\lab01\project\data\02_exponential_growth\single\exp_growth_experiment_name=base_experiment_saveat=0.1_α=0.3.jld2 does not exist. Producing it now...
[ Info: File C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1==study--mathmod\labs\lab01\project\data\02_exponential_growth\single\exp_growth_experiment_name=base_experiment_saveat=0.1_α=0.3.jld2 saved.

Результаты базового эксперимента:
Финальная популяция: 28.0854951618676
Время удвоения: 2.31
Файл результатов: C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1==study--mathmod\labs\lab01\project\data\02_exponential_growth\single\exp_growth_experiment_name=base_experiment_saveat=0.1_α=0.3.jld2
```

Рис. 2.24: Выполняем программу

Запускаем jupyter и выполняем команды (рис. 2.25)

The screenshot shows a Jupyter Notebook window titled "jupyter 02_exponential_growth". A context menu is open over a cell, with the "Run Selected Cell and Insert Below" option highlighted. The notebook contains the following code:

```
[ ]: using @quid
[ ]: using DataFrames
[ ]: using Plots
[ ]: using JLD2
[ ]: using BenchmarkTools

[ ]: script_name = splitext(basename(PROGRAM_FILE))[1]
[ ]: makedirs(plotdir(script_name))
[ ]: makedirs(datadir(script_name))

Определение модели
Модель:  $du/dt = \alpha \cdot u$ 

[ ]: function exponential_growth!(du, u, p, t)
    a = p.a # **ЭКСПЕРИМЕНТ** // Параметры теперь передаются как именованный кортеж
    du[1] = a * u[1]
end

Определение параметров в Dict
ОСНОВНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ: Все параметры собраны в Dict для систематизации базовый набор параметров (один эксперимент)
```

Рис. 2.25: Запускаем jupyter и выполняем команды

Компилируем отчет (рис. 2.26)

The screenshot shows a Julia terminal window with the following command history:

```
Running [5/8] at line 95: savefig(plotdir(script_name, "exponential_growth_a=$a.png"))
Running [6/8] at line 102: df = DataFrame(t=sol.t, u=first.(sol.u))
Running [7/8] at line 110: u_final = last(sol.u)[1]
Running [8/8] at line 118: @save datadir(script_name, "all_results.jld2") df
pandoc
  to: html
  output-file: report.html
  standalone: true
  self-contained: true
  section-divs: true
  htmlmath-method: mathjax
  wrap: none
  default-image-extension: png
  number-sections: true
  toc: true
  toc-depth: 2
  variables: {}

metadata
  document-css: false
  link-citations: true
  date-format: long
  lang: ru
  julia:
    execflags:
      - '-project=..'
    toc-title: Содержание
    crossref:
      lof-title: Список иллюстраций
      lot-title: Список таблиц
      lol-title: Листинги
    bibliography:
      - bib/cite.bib
    csl: _resources/csl/gost-r-7-0-5-2008-numeric.csl
    title: Лабораторная работа №1
    subtitle: Модель экспоненциального роста
    author: Анастасия
    date: '2026-02-19'
```

Рис. 2.26: Компилируем отчет

3 Выводы

В ходе выполнения лабораторной работы были приобретены практические навыки установки системы на свой пк.

Список литературы