

Лабораторная работа №1

Подготовка лабораторного стенда

Ромицина А. Р.

20 февраля 2026

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Информация

Докладчик

- Ромицына Анастасия Романовна
- НПИбд-02-23 Студ. билет: 1132236132
- Российский университет дружбы народов
- 1132236132@pfur.ru

Вводная часть

Цель работы

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

Основная часть

Подготовка

- Создание каталога для курса.

```
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> |
```

Подготовка

- Создаем репозиторий на Git Verse по шаблону.

The screenshot shows a dark-themed web interface for creating a new repository. At the top, there's a header with the text 'Создание нового репозитория из шаблона'. Below it, there are two input fields: 'Владелец' (Owner) set to 'Arromichina' and 'Название репозитория' (Repository name) set to '2026-1--study--mathmod'. To the right of these fields is a button labeled 'Включить на GitVerse'. Underneath, there's a 'Описание' (Description) field with the placeholder 'Необязательно' (Optional) and a note 'Осталось 350 символов' (350 characters left). At the bottom, there are two radio buttons for repository visibility: 'Публичный' (Public) which is selected, and 'Приватный' (Private).

Создание нового репозитория из шаблона

Владелец

Arromichina

Название репозитория

2026-1--study--mathmod

Включить на GitVerse

Описание

Необязательно

Осталось 350 символов

Публичный

Виден всем.

Работа с репозиторием по приглашению.

Приватный

Виден по приглашению.

Работа с репозиторием по приглашению.

Подготовка

- Клонирование репозиторий в свой курс

```
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.
** The server may need to be upgraded. See https://openssh.com/pq.html
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>
```

Настройка

- Инициализируем курс

```
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'
```

Настройка

- Настраиваем параметры git

```
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
```

Настройка

- Устанавливаем необходимые пакеты

```
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%

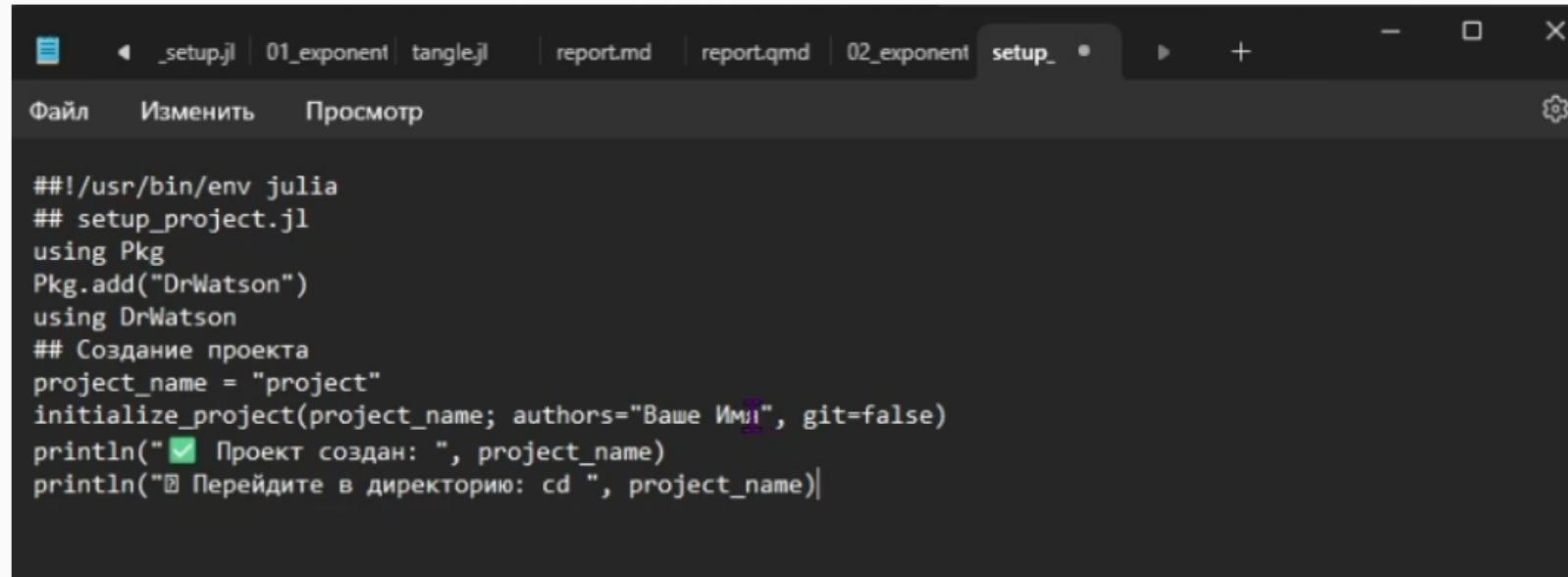
nodejs.install v25.6.1 [Approved]
nodejs.install package files install completed. Performing other installation steps.
The package nodejs.install wants to run 'chocolateyInstall.ps1'.
Note: If you don't run this script, the installation will fail.
Note: To confirm automatically next time, use '-y' or 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]
```

Работа с файлами

- Переписываем предложенный код



The screenshot shows a code editor window with a dark theme. The title bar displays several file tabs: _setup.jl, 01_exponent.jl, tangle.jl, report.md, report.qmd, 02_exponent.jl, and setup_.jl. The setup_.jl tab is currently active. Below the title bar is a menu bar with Russian labels: Файл (File), Изменить (Edit), Просмотр (View), and a settings gear icon. The main editor area contains the following Julia code:

```
##!/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)
```

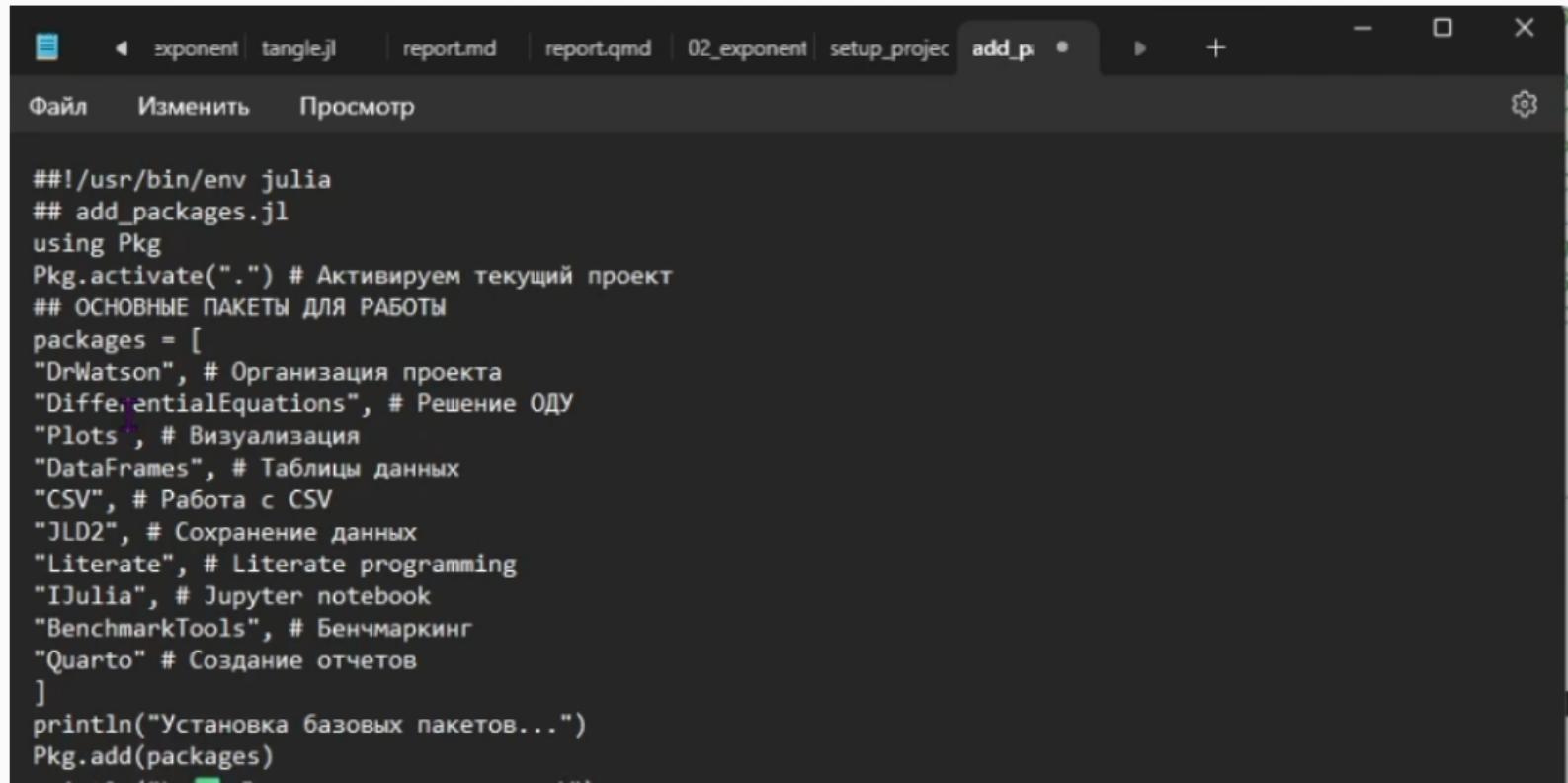
Работа с файлами

- Выполняем программу

```
PS C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1\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'
```

Работа с файлами

- Переписываем предложенный код



The screenshot shows a code editor window with a dark theme. The title bar includes file tabs: exponent, tangle.jl, report.md, report.qmd, 02_exponent, setup_project, add_packages.jl, and a new tab indicator. Below the title bar is a menu bar with 'Файл' (File), 'Изменить' (Edit), 'Просмотр' (View), and a settings gear icon. The main editor area contains the following Julia code:

```
##!/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)
```

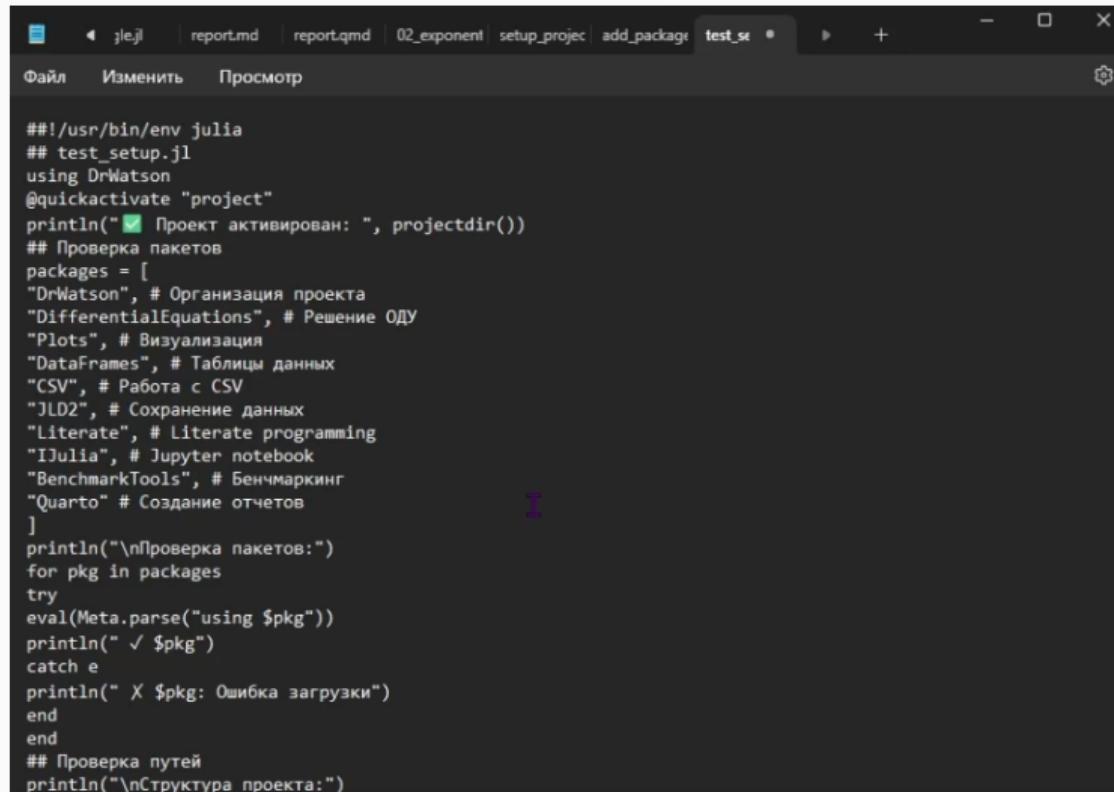
Работа с файлами

- Выполняем программу

```
PS C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1\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\proj
ect'
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...
```

Работа с файлами

- Переписываем предложенный код



```
##!/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(" ❌ $pkg: Ошибка загрузки")
    end
end
## Проверка путей
println("\nСтруктура проекта:")
```

Работа с файлами

- Выполняем программу

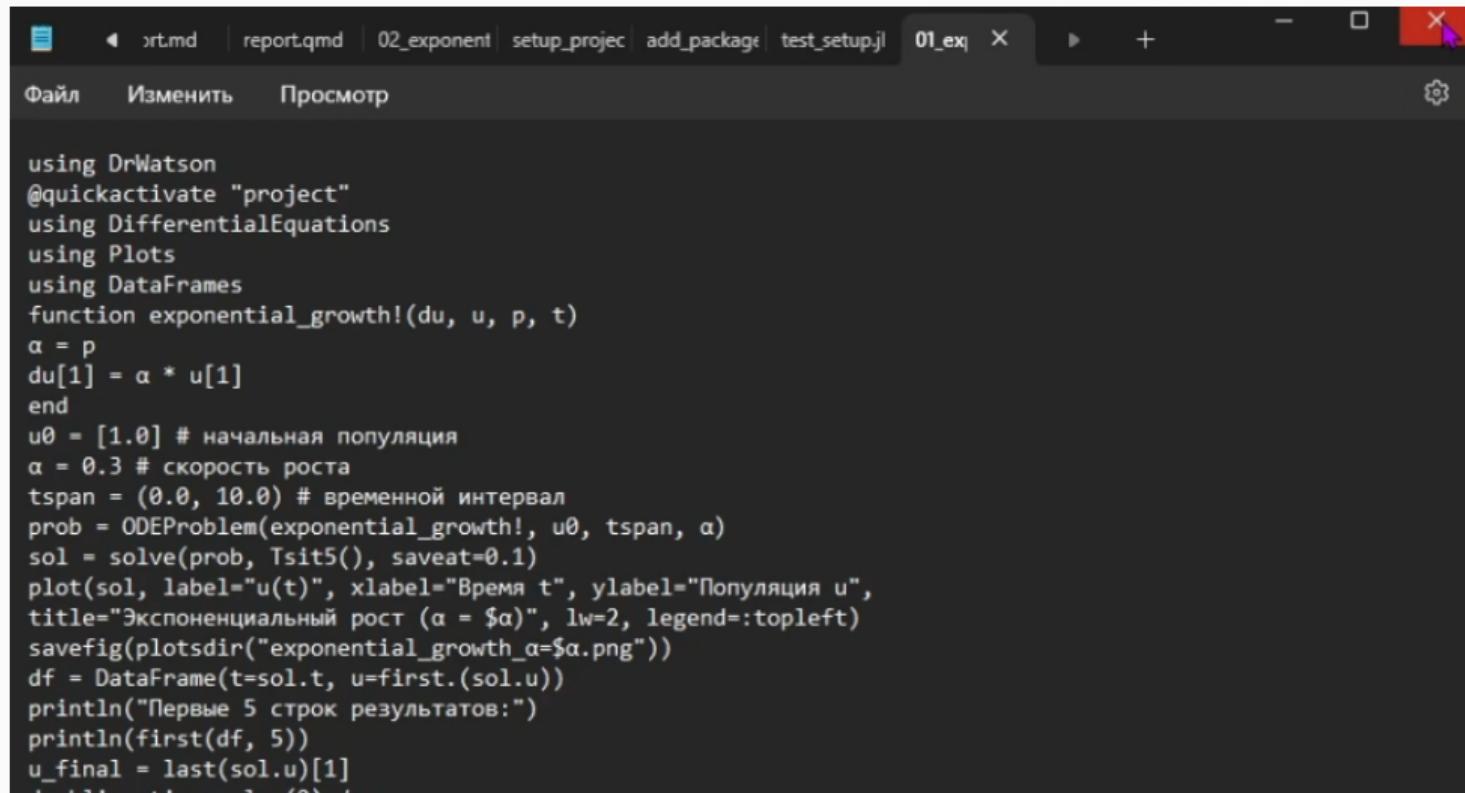
```
PS C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project> julia --project=.scripts/test_setup.jl
[✓] Проект активирован: C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project

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>
```

Работа с файлами

- Переписываем предложенный код



The screenshot shows a Jupyter Notebook interface with a dark theme. The top bar displays several tabs: 'ort.md', 'report.qmd', '02_exponent', 'setup_project', 'add_package', 'test_setup.jl', '01_ex', and 'X'. Below the tabs is a menu bar with 'Файл', 'Изменить', 'Просмотр', and a settings icon. The main area contains the following R code:

```
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]
```

Работа с файлами

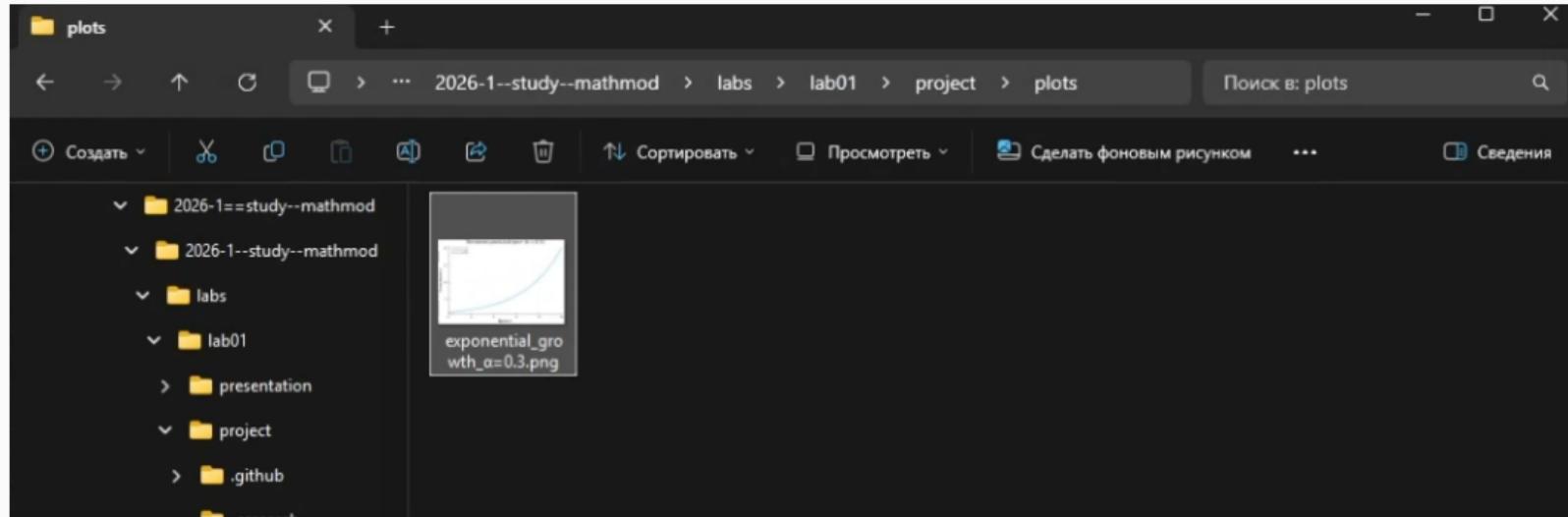
- Выполняем программу

```
PS C:\Users\spelo\work\arromichina\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    1.03045
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\arromichina\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1==study--mathmod\labs\lab01\project>
```

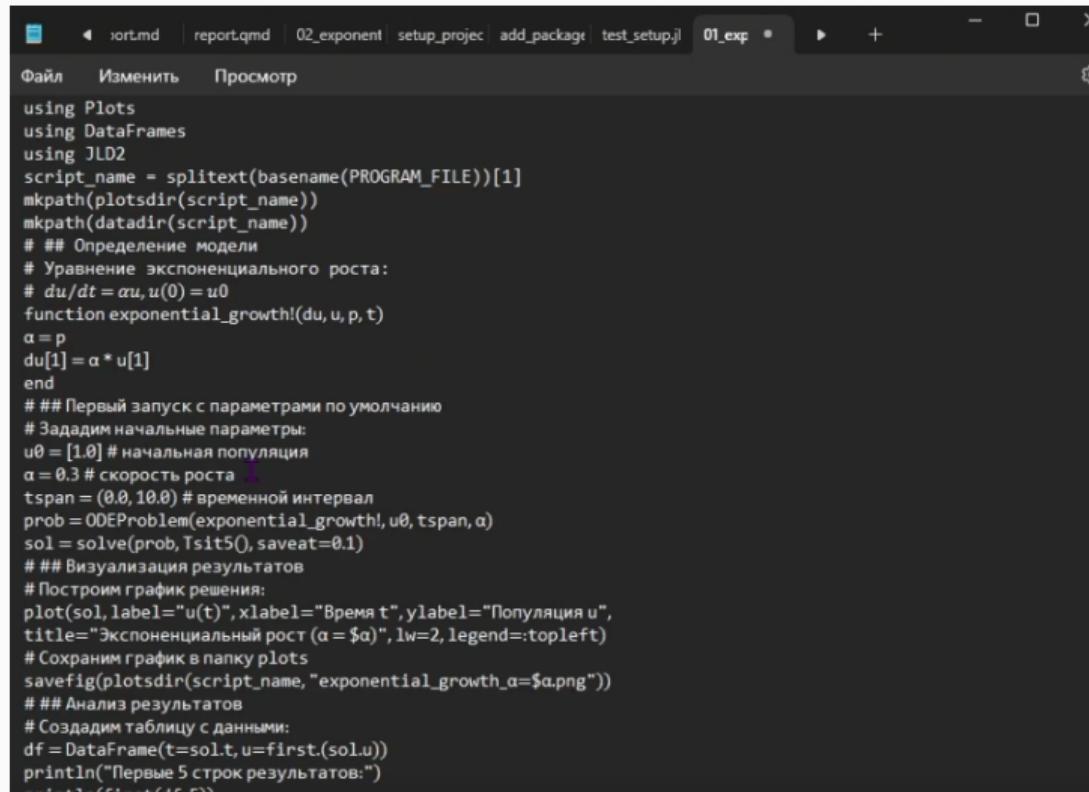
Работа с файлами

- Просматриваем созданный график



Работа с файлами

- Переписываем предложенный код



```
Файл Изменить Просмотр
using Plots
using DataFrames
using JLD2
script_name = splitext(basename(PROGRAM_FILE))[1]
mkpath(plotspath(script_name))
mkpath(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 = $α)", lw=2, legend=:topleft)
# Сохраним график в папку plots
savefig(plotspath(script_name), "exponential_growth_α=$α.png")
# ## Анализ результатов
# Создадим таблицу с данными:
df = DataFrame(t=sol.t,u=first.(sol.u))
println("Первые 5 строк результатов:")
print(df[1:5,:])
```

Работа с файлами

- Выполняем программу

```
Julia      × + ▾
✓ 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> notepad scripts/01_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/01_exponential_growth.jl
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
PS C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project>
PS C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project> notepad scripts/01_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/01_exponential_growth.jl
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
```

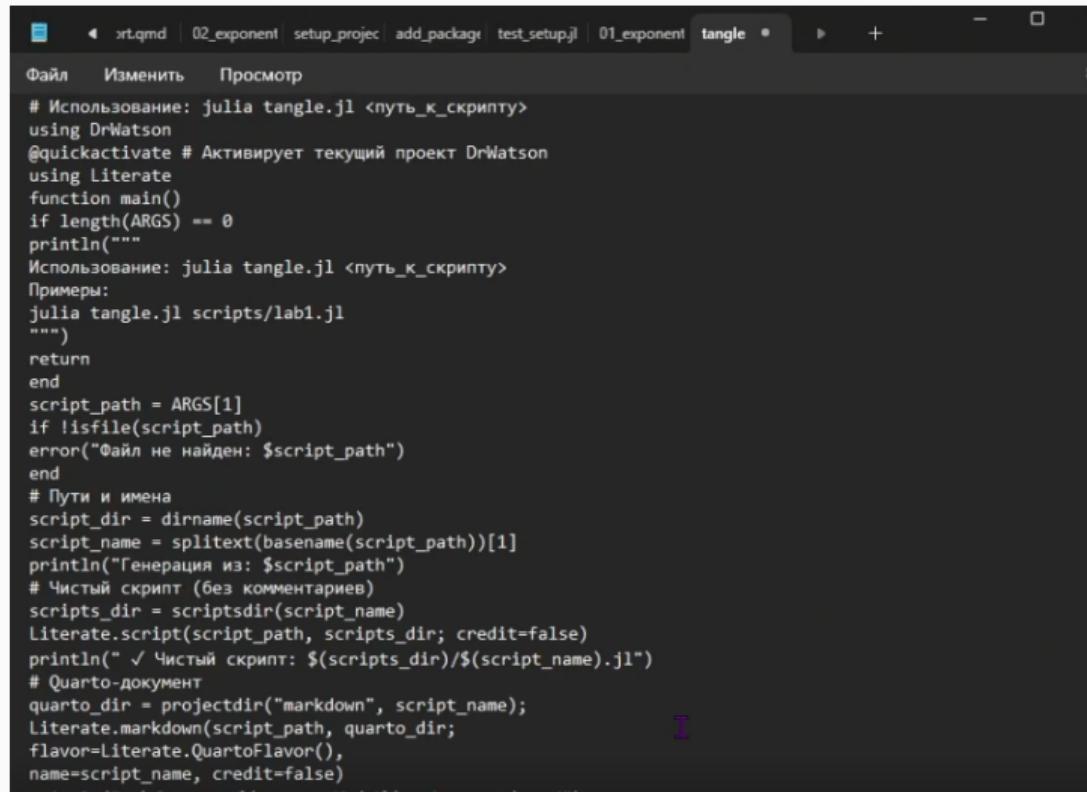
Экспоненциальный рост ($\alpha = 0.3$)

Популяция u

Время t

Работа с файлами

- Переписываем предложенный код



```
# 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)
```

Работа с файлами

- Выполняем программу

```
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
Генерация из: 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\01_exponential_growth.jl'
✓ Чистый скрипт: C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project\scripts\01_exponential_growth\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\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\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\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\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>
```

Работа с файлами

- Запускаем jupyter и выполняем команды

jupyter 01_exponential_growth

File Edit View Run Kernel Settings Help

+ X C ► Code ▾

JupyterLab

end

Первый запуск с параметрами по умолчанию

Зададим начальные параметры:

```
[*]: u0 = [1.0] # начальная популяция
a = 0.3 # скорость роста
tspan = (0, 10.0) # временной интервал
prob = ODEProblem(exponential_growth!, u0, tspan, a)
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 (a = $a)", lw=2, legend=:topleft)
```

Сохраним график в папку plots

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

Работа с файлами

- Добавляем строку в report

```
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"
```

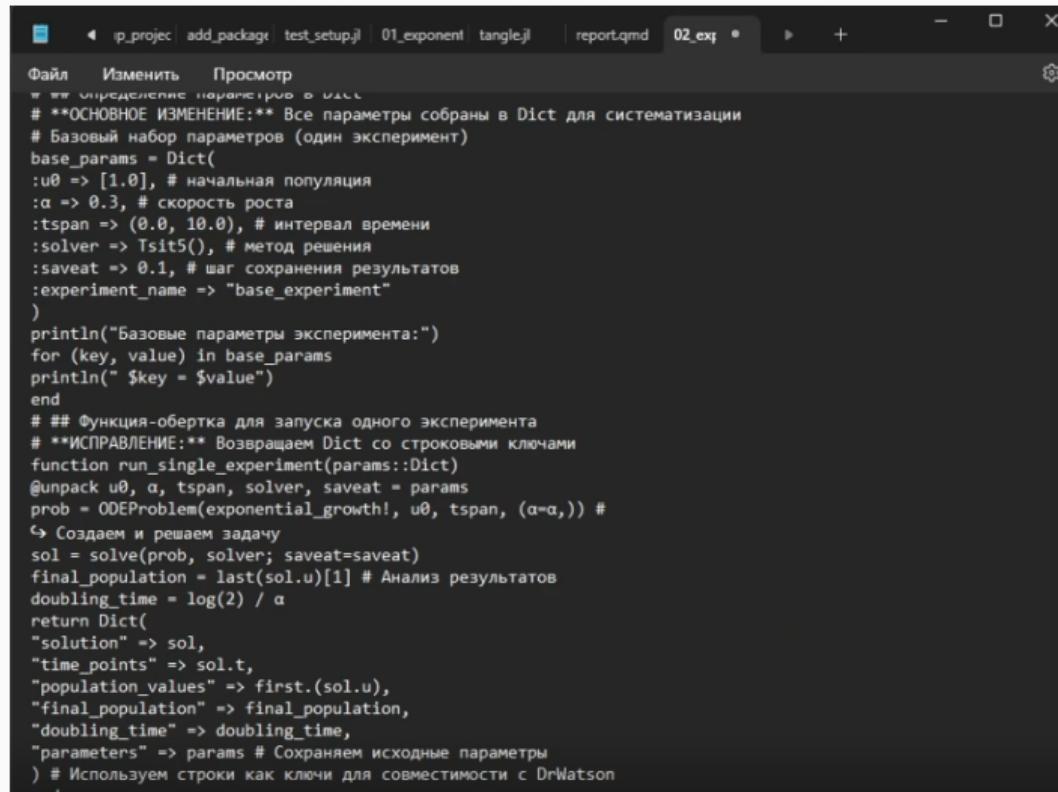
Работа с файлами

- Компилируем отчет

```
PS C:\Users\spelo\work\arromichina\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\report> quarto render report.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)", xlabel="Время t", ylabel="Популяция u",
Running [5/8] at line 95: savefig(plotsdir(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
```

Работа с файлами

- Переписываем предложенный код



The screenshot shows a Jupyter Notebook cell with the following code:

```
# **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=α)) #
    ↳ 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
```

Работа с файлами

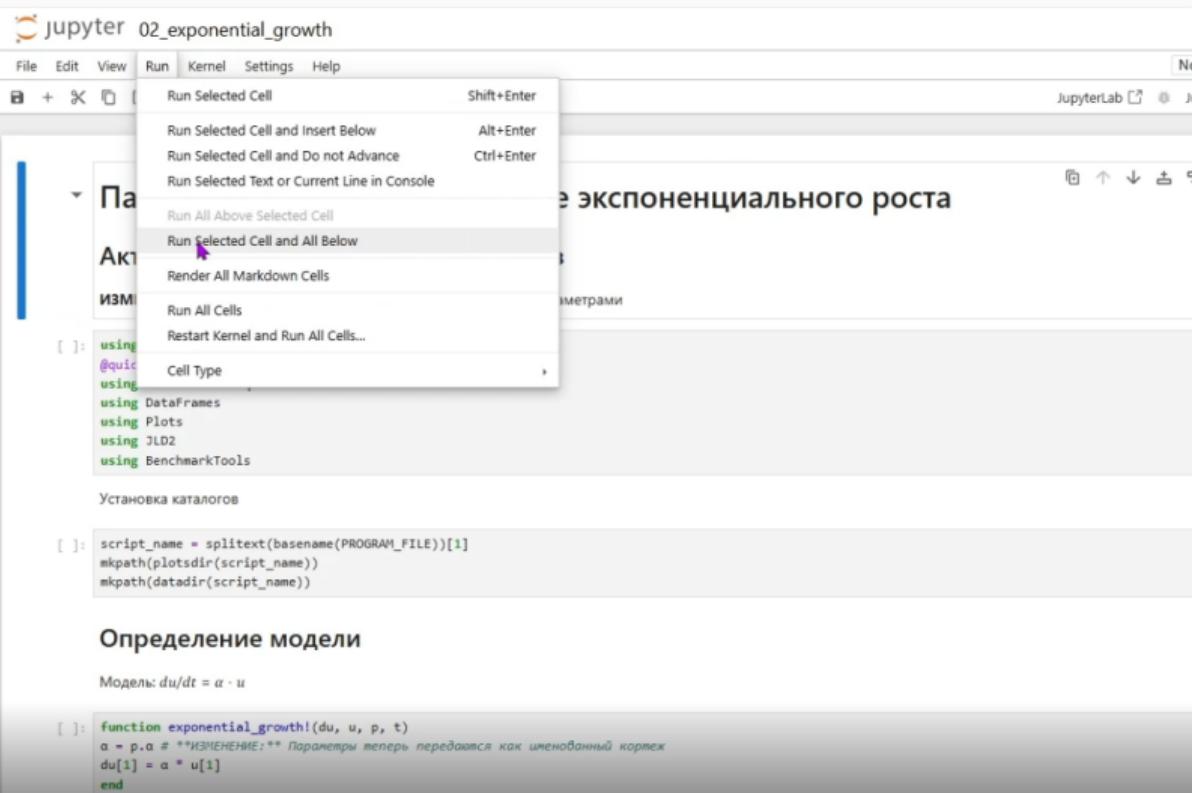
- Выполняем программу

```
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:
a = 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_a=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_a=0.3.jld2 saved.

Результаты базового эксперимента:
Финальная популяция: 20.08544851618676
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_a=0.3.jld2
```

Работа с файлами

- Запускаем jupyter и выполняем команды



The screenshot shows a Jupyter Notebook interface with the title "jupyter 02_exponential_growth". The menu bar includes File, Edit, View, Run, Kernel, Settings, and Help. A context menu is open over a cell, with the "Run Selected Cell and All Below" option highlighted. The notebook contains several cells of Python code related to exponential growth, including imports for DataFrames, Plots, JLD2, and BenchmarkTools, and code for setting up plot and data directories. Below the code, a section titled "Определение модели" (Definition of the model) discusses the differential equation $du/dt = \alpha \cdot u$. The bottom cell contains a function definition for "exponential_growth!".

```
File Edit View Run Kernel Settings Help
Run Selected Cell Shift+Enter
Run Selected Cell and Insert Below Alt+Enter
Run Selected Cell and Do not Advance Ctrl+Enter
Run Selected Text or Current Line in Console
Run All Above Selected Cell
Run Selected Cell and All Below
Run All Cells
Restart Kernel and Run All Cells...
Cell Type

[ ]:
using
@quic
using
using DataFrames
using Plots
using JLD2
using BenchmarkTools

Установка каталогов

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

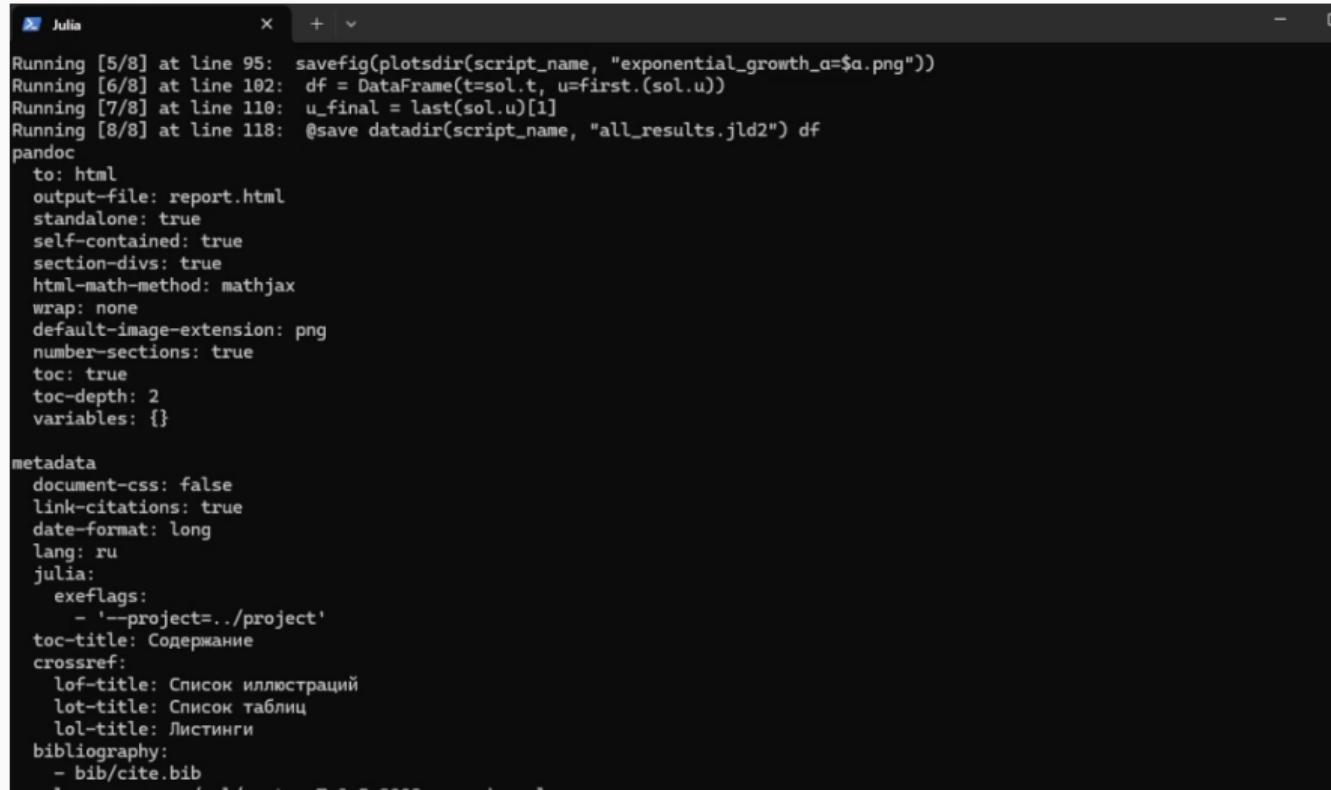
Определение модели

Модель:  $du/dt = \alpha \cdot u$ 

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

Работа с файлами

- Компилируем отчет



The screenshot shows a Julia IDE window with the title "Julia". The code editor displays the configuration for generating a report. The code includes sections for saving plots, creating a DataFrame, and using Pandoc to generate an HTML file. It specifies various Pandoc options like `to: html`, `output-file: report.html`, and `variables: {}`. The `metadata` section includes `document-css: false`, `link-citations: true`, `date-format: long`, `lang: ru`, and `julia: {exeflags: ["--project=../project"]}`. The `toc-title` is set to "Содержание". The `crossref` section defines titles for the List of Figures, List of Tables, and List of Listings. The `bibliography` section lists files like `bib/cite.bib` and `bib/refs.bib`.

```
Running [5/8] at line 95: savefig(plotsdir(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
  html-math-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:
    exeflags:
      - '--project=../project'
  toc-title: Содержание
crossref:
  lof-title: Список иллюстраций
  lot-title: Список таблиц
  lol-title: Листинги
bibliography:
  - bib/cite.bib
  - bib/refs.bib
```

Вывод

Вывод

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