

# **Лабораторная работа №1**

## Подготовка лабораторного стенда

---

Спелов А. Н.

20 февраля 2026

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

# Информация

---

## Докладчик

---

- Спелов Андрей Николаевич
- НПИбд-02-23 Студ. билет: 1132231839
- Российский университет дружбы народов
- 1132231839@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 ~/work/anspelov/study/2026-1/2026-1==study--mathmod
```

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

Mode	LastWriteTime	Length	Name
-----	-----	-----	-----
d----	19.02.2026 14:10		2026-1==study--mathmod

```
PS C:\Users\spelo> cd ~/work/anspelov/study/2026-1/2026-1==study--mathmod
```

```
PS C:\Users\spelo\work\anspelov\study\2026-1\2026-1==study--mathmod>
```

# Подготовка

- Создаем репозиторий на Git Verse по шаблону.

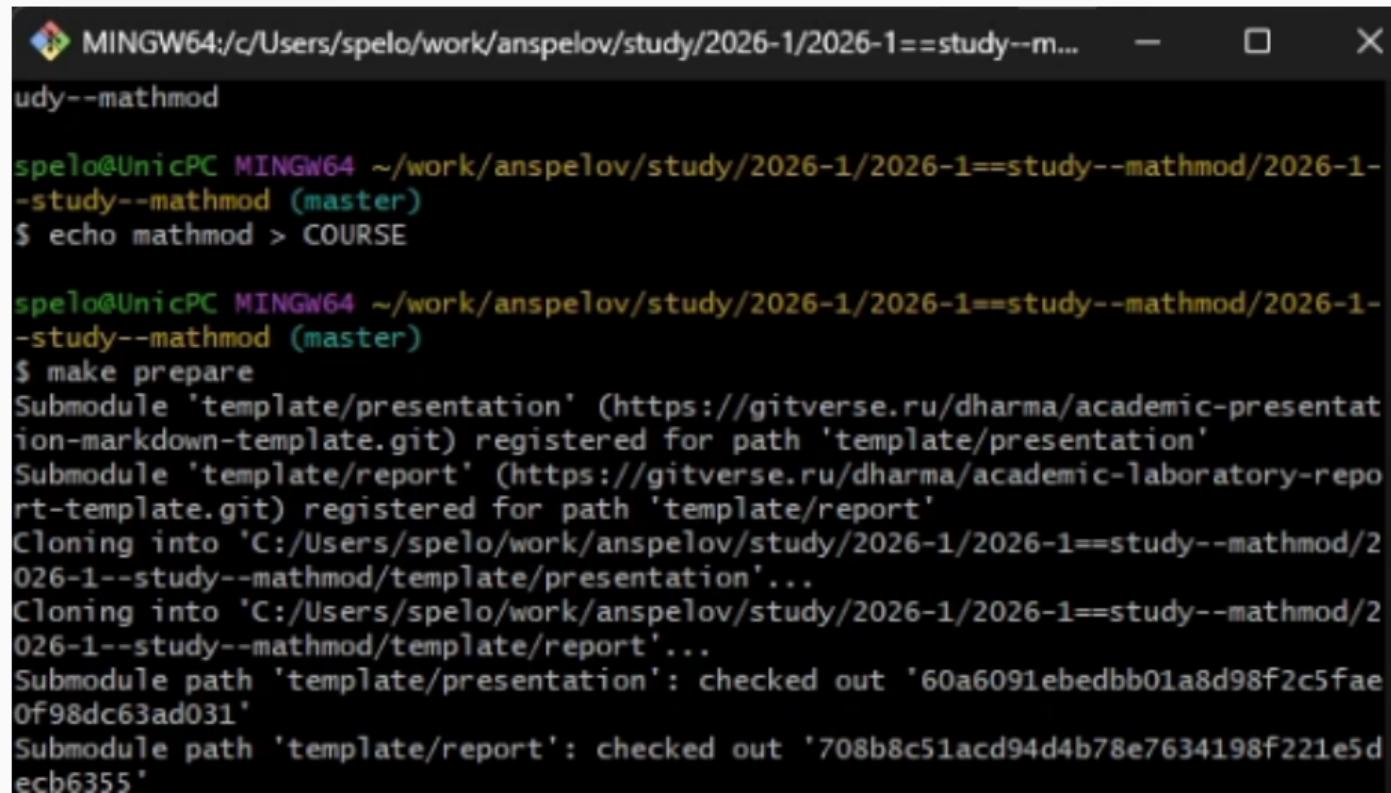
The screenshot shows the 'Create New Repository' interface on the Git Verse platform. At the top, there's a header with the Git Verse logo and navigation links for 'Обзор' (Overview) and '+'. Below the header, the main title is 'Создание нового репозитория из шаблона' (Create New Repository from Template). The form fields include 'Владелец' (Owner) set to 'SpelovAN', 'Название репозитория' (Repository Name) set to '2026-1--study--mathmod', and an optional 'Описание' (Description) field which is currently empty. A note says 'Осталось 350 символов' (350 characters left). Below the form, there are two radio button options for repository visibility: 'Публичный' (Public) and 'Приватный' (Private). The 'Публичный' option is selected. A note under the public option says 'Виден всем. Работа с репозиторием по приглашению.' (Visible to all. Work with the repository by invitation.). A note under the private option says 'Виден по приглашению. Работа с репозиторием по приглашению.' (Visible by invitation. Work with the repository by invitation.). At the bottom right is a yellow 'Создать репозиторий' (Create Repository) button. The bottom right corner of the slide shows the page number '5/30'.

- Клонирование репозиторий в свой курс

```
PS C:\Users\spelo\work\anspelov\study\2026-1\2026-1==study--mathmod> git clone -c core.sshCommand="ssh -i C:\\\\Users\\\\spelo\\\\.ssh\\\\id_ed25519-gitverse -p 2222" ssh://git@gitverse.ru/SpelovAN/2026-1==study--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 | 2.53 MiB/s, done.
Resolving deltas: 100% (1/1), done.
```

# Настройка

- Инициализируем курс



```
MINGW64:/c/Users/spelo/work/anspelov/study/2026-1/2026-1==study--m... - X
udy--mathmod

spelo@UnicPC MINGW64 ~/work/anspelov/study/2026-1/2026-1==study--mathmod/2026-1-
-study--mathmod (master)
$ echo mathmod > COURSE

spelo@UnicPC MINGW64 ~/work/anspelov/study/2026-1/2026-1==study--mathmod/2026-1-
-study--mathmod (master)
$ make prepare
Submodule 'template/presentation' (https://gitverse.ru/dharma/academic-presentat-
ion-markdown-template.git) registered for path 'template/presentation'
Submodule 'template/report' (https://gitverse.ru/dharma/academic-laboratory-repo-
rt-template.git) registered for path 'template/report'
Cloning into 'C:/Users/spelo/work/anspelov/study/2026-1/2026-1==study--mathmod/2
026-1--study--mathmod/template/presentation'...
Cloning into 'C:/Users/spelo/work/anspelov/study/2026-1/2026-1==study--mathmod/2
026-1--study--mathmod/template/report'...
Submodule path 'template/presentation': checked out '60a6091ebedbb01a8d98f2c5fae
0f98dc63ad031'
Submodule path 'template/report': checked out '708b8c51acd94d4b78e7634198f221e5d
ecb6355'
```

# Настройка

- Настраиваем параметры git

```
PS C:\Users\spelo> git config --global user.name "Andrei Spelov"
PS C:\Users\spelo> git config --global user.email "1132231839@rudn.ru"
PS C:\Users\spelo> git config --global core.quotepath false
PS C:\Users\spelo> git config --global init.defaultBranch master
PS C:\Users\spelo> git config --global core.autocrlf true
PS C:\Users\spelo> git config --global core.safecrlf warn
```

# Настройка

- Устанавливаем необходимые пакеты

```
Administrator: Windows PowerShell
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%

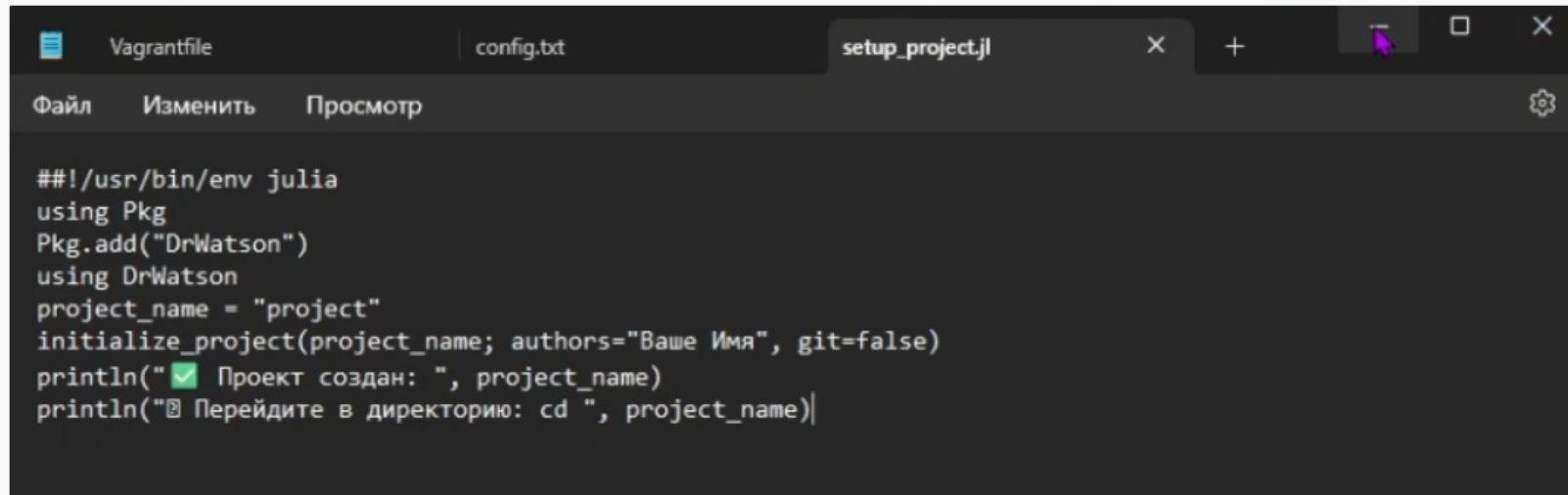
nodejs v25.6.1 [Approved]
nodejs package files install completed. Performing other installation steps.
The install of nodejs was successful.
Deployed to 'C:\ProgramData\chocolatey\lib\nodejs'

Chocolatey installed 2/2 packages.
See the log for details (C:\ProgramData\chocolatey\logs\chocolatey.log).
PS C:\WINDOWS\system32> choco install yarn
Chocolatey v2.6.0
Installing the following packages:
yarn
By installing, you accept licenses for the packages.
Downloading package from source 'https://community.chocolatey.org/api/v2/'
Progress: Downloading yarn 1.22.22... 100%

yarn v1.22.22 [Approved]
yarn package files install completed. Performing other installation steps.
The package yarn 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:
```

# Работа с файлами

- Переписываем предложенный код



The screenshot shows a code editor window with three tabs at the top: "Vagrantfile", "config.txt", and "setup\_project.jl". The "setup\_project.jl" tab is active. Below the tabs is a menu bar with Russian labels: "Файл" (File), "Изменить" (Edit), and "Просмотр" (View). The main editor area contains the following Julia code:

```
##!/usr/bin/env julia
using Pkg
Pkg.add("DrWatson")
using DrWatson
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

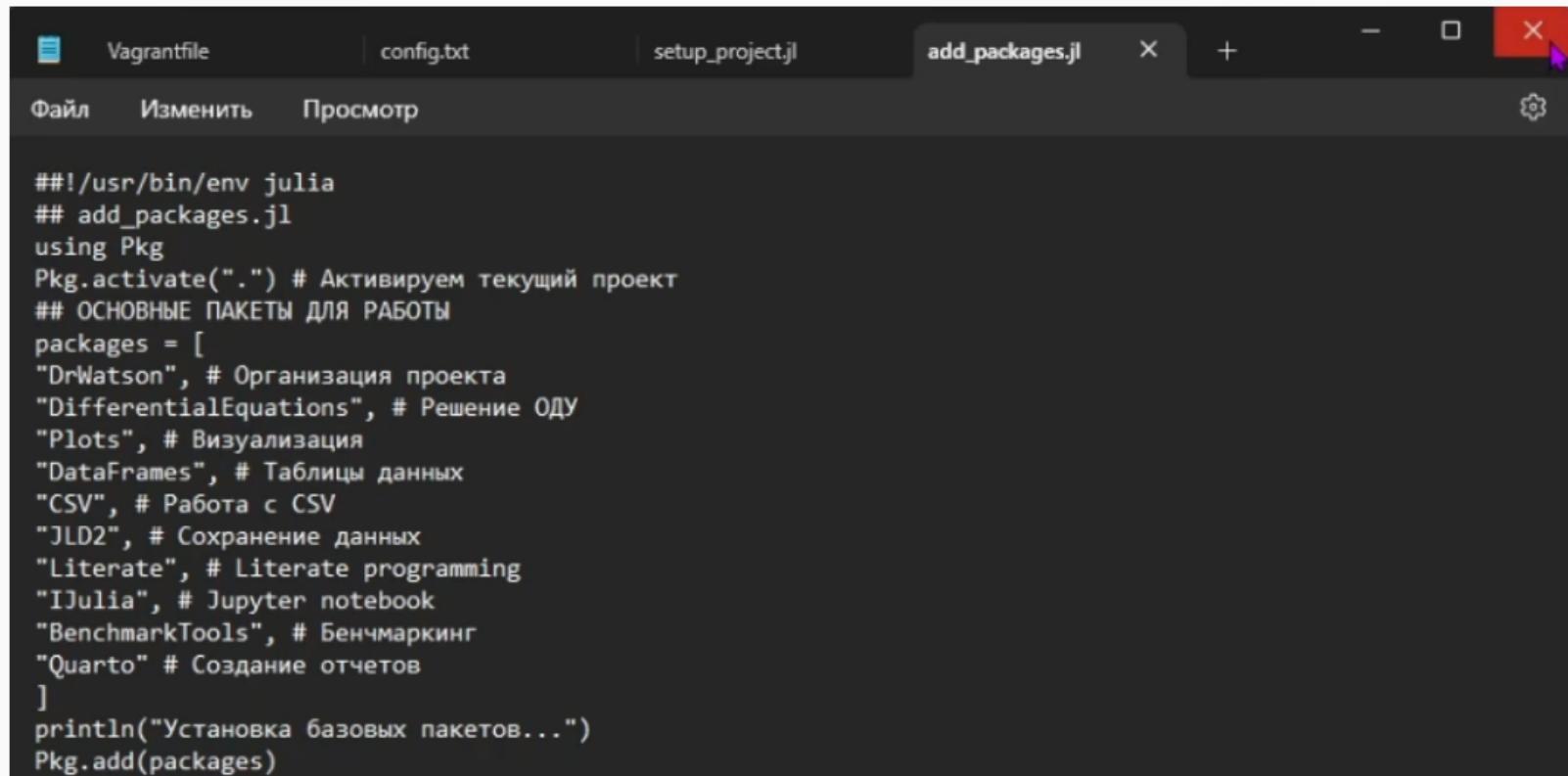
- Выполняем программу

```
PS C:\Users\spelo\work\anspelev\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1==study--mathmod\labs\lab01> julia setup_project.jl
  Installing known registries into 'C:\Users\spelo\.julia'
  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.w64.mingw32\share\julia\stdlib\v1.12\Pkg\src\Registry\Registry.jl
:83
  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.w64.mingw32\share\julia\stdlib\v1.12\Pkg\src\Registry\Registry.jl
:83
  Cloning registry from "https://github.com/JuliaRegistries/General.git"
    Added registry 'General' to 'C:\Users\spelo\.julia\registries\General'
  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.w64.mingw32\share\julia\stdlib\v1.12\Pkg\src\Registry\Registry.jl
:83
    Updating registry at 'C:\Users\spelo\.julia\registries\General'
  Info: The General registry is installed via git. Consider reinstalling it via
the newer faster direct from tarball format by running:
  pkg> registry rm General; registry add General

  Updating git-repo 'https://github.com/JuliaRegistries/General.git'
```

# Работа с файлами

- Переписываем предложенный код



```
##!/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

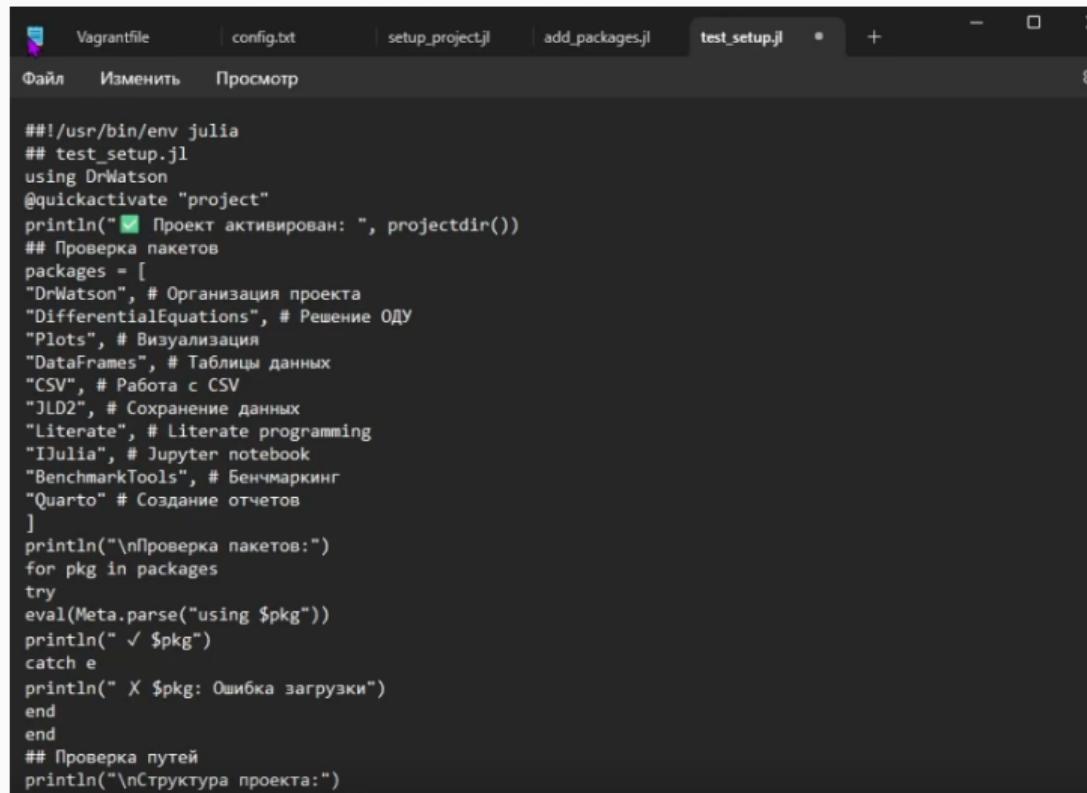
- Выполняем программу

```
PS C:\Users\spelo\work\anspelov\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01> cd project
PS C:\Users\spelo\work\anspelov\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project> notepad add_packages.jl
PS C:\Users\spelo\work\anspelov\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project> julia add_packages.jl
Activating project at 'C:\Users\spelo\work\anspelov\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...
```

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

# Работа с файлами

- Выполняем программу

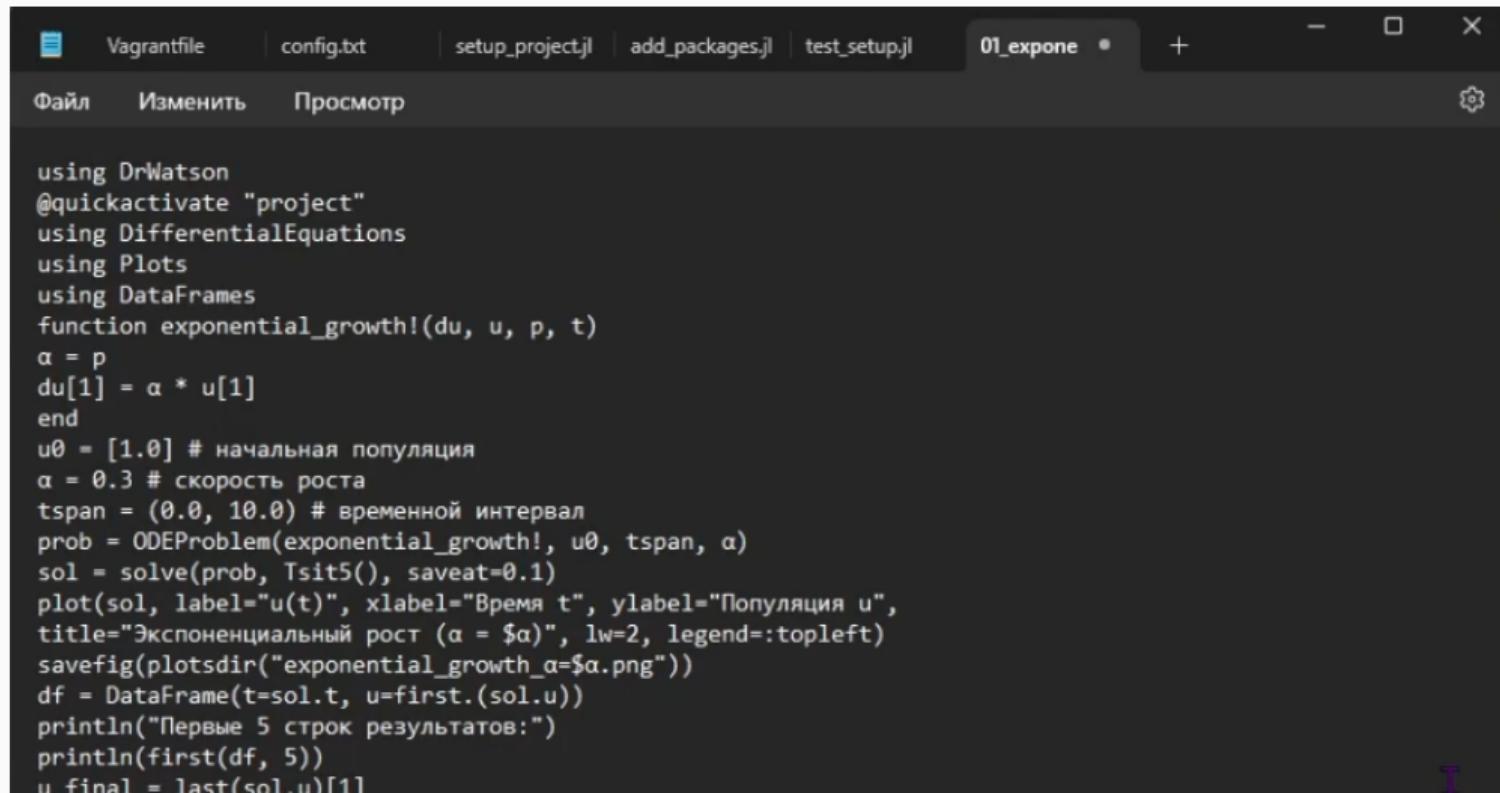
```
PS C:\Users\spelo\work\anspelov\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project> julia --project=. scripts/test_setup.jl
 Проект активирован: C:\Users\spelo\work\anspelov\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project

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

Структура проекта:
Корень: C:\Users\spelo\work\anspelov\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project
Данные: C:\Users\spelo\work\anspelov\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project\data
Скрипты: C:\Users\spelo\work\anspelov\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project\src
Графики: C:\Users\spelo\work\anspelov\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project\plots
PS C:\Users\spelo\work\anspelov\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 navigation bar includes tabs for 'Vagrantfile', 'config.txt', 'setup\_project.jl', 'add\_packages.jl', 'test\_setup.jl', and '01\_exponen'. Below the tabs is a menu bar with 'Файл', 'Изменить', and 'Просмотр'. The main area contains the following Julia script:

```
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

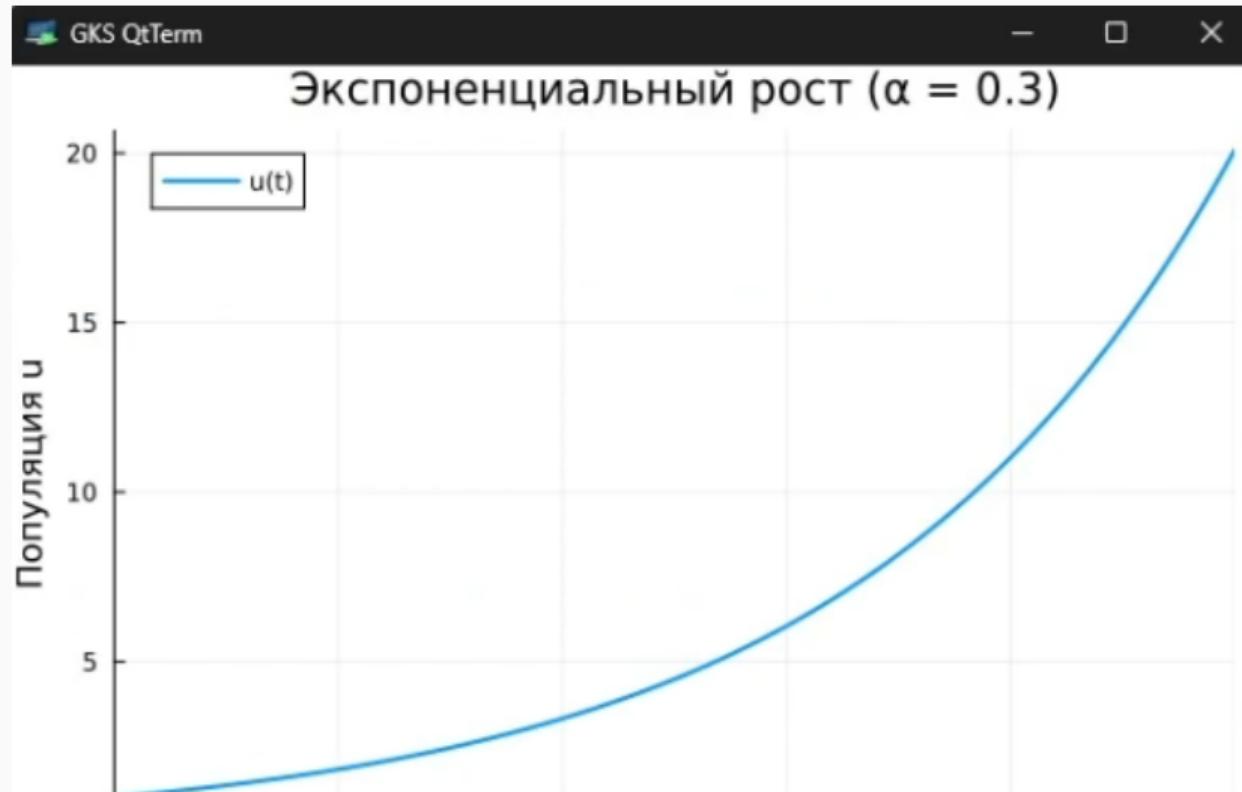
- Выполняем программу

```
PS C:\Users\spelo\work\anspelov\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:
5×2 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\anspelov\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1==study--mathmod\labs\lab01\project>
```

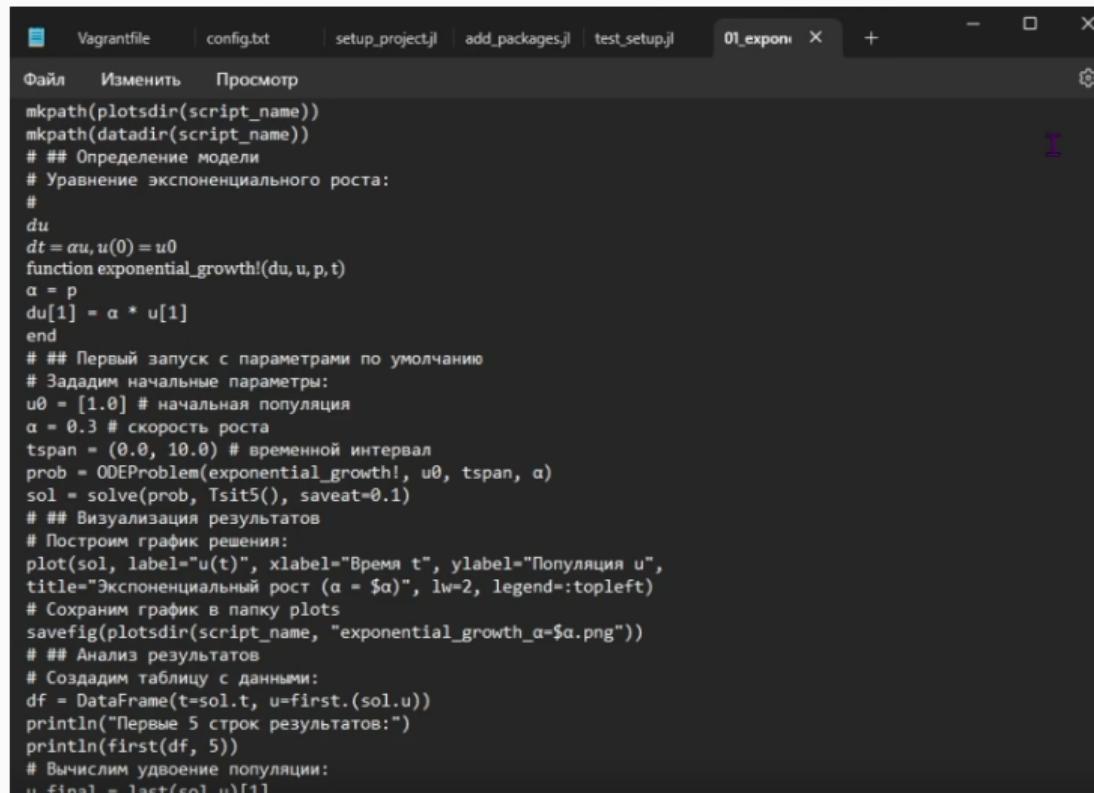
# Работа с файлами

- Просматриваем созданный график



# Работа с файлами

- Переписываем предложенный код



The screenshot shows a code editor window with a dark theme. The title bar includes tabs for 'Vagrantfile', 'config.txt', 'setup\_project.jl', 'add\_packages.jl', 'test\_setup.jl', and '01\_expon.jl'. The main area contains an R script:

```
Файл Изменить Просмотр
makedirs(plotsdir(script_name))
makedirs(datadir(script_name))
## Определение модели
# Уравнение экспоненциального роста:
#
du
dt = alpha * u(0) = u0
function exponential_growth!(du, u, p, t)
    alpha = p
    du[1] = alpha * u[1]
end
## Первый запуск с параметрами по умолчанию
# Зададим начальные параметры:
u0 = [1.0] # начальная популяция
alpha = 0.3 # скорость роста
tspan = (0.0, 10.0) # временной интервал
prob = ODEProblem(exponential_growth!, u0, tspan, alpha)
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 (alpha = $alpha)", lw=2, legend=:topleft)
# Сохраним график в папку plots
savefig(plotsdir(script_name, "exponential_growth_alpha=$alpha.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:
## final = last(df).u[1]
```

# Работа с файлами

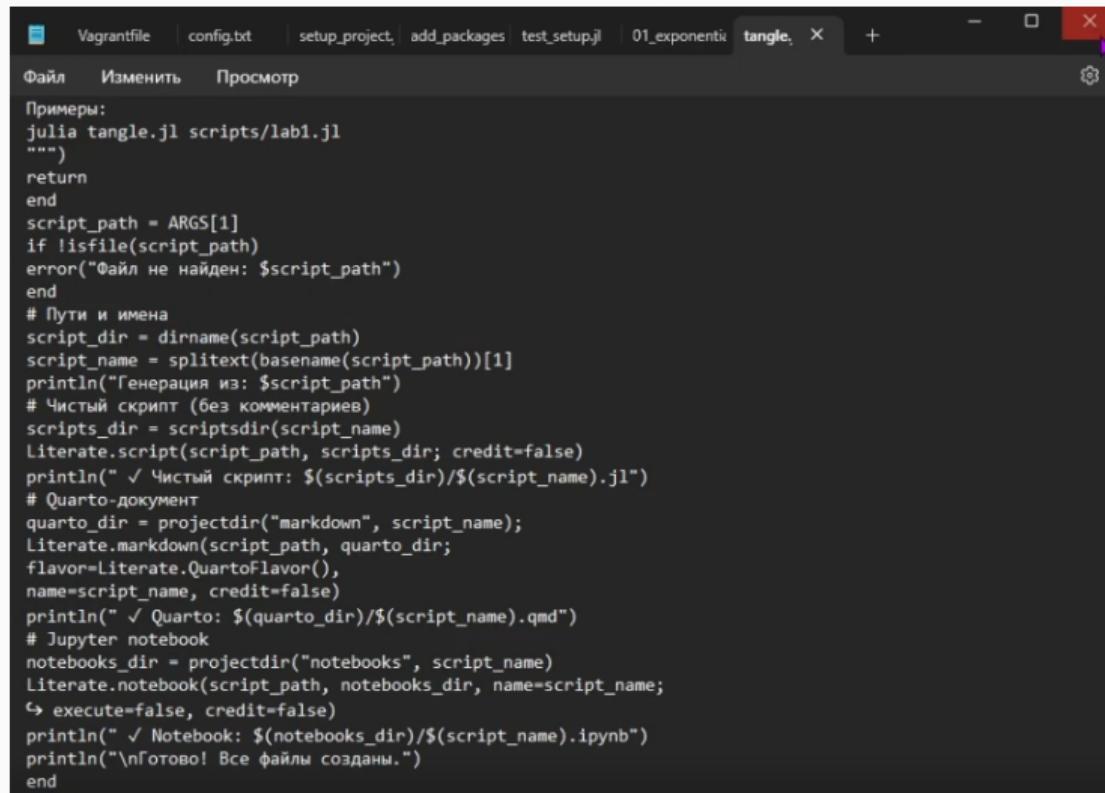
- Выполняем программу

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

# Работа с файлами

- Переписываем предложенный код



```
Vagrantfile config.txt setup_project_ add_packages test_setup.jl 01_exponentia tangle.jl + - X
Файл Изменить Просмотр
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;
↳ execute=false, credit=false)
println(" ✓ Notebook: $(notebooks_dir)/$(script_name).ipynb")
println("\nГотово! Все файлы созданы.")
end
```

# Работа с файлами

- Выполняем программу

```
PS C:\Users\spelo\work\anspelov\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\anspelov\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\anspelov\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1==study--mathmod\labs\lab01\project\scripts\01_exponential_growth\01_exponential_growth.jl'
    ✓ Чистый скрипт: scripts\01_exponential_growth\01_exponential_growth.jl
[ Info: generating markdown page from 'C:\Users\spelo\work\anspelov\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\anspelov\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1==study--mathmod\labs\lab01\project\markdown\01_exponential_growth\01_exponential_growth.qmd'
    ✓ Quarto: markdown\01_exponential_growth\01_exponential_growth.qmd
[ Info: generating notebook from 'C:\Users\spelo\work\anspelov\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\anspelov\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1==study--mathmod\labs\lab01\project\notebooks\01_exponential_growth\01_exponential_growth.ipynb'
    ✓ Notebook: notebooks\01_exponential_growth\01_exponential_growth.ipynb

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

# Работа с файлами

- Запускаем jupyter и выполняем команды

The screenshot shows a Jupyter Notebook interface with the following details:

- Header:** jupyter 01\_exponential\_growth Last Checkpoint: 10 minutes ago
- Toolbar:** File Edit View Run Kernel Settings Help Not T JupyterLab Julia
- Code Cell (In [1]):**

```
["": using DrWatson  
@quickactivate "project"  
using DifferentialEquations  
using Plots  
using DataFrames  
using JLD2  
script_name = splitext(basename(PROGRAM_FILE))[1]  
mkpath(plotdir(script_name))  
mkpath(datadir(script_name))]
```
- Title Cell (In [2]):**

## Экспоненциальный рост
- Text Cell (In [3]):**

Цель: Исследовать решение уравнения  $du/dt = \alpha u$ .
- Title Cell (In [4]):**

## Инициализация проекта и загрузка пакетов
- Title Cell (In [5]):**

## Определение модели
- Text Cell (In [6]):**

Уравнение экспоненциального роста:  $du/dt = \alpha u$ ,  $u(0) = u_0$
- Code Cell (In [7]):**

```
["": function exponential_growth!(du, u, p, t)  
a = p  
du[1] = a * u[1]  
end]
```
- Text Cell (In [8]):**

Первый запуск с параметрами по умолчанию

# Работа с файлами

- Добавляем строку в report

---

# Цель работы

```
{< include ../project/markdown/01_exponential_growth/01_exponential_growth.qmd >}
```

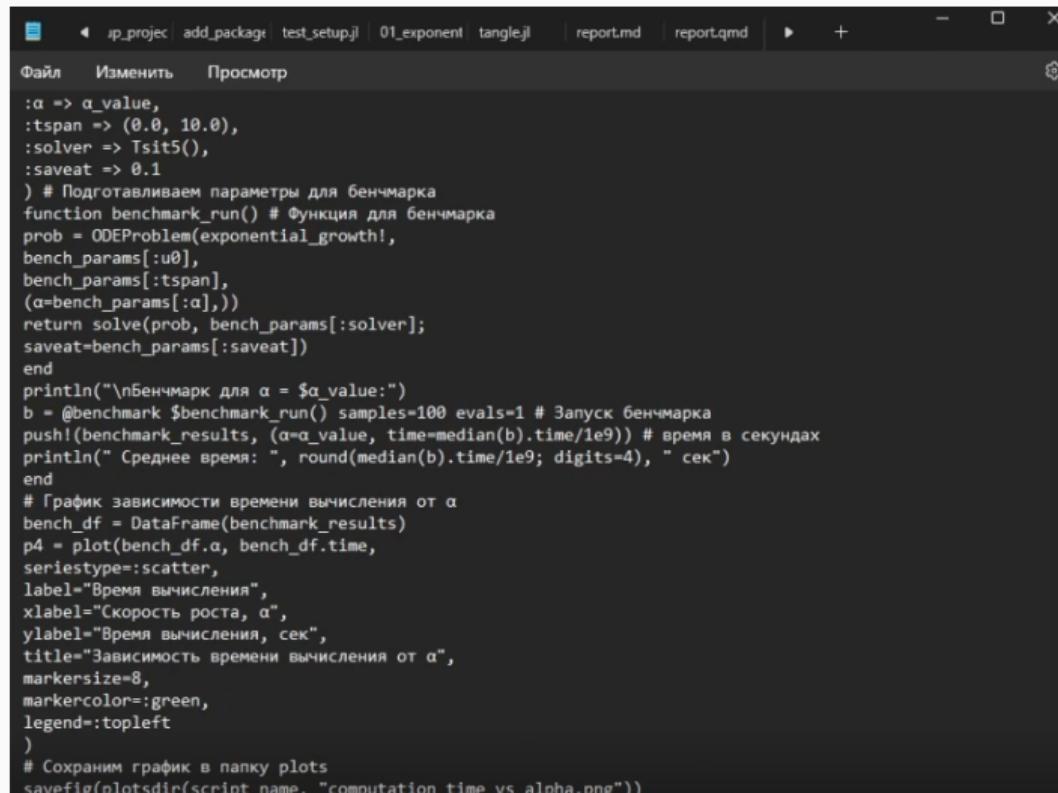
# Работа с файлами

- Компилируем отчет

```
PS C:\Users\spelo\work\anspelov\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1==study--mathmod\labs\lab01\report> quarto render report.
qmd
Starting julia control server process. This might take a while...
[ 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.w64.mingw32\share\julia\stdlib\v1.12\Pkg\src\Registry\Registry.jl
:83
  Updating registry at 'C:\Users\spelo\.julia\registries\General'
Info: The General registry is installed via git. Consider reinstalling it via
the newer faster direct from tarball format by running:
  pkg> registry rm General; registry add General
[ Updating git-repo 'https://github.com/JuliaRegistries/General.git'
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.w64.mingw32\share\julia\stdlib\v1.12\Pkg\src\Registry\Registry.jl
:83
```

# Работа с файлами

- Переписываем предложенный код



The screenshot shows a code editor window with a dark theme. The title bar includes tabs for 'ip\_project', 'add\_package', 'test\_setup.jl', '01\_exponent', 'tangle.jl', 'report.md', and 'report.qmd'. The main area contains the following Julia code:

```
Файл Изменить Просмотр
:a => a_value,
:tspan => (0.0, 10.0),
:solver => Tsit5(),
:saveat => 0.1
) # Подготавливаем параметры для бенчмарка
function benchmark_run() # Функция для бенчмарка
prob = ODEProblem(exponential_growth!,
bench_params[:u0],
bench_params[:tspan],
(a=bench_params[:a],))
return solve(prob, bench_params[:solver];
saveat=bench_params[:saveat])
end
println("\nБенчмарк для a = $a_value:")
b = @benchmark $benchmark_run() samples=100 evals=1 # Запуск бенчмарка
push!(benchmark_results, (a=a_value, time=median(b).time/1e9)) # время в секундах
println(" Среднее время: ", round(median(b).time/1e9; digits=4), " сек")
end
# График зависимости времени вычисления от a
bench_df = DataFrame(benchmark_results)
p4 = plot(bench_df.a, bench_df.time,
seriestype=:scatter,
label="Время вычисления",
xlabel="Скорость роста, a",
ylabel="Время вычисления, сек",
title="Зависимость времени вычисления от a",
markersize=8,
markercolor=:green,
legend=:topleft
)
# Сохраним график в папку plots
savefig(plotsdir(script_name, "computation_time_vs_alpha.png"))
```

# Работа с файлами

- Выполняем программу

```
Julia  X + ▾ - □ ×

Прогресс: 2/5 | a = 0.3
Прогресс: 3/5 | a = 0.5
Прогресс: 4/5 | a = 0.8
Прогресс: 5/5 | a = 1.0

Сводная таблица результатов:
5x3 DataFrame
 Row | a      final_population  doubling_time
     | Float64  Float64          Float64
 1   | 0.1    2.71828        6.93147
 2   | 0.3    20.0854        2.31049
 3   | 0.5    148.409        1.38629
 4   | 0.8    2980.57        0.866434
 5   | 1.0    22021.0        0.693147

Warning: Assignment to 'data' in soft scope is ambiguous because a global variable by the same name exists: 'data' will be treated as a new local. Disambiguate by using 'local data' to suppress this warning or 'global data' to assign to the existing global variable.
@ C:\Users\spelo\work\anspelov\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1==study--mathmod\labs\lab01\project\scripts\02_exponential_growth.jl:165

=====
Бенчмаркинг для разных значений a
=====

Бенчмарк для a = 0.1:
Среднее время: 0.0 сек

Бенчмарк для a = 0.3:
Среднее время: 0.0 сек

Бенчмарк для a = 0.5:
Среднее время: 0.0 сек
```

# Работа с файлами

- Запускаем jupyter и выполняем команды

jupyter 02\_exponential\_growth

File Edit View Run Kernel Settings Help

Code JupyterLab

## Параметрическое исследование экспоненциального роста

### Активация проекта и загрузка пакетов

ИЗМЕНЕНИЕ: Добавлен DrWatson для управления проектом и параметрами

```
[*: using DrWatson  
@quickactivate "project" # Активация проекта DrWatson  
  
using DifferentialEquations  
using DataFrames  
using Plots  
using JLD2  
using BenchmarkTools
```

Установка каталогов

```
[*: script_name = splitext(basename(PROGRAM_FILE))[1]  
makedirs(plotspath(script_name))  
makedirs(datadir(script_name))
```

### Определение модели

Модель:  $\frac{du}{dt} = \alpha \cdot u$

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

# Работа с файлами

- Компилируем отчет

```
PS C:\Users\spelo\work\anspelov\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1==study--mathmod\labs\lab01\report> notepad report.qmd
PS C:\Users\spelo\work\anspelov\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1==study--mathmod\labs\lab01\report> quarto render report.
qmd
Starting julia control server process. This might take a while...
Julia server process started.
Running [ 1/21] at line 49: using DrWatson
Running [ 2/21] at line 62: script_name = splitext(basename(PROGRAM_FILE))[1]
Running [ 3/21] at line 71: function exponential_growth!(du, u, p, t)
Running [ 4/21] at line 83: base_params = Dict(
Running [ 5/21] at line 102: function run_single_experiment(params::Dict)
Running [ 6/21] at line 123: data, path = produce_or_load(
Running [ 7/21] at line 141: p1 = plot(data["time_points"], data["population_values"],
Running [ 8/21] at line 152: savefig(plotsdir(script_name, "single_experiment.png"))
Running [ 9/21] at line 161: param_grid = Dict(
Running [10/21] at line 174: all_params = dict_list(param_grid)
Running [11/21] at line 187: all_results = []
Running [12/21] at line 226: results_df = DataFrame(all_results)
Running [13/21] at line 234: p2 = plot(size=(800, 500), dpi=150)
Running [14/21] at line 256: savefig(plotsdir(script_name, "parametric_scan_comparison.png"))
Running [15/21] at line 262: p3 = plot(results_df.a, results_df.doubling_time,
Running [16/21] at line 274: a_range = 0.1:0.01:1.0
Running [17/21] at line 283: savefig(plotsdir(script_name, "doubling_time_vs_alpha.png"))
Running [18/21] at line 290: println("\n" * "="^60)
```

## **Вывод**

---

## Вывод

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