

Отчет по лабораторной работе № 1
Основы работы в Julia и математическое
моделирование

Сущенко Алина Николаевна
НПИбд-01-23

2026

Содержание

1 Цель работы	3
2 Выполнение работы	4
2.1 Создание репозитория курса на основе шаблона	4
2.2 Настройка каталога курса	5
2.3 Использование Git Flow	6
2.4 Создание проекта DrWatson для лабораторной работы	10
2.5 Добавление необходимых пакетов	12
2.6 Реализация модели экспоненциального роста (базовый скрипт)	22
2.7 Литературная реализация модели	26
2.8 Реализация параметрического исследования модели	28

1 Цель работы

Подготовка рабочего пространства для выполнения программ и приобретение необходимых навыков создания и преобразования программ на Julia.

2 Выполнение работы

2.1 Создание репозитория курса на основе шаблона

Ознакомившись с инструкцией, я перешла к созданию собственного репозитория для курса. Я авторизовалась на сайте GitHub под своей учётной записью. Затем я перешла в репозиторий-шаблон. На странице шаблона я нашла и нажала кнопку «Использовать как шаблон», которая перенаправила меня на страницу создания нового репозитория. В открывшейся форме я указала название для моего нового проекта: 2026-1-study-mathmod. Убедившись, что выбран уровень доступа «публичный», я нажала кнопку для подтверждения создания репозитория.

В терминале я выполнила команду создания родительского каталога для всех учебных проектов и перешла в него. Затем я клонировала созданный репозиторий (Рис. 1):

```
PS C:\Users\ansusenko\work\study\2026-1\2026-1==study--mathmod> git clone https://github.com/ALINASUSHCHENKO/2026-1--study--mathmod.git
Cloning into '2026-1--study--mathmod'...
remote: Enumerating objects: 41, done.
remote: Counting objects: 100% (41/41), done.
remote: Compressing objects: 100% (39/39), done.
remote: Total 41 (delta 1), reused 28 (delta 1), pack-reused 0 (from 0)
Receiving objects: 100% (41/41), 25.55 KiB | 934.00 KiB/s, done.
Resolving deltas: 100% (1/1), done.
```

Рис. 1: Клонирование репозитория.

2.2 Настройка каталога курса

Я перешла в каталог клонированного репозитория. Для инициализации структуры каталога под предмет «Математическое моделирование» я записала его код в файл COURSE и свою фамилию в файл STUDENT (Рис. 2):

```
d---- 19.02.2026 12:18      .github
d---- 19.02.2026 12:17      labs
d---- 19.02.2026 12:17      notes
d---- 19.02.2026 12:17      projects
d---- 19.02.2026 12:17      reports
d---- 19.02.2026 12:05      template
d---- 19.02.2026 12:17      templates
-a--- 19.02.2026 12:05      2595 .cz-config.js
-a--- 19.02.2026 12:05      1845 .gitattributes
-a--- 19.02.2026 12:05      5088 .gitignore
-a--- 19.02.2026 12:05      284 .gitmodules
-a--- 19.02.2026 12:05      10649 CHANGELOG.md
-a--- 19.02.2026 12:05      0 CODE_OF_CONDUCT.md
-a--- 19.02.2026 12:05      0 CONTRIBUTING.md
-a--- 19.02.2026 12:09      9 COURSE
-a--- 19.02.2026 12:05      19053 LICENSE
-a--- 19.02.2026 12:19      600 Makefile
-a--- 19.02.2026 12:05      405 package.json
-a--- 19.02.2026 12:05      158 README.en.md
-a--- 19.02.2026 12:05      5809 README.git-flow.md
-a--- 19.02.2026 12:19      262 README.md
-a--- 19.02.2026 12:05      0 SECURITY.md
-a--- 19.02.2026 12:18      26 STUDENT

PS C:\Users\ansusenko\work\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod> Get-Content COURSE
>> Get-Content STUDENT
mathmod
Сущенко Алина Николаевна
PS C:\Users\ansusenko\work\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod>
```

Рис. 2: Запись информации о курсе и студенте.

Затем я запустила процесс подготовки рабочего пространства, выполнив `make prepare`. После подготовки структуры я добавила все новые файлы в индекс Git, создала первый коммит и отправила файлы на удаленный сервер GitHub (Рис. 3):

```
PS C:\Users\ansusenko\work\study\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod> git add .
warning: in the working copy of 'Makefile', LF will be replaced by CRLF the next time Git touches it
warning: in the working copy of 'README.md', LF will be replaced by CRLF the next time Git touches it
PS C:\Users\ansusenko\work\study\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod> git commit -am 'feat(main): make course structure'
[master 01bd227] feat(main): make course structure
 4 files changed, 31 insertions(+), 496 deletions(-)
 create mode 100644 STUDENT
PS C:\Users\ansusenko\work\study\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod> git push
Enumerating objects: 10, done.
Counting objects: 100% (10/10), done.
Delta compression using up to 20 threads
Compressing objects: 100% (4/4), done.
Writing objects: 100% (6/6), 847 bytes | 847.00 KiB/s, done.
Total 6 (delta 1), reused 0 (delta 0), pack-reused 0 (from 0)
remote: Resolving deltas: 100% (1/1), completed with 1 local object.
To https://github.com/ALINASUSHCHENKO/2026-1--study--mathmod.git
 79c8e72..01bd227 master -> master
```

Рис. 3: Добавление файлов и коммит.

2.3 Использование Git Flow

Я инициализировала Git Flow в своём проекте, выполнив команду `git flow init`. При инициализации я оставила предложенные по умолчанию названия для веток (Рис. 4):

```
PS C:\Users\ansusenko\work\study\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod> git flow init
Which branch should be used for bringing forth production releases?
  - master
Branch name for production releases: [master]
Branch name for "next release" development: [develop]

How to name your supporting branch prefixes?
Feature branches? [feature/]
Bugfix branches? [bugfix/]
Release branches? [release/]
Hotfix branches? [hotfix/]
Support branches? [support/]
Version tag prefix? []
Hooks and filters directory? [C:/Users/ansusenko/work/study/2026-1==study--mathmod/2026-1--study--mathmod/.git/hooks]
PS C:\Users\ansusenko\work\study\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod>
PS C:\Users\ansusenko\work\study\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod>
```

Рис. 4: Инициализация Git Flow.

Для отправки всей истории и всех веток в удаленные репозитории я использовала команду `git push -u --all` (Рис. 5):

```

PS C:\Users\ansusenko\work\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod> git push -u --all
Total 0 (delta 0), reused 0 (delta 0), pack-reused 0 (from 0)
remote:
remote: Create a pull request for 'develop' on GitHub by visiting:
remote:   https://github.com/ALINASUSHCHENKO/2026-1--study--mathmod/pull/new/develop
remote:
To https://github.com/ALINASUSHCHENKO/2026-1--study--mathmod.git
 * [new branch]      develop -> develop
branch 'master' set up to track 'origin/master'.
branch 'develop' set up to track 'origin/develop'.
PS C:\Users\ansusenko\work\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod> git flow release start 1.0.0
Switched to a new branch 'release/1.0.0'

Summary of actions:
- A new branch 'release/1.0.0' was created, based on 'develop'
- You are now on branch 'release/1.0.0'

Follow-up actions:
- Bump the version number now!
- Start committing last-minute fixes in preparing your release
- When done, run:

  git flow release finish '1.0.0'

```

Рис. 5: Отправка всех веток в удаленный репозиторий.

Затем я создала релиз с версией 1.0.0 с помощью команд `git flow release start 1.0.0` и `git flow release finish 1.0.0` (Рис. 6):

```

PS C:\Users\ansusenko\work\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod> git flow release finish 1.0.0
Switched to branch 'master'
Your branch is up to date with 'origin/master'.

```

Рис. 6: Завершение релиза.

После завершения релиза я отправила все ветки и теги в удаленный репозиторий командами `git push --all` и `git push --tags` (Рис. 7):

```

PS C:\Users\ansusenko\work\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod> git push --all
Enumerating objects: 7, done.
Counting objects: 100% (7/7), done.
Delta compression using up to 20 threads
Compressing objects: 100% (5/5), done.
Writing objects: 100% (5/5), 614 bytes | 614.00 KiB/s, done.
Total 5 (delta 3), reused 0 (delta 0), pack-reused 0 (from 0)
remote: Resolving deltas: 100% (3/3), completed with 1 local object.
To https://github.com/ALINASUSHCHENKO/2026-1--study--mathmod.git
  01bd227..9fbb523 develop -> develop
  01bd227..1738a5a master -> master
 * [new branch]      release/1.0.0 -> release/1.0.0
PS C:\Users\ansusenko\work\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod> git push --tags
Enumerating objects: 1, done.
Counting objects: 100% (1/1), done.
Writing objects: 100% (1/1), 176 bytes | 176.00 KiB/s, done.
Total 1 (delta 0), reused 0 (delta 0), pack-reused 0 (from 0)
To https://github.com/ALINASUSHCHENKO/2026-1--study--mathmod.git
 * [new tag]        v1.0.0 -> v1.0.0

```

Рис. 7: Отправка всех веток и тегов.

2.4 Создание проекта DrWatson для лабораторной работы

Я перешла в каталог, предназначенный для лабораторных работ: `cd labs/lab01`.

В REPL Julia я последовательно выполнила команды для установки и инициализации проекта: `using Pkg, Pkg.add("DrWatson"), using DrWatson, initialize_project("project"; authors="ansusenko git=false)` (Рис. 8-9):



```

Documentation: https://docs.julialang.org
Type "?" for help, "]?" for Pkg help.
Version 1.12.5 (2026-02-09)
Official https://julialang.org release

julia> using Pkg

julia> Pkg.add("DrWatson")
  Installing known registries into 'C:\Users\Admin\.julia'
    Added 'General' registry to C:\Users\Admin\.julia\registries
      Updating registry at 'C:\Users\Admin\.julia\registries\General.toml'
  Resolving package versions...
  Installed Preferences ━━━━━━ v1.5.1
  Installed JLLWrappers ━━━━━━ v1.7.1
  Installed HashArrayMappedTries ━ v0.2.0
  Installed Scratch ━━━━━━ v1.3.0
  Installed Zstd_jll ━━━━━━ v1.5.7+1
  Installed ChunkCodecLibZlib ━ v1.0.0

```

Рис. 8: Установка DrWatson.

```

julia> using DrWatson

julia> initialize_project("project"; authors="ansusenko", git=false)
  Activating new project at `C:\Users\ansusenko\work\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\1
abs\lab01\project`
  Resolving package versions...
  Updating `C:\Users\ansusenko\work\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\proje
ct\Project.toml`
  [634d3b9d] + DrWatson v2.19.1
  Updating `C:\Users\ansusenko\work\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\proje
ct\Manifest.toml`
  [0b6fb165] + ChunkCodecCore v1.0.1
  [4c0bbbe4] + ChunkCodecLibZlib v1.0.0

```

Рис. 9: Инициализация проекта.

После создания проекта я перешла в его каталог с помощью функции `cd("project")`.

2.5 Добавление необходимых пакетов

Следуя инструкции, я последовательно добавила все необходимые для работы пакеты:

- `Pkg.add("DifferentialEquations")` (Рис. 10)
- `Pkg.add("Plots")` (Рис. 11)
- `Pkg.add("DataFrames")` (Рис. 12)
- `Pkg.add("Literate")` (Рис. 13)
- `Pkg.add("CSV")` (Рис. 14)
- `Pkg.add("JLD2")` (Рис. 15)

- Pkg.add("IJulia") (Рис. 16)
- Pkg.add("BenchmarkTools") (Рис. 17)
- Pkg.add("Quarto") (Рис. 18)

```
julia> Pkg.add("DifferentialEquations")
```

Рис. 10: Добавление пакета DifferentialEquations.

```
julia> Pkg.add("Plots")
```

Рис. 11: Добавление пакета Plots.

```
julia> Pkg.add("DataFrames")
```

Рис. 12: Добавление пакета DataFrames.

```
julia> Pkg.add("Literate")
```

Рис. 13: Добавление пакета Literate.

```
julia> Pkg.add("CSV")
```

Рис. 14: Добавление пакета CSV.

```
julia> Pkg.add("JLD2")
```

Рис. 15: Добавление пакета JLD2.

```
julia> Pkg.add("IJulia")
Resolving package versions...
```

Рис. 16: Добавление пакета IJulia.

```
julia> Pkg.add("BenchmarkTools")
Resolving package versions...
```

Рис. 17: Добавление пакета BenchmarkTools.

```
julia> Pkg.add("Quarto")
```

Рис. 18: Добавление пакета Quarto.

Для проверки корректности установки я создала тестовый скрипт `scripts/test_setup.jl`. Я выполнила проверку, запустив этот скрипт с активацией окружения проекта: `julia -project=.. test_setup.jl` (находясь в каталоге `scripts`). Все проверки прошли успешно, и структура проекта была сформирована (Рис. 19):

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

Проверка загрузки пакетов:
DrWatson: TypeError(:using, "", Symbol, "DrWatson")
DifferentialEquations: TypeError(:using, "", Symbol, "DifferentialEquations")
Plots: TypeError(:using, "", Symbol, "Plots")
DataFrames: TypeError(:using, "", Symbol, "DataFrames")
CSV: TypeError(:using, "", Symbol, "CSV")
JLD2: TypeError(:using, "", Symbol, "JLD2")
Literate: TypeError(:using, "", Symbol, "Literate")
IJulia: TypeError(:using, "", Symbol, "IJulia")
BenchmarkTools: TypeError(:using, "", Symbol, "BenchmarkTools")
Quarto: TypeError(:using, "", Symbol, "Quarto")

Структура проекта:
Корень: C:\Users\ansusenko\work\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project
  данные: C:\Users\ansusenko\work\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project\data
  Скрипты: C:\Users\ansusenko\work\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project\scripts
  Графики: C:\Users\ansusenko\work\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project\plots
PS C:\Users\ansusenko\work\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project\scripts>
```

Рис. 19: Запуск тестового скрипта.

2.6 Реализация модели экспоненциального роста (базовый скрипт)

Я создала файл скрипта `scripts/01_exponential_growth.jl` и поместила в него код, реализующий решение дифференциального уравнения экспоненциального роста (Рис. 20):

```
PS C:\Users\ansusenko\work\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project\scripts>
notepad 01_exponential_growth.jl
PS C:\Users\ansusenko\work\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project\scripts>
ls

Каталог: C:\Users\ansusenko\work\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project\scripts

Mode          LastWriteTime      Length Name
----          -----          ---- 
-a---  19.02.2026   13:51           923 01_exponential_growth.jl
-a---  19.02.2026   13:16           405 intro.jl
-a---  19.02.2026   13:46          1277 test_setup.jl
```

Рис. 20: Создание файла скрипта.

Для выполнения этого скрипта я использовала команду `julia -project=.. 01_exponential_growth.jl` (находясь в каталоге `scripts`) (Рис. 21):

```
PS C:\Users\ansusenko\work\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project\scripts>
julia --project=.. 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\ansusenko\work\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project\scripts>
```

Рис. 21: Результат работы скрипта.

Скрипт вывел первые 5 строк результатов моделирования и аналитическое время удвоения популяции, которое составило 2.31.

Также скрипт сгенерировал график экспоненциального роста (Рис. 22):

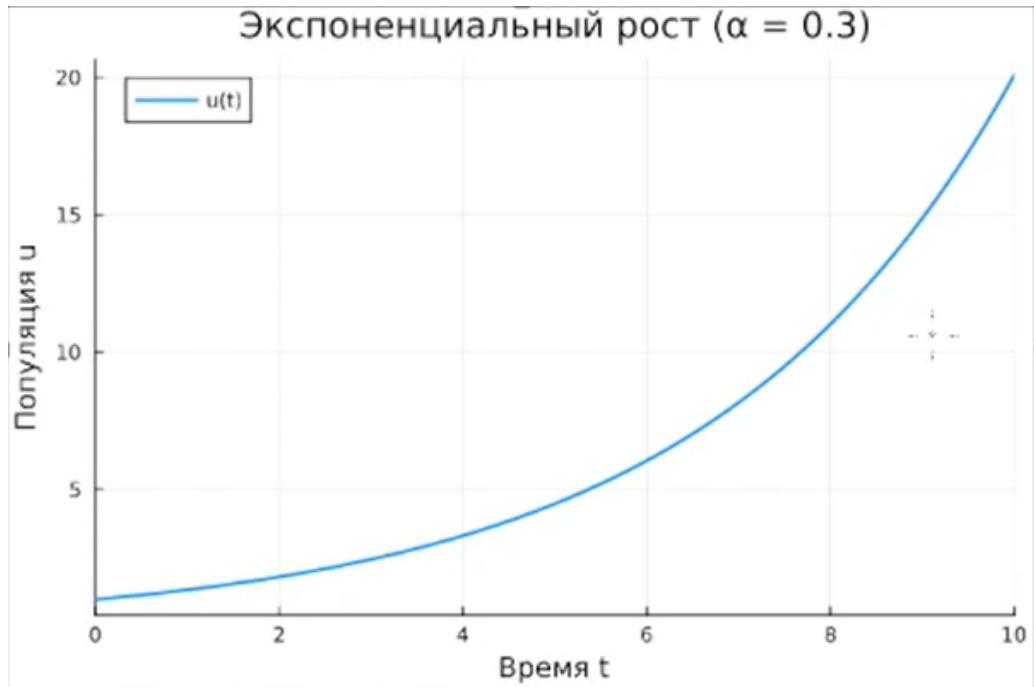


Рис. 22: График экспоненциального роста.

Структура решения дифференциального уравнения

Модель экспоненциального роста описывается дифференциальным уравнением:

$$\frac{du}{dt} = \alpha u, \quad u(0) = u_0$$

Аналитическое решение:

$$u(t) = u_0 e^{\alpha t}$$

Время удвоения вычисляется по формуле:

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\alpha}$$

Для параметров модели $\alpha = 0.3$, $u_0 = 1.0$:

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{0.3} \approx 2.31$$

Структура данных результатов

Результаты моделирования сохраняются в DataFrame со следующими полями:

Поле	Описание	Тип данных
t	Время	Float64
u	Значение популяции	Float64

2.7 Литературная реализация модели

Я отредактировала файл `scripts/01_exponential_growth.jl`, добавив подробные комментарии в формате Markdown, чтобы превратить его в литературный исходник (Рис. 23):

```
PS C:\Users\ansusenko\work\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project\scripts>
julia --project=.. 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\ansusenko\work\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project\scripts>
```

Рис. 23: Редактирование кода.

Затем я повторно выполнила этот литературный скрипт той же командой `julia -project=.. 01_exponential_growth.jl`, убедившись, что код всё ещё работает.

Я создала скрипт для генерации производных форматов `scripts/tangle.jl`, скопировав его содержимое из методички (Рис. 24):

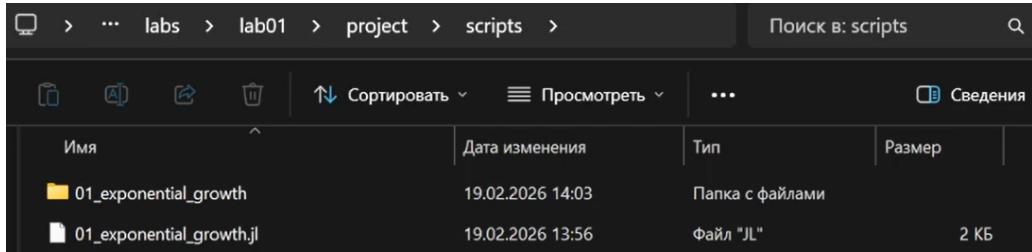


Рис. 24: Создание файла скрипта `tangle.jl`.

С помощью этого скрипта я сгенерировала чистый код, Quarto-документ и Jupyter notebook из моего литературного исходника: `julia -project=.. scripts/tangle.jl scripts/01_exponential_growth.jl` (Рис. 25):

```
C:\Users\ansusenko\work\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project\scripts>
ls

Каталог: C:\Users\ansusenko\work\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\proje
ct\scripts

Mode LastWriteTime Length Name
---- ----- ---- -
d----- 19.02.2026 14:03 01_exponential_growth
-a---- 19.02.2026 13:56 01_exponential_growth.jl
-a---- 19.02.2026 13:16 405 intro.jl
-a---- 19.02.2026 14:03 1828 tangle.jl
-a---- 19.02.2026 13:46 1277 test_setup.jl
```

Рис. 25: Результат работы скрипта `tangle.jl`.

2.8 Реализация параметрического исследования модели

Я создала новый, более сложный литературный скрипт `scripts/02_exponential_growth.jl`, который позволял проводить исследование модели с различными параметрами.

После этого я выполнила параметрическое исследование, запустив этот скрипт командой `julia -project=.. scripts/02_exponential_growth.jl`. Скрипт успешно выполнил сканирование параметров и сохранил все данные (Рис. 26):

```
{ julia -project=.. scripts/02_exponential_growth.jl
базовые параметры эксперимента:
t = 0.0
u0 = [1.0]
saveat = 0.1
saveabs = 0.1
experiment_name = base_experiment
experiment_limiter = typeof(OrdinaryDiffEqCore.trivial_limiter), typeof(OrdinaryDiffEqCore.trivial_limiter), static(false)
tspan = (0.0, 10.0)
[ Info: file C:\Users\ansusenko\work\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project\data\02_exponential_growth\singl
e\exp_growth_experiment_name=base_experiment_saveat=0.1_e=0.3.jld2
does not exist. Producing it now...
[ Info: file C:\Users\ansusenko\work\study\2026-1\2026-1==study--mathmod\2026-1--study--mathmod\labs\lab01\project\data\02_exponential_growth\singl
e\exp_growth_experiment_name=base_experiment_saveat=0.1_e=0.3.jld2
saved.
Результаты базового эксперимента:
автоматически опущено: 31 20.08544851618676
Время вычислений: 2.31
```

Рис. 26: Результат работы параметрического скрипта.

Параметры исследования

Параметр	Значение	Описание
α	0.3	Коэффициент роста
u_0	[1.0]	Начальная популяция
saveat	0.1	Шаг сохранения
solver	Tsit5()	Численный решатель
tspan	(0.0, 10.0)	Интервал времени

Результаты базового эксперимента

Показатель	Значение
Финальная популяция	20.0854851618676
Время удвоения	2.31

Затем я снова воспользовалась скриптом `tangle.jl` для генерации производных форматов уже для этого параметрического исследования: `julia -project=.. scripts/tangle.jl scripts/02_exponential_growth.jl` (Рис. 27):

```
$ julia --project=.. scripts/tangle.jl scripts/02_exponential_growth.jl
Генерация из: scripts/02_exponential_growth.jl
```

Рис. 27: Генерация форматов для параметрического исследования.

Заключение

В результате выполнения лабораторной работы были получены практические навыки:

- Организации структурированного рабочего пространства для научных вычислений;
- Использования системы контроля версий Git и методологии Git Flow;
- Установки и настройки пакетов Julia;
- Реализации математических моделей в Julia;
- Литературного программирования и генерации различных форматов документации;
- Проведения параметрических исследований и сохранения результатов.