

# Лабораторная работа № 6

## Решение моделей в непрерывном и дискретном времени

Старовойтов Е. С.

19 декабря 2024

### Информация

#### Докладчик

- Старовойтов Егор Сергеевич
- студент кафедры ТВиК
- Российский университет дружбы народов
- [1032212281@pfur.ru](mailto:1032212281@pfur.ru)

### Вводная часть

#### Цели и задачи

Основной целью работы является освоение специализированных пакетов для решения задач в непрерывном и дискретном времени.

#### Задание

1. Используя Jupyter Lab, повторите примеры из раздела 6.2.
2. Выполните задания для самостоятельной работы (раздел 6.4)

#### Результаты

Поставленные боевые задачи были выполнены, все цели достигнуты.

## Выполнение лабораторной работы

```
# подключаем необходимые пакеты:
import Pkg
Pkg.add("DifferentialEquations")
using DifferentialEquations

# задаем описание модели с начальными условиями:
a = 0.05
f(u,p,t) = a*u
u0 = 1.0

# задаем интервал времени:
tspan = (0.0,1.0)
```

Resolving package versions...  
Installing registry at "~/.julia/registries/General.toml"  
Installing package versions...  
Installed OrdinaryDiffEqRK v1.1.0  
Installed OffsetArrays v1.15.0  
Installed OrdinaryDiffEqRosenbrock v1.2.1  
Installed BoundaryValueDiffEqIRK v1.2.0  
Installed Accessors v0.1.39  
Installed DifferentialEquations v7.15.0  
Installed NonlinearSolve v3.15.1  
Installed OrdinaryDiffEqStabilizedRK v1.1.0  
Installed OrdinaryDiffEqSOLIRK v1.1.0  
Installed SciMLBaseOperators v0.1.1  
Installed TimerOutputs v0.5.26  
Installed Sundials\_jll v5.2.3+0  
Installed OrdinaryDiffEqRK v1.1.0  
Installed Enzyme v1.0.4  
Installed Polyester v0.7.16  
Installed BoundaryValueDiffEqIRK v1.2.0  
Installed RecursiveArrayTools v3.27.4  
Installed OrdinaryDiffEqCore v1.13.0  
Installed MayBeReplace v0.1.4  
Installed OrdinaryDiffEqAdamsBashforthMoulton v1.1.0  
Installed CEnum v0.5.0  
Installed TriangulateSolve v0.2.1  
Installed RandomNumbers v1.6.0  
Installed FunctionWrappers v1.1.3  
Installed IntelOpenMP\_jll v2024.2.1+0  
Installed OrdinaryDiffEqSPPRK v1.2.0  
Installed Static v1.1.1  
Installed Distances v0.18.12  
Installed SteffRates v0.6.43  
Installed FiniteDiff v2.26.2  
Installed BoundaryValueDiffEq v5.12.0  
Installed OrdinaryDiffEqBase v1.1.1

This means that a package has started a background task or event source that has not finished running. For precompilation to complete, this task must finish.

[pid 26825] waiting for IO to finish:  
Handle type uv\_handle\_t->data  
timer 0x34674b10->0x7f5c52838910  
This means that a package has started a background task or event source that has not finished running. For precompilation to complete, this task must finish.

```
[1]: (0.0, 1.0)

[2]: prob = ODEProblem(f,u0,tspan)
sol = solve(prob)

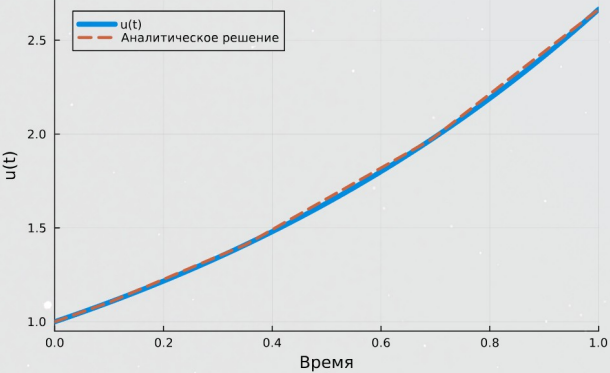
[2]: retcode: Success
Interpolation: 3rd order Hermite
t: 5-element Vector{Float64}:
 0.0
 0.10042494449239292
 0.3521860297865888
 0.6934436122197829
 1.0
u: 5-element Vector{Float64}:
 1.0
 1.1034222047865465
 1.4121908713484919
 1.9730384457359198
 2.6644561424814266

[3]: # подключаем необходимые пакеты:
Pkg.add("Plots")
using Plots

# строим графики:
plot(sol, linewidth=5, title="Модель экспоненциального роста", xaxis="Время", yaxis="u(t)", label="u(t)")
plot!(sol.t, t->1.0*exp(a*t), lw=3, ls=:dash, label="Аналитическое решение")

Resolving package versions...
No Changes to "~/.julia/environments/v1.11/Project.toml"
No Changes to "~/.julia/environments/v1.11/Manifest.toml"
```

[3]: Модель экспоненциального роста





```

]: # задаём начальное условие:
u0 = [1.0,0.0,0.0]
# задаём значения параметров:
p = (10,28,8/3)
# задаём интервал времени:
tspan = (0.0,100.0)
# решение:
prob = ODEProblem(lorenz!,u0,tspan,p)
sol = solve(prob)
# строим график:
plot(sol, vars=(1,2,3), lw=2, title="Аттрактор Лоренца", xaxis="x",yaxis="y", zaxis="z",legend=false)

```

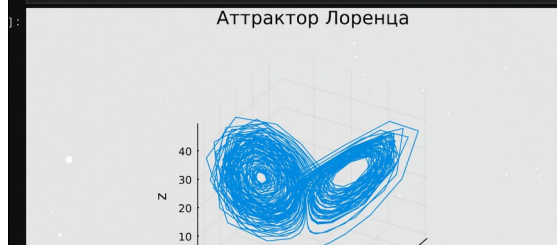
**Warning:** To maintain consistency with solution indexing, keyword argument vars will be removed in a future version. Please use keyword argument idxs instead.  
 caller = ip:0x0



```

]: # отключаем интерполяцию:
plot(sol,vars=(1,2,3),denseplot=false, lw=1, title="Аттрактор Лоренца", xaxis="x",yaxis="y", zaxis="z",legend=false)

```



```

1]: # Модель Лотки-Вольтерры

import Pkg
Pkg.add("ParameterizedFunctions")
using ParameterizedFunctions, DifferentialEquations, Plots

# задаём описание модели:
lv1 = @ode_def LotkaVolterra begin
    dx = a*x - b*x*y
    dy = -c*y + d*x*y
end a b c d

# задаём начальное условие:
u0 = [1.0,1.0]

# задаём значения параметров:
p = (1.5,1.0,3.0,1.0)

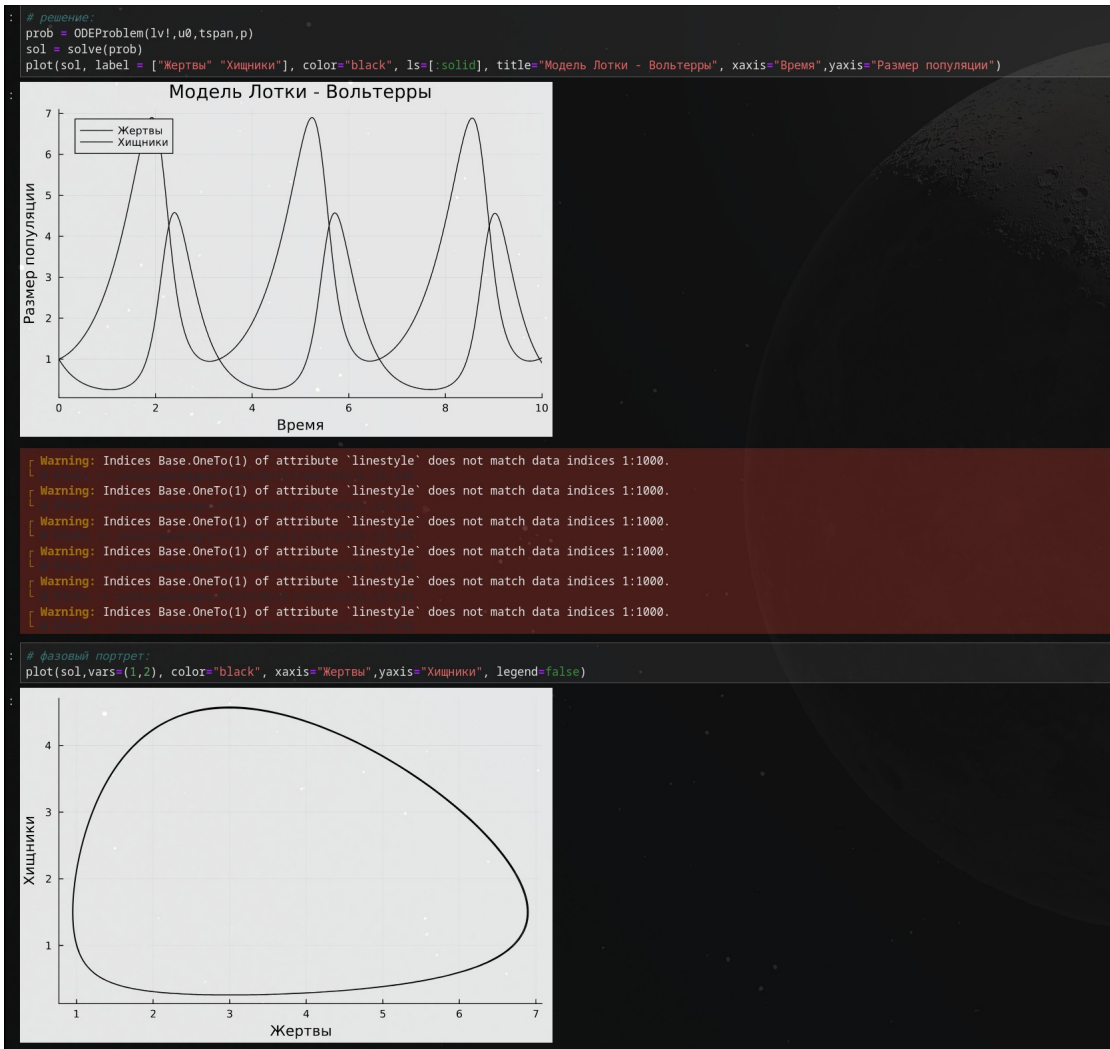
# задаём интервал времени:
tspan = (0.0,10.0)

```

```

Installing package versions...
Installing Tricks v0.1.9
Installing CompositeTypes v0.1.4
Installing FindFirstFunctions v1.4.1
Installing MutableArithmetics v1.6.0
Installing DomainSets v0.7.14
Installing JuliaFormatter v1.0.62
Installing Bijections v0.1.9
Installing Glob v1.3.1
Installing DispatchSector v0.22.0
Installing CommonMark v0.4.17
Installing ModelingToolkit v0.5.15
Installing DynamicPolynomials v0.6.1
Installing SymbolicLimits v0.2.2
Installing ParameterizedFunctions v5.17.0
Installing Combinatorics v1.0.2
Installing Tokenize v0.5.29
Installing AbstractTrees v0.4.5
Installing SCNonlinearSolve v1.0.0
Installing IntervalSets v0.7.10
Installing TestItems v1.0.0
Installing TermInterface v2.0.0
Installing BlockArrays v1.3.0
Installing DataType v0.6
Installing SymbolicUtils v0.7.2
Installing CSTParser v0.4.3
Installing DynamicQuantities v1.4.0
Installing MultivariatePolynomials v0.5.7
Updating ~/.julia/environments/v1.11/Project.toml
+ ParameterizedFunctions v0.1.0
Updating ~/.julia/environments/v1.11/Manifest.toml
+ AbstractTrees v0.4.5
+ Bijections v0.1.9

```



## Выводы

Я освоил специализированные пакеты для решения задач в непрерывном и дискретном времени.

## Список литературы