

Лабораторная работа № 6

Решение моделей в непрерывном и дискретном времени

Старовойтов Егор Сергеевич

Содержание

Цель работы

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)

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 package versions:
  Installed OrdinaryDiffEqBKM ~ 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 OrdinaryDiffEqPRK ~ 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 ~ v0.10.12
  Installed SteffRates ~ v0.6.43
  Installed FiniteDiff ~ v2.26.2
  Installed BoundaryValueDiffEq ~ v5.12.0
  Installed OrdinaryDiffEqVector ~ 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, please wait.

```
[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, please wait.
```

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

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

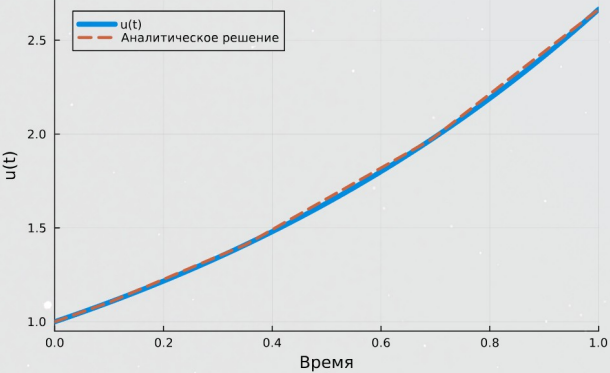
[2]: retcode: Success
    Interpolation: 3rd order Hermite
    t: 5-element Vector{Float64}:
       0.0
       0.10042494449239292
       0.3521860297865888
       0.6934436122197829
       1.0
    u: 5-element Vector{Float64}:
       1.0
       1.1034222047865465
       1.4121908713484919
       1.9730384457359198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

```

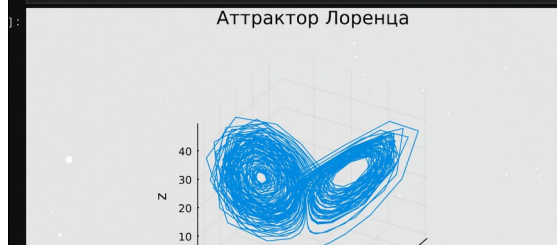
Warning: To maintain consistency with solution indexing, keyword argument vars will be removed in a future version. Please use keyword argument idxs instead.
 caller = ip:0x0



```

]: # 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)

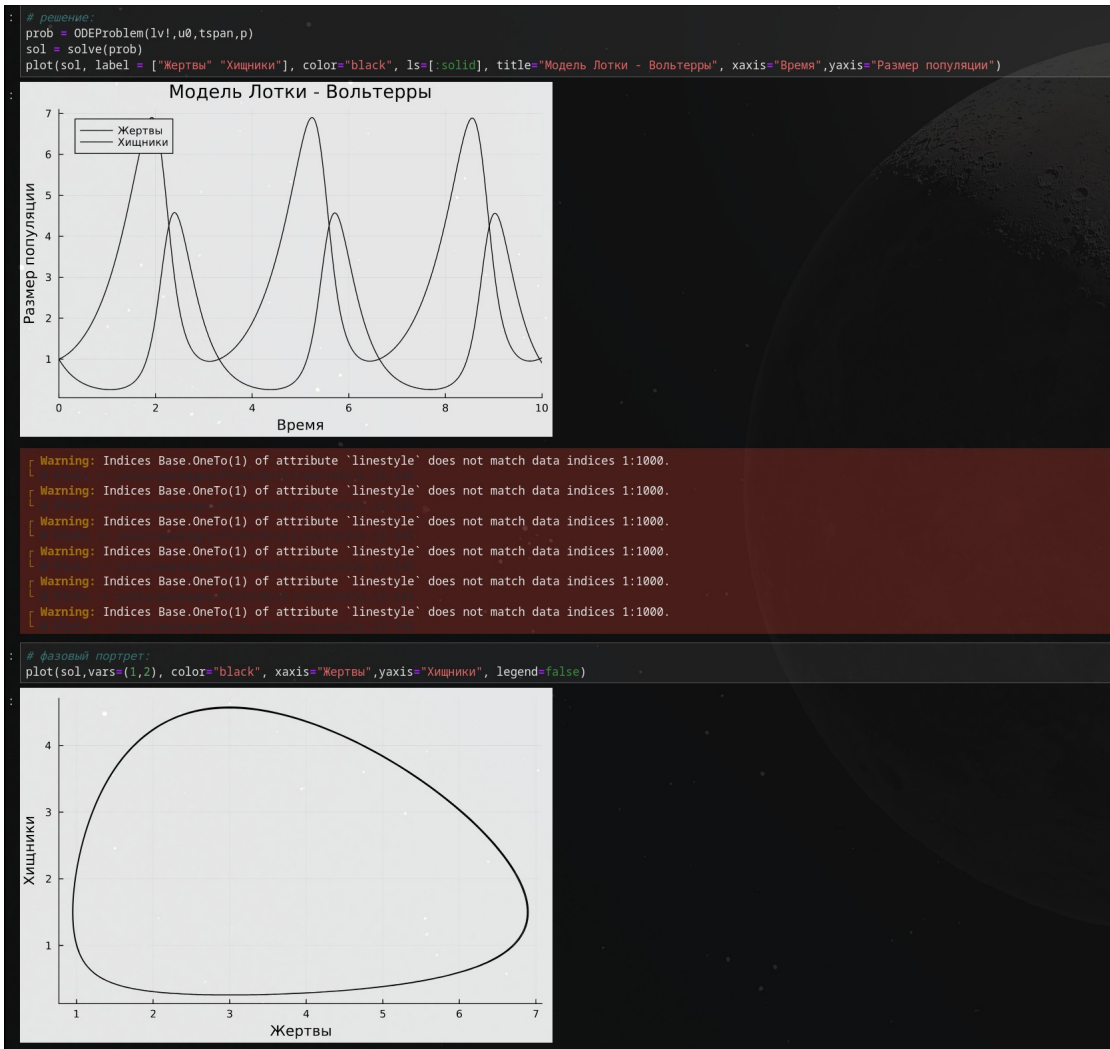
# задаём интервал времени:
tspan = (0.0,10.0)

```

```

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 v0.5.9.0
Installing SymbolicLimits v0.2.2
Installing ParameterizedFunctions v1.7.0
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