

Лабораторная работа №6

Решение моделей в непрерывном и дискретном времени

Легиньких Г.А.

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Информация

- Легиньких Галина Андреевна
- НФИбд-02-21
- Российский университет дружбы народов
- 1032216447@pfur.ru
- <https://github.com/galeginkikh>

Основная информация

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

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

Выполнение лабораторной работы

Модель экспоненциального роста

1. Для решения обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) в Julia можно использовать пакет `differentialEquations.jl`.

```
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
```


Модель экспоненциального роста

Далее получила графика, соответствующий полученному решению:

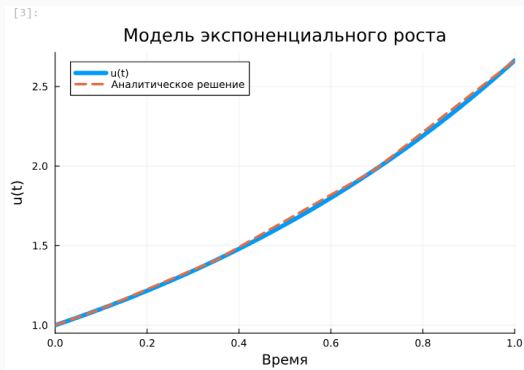


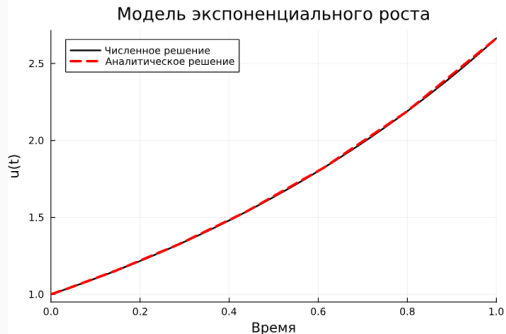
Рис. 2: Модель экспоненциального роста. График.

Модель экспоненциального роста

Если требуется задать точность решения, то можно воспользоваться параметрами `abstol` (задаёт близость к нулю) и `reltol` (задаёт относительную точность).

```
thing, nothing, :linear, :Standard, OrdinaryDiffEqCore.trivial_limiter!)), false,
10, 3, 9//10, 9//10, 2, false, 5, 2), 2, 1.0, OrdinaryDiffEqTsit5.Tsit5ConstantCa
che(), OrdinaryDiffEqVerner.Vern7ConstantCache(true), #undef, #undef, #undef, #un
def), nothing, false), true, 0, SciMLBase.DEStats(82, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0,
8, 0, 0.0), [2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2], SciMLBase.ReturnCode.Success, nothing, n
othing, nothing)
```

[5]:



2. Далее рассмотрела систему Лоренца. Численное решение в Julia будет иметь следующий вид:

```
u: 1292-element Vector{Vector{Float64}}:  
 [1.0, 0.0, 0.0]  
 [0.9996434557625105, 0.0009988049817849058, 1.781434788799189e-8]  
 [0.9961045497425811, 0.010965399721242457, 2.1469553658389193e-6]  
 [0.9693591548287857, 0.0897706331002921, 0.00014380191884671585]  
 [0.9242043547708632, 0.24228915014052968, 0.0010461625485930237]  
 [0.8800455783133068, 0.43873649717821195, 0.003424260078582332]  
 [0.8483309823046307, 0.6915629680633586, 0.008487625469885364]  
 [0.8495036699348377, 1.0145426764822272, 0.01821209108471829]  
 [0.9139069585506618, 1.442559985646147, 0.03669382222358562]  
 [1.0888638225734468, 2.0523265829961646, 0.07402573595703686]  
 [1.460862686672, 3.020672001462966, 0.1600393577289759]  
 [2.1627233814115288, 4.6333636054125975, 0.37711736638953464]  
 [3.368464366588119, 7.267694015527519, 0.9363556169983378]  
 :  
 [14.543594291970454, 8.633828572600308, 40.30844424656028]  
 [9.527702621805666, 0.0875695733614436, 37.04712768883169]  
 [4.5637551148141755, -2.4307213825654537, 31.150857751066518]  
 [1.2013409155396158, -2.429012698730855, 25.83593282347909]  
 [-0.4985909866565941, -2.2431908075030083, 21.591758421186338]  
 [-1.3554328352527145, -2.5773570617802326, 18.48962628032902]  
 [-2.1618698772305467, -3.5957801801676297, 15.934724265473792]  
 [-3.433783468673715, -5.786446127166032, 14.065327938066913]  
 [-5.971873646288483, -10.261846004477597, 14.060290896024572]  
 [-10.941900618598972, -17.312154206417734, 20.65905960858999]  
 [-14.71738043327772, -16.96871551014668, 33.06627229408802]
```

Аттрактор Лоренца

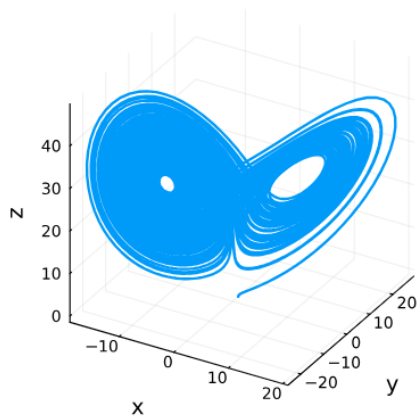
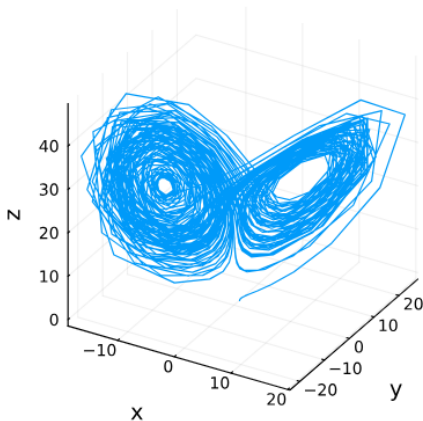


Рис. 5: Аттрактор Лоренца. График.

Можно отключить интерполяцию.

Аттрактор Лоренца



3. Рассмотрела Модель Лотки–Вольтерры. Численное решение в Julia будет иметь следующий вид:

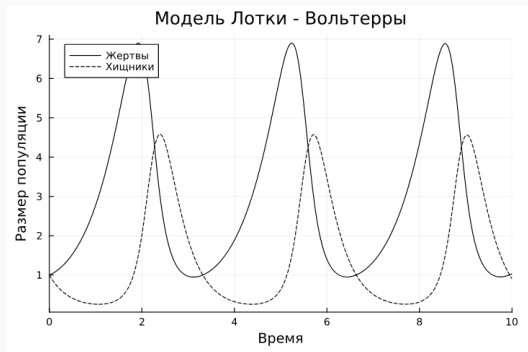


Рис. 7: Модель Лотки–Вольтерры: динамика изменения численности популяций

Модель Лотки–Вольтерры

[15]:

```
# фазовый портрет:  
plot(sol,vars=(1,2), color="black", xaxis="Жертвы",yaxis="Хищники",  
      legend=false)
```

[15]:

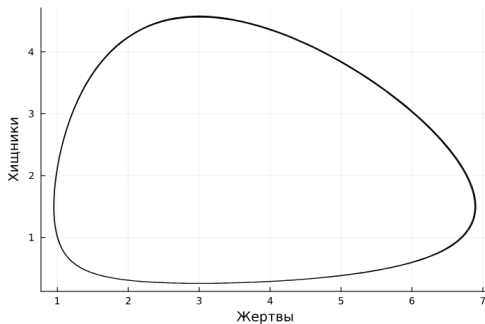


Рис. 8: Модель Лотки–Вольтерры: фазовый портрет

10. Приступила к заданиям для самостоятельной работы. Нумерация соответствует.

- Задание 1

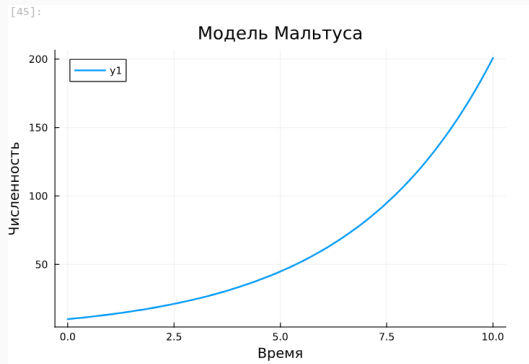


Рис. 9: Задание 1. График

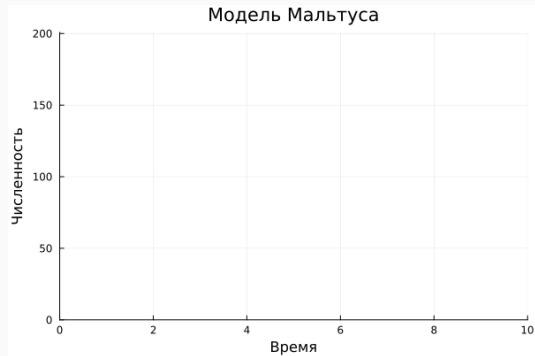


Рис. 10: Задание 1. Анимация

- Задание 2

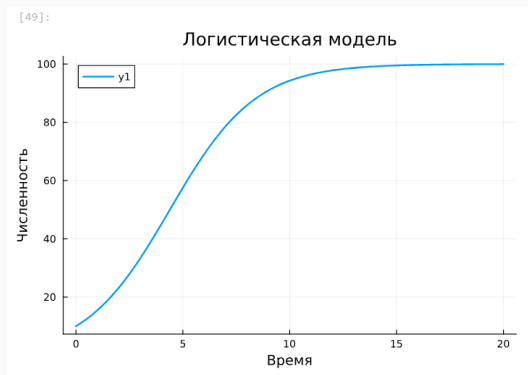


Рис. 11: Задание 2. График

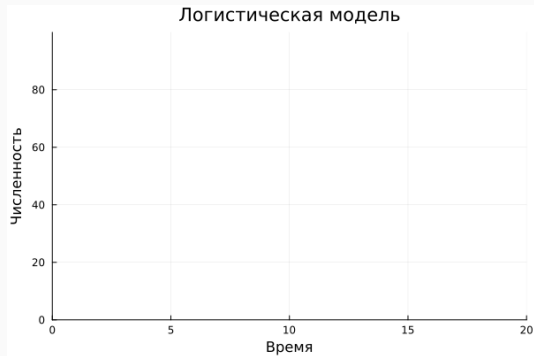


Рис. 12: Задание 2. Анимация

- Задание 3

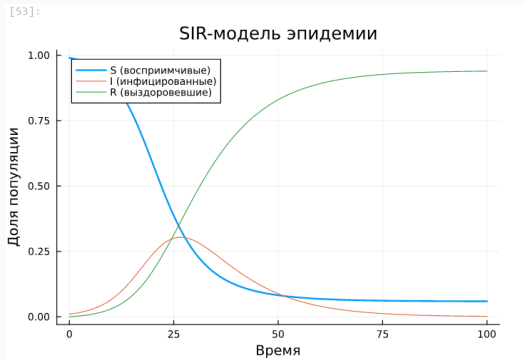


Рис. 13: Задание 3. График

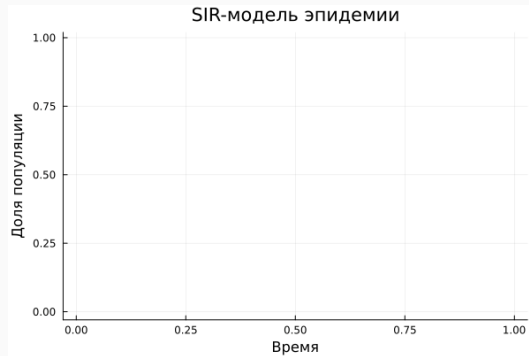


Рис. 14: Задание 3. Анимация

- Задание 4

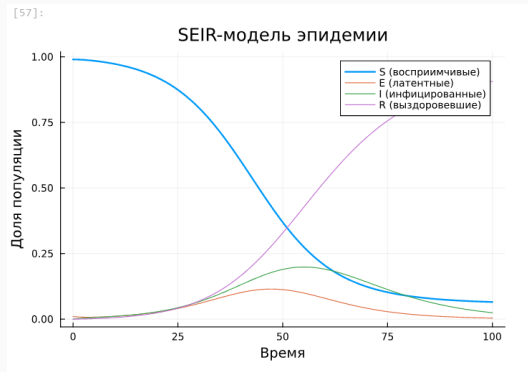


Рис. 15: Задание 4. График

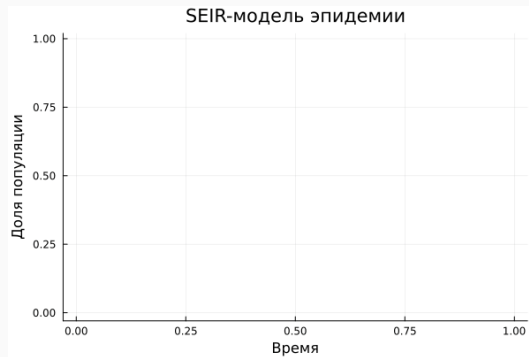


Рис. 16: Задание 4. Анимация

- Задание 5

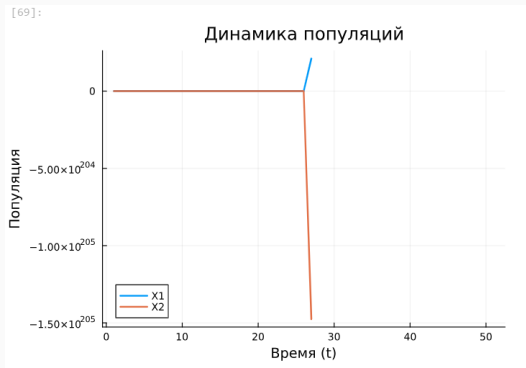


Рис. 17: Задание 5. График

[67]:

```
# 2. Фазовый портрет
plot(X1, X2, xlabel="X1", ylabel="X2", title="Фазовый портрет", legend=False, lw=2)
scatter!([X1_eq], [X2_eq], color=:red, label="Точка равновесия", ms=5)
```

[67]:

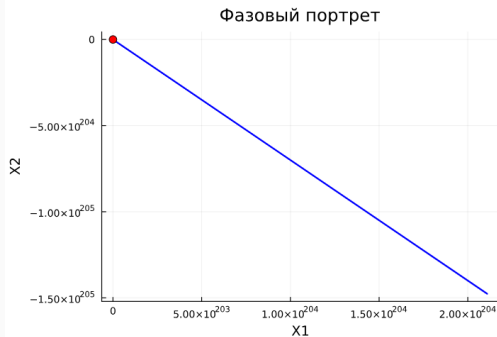


Рис. 18: Задание 5. Фазовый портрет

Модель отбора на основе конкурентных отношений

- Задание 6

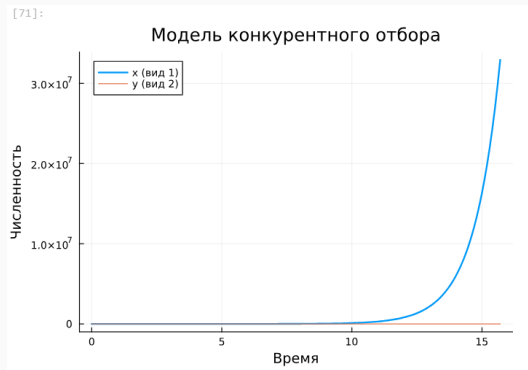


Рис. 19: Задание 6. График

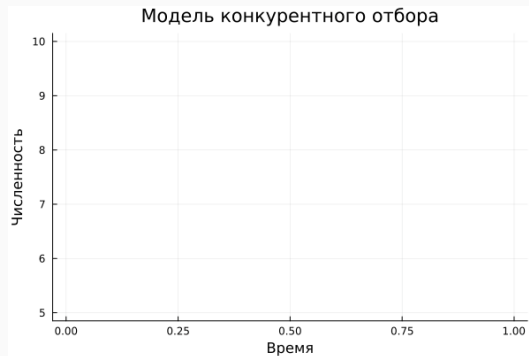


Рис. 20: Задание 6. Анимация

- Задание 7

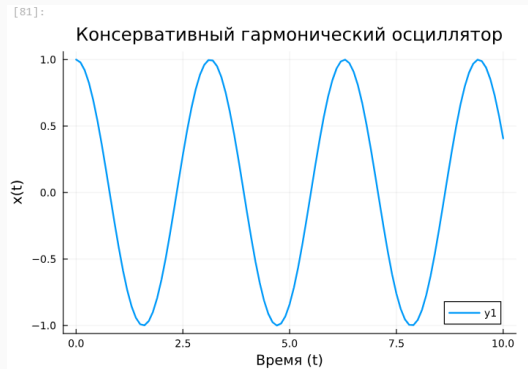


Рис. 21: Задание 7. График

Модель консервативного гармонического осциллятора

[83]:

```
# 2. Фазовый портрет (x, v)  
plot(sol[1, :], sol[2, :], xlabel="x", ylabel="v", title="Фазовый портрет", lw=2)
```

[83]:

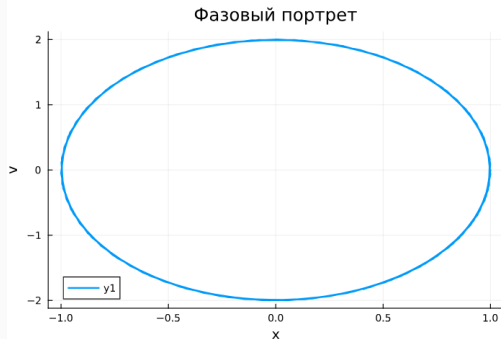


Рис. 22: Задание 7. Фазовый портрет

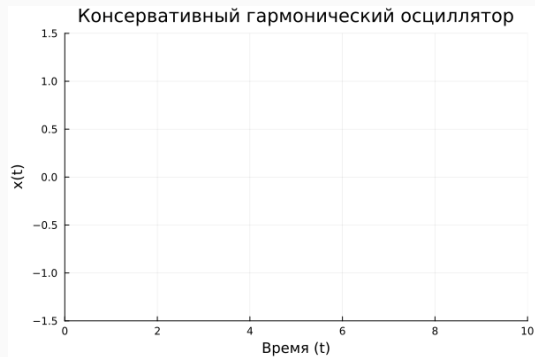


Рис. 23: Задание 7. Анимация графика

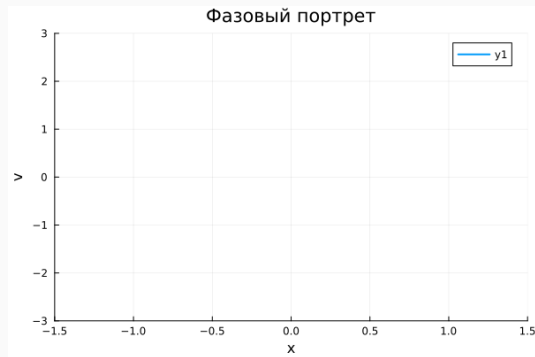


Рис. 24: Задание 7. Анимация фазового портрета

- Задание 8

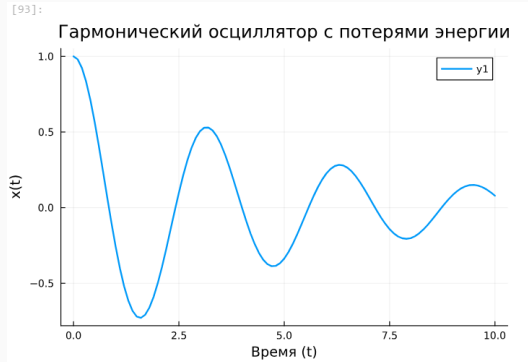


Рис. 25: Задание 8. График

Модель свободных колебаний гармонического осциллятора

[95]:

```
# 2. Фазовый портрет (x, v)
plot(sol[1, :], sol[2, :], xlabel="x", ylabel="v", title="Фазовый портрет",
      lw=2)
```

[95]:

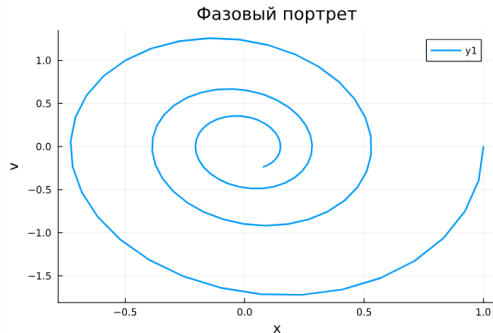


Рис. 26: Задание 8. Фазовый портрет

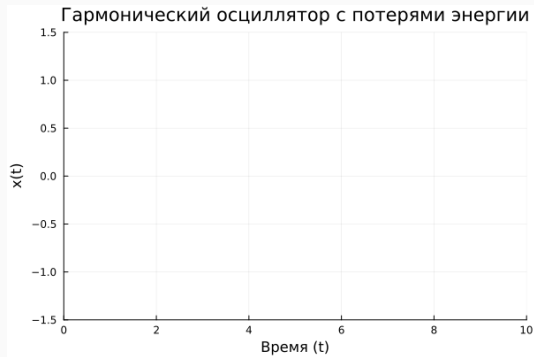


Рис. 27: Задание 8. Анимация графика

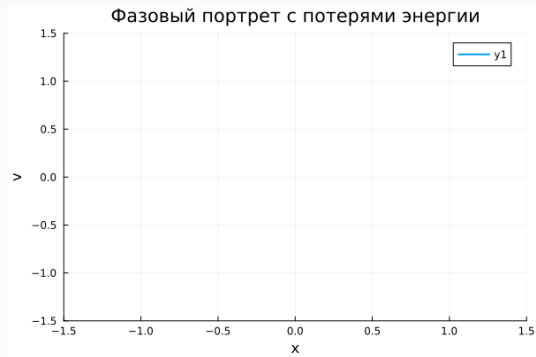


Рис. 28: Задание 8. Анимация фазового портрета

Вывод

Освоила специализированные пакеты для решения задач в непрерывном и дискретном времени.