Презентация к лабораторной работе 7

Эффективность рекламы

Аристова А.О.

02 марта 2024

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Информация

- Аристова Арина Олеговна
- студентка группы НФбд-01-21
- Российский университет дружбы народов
- 1032216433@rudn.ru
- https://github.com/aoaristova

Вводная часть

Цель работы

Изучить моделирование эффективности рекламы, построить несколько графиков моделей в соответствии с заданием, а также в одном из графиков отметить точку, в которой скорость распространения рекламы наибольшая.

Вариант 4

Построить график распространения рекламы, математическая модель которой описывается следующим уравнением:

1. $\frac{dn}{dt} = (0.44 + 0.0021 n(t))(N - n(t))$
2. $\frac{dn}{dt} = (0.00009 + 0.44 n(t))(N - n(t))$
3. $\frac{dn}{dt} = (0.77t + 0.5cos(t)n(t))(N - n(t))$

При этом объем аудитории $N = 650$, в начальный момент о товаре знает 7 человек. Для случая 2 определите в какой момент времени скорость распространения рекламы будет иметь максимальное значение.

Теоретическое введение

О языках программирования

Julia – высокоуровневый язык, который разработан для научного программирования. Язык поддерживает широкий функционал для математических вычислений и работы с большими массивами данных[1].

OpenModelica — свободное открытое программное обеспечение для моделирования, симуляции, оптимизации и анализа сложных динамических систем. Основано на языке Modelica. Активно развивается Open Source Modelica Consortium, некоммерческой неправительственной организацией. Open Source Modelica Consortium является совместным проектом RISE SICS East AB и Линчёпингского университета. По своим возможностям приближается к таким вычислительным средам как Matlab Simulink, Scilab xCos, имея при этом значительно более удобное представление системы уравнений исследуемого блока [2].

Эффективность рекламы

Организуется рекламная кампания нового товара или услуги. Необходимо, чтобы прибыль будущих продаж с избытком покрывала издержки на рекламу. Вначале расходы могут превышать прибыль, поскольку лишь малая часть потенциальных покупателей будет информирована о новинке. Затем, при увеличении числа продаж, возрастает и прибыль, и, наконец, наступит момент, когда рынок насытиться, и рекламировать товар станет бесполезным.

Предположим, что торговыми учреждениями реализуется некоторая продукция, о которой в момент времени t из числа потенциальных покупателей N знает лишь n покупателей. Для ускорения сбыта продукции запускается реклама по радио, телевидению и других средств массовой информации. После запуска рекламной кампании информация о продукции начнет распространяться среди потенциальных покупателей путем общения друг с другом. Таким образом, после запуска рекламных объявлений скорость изменения числа знающих о продукции людей пропорциональна как числу знающих о товаре покупателей, так и числу покупателей о нем не знающих.

Модель рекламной кампании описывается следующими величинами. Считаем, что dn/dt - скорость изменения со временем числа потребителей, узнавших о товаре и готовых его купить, t - время, прошедшее с начала рекламной кампании, $n(t)$ - число уже информированных клиентов.

Эта величина пропорциональна числу покупателей, еще не знающих о нем, это описывается следующим образом:

$\alpha_1(t)(N - n(t)$, где N - общее число потенциальных платежеспособных покупателей, $\alpha_1(t) > 0$ - характеризует интенсивность рекламной кампании (зависит от затрат на рекламу в данный момент времени). Помимо этого, узнавшие о товаре потребители также распространяют полученную информацию среди потенциальных покупателей, не знающих о нем (в этом случае работает т.н. сарафанное радио). Этот вклад в рекламу описывается величиной $alpha_2(t)n(t)(N - n(t))$, эта величина увеличивается с увеличением потребителей узнавших о товаре.

Математическая модель распространения рекламы описывается уравнением:

$$\frac{dn}{dt} = (\alpha_1(t) - \alpha_2(t)n(t))(N - n(t))$$

При $\alpha_1(t) >> \alpha_2(t)$ получается модель типа модели Мальтуса, решение которой имеет вид:

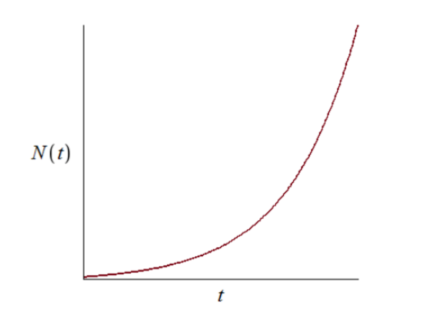

Рис. 1: График решения уравнения модели Мальтуса.

В обратном случае, при $\alpha_1(t) << \alpha_2(t)$получаем уравнение логистической кривой:

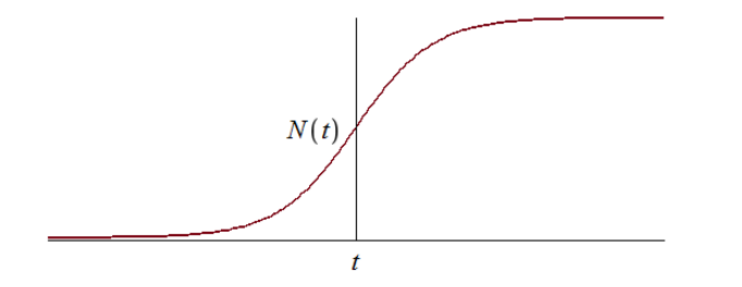

Рис. 2: График логистической кривой.

Выполнение лабораторной работы

Мой вариант лабораторной работы: 4. Я получила его по заданной формуле:

Рис. 3: Определение варианта.

Выполнение на Julia

Затем я написала 3 программы для каждого из случаев на языке Julia:

Вот листинг первой программы для случая $\frac{dn}{dt} = (0.44 + 0.0021n(t))(N - n(t)$:

```
using Plots
using DifferentialEquations

N = 650
n0 = 7

function func(du, u, p, t)
    n = u
    du[1] = (0.44 + 0.0021 * u[1])*(N - u[1])
end
```

Выполнение на Julia

```
v0=[n0]
tspan=(0.0, 5.0)
problem = ODEProblem(func, v0, tspan)
solution = solve(problem, dtmax=0.05)

n = [u[1] for u in solution.u]
T = [t for t in solution.t]

plt = plot(dpi=700, title="Эффективность рекламы. Случай 1.",bg=:lightgrey, l
plot!(plt, T, n, color=:deeppink, label="Объём проинформированных о товаре/ус

savefig(plt, "lab7_1.png")
```

Полученный результат:

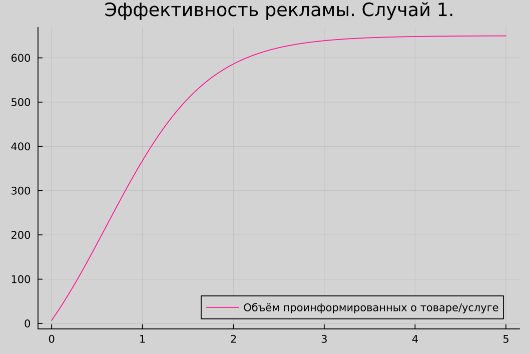

Рис. 4: Случай 1.Решение, полученное на Julia

Выполнение на Julia

Вот листинг второй программы для случая $\frac{dn}{dt} = (0.00009 + 0.44n(t))(N - n(t)$:

```
using Plots
using DifferentialEquations


N = 650
n0 = 7


function func(du, u, p, t)
    (n) = u
    du[1] = (0.00009 + 0.44 * u[1])*(N - u[1])
end
```

```julia
v0=[n0]
tspan=(0.0, 0.10)
problem = ODEProblem(func, v0, tspan)
solution = solve(problem, dtmax=0.05)

n = [u[1] for u in solution.u]
T = [t for t in solution.t]
```

Выполнение на Julia

```julia
max_n = 0;
max_n_t = 0;
max_n_n = 0;
for (i, t) in enumerate(T)
    if solution(t, Val{1})[1] > max_n
        global max_n = solution(t, Val{1})[1]
        global max_n_t = t
        global max_n_n = n[i]
    end
end
```

```
plt = plot(dpi=700, title="Эффективность рекламы. Случай 2.",bg=:lightgrey, l
plot!(plt, T, n, color=:magenta, label="Объём проинформированных о товаре/усл
plot!(plt, [max_n_t], [max_n_n], seriestype = :scatter, color=:blue, label =
иметь максимальное значение" )

savefig(plt, "lab7_2.png")
```

Полученный результат:

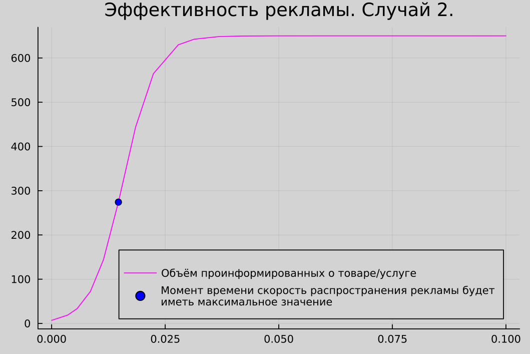

Рис. 5: Случай 2.Решение, полученное на Julia

Вот листинг тертьей программы для случая $\frac{dn}{dt} = (0.77t + 0.5cos(t)n(t))(N - n(t))$:

```
using Plots
using DifferentialEquations

N = 650
n0 = 7

function func(du, u, p, t)
    n = u
    du[1] = (0.77*t + 0.5 * cos(t)* u[1])*(N - u[1])
end
```

```julia
v0=[n0]
tspan=(0.0, 0.10)
problem = ODEProblem(func, v0, tspan)
solution = solve(problem, dtmax=0.05)

n = [u[1] for u in solution.u]
T = [t for t in solution.t]
```

```
mlt = plot(dpi=700, title="Эффективность рекламы. Случай 3.",bg=:lightgrey, l
plot!(plt, T, n, color=:purple, label="Объём проинформированных о товаре/услу

savefig(plt, "lab7_3.png")
```

Полученный результат:

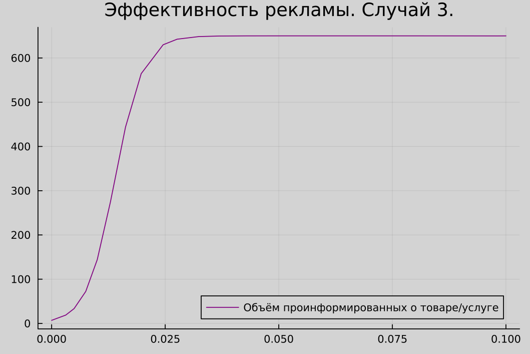

Рис. 6: Случай 3.Решение, полученное на Julia

Затем я написала необходимые программы для каждого из случаев для получения решений на языке Modelica в OpenModelica:

Выполнение на Modelica

Вот листинг первой программы для для случая $\frac{dn}{dt} = (0.44 + 0.0021n(t))(N - n(t))$:

```
model lab7_1

Real N = 650;
Real n;

initial equation
n = 7;

equation
der(n) = (0.44 + 0.0021*n) * (N-n);
end lab7_1;
```

Полученный результат:

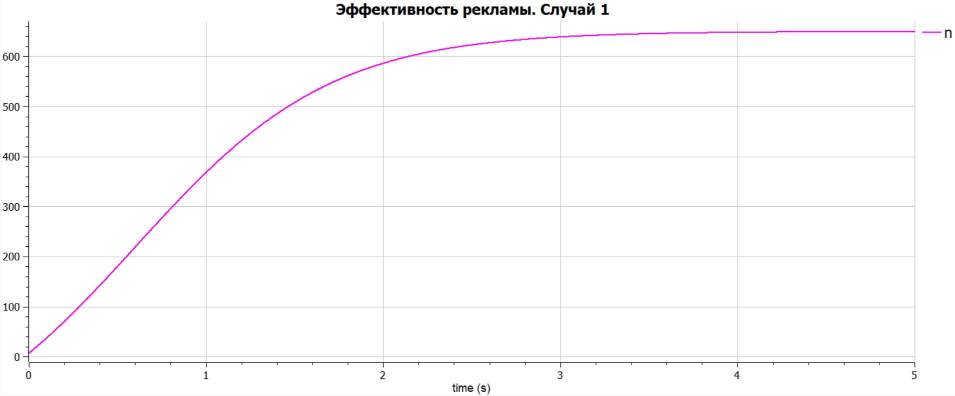

Рис. 7: Случай 1. Решение, полученное на Modelica

Вот листинг второй программы для случая $\frac{dn}{dt} = (0.00009 + 0.44n(t))(N - n(t)$:

```
model lab7_2

Real N = 650;
Real n;

initial equation
n = 7;

equation
der(n) = (0.00009 + 0.44*n)*(N-n);
end lab7_2;
```

Полученный результат:

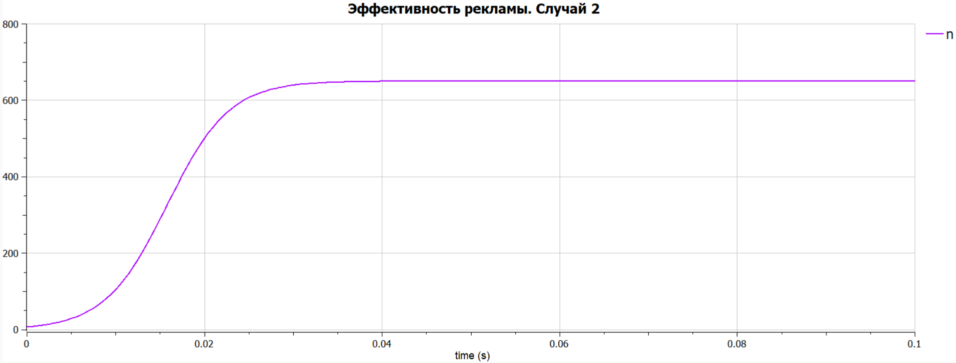

Рис. 8: Случай 2. Решение полученное на Modelica

Вот листинг третьей программы для случая $\frac{dn}{dt} = (0.77t + 0.5cos(t)n(t))(N - n(t)$:

```
model lab7_3

Real N = 650;
Real n;

initial equation
n = 7;

equation
der(n) = (0.77*time + 0.5 * cos(time)*n)*(N-n);

end lab7_3;
```

Полученный результат:

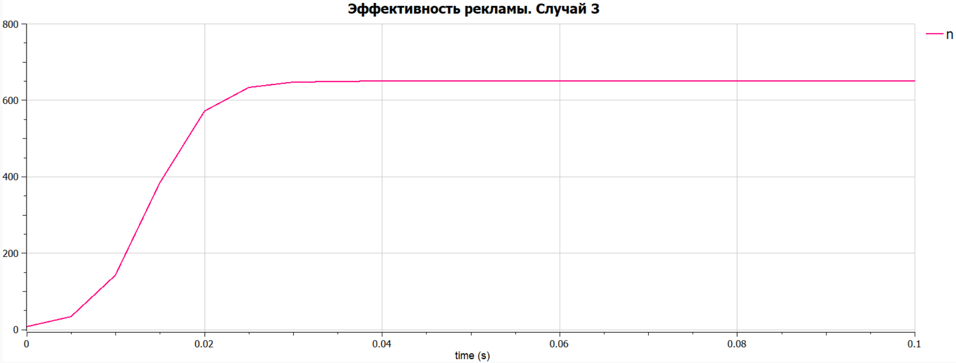

Рис. 9: Случай 3. Решение полученное на Modelica

Выводы

Анализ полученных результатов

В результате проделанной мною работы, были получены графики моделей распространения рекламы для различных случаев, а также на одном из них найдена точка с наибольшей скоростью распространения.

Если говорить о сравнении языков, то можно отметить, что построение модели эпидемии на Modelica требует использования меньшего количества строк, чем аналогичное построение на Julia. Это происходит потому, что построение на Modelica происходит как раз относительно времени, что и говорит нам о том, что Modelica именно предназначена для подобных задач.

Так же можно отметить, что построенные на двух языках графики получились аналогичными по содержанию, что сигнализирует о корректности исполнения.

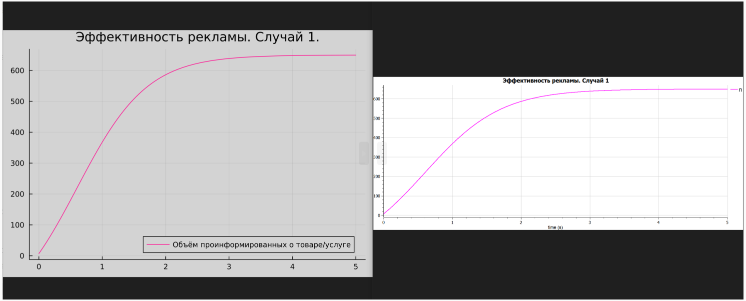

Рис. 10: Сравнение графиков для случая 1.

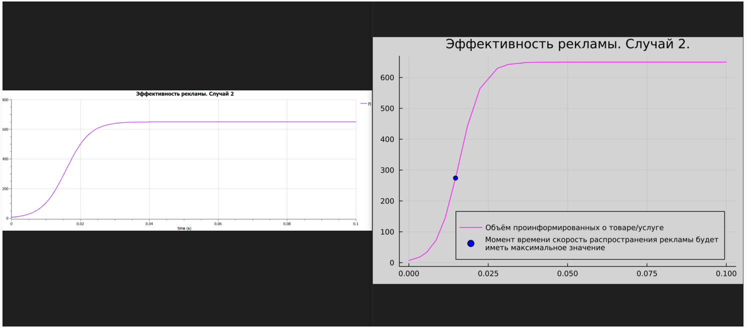

Рис. 11: Сравнение графиков для случая 2.

Анализ полученных результатов

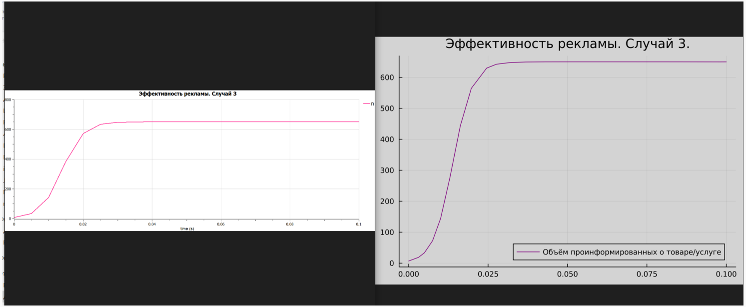

Рис. 12: Сравнение графиков для случая 3.

Вывод

В ходе и по результатам выполнения лабораторной работы мною была изучена и построена модель эффективности рекламы на двух языках: Julia и Modelica.

[1] Документация по Julia: https://docs.julialang.org/en/v1/

[2] Документация по OpenModelica: https://openmodelica.org/

[3] Модель Мальтуса: https://studfile.net/preview/6131259/page:16/

[4] Материалы к лабораторной работе