



## «Эффективность рекламы»

Групповой проект по курсу «Научное программирование»



Студенты:

Группа: НПМмд-02-20

Голос Елизавета Сергеевна 1032202186

Конюхов Роман Игоревич 1032202205

Попкова Елена Владимировна 1032202189

Романова Александра Михайловна 1032202200

# Научная проблема

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 насытится, и рекламировать товар станет бесполезным.

# Цели и задачи

Построить модель эффективности рекламы на примере нового салона красоты:

1. Построить график распространения рекламы о салоне красоты;
2. Сравнить эффективность рекламной кампании при  $\alpha_1(t) > \alpha_2(t)$  и  $\alpha_1(t) < \alpha_2(t)$ ;
3. Определить в какой момент времени эффективность рекламы будет иметь максимально быстрый рост;
4. Построить решение, если учитывать вклад только платной рекламы;
5. Построить решение, если предположить, что информация о товаре распространяется только путем «сарафанного радио»;
6. Сравнить решения пунктов 4 и 5.

# Описание модели (1/4)

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.

## Описание модели (2/4)

- $dn/dt$  - 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:

$$\alpha_1(t)(N - n(t))$$

- $N$  - общее число потенциальных платежеспособных покупателей;
- $\alpha_1(t) > 0$  - характеризует интенсивность рекламной кампании (зависит от затрат на рекламу в данный момент времени).

## Описание модели (3/4)

Помимо купленной рекламы, 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

$$\alpha_2(t)n(t)(N - n(t))$$

$\alpha_2(t) > 0$  - характеризует интенсивность сарафанного радио.

- Математическая модель распространения рекламы описывается уравнением:

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

# Описание модели (4/4)

При  $\alpha_1(t) \gg \alpha_2(t)$  получается модель типа модели Мальтуса, решение которой имеет вид, представленный на рисунке 1.

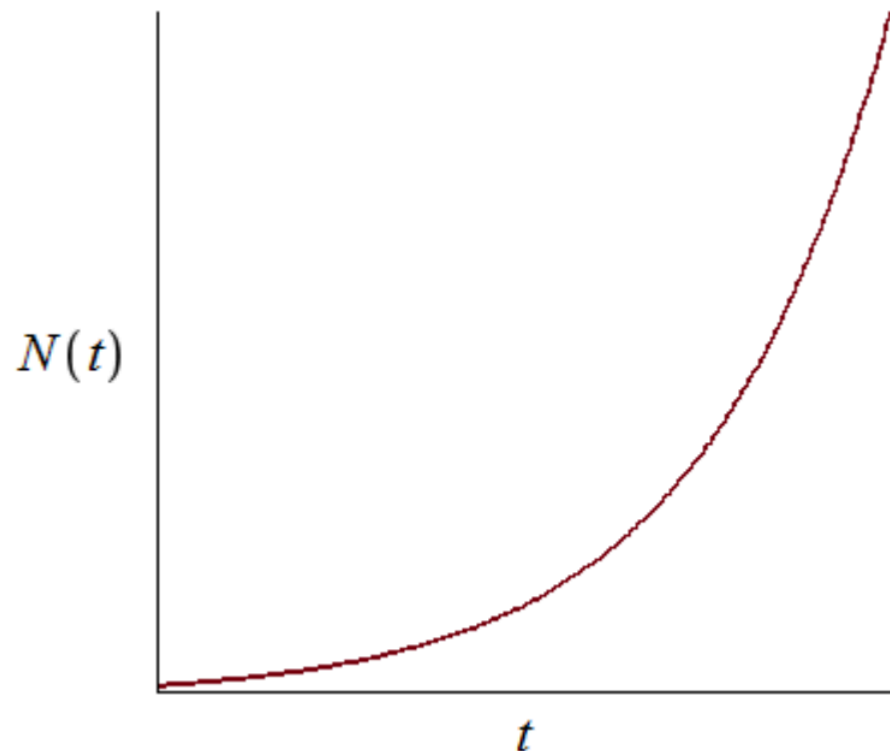


Рисунок 1. График решения уравнения модели Мальтуса

При  $\alpha_1(t) \ll \alpha_2(t)$  получается уравнение логистической кривой, представленное на рисунке 2.

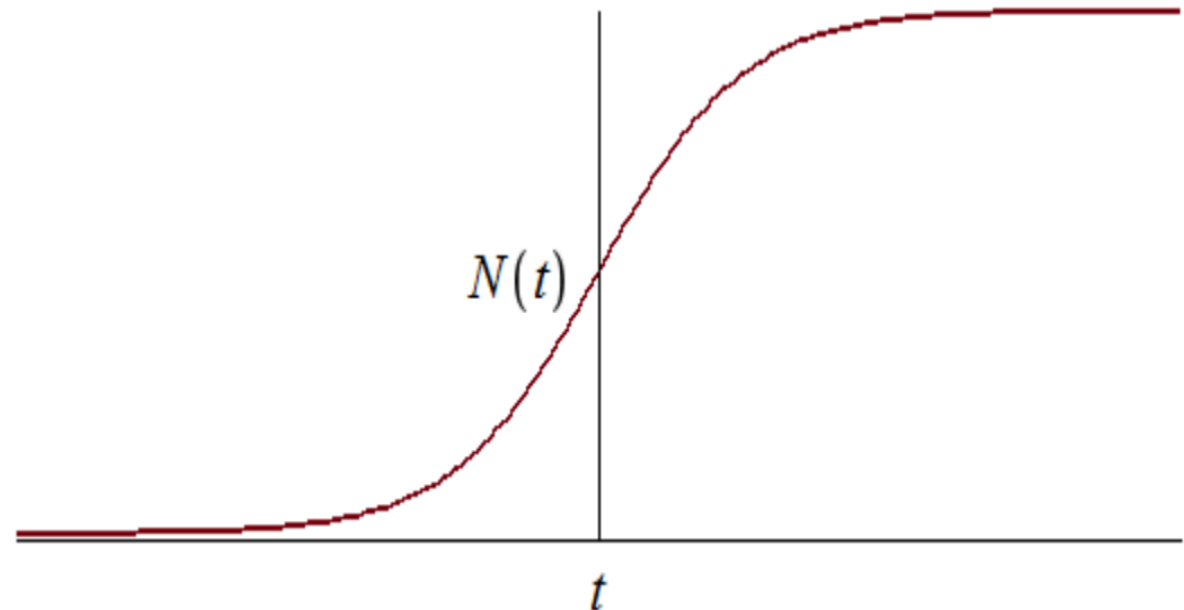


Рисунок 2. Рисунок логистической кривой

# Алгоритм

алг

вещ  $t_0$ ;  $n_0$ ;  $N$ ;  $t$ ;

нач функции  $g = k(t)$ ;

$$g = 0.005 * t;$$

кон функции

нач функции  $v = p(t)$ ;

$$v = 0.002 * t;$$

кон функции

нач функции  $nd = f(t, n)$ ;

$$nd = (k(t) + p(t) * n) * (N - n);$$

кон функции

$n = \text{ode}(n_0, t_0, t, f)$ ;

$\text{plot}(t, n)$ ;

кон

$t_0$  – начальный момент времени

$n_0$  – количество людей, знающих о товаре в

начальный момент времени

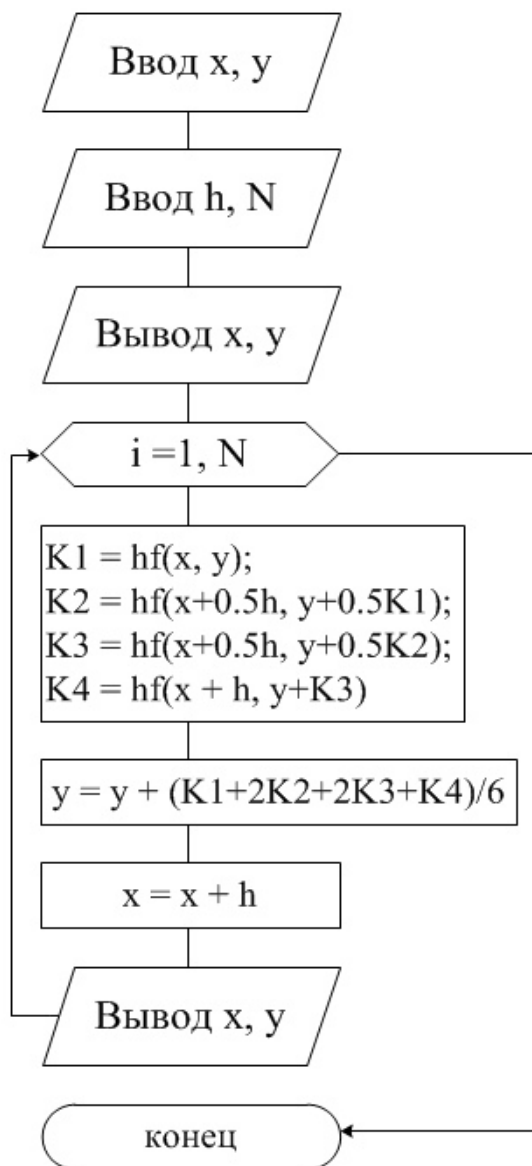
$N$ - максимальное количество людей, которых

может заинтересовать товар

$t$  - длительность рекламной компании



# Метод Рунге - Кутты



Начальные условия

Шаг интегрирования и  
количество вычисляемых  
точек

Ордината следующей  
точки

Абсцисса следующей  
точки

$$y' = f(x, y), \quad y(x_0) = y_0$$

$$y_{n+1} = y_n + \frac{h}{6} (k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4)$$

$$k_1 = f(x_n, y_n)$$

$$k_2 = f\left(x_n + \frac{h}{2}, y_n + \frac{h}{2}k_1\right),$$

$$k_3 = f\left(x_n + \frac{h}{2}, y_n + \frac{h}{2}k_2\right)$$

$$k_4 = f(x_n + h, y_n + hk_3)$$

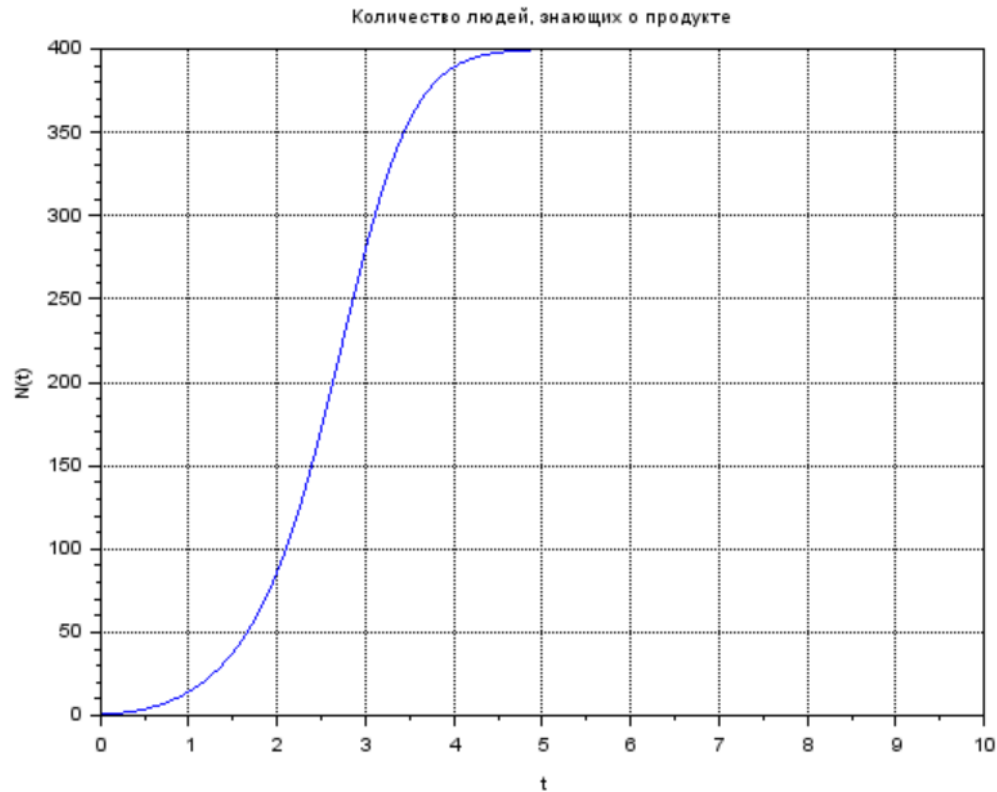
# Реализация программы

magistracy\_scientific\_programming\_advertising\_efficiency.sce

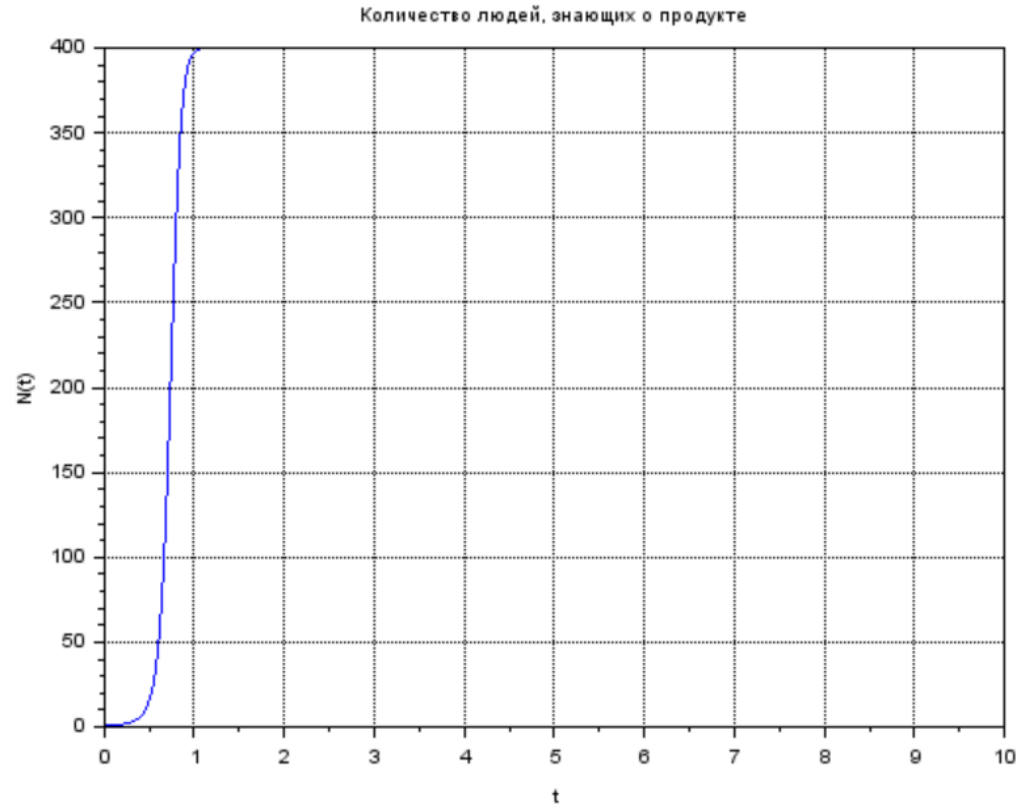
```
1 t0 = 0; //начальный момент времени
2 x0 = 1; // количество людей, знающих о товаре в начальный момент времени
3 N = 400; // максимальное количество людей, которых может заинтересовать товар
4 t = 0:0.1:30; // временной промежуток (длительность рекламной компании)
5 //функция, отвечающая за платную рекламу
6 function g=k(t);
7     //g.=0;
8     g = 0.055.*t;
9 endfunction
10 //функция, описывающая сарафанное радио
11 function v=p(t);
12     //v.=0;
13     v = 0.0018.*t;
14 endfunction
15 //уравнение, описывающее распространение рекламы
16 function xd=f(t, x);
17     xd = (-k(t) + p(t)*x)*(N - x);
18 endfunction
19 //функция решения задачи Коши методом Рунге-Кутты 4-го порядка
20 function [x,t]=runge_kutta(a, b, n, x0)
21     h = (b - a) / n;
22     x(1) = x0;
23     for i = 1:n+1
24         t(i) = a + (i - 1) * h;
25     end
26     for i = 2:n+1
27         K1 = f(t(i - 1), x(i - 1));
28         K2 = f(t(i - 1) + h / 2, x(i - 1) + h / 2 * K1);
29         K3 = f(t(i - 1) + h / 2, x(i - 1) + h / 2 * K2);
30         K4 = f(t(i - 1) + h, x(i - 1) + h * K3);
31         delt = h / 6 * (K1 + 2 * K2 + 2 * K3 + K4);
32         x(i) = x(i - 1) + delt;
```

```
13     x(i) = x(i - 1) + delt;
14     end
15 endfunction
35
36 // решение дифференциального уравнения методом Рунге-Кутты
37 [YR,XR] = runge_kutta(0, 10, 1000, x0);
38 // построение графиков
39 plot(XR, YR);
40 xtitle('Количество людей, знающих о продукте');
41 xlabel('t');
42 ylabel('N(t)');
43 xgrid(1);
44
```

# Результаты моделирования (1/2)

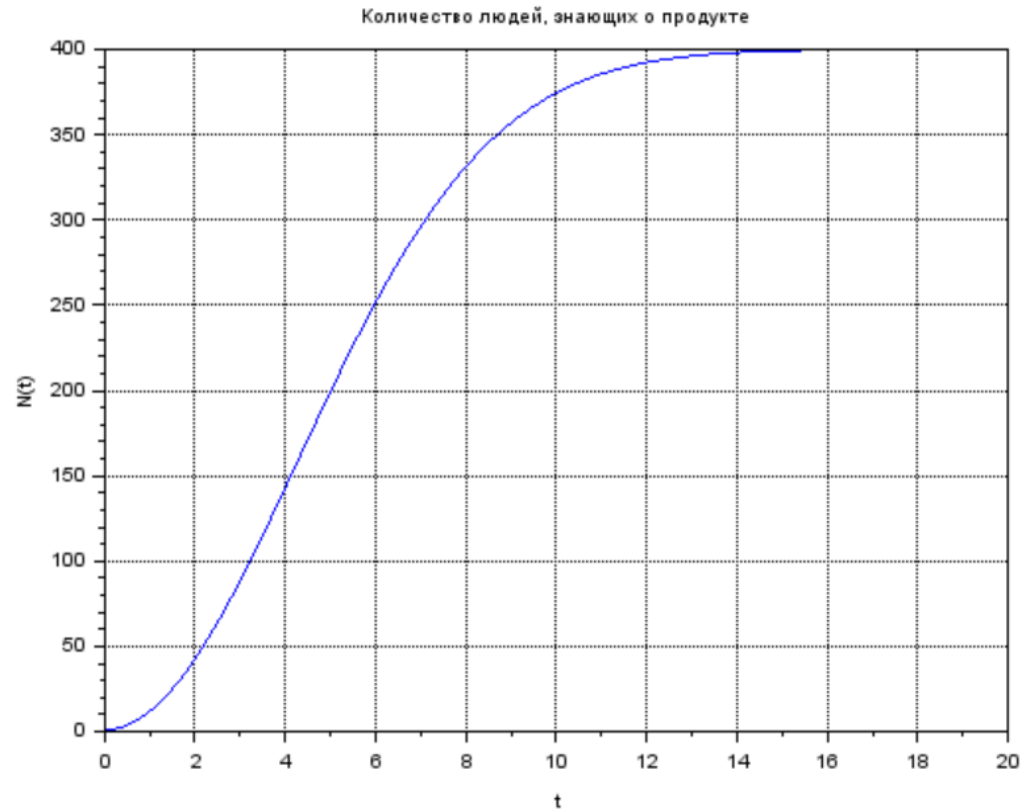


$\alpha_1 > \alpha_2, x_0 = 1, N = 400$   
Рынок насытится при  $t = 5$

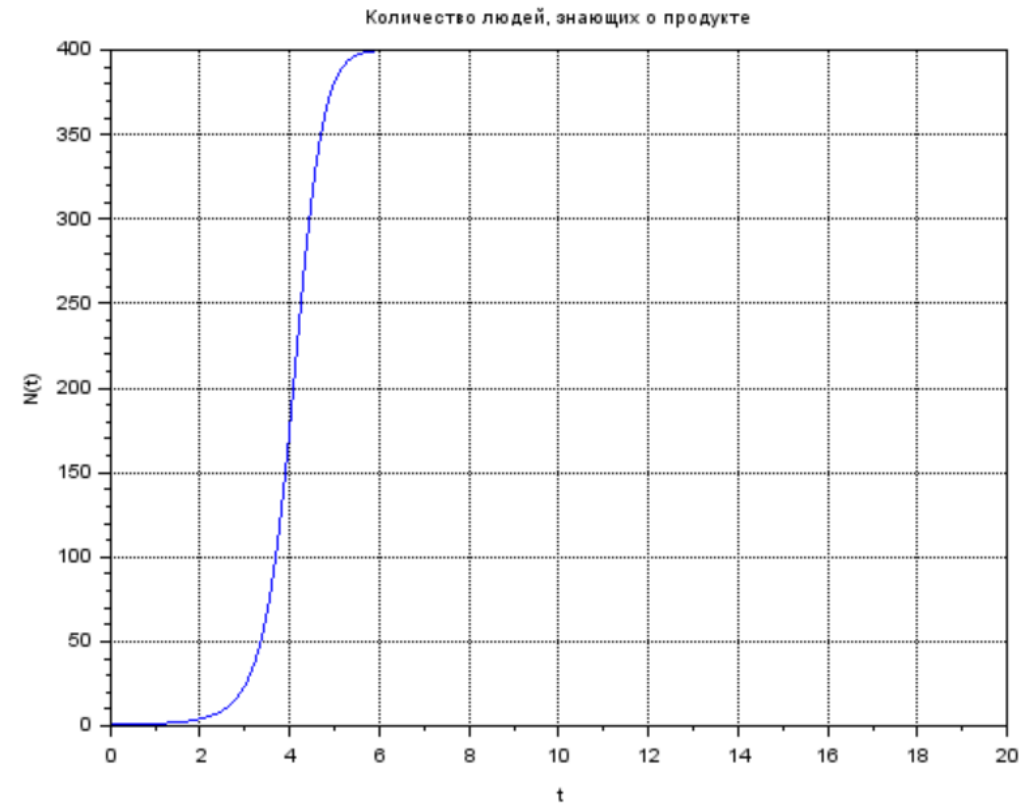


$\alpha_1 < \alpha_2, x_0 = 1, N = 400$   
Рынок насытится при  $t = 1$

# Результаты моделирования (2/2)



Вклад только платной рекламы  
Рынок насытится при  $t = 15$



Вклад только сарафанного радио  
Рынок насытится при  $t = 6$

# Выводы

- В ходе работы над проектом была реализована модель эффективности рекламы (на языке Octave) на примере нового салона красоты.
- В качестве результата были получены:
  - графики распространения рекламы о салоне красоты;
  - сравнение эффективности рекламной кампании при  $\alpha_1(t) > \alpha_2(t)$  и  $\alpha_1(t) < \alpha_2(t)$
  - решение с учетом вклада только платной рекламы;
  - решение с учетом вклада только «сарафанного радио».