



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Московский государственный технический университет  
имени Н. Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н. Э. Баумана)

---

ФАКУЛЬТЕТ \_\_\_\_\_ Фундаментальные науки

КАФЕДРА \_\_\_\_\_ Прикладная математика

## Домашнее задание по курсу

"Программные средства математического моделирования"

### *Оптимизация в MATLAB*

Студент \_\_\_\_\_  
ФН2-11М  
(Группа)

\_\_\_\_\_  
(Подпись, дата)

Г. Э. Сербин  
\_\_\_\_\_  
(И. О. Фамилия)

Преподаватель

\_\_\_\_\_  
(Подпись, дата)

А. В. Кавинов  
\_\_\_\_\_  
(И. О. Фамилия)

2022 г.

## 1. Постановка задачи

Попробуем построить зависимость между средней заработной платой и количеством разводов. Для анализа возьмем данные 2017 года по 85 субъектам РФ:

1. Средняя заработная плата в субъектах [1];
2. Число зарегистрированных разводов в расчете на 1000 человек в субъектах [2].

Распределению по размерам заработной платы подлежат работники, состоящие в списочном составе организаций и отработавшие все рабочие дни апреля в соответствии с принятым режимом работы в организациях, включая работавших неполное рабочее время. Не включаются в обследование работники, принятые и выбывшие в отчетном месяце; имевшие листки временной нетрудоспособности; находившиеся в отпуске по беременности и родам, отпуске по уходу за ребенком; а также внешние совместители и работники несписочного состава.

## 2. Программа

Данные имеют вид `data = [salary';divorce']`. Аппроксимируем данные линейной функцией `polycoeffs1 = polyfit(data(1,:),data(2,:),1)`. Выведем на экран среднее отклонение

```
error = sum((data(2,:) - polyval(polycoeffs1,data(1,:))).^2);
error = sqrt(error/length(data));
fprintf('y=%fx+%f, error = %f\n',polycoeffs1(1),polycoeffs1(2),error);
```

Получаем  $y \approx 0.031845x + 3.056852$ . Ошибка составила 0.797020.

Теперь, аналогичным образом, аппроксимируем данные полиномом третьей степени `polycoeffs3 = polyfit(data(1,:),data(2,:),3)`. Получаем  $y \approx 0.000050x^3 - 0.008623x^2 + 0.481332x - 3.821161$ . Ошибка составила 0.702743.

Наконец, аппроксимируем данные с помощью модели  $y = p_1 - \frac{p_2}{x + p_3}$ :

```
model = @(params,x) params(1)- params(2)*1./(x+params(3));
```

где  $p_1, p_2, p_3$  — параметры, которые нужно найти из задачи минимизации функционала ошибок:

```
errorFunc = @(params,data) sum((data(2,:)-model(params,data(1,:))).^ 2);
options = optimset('TolX',10^(-6),'TolFun',10^(-6),'MaxFunEvals',10000);
[params,error] = fminsearch(@(p) errorFunc(p,data), [5 10 10], options);
```

Получаем  $y \approx 4.984233 - \frac{7.434033}{x - 18.520040}$ . Среднее отклонение `sqrt(error/length(data))` равно 0.636257.

### 3. Визуализация

```
plot(salary,divorce,'*');
hold on;
grid on;
a = min(data(1,:));
b = max(data(1,:));
x=linspace(a,b,100);
plot(x,polyval(polycoeffs1,x),x,polyval(polycoeffs3,x),x,model(params,x))
t = title({'Зависимость количества разводов','от размера зарплаты'});
t.FontSize = 12;
xlabel({'Средняя зарплата', 'тыс. руб.'},'FontSize',12);
ylabel('Число разводов на 1000 человек','FontSize',12);
legend('Данные по субъектам РФ (2017)','Линейная аппроксимация',...
'Полином 3-го порядка',' $p_1 - \frac{p_2}{x+p_3}$ ',...
'Interpreter','latex','Location','southeast','FontSize',12);
```

На рисунке 1 представлены исходные данные и все варианты аппроксимаций.

### Литература

1. Средняя зарплата, статистика по России. [Электронный ресурс]. URL: <https://russia.duck.consulting/maps/184/2017> (дата обращения: 04.12.2022).
2. Количество разводов, статистика по России. [Электронный ресурс]. URL: <https://russia.duck.consulting/maps/8/2017> (дата обращения: 04.12.2022).

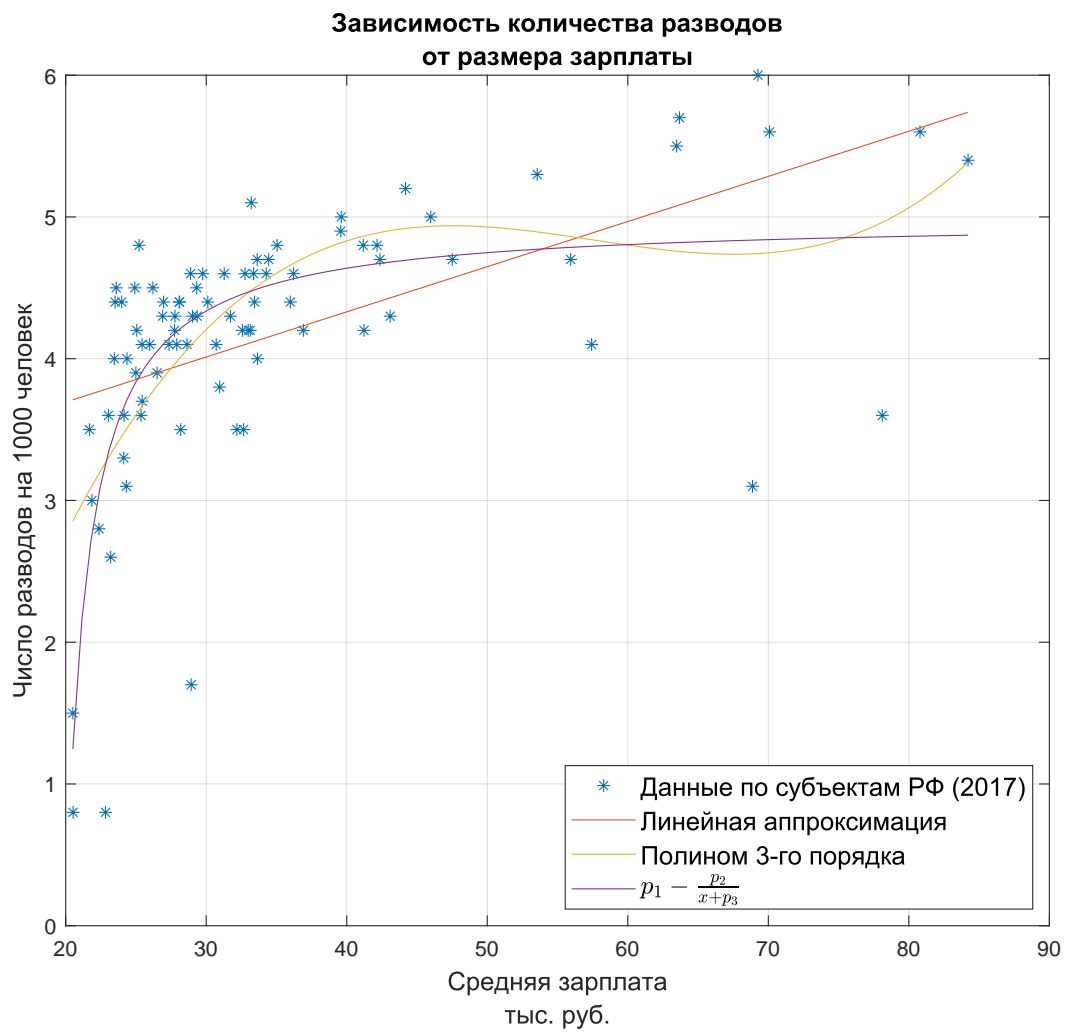


Рис. 1. Визуализация