

Лабораторная работа № 3

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ В УСЛОВИЯХ КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Авакумов Тарас

Трусковский Кирилл

Федь Владимир

Постановка задачи

Построить по заданной дискретной выборке (данные для Dst) приближающие функции (аналитически и графически представленные функциональные зависимости) в мультипликативной форме, которые с практически приемлемой погрешностью в смысле Чебышевского приближения характеризуют истинные функциональные зависимости, Построить прогнозные значения приближающих функций.

Метод Решения

Функциональные зависимости формируются в классе мультипликативных функций, которые характеризуются последовательностью следующих уровней

$$1) \quad y_i = \Phi_i(x) ; i = \overline{1, m}$$

$$2) \quad [1 + \Phi_i(x)] = \prod_{k=1}^{K_0} [1 + \Phi_{ik}(x_k)]^{c_{ik}}$$

$$3) \quad [1 + \Phi_{ik}(x_k)] = \prod_{j_k=1}^{n_k} [1 + \Psi_{kj_k}(x_{kj_k})]^{a_{ikj_k}}$$

$$4) \quad [1 + \Psi_{kj_k}(x_{kj_k})] = \prod_{p_{j_k}=1}^{p_{kj_k}} [1 + \phi_{p_{j_k}}(x_{kj_k})]^{\lambda_{kj_k}}$$

представление в форме аддитивных функций

Представление в форме аддитивных функций

$$\Phi_i(x) = \exp \left\{ \sum_{k=1}^{K_0} c_{ik} \ln [1 + \Phi_{ik}(x_k)] \right\} - 1 \quad i = \overline{1, m} \quad k = \overline{1, K_0}$$

$$\Phi_{ik} = \exp \left\{ \sum_{j_k=1}^{n_k} a_{ikj_k} \ln [1 + \Psi_{kj_k}(x_{kj_k})] \right\} - 1 \quad x_k = \langle x_{kj_k}, j_k = \overline{1, n_k} \rangle$$

$$\Psi_{kj_k}(x_{kj_k}) = \exp \left\{ \sum_{p_{j_k}=1}^{P_{kj_k}} \lambda_{kj_k} \ln [1 + \phi_{pj_k}(x_{kj_k})] \right\} - 1 \quad p_{j_k} = \overline{1, P_{kj_k}}$$

Результаты

Полиномы Лежандра

Lab_3

Данные

Размер выборки: 45

Входные данные:

Исходные данные:

Тип полинома

☐ Лаггер

☐ Лежандр смещ

☒ Лежандр

Размерности

X1:

X2:

X3:

Y:

Степени полином...

при X1:

при X2:

при X3:

Структура функций

☒ Предложенная

☐ Наша

График

☒ Нормировать Y1 ▾

$$\Phi_3 = \exp(+0.20509597178811836 \cdot \ln(1 + \exp(+1.0119962886404392 \cdot \ln(1 + \exp(+1.0 \cdot \ln(1 + T_0(x_{10})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_1(x_{10})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_2(x_{10})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_3(x_{10})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_4(x_{10})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_5(x_{10})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_6(x_{10})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_7(x_{10}))) - 1) + 1.0271682852749193 \cdot \ln(1 + \exp(+1.0 \cdot \ln(1 + T_0(x_{11})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_1(x_{11})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_2(x_{11})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_3(x_{11})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_4(x_{11})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_5(x_{11})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_6(x_{11})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_7(x_{11}))) - 1) - 1) + 0.04047957408548647 \cdot \ln(1 + \exp(+0.9997678774409033 \cdot \ln(1 + \exp(+1.0 \cdot \ln(1 + T_0(x_{20})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_1(x_{20})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_2(x_{20})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_3(x_{20})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_4(x_{20})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_5(x_{20})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_6(x_{20})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_7(x_{20}))) - 1) + 0.9996590331057128 \cdot \ln(1 + \exp(+1.0 \cdot \ln(1 + T_0(x_{21})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_1(x_{21})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_2(x_{21})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_3(x_{21})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_4(x_{21})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_5(x_{21})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_6(x_{21})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_7(x_{21}))) - 1) - 1) + 0.777206908868301 \cdot \ln(1 + \exp(+0.9997485419877733 \cdot \ln(1 + \exp(+1.0 \cdot \ln(1 + T_0(x_{30})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_1(x_{30})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_2(x_{30})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_3(x_{30})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_4(x_{30})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_5(x_{30})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_6(x_{30})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_7(x_{30}))) - 1) + 0.9997426679247873 \cdot \ln(1 + \exp(+1.0 \cdot \ln(1 + T_0(x_{31})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_1(x_{31})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_2(x_{31})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_3(x_{31})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_4(x_{31})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_5(x_{31})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_6(x_{31})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_7(x_{31}))) - 1) + 0.9997368215196695 \cdot \ln(1 + \exp(+1.0 \cdot \ln(1 + T_0(x_{32})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_1(x_{32})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_2(x_{32})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_3(x_{32})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_4(x_{32})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_5(x_{32})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_6(x_{32})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_7(x_{32}))) - 1) - 1) - 1) - 1) - 1)$$

Результаты

Смещенный полином Лежандра

Lab_3

Данные

Размер выборки

Входные данные

Исходные данные

Структура функций

☒ Предложенная

☐ Наша

Тип полинома

☐ Лаггер

☒ Лежандр смещ

☐ Лежандр

Размерности

X1

X2

X3

Y

Степени полином...

при X1

при X2

при X3

График

☒ Нормировать

Y1 ▾

$$\Phi_3 = \exp(+0.4107730154019089 \cdot \ln(1 + \exp(+0.9999726189056888 \cdot \ln(1 + \exp(+1.0 \cdot \ln(1 + T_0(x_{10})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_1(x_{10})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_2(x_{10})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_3(x_{10})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_4(x_{10})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_5(x_{10})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_6(x_{10})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_7(x_{10}))) - 1) + 1.0000583218944141 \cdot \ln(1 + \exp(+1.0 \cdot \ln(1 + T_0(x_{11})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_1(x_{11})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_2(x_{11})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_3(x_{11})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_4(x_{11})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_5(x_{11})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_6(x_{11})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_7(x_{11}))) - 1) - 1) + 0.07820746508391781 \cdot \ln(1 + \exp(+0.9990929534387727 \cdot \ln(1 + \exp(+1.0 \cdot \ln(1 + T_0(x_{20})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_1(x_{20})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_2(x_{20})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_3(x_{20})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_4(x_{20})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_5(x_{20})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_6(x_{20})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_7(x_{20}))) - 1) + 0.9998653328407479 \cdot \ln(1 + \exp(+1.0 \cdot \ln(1 + T_0(x_{21})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_1(x_{21})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_2(x_{21})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_3(x_{21})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_4(x_{21})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_5(x_{21})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_6(x_{21})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_7(x_{21}))) - 1) - 1) + 0.5536692799179904 \cdot \ln(1 + \exp(+1.0006764990963144 \cdot \ln(1 + \exp(+1.0 \cdot \ln(1 + T_0(x_{30})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_1(x_{30})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_2(x_{30})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_3(x_{30})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_4(x_{30})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_5(x_{30})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_6(x_{30})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_7(x_{30}))) - 1) + 0.9987946377591024 \cdot \ln(1 + \exp(+1.0 \cdot \ln(1 + T_0(x_{31})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_1(x_{31})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_2(x_{31})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_3(x_{31})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_4(x_{31})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_5(x_{31})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_6(x_{31})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_7(x_{31}))) - 1) - 1) + 0.9991837748950407 \cdot \ln(1 + \exp(+1.0 \cdot \ln(1 + T_0(x_{32})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_1(x_{32})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_2(x_{32})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_3(x_{32})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_4(x_{32})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_5(x_{32})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_6(x_{32})) + 1.0 \cdot \ln(1 + T_7(x_{32}))) - 1) - 1) - 1$$

Результаты

Полином Лаггера

Lab_3

Данные

Размер выборки: 45

Входные данные:

Исходные данные:

Структура функций

☒ Предложенная

☐ Наша

Тип полинома

☒ Лаггер

☐ Лежандр смещ

☐ Лежандр

Размерности

X1: 2

X2: 2

X3: 3

Y: 4

Степени полином...

при X1: 7

при X2: 7

при X3: 7

График

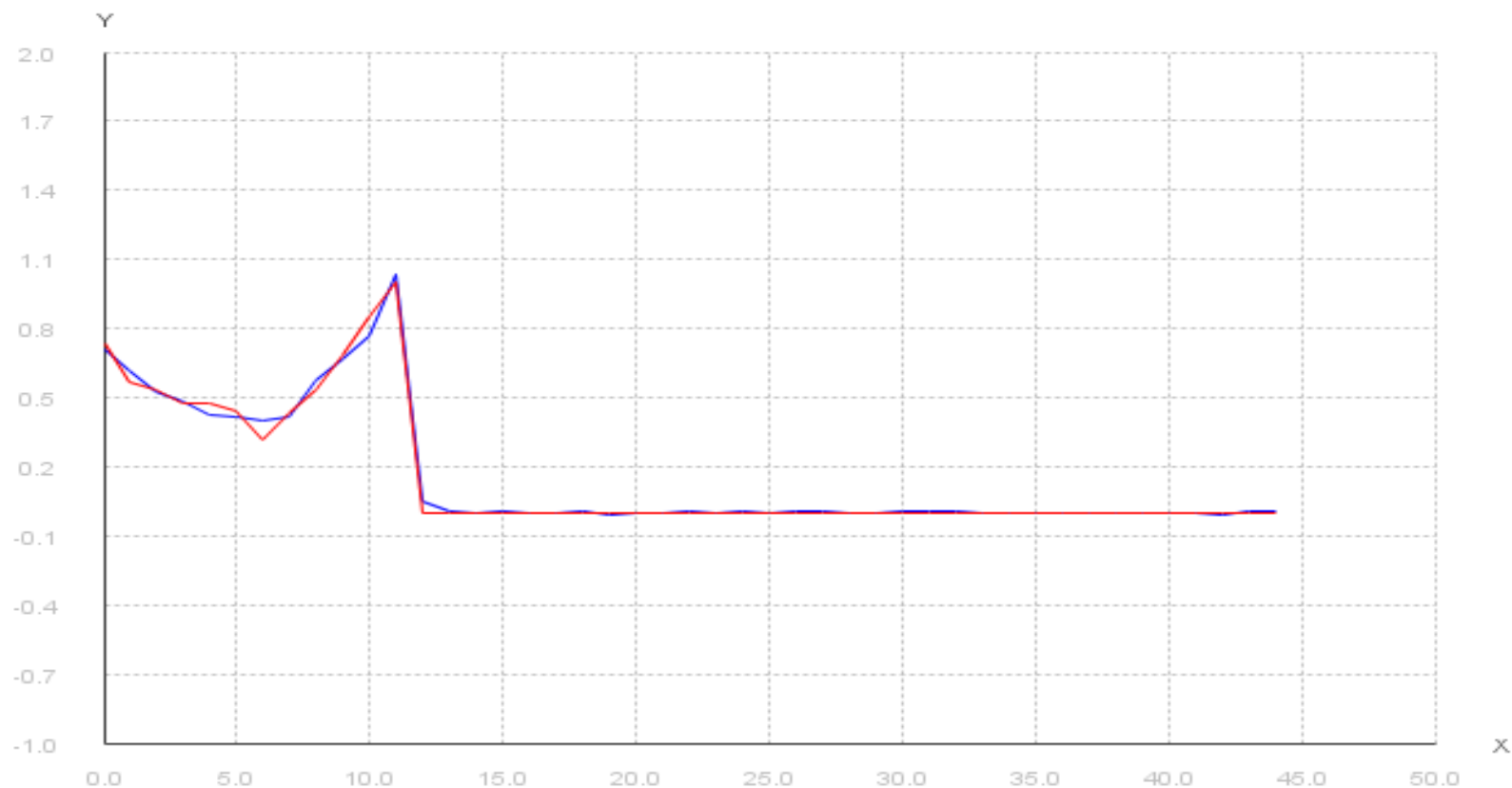
☒ Нормировать

Y1

$$\Phi_3 = \exp(+0.2706186694289666 * \ln(1 + \exp(+0.99999994873462188 * \ln(1 + \exp(+1.0 * \ln(1 + T_0(x_{10})) + 1.0 * \ln(1 + T_1(x_{10})) + 1.0 * \ln(1 + T_2(x_{10})) + 1.0 * \ln(1 + T_3(x_{10})) + 1.0 * \ln(1 + T_4(x_{10})) + 1.0 * \ln(1 + T_5(x_{10})) + 1.0 * \ln(1 + T_6(x_{10})) + 1.0 * \ln(1 + T_7(x_{10}))) - 1)) + 0.99999994146372568 * \ln(1 + \exp(+1.0 * \ln(1 + T_0(x_{11})) + 1.0 * \ln(1 + T_1(x_{11})) + 1.0 * \ln(1 + T_2(x_{11})) + 1.0 * \ln(1 + T_3(x_{11})) + 1.0 * \ln(1 + T_4(x_{11})) + 1.0 * \ln(1 + T_5(x_{11})) + 1.0 * \ln(1 + T_6(x_{11})) + 1.0 * \ln(1 + T_7(x_{11}))) - 1)) + 0.0315426353041502 * \ln(1 + \exp(+0.9900152245537703 * \ln(1 + \exp(+1.0 * \ln(1 + T_0(x_{20})) + 1.0 * \ln(1 + T_1(x_{20})) + 1.0 * \ln(1 + T_2(x_{20})) + 1.0 * \ln(1 + T_3(x_{20})) + 1.0 * \ln(1 + T_4(x_{20})) + 1.0 * \ln(1 + T_5(x_{20})) + 1.0 * \ln(1 + T_6(x_{20})) + 1.0 * \ln(1 + T_7(x_{20}))) - 1)) + 0.9966088359940122 * \ln(1 + \exp(+1.0 * \ln(1 + T_0(x_{21})) + 1.0 * \ln(1 + T_1(x_{21})) + 1.0 * \ln(1 + T_2(x_{21})) + 1.0 * \ln(1 + T_3(x_{21})) + 1.0 * \ln(1 + T_4(x_{21})) + 1.0 * \ln(1 + T_5(x_{21})) + 1.0 * \ln(1 + T_6(x_{21})) + 1.0 * \ln(1 + T_7(x_{21}))) - 1)) + 0.7231025129946256 * \ln(1 + \exp(+1.003360137253391 * \ln(1 + \exp(+1.0 * \ln(1 + T_0(x_{30})) + 1.0 * \ln(1 + T_1(x_{30})) + 1.0 * \ln(1 + T_2(x_{30})) + 1.0 * \ln(1 + T_3(x_{30})) + 1.0 * \ln(1 + T_4(x_{30})) + 1.0 * \ln(1 + T_5(x_{30})) + 1.0 * \ln(1 + T_6(x_{30})) + 1.0 * \ln(1 + T_7(x_{30}))) - 1)) + 1.0033570128570135 * \ln(1 + \exp(+1.0 * \ln(1 + T_0(x_{31})) + 1.0 * \ln(1 + T_1(x_{31})) + 1.0 * \ln(1 + T_2(x_{31})) + 1.0 * \ln(1 + T_3(x_{31})) + 1.0 * \ln(1 + T_4(x_{31})) + 1.0 * \ln(1 + T_5(x_{31})) + 1.0 * \ln(1 + T_6(x_{31})) + 1.0 * \ln(1 + T_7(x_{31}))) - 1)) + 1.0033676685835318 * \ln(1 + \exp(+1.0 * \ln(1 + T_0(x_{32})) + 1.0 * \ln(1 + T_1(x_{32})) + 1.0 * \ln(1 + T_2(x_{32})) + 1.0 * \ln(1 + T_3(x_{32})) + 1.0 * \ln(1 + T_4(x_{32})) + 1.0 * \ln(1 + T_5(x_{32})) + 1.0 * \ln(1 + T_6(x_{32})) + 1.0 * \ln(1 + T_7(x_{32}))) - 1)) - 1)) - 1$$

Результаты

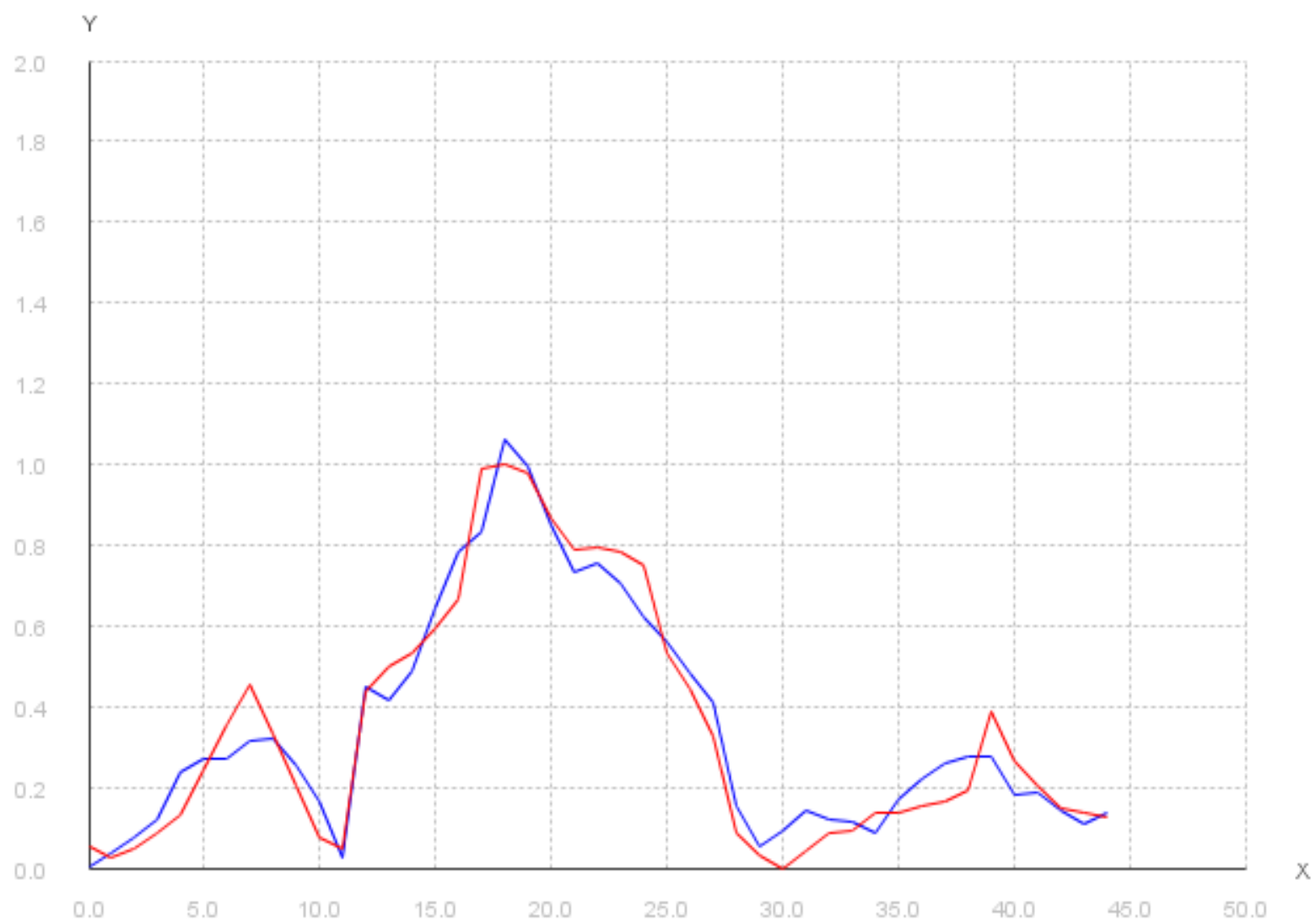
Прогнозные значения



F_{i1}

Y_1

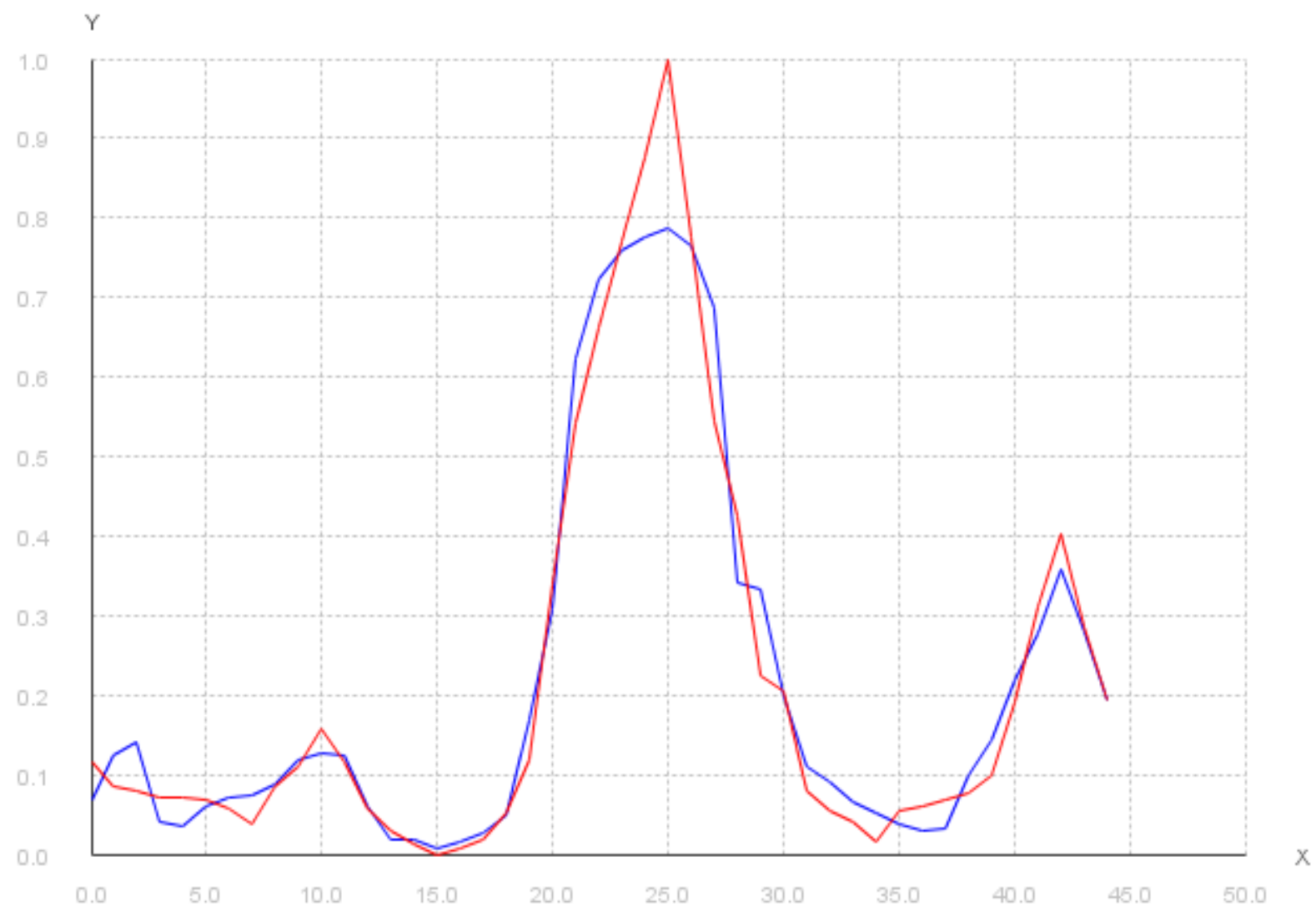
Невязка = 0.08519861844293919



F_{i2}

Y_2

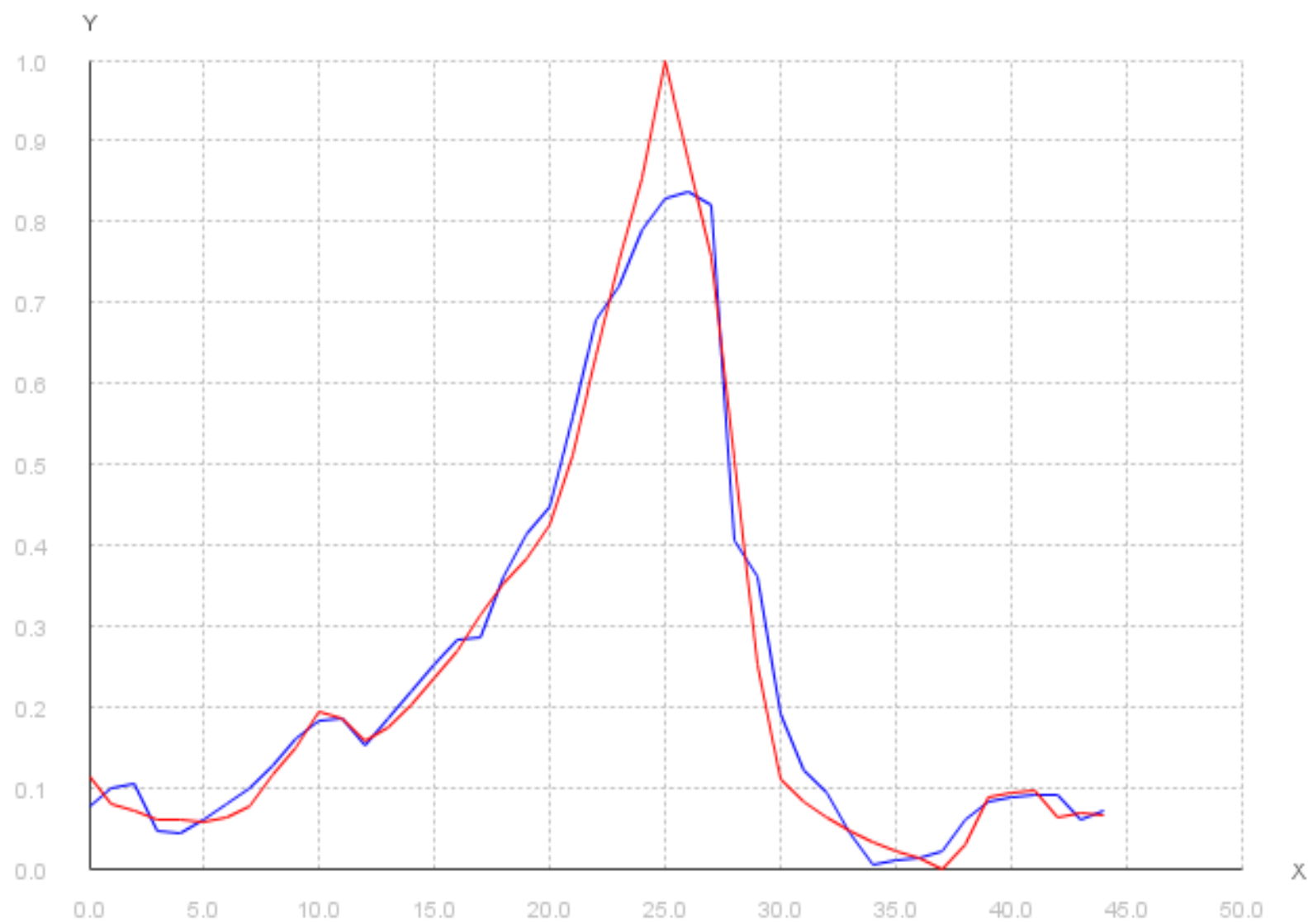
Невязка = 0.15496926917914733



Fi3

Y3

Невязка = 0.2139817146055405



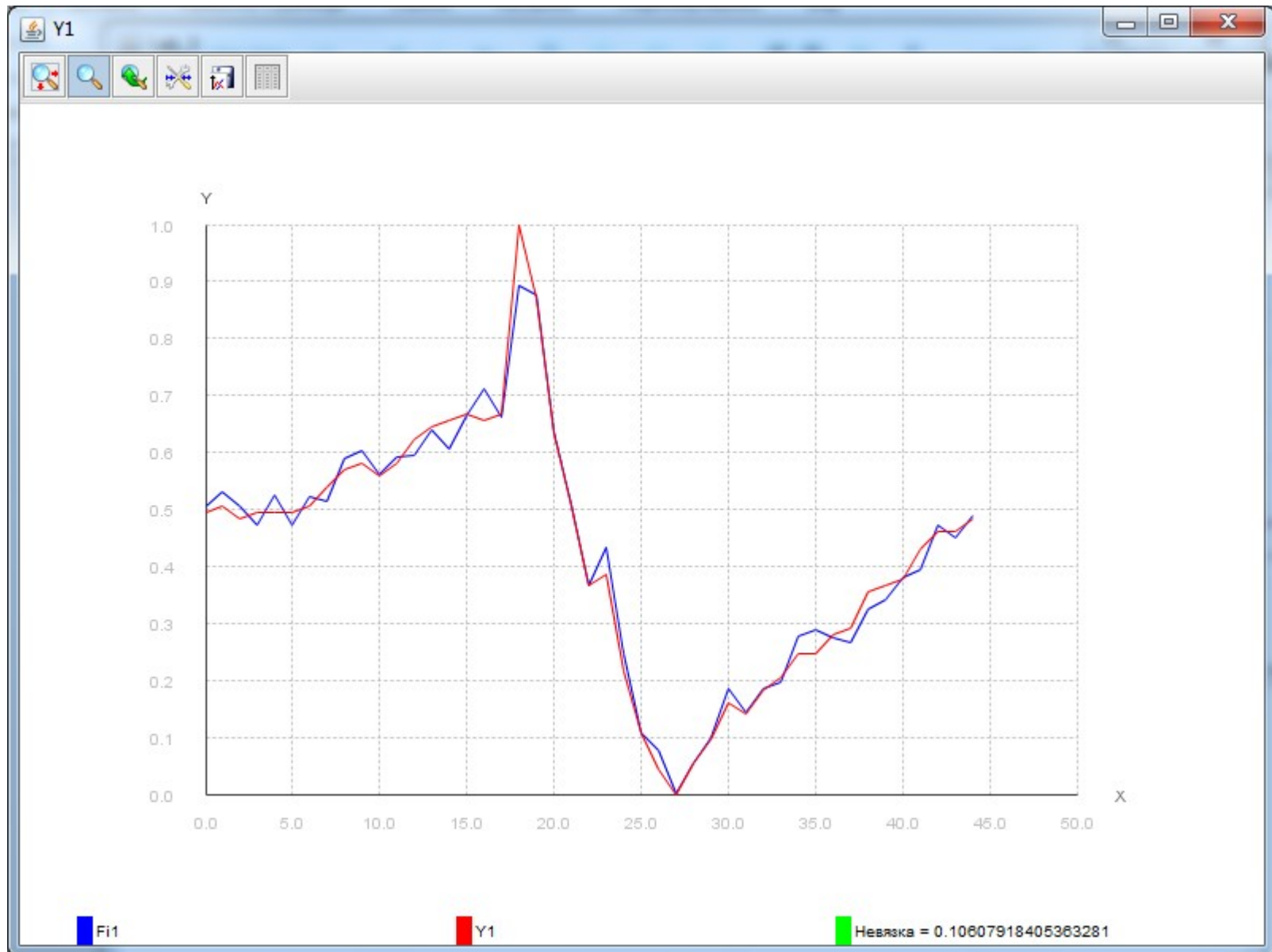
Fi4

Y4

Невязка = 0.17046417182980655

Результаты

Прогнозные значения для солнечных бурь



Y2



Fi_2

Y_2

Невязка = 0.07575240663035643

Наша выборка

Возможно построить зависимость сервера по его показателям и предсказывать критические ситуации

Источник [uci.edu](http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Computer+Hardware)(
<http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Computer+Hardware>)

Данные

Attribute Information:

1. vendor name: 30

(adviser, amdahl,apollo, basf, bti, burroughs, c.r.d, cambex, cdc, dec, dg, formation, four-phase, gould, honeywell, hp, ibm, ipl, magnuson, microdata, nas, ncr, nixdorf, perkin-elmer, prime, siemens, sperry, sratus, wang)

2. Model Name: many unique symbols

3. MYCT: machine cycle time in nanoseconds (integer)

4. MMIN: minimum main memory in kilobytes (integer)

5. MMAX: maximum main memory in kilobytes (integer)

6. CACH: cache memory in kilobytes (integer)

7. CHMIN: minimum channels in units (integer)

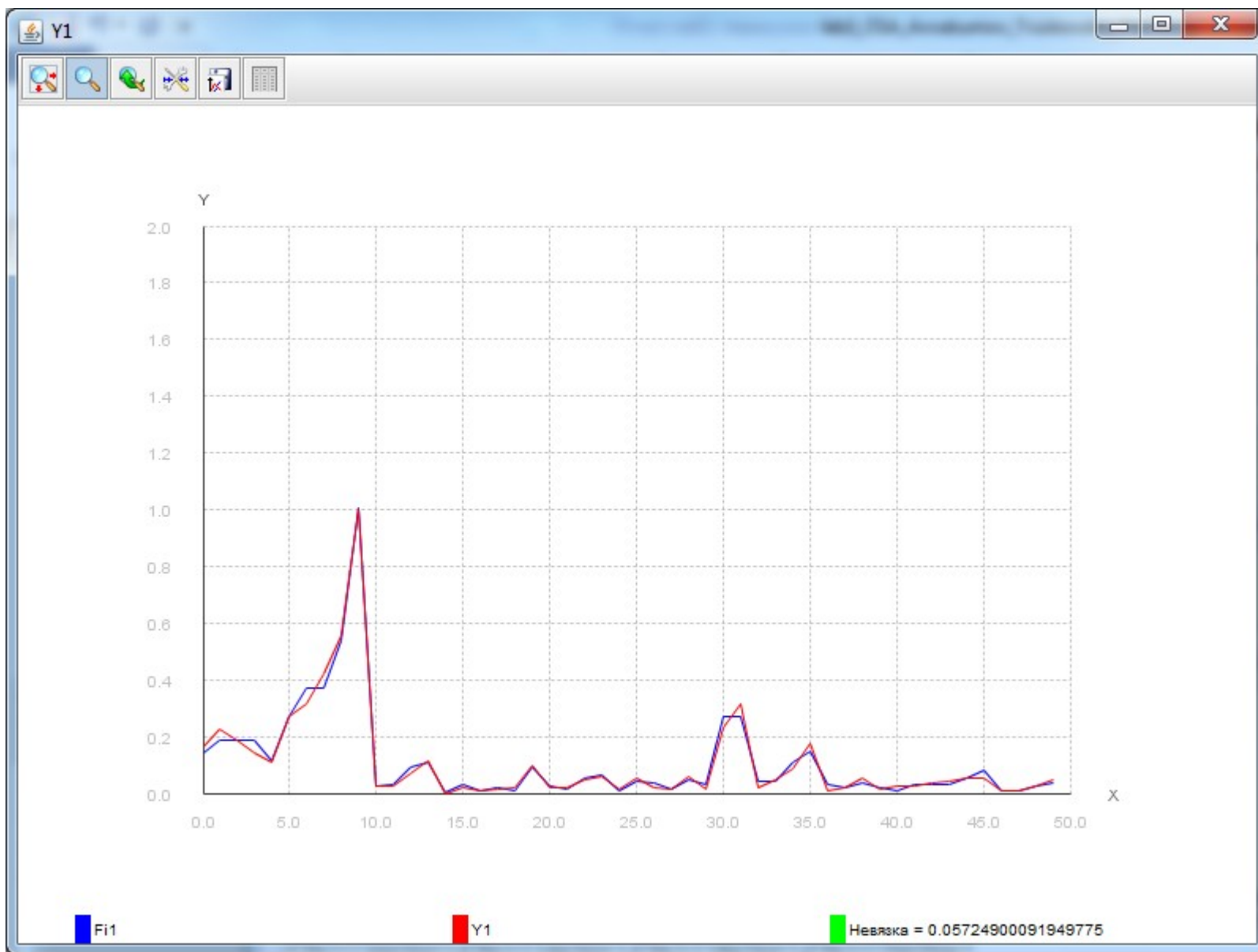
8. CHMAX: maximum channels in units (integer)

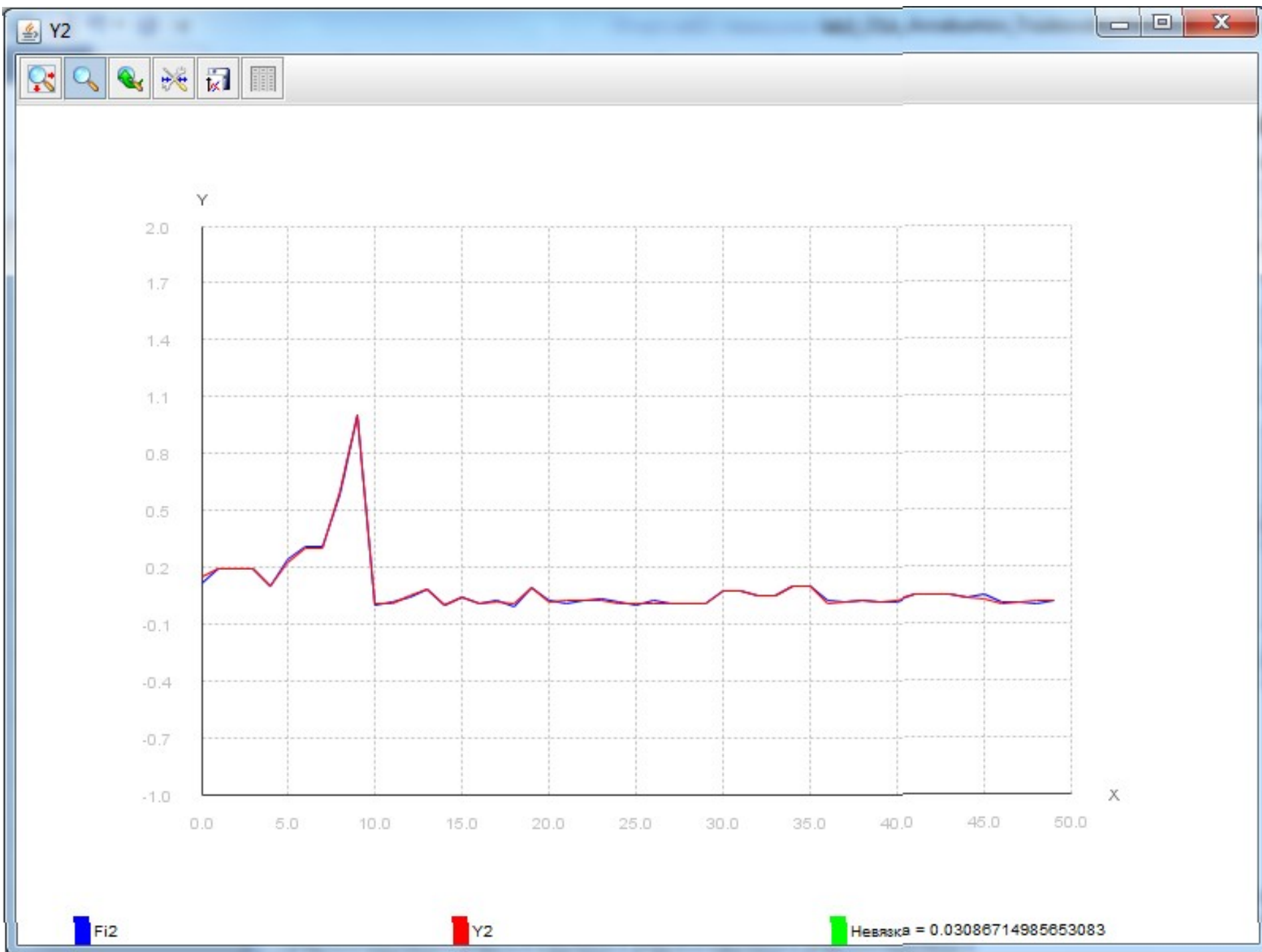
9. PRP: published relative performance (integer)

10. ERP: estimated relative performance from the original article (integer)

Результаты

наша выборка



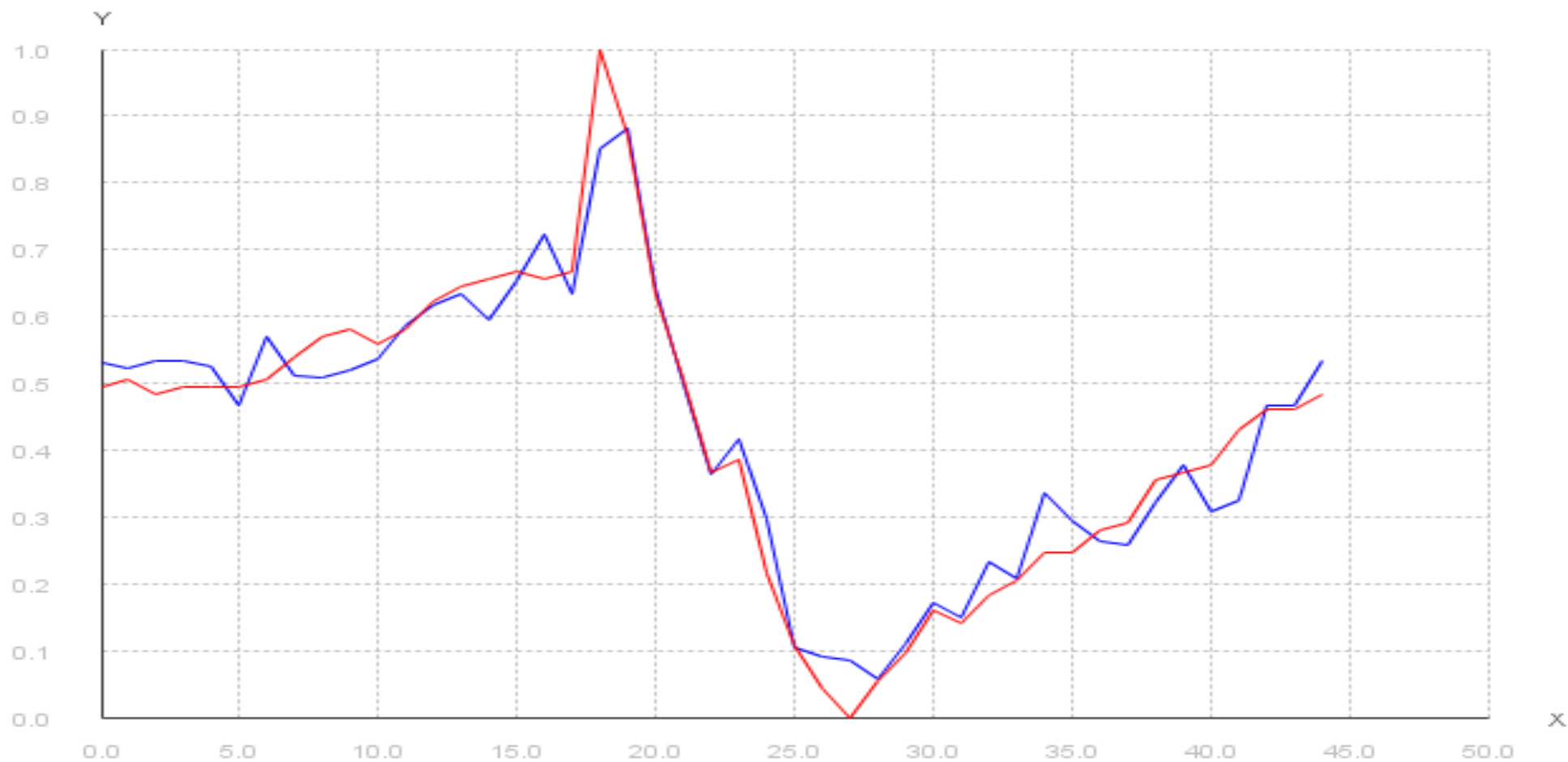


Вариант структуры функций

$$\begin{aligned}\left[1 + \arcsin(\Phi_i)(x)\right] &= \prod_{k=1}^{K_0} \left[1 + \arcsin(\Phi_{ik}(x_k))\right]; \\ \left[1 + \arcsin(\Phi_{ik}(x_k))\right] &= \prod_{j_k=1}^{n_k} \left[1 + \arcsin(\Psi_{kj_k}(x_{kj_k}))\right]; \\ \left[1 + \arcsin(\Psi_{kj_k}(x_{kj_k}))\right] &= \prod_{p_{j_k}=1}^{P_{kj_k}} \left[1 + \arcsin(\phi_{p_{j_k}}(x_{kj_k}))\right],\end{aligned}$$

Результаты

Для солнечных бурь

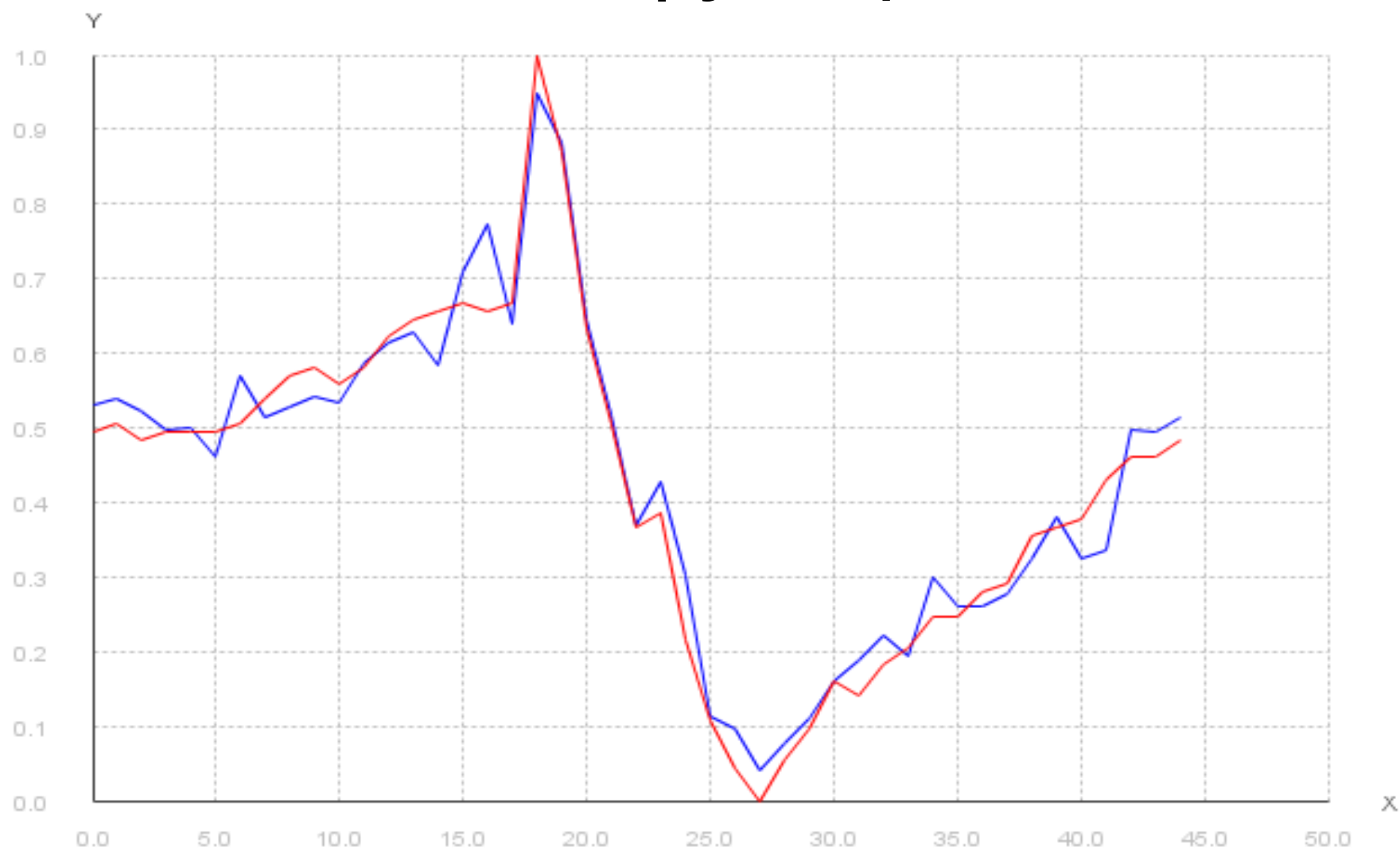


■ F_{i1} ■ Y_1

■ Невязка = 0.1494275788321049

Функция по умолчанию

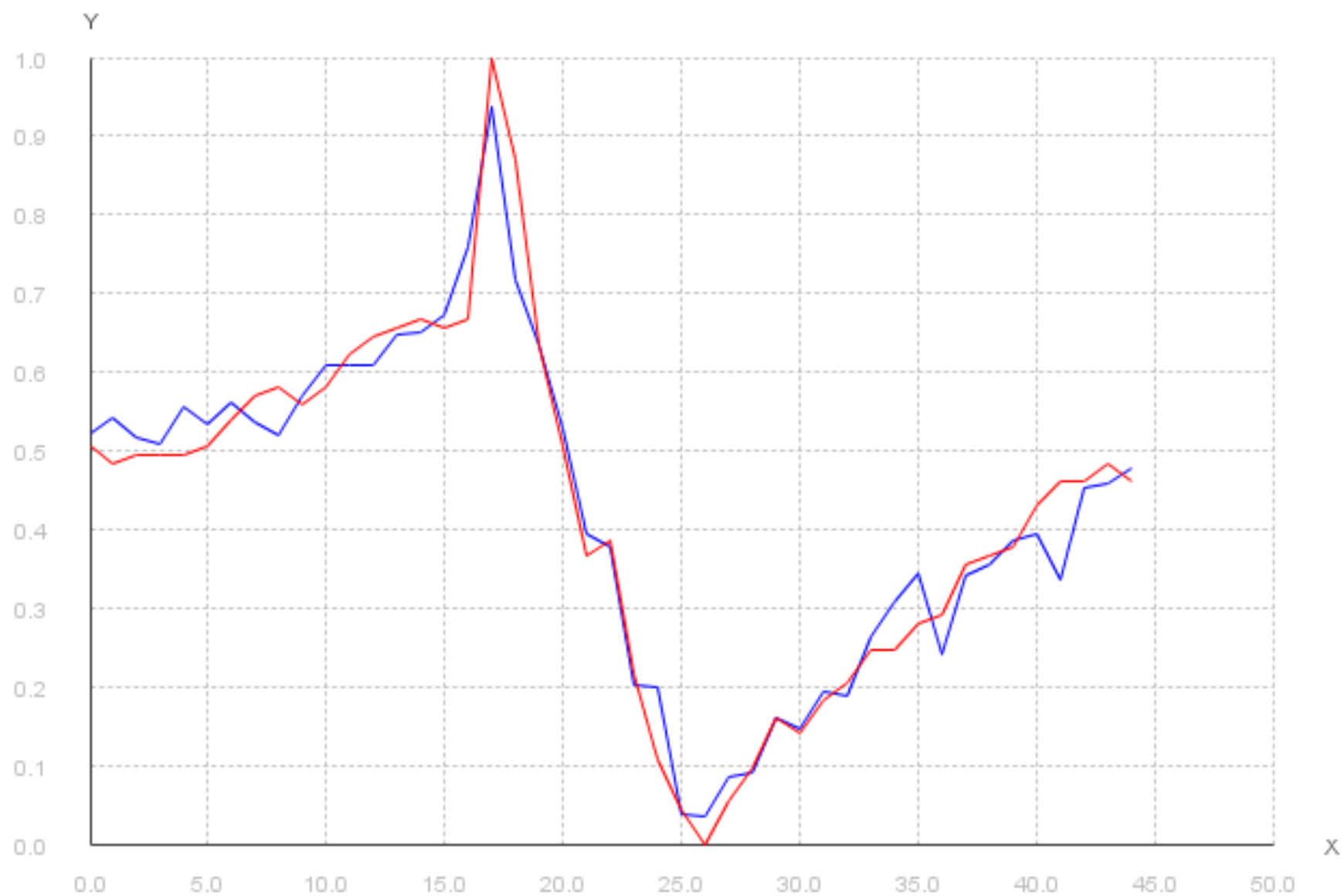
Наша функция



Fi1

Y1

Невязка = 0.11616258391197665

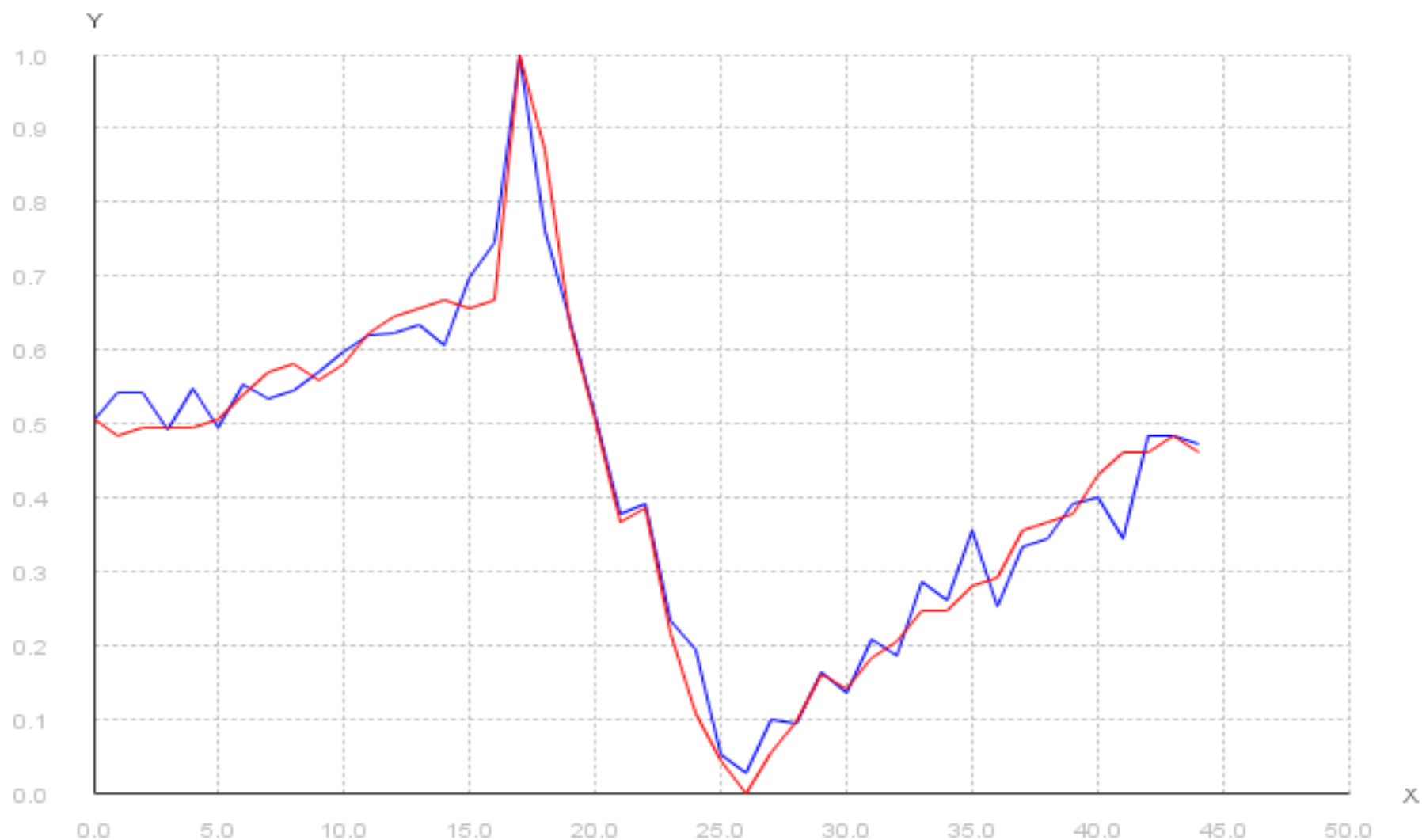


Fi_2

Y_2

Невязка = 0.15469290042318418

Наша функция



Вывод

- Уменьшение невязки для y_1 и y_2
- Перебирая разные функции \arcsin подходит лучше всего для нашей выборки
- \arcsin имеет обратную \sin , и хорошо подходит для нашей задачи