

Методические рекомендации по выполнению лабораторной работы №3 дисциплины ТПР

**Обучение и использование нейронной сети при помощи Neural
network toolbox в среде Matlab**

Установка MatLab

Для студентов установка пакета предусмотрена на один месяц с возможностью пролонгации.

При установке MatLab требуется установить дополнительные расширения:

Neural network Toolbox

Deep Learning Toolbox

Optimization Toolbox

Neural network toolbox в среде Matlab

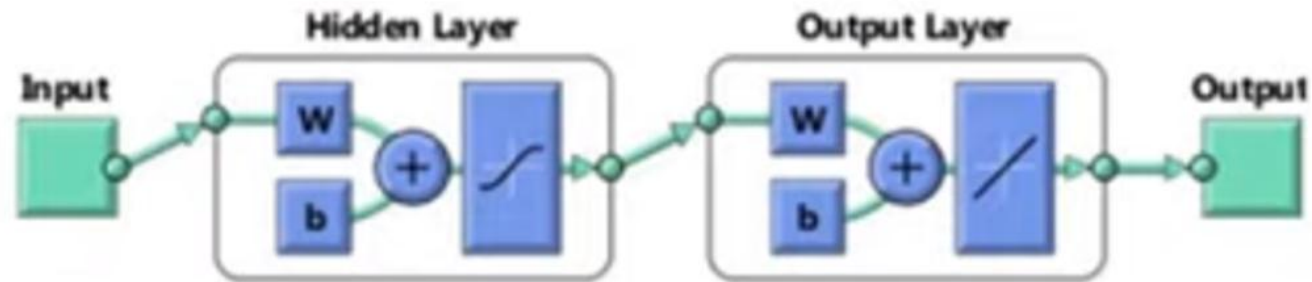
"Обучение и использование нейронной сети при помощи Neural network toolbox в среде Matlab" на YouTube

<https://youtu.be/2afTCq1IWNc>

Все большее значение приобретают методы машинного обучения нейронных сетей

Знакомство с Neural Network Toolbox

Matlab® and Simulink®



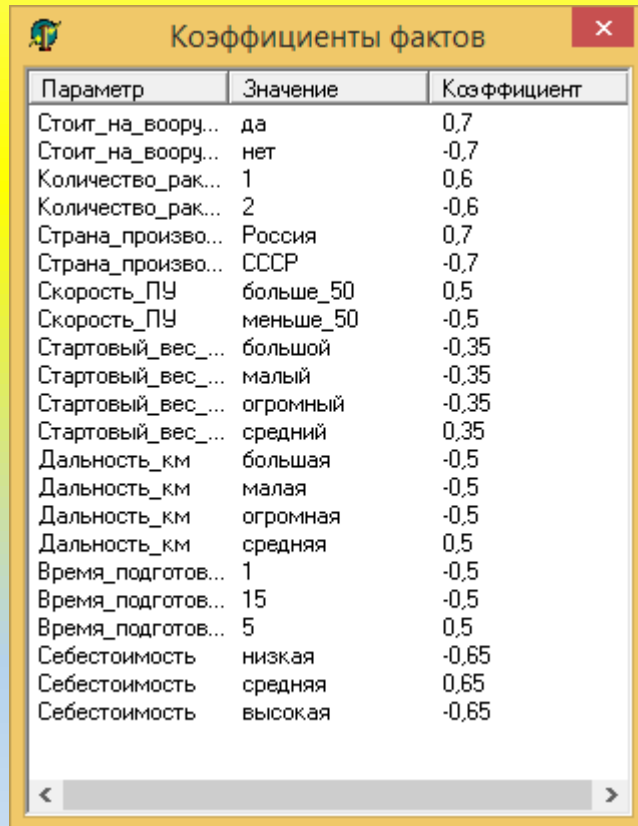
Формирование обучающей выборки

С помощью программы Excel создать обучающую выборку, которая представляет базу знаний нейросетевой ЭС и сохранить ее в формате *.xls.

Для этой цели запустить не менее 21 раза программу ANIES и сформировать не менее 21 примера обучающей выборки, разделив столбцы на входные и выходные.

Как формировать обучающую выборку?

Входной вектор-
одна строка
обучающей выборки



Параметр	Значение	Коэффициент
Стоит_на_воору...	да	0,7
Стоит_на_воору...	нет	-0,7
Количество_рак...	1	0,6
Количество_рак...	2	-0,6
Страна_произво...	Россия	0,7
Страна_произво...	СССР	-0,7
Скорость_ПУ	больше_50	0,5
Скорость_ПУ	меньше_50	-0,5
Стартовый_вес_...	большой	-0,35
Стартовый_вес_...	малый	-0,35
Стартовый_вес_...	огромный	-0,35
Стартовый_вес_...	средний	0,35
Дальность_км	большая	-0,5
Дальность_км	малая	-0,5
Дальность_км	огромная	-0,5
Дальность_км	средняя	0,5
Время_подготов...	1	-0,5
Время_подготов...	15	-0,5
Время_подготов...	5	0,5
Себестоимость	низкая	-0,65
Себестоимость	средняя	0,65
Себестоимость	высокая	-0,65

Выходной вектор- одна строка
обучающей выборки



Гипотеза	Значение гипотезы	Коэффициент уверенности
ракетные_комплексы_общег...	Искандер	0,990594208640613
ракетные_комплексы_общег...	Точка-У	0,975243425813954
ракетные_комплексы_общег...	Овод-М	0,9588476517175
ракетные_комплексы_общег...	Р-300	0,94045860521519
ракетные_комплексы_общег...	Пионер	0,815882621603106
ракетные_комплексы_общег...	Луна-М	0,572233879246466
ракетные_комплексы_общег...	Ока	0,207648302449943

Запускается ANIES не менее 21 раза
(три запуска для идентификации одной
из 7 гипотез).

Иллюстрация обучающей выборки

**Входной вектор- одна строка
обучающей выборки**

***Выходной вектор- одна строка
обучающей выборки***

In1	In2	In3	...	in32	out1	out2	out3	...	out7
0,55	0,63	0,25		0,80	0,9	0,1	0,12	...	-0,21
-0,35	0,63	0,25		0,20	-0,19	0,1	0,79	...	-0,11
0,45	-0,63	-0,25		-0,60	0,01	0,85	0,12	...	-0,12
0,35	0,46	0,55		0,75	0,11	0,1	0,12	...	-0,13
-0,65	0,63	0,25		0,20	-0,19	0,1	0,79	...	-0,11
0,75	-0,63	-0,25		-0,60	0,01	0,85	0,12	...	-0,12
0,85	0,46	0,55		0,75	0,81	0,1	0,12	...	-0,13

Множество примеров выборки можно разбить на 3 подмножества

Множество примеров выборки можно разбить на 3 подмножества:

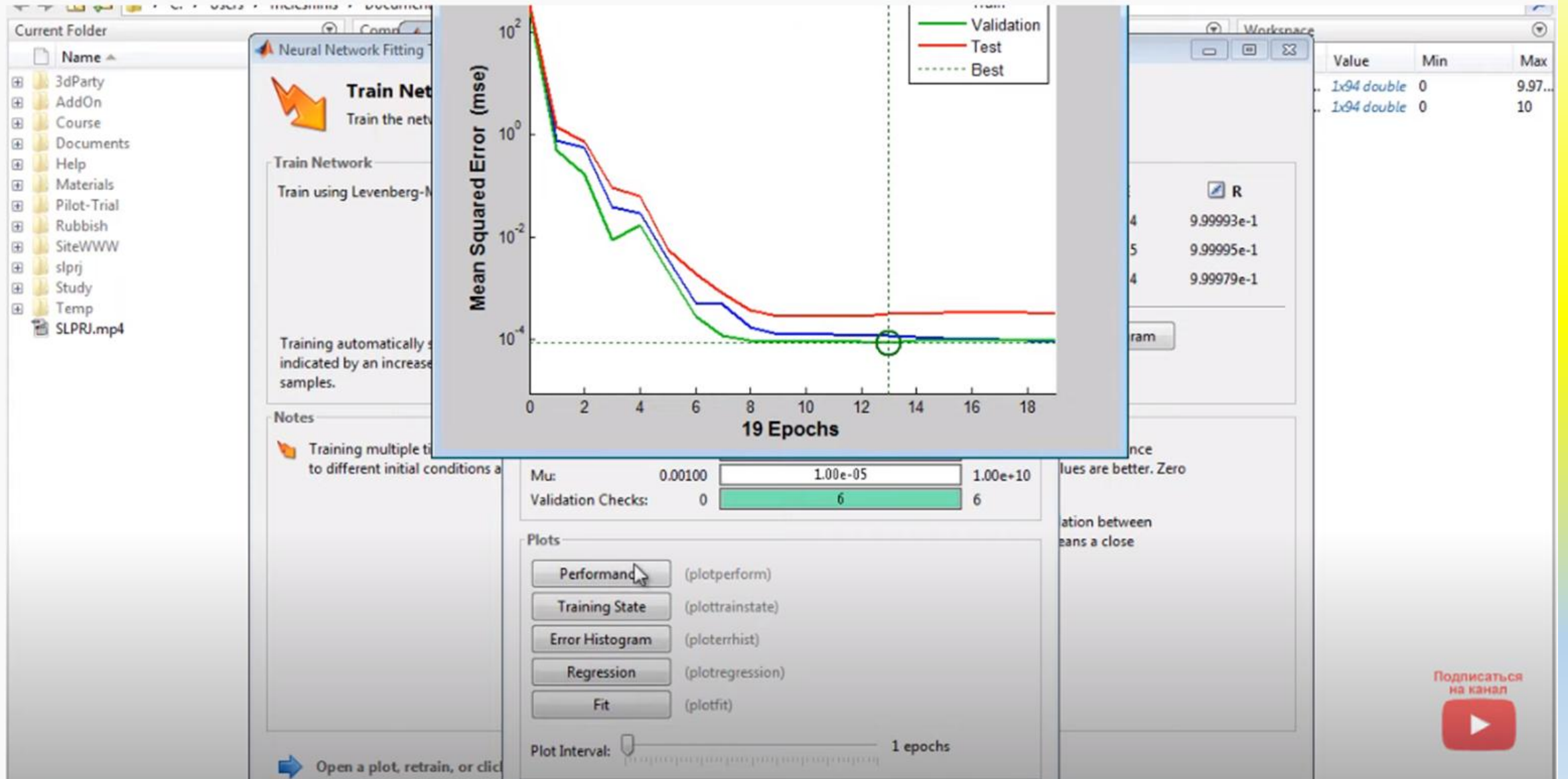
1. Подмножество для обучения НС (**Training**)
2. Подмножество для проверки обобщающей способности НС (**Validation**)
3. Подмножество для тестирования (**Testing**)

Подмножество для проверки обобщающей способности НС (**Validation**)

Одно из важнейших свойств нейронных сетей — это способность к обобщению полученных знаний.

Сеть, натренированная на обучающей выборке, генерирует ожидаемые результаты при подаче на ее вход данных, *которые не участвовали в обучении*. Все множество данных можно разделить на обучающее и тестовое подмножества

Иллюстрация результатов обучения НС



2 способа моделирования НС в среде MatLab

- 1 Способ. *Использование встроенных средств. Для чего набрать команду `nnstart`, выбрать входные и выходные столбцы обучающей выборки, провести обучение НС (`train`) и получить результаты*
- 2 Способ. *Написать script*

Порядок реализации 1 способа

The screenshot displays the MATLAB R2016a environment. On the left, the 'Import' dialog box is open, showing the selection of 'Cell Array' for the data format. The 'Range' is set to 'A1:B1415'. The 'Import Selection' button is highlighted. Below the dialog, a preview of the Excel data is visible, showing a table with columns A through G and rows 1 through 23. The data is organized into a 'Microsoft Excel252' table.

On the right, the MATLAB Command Window shows the execution of the following commands:

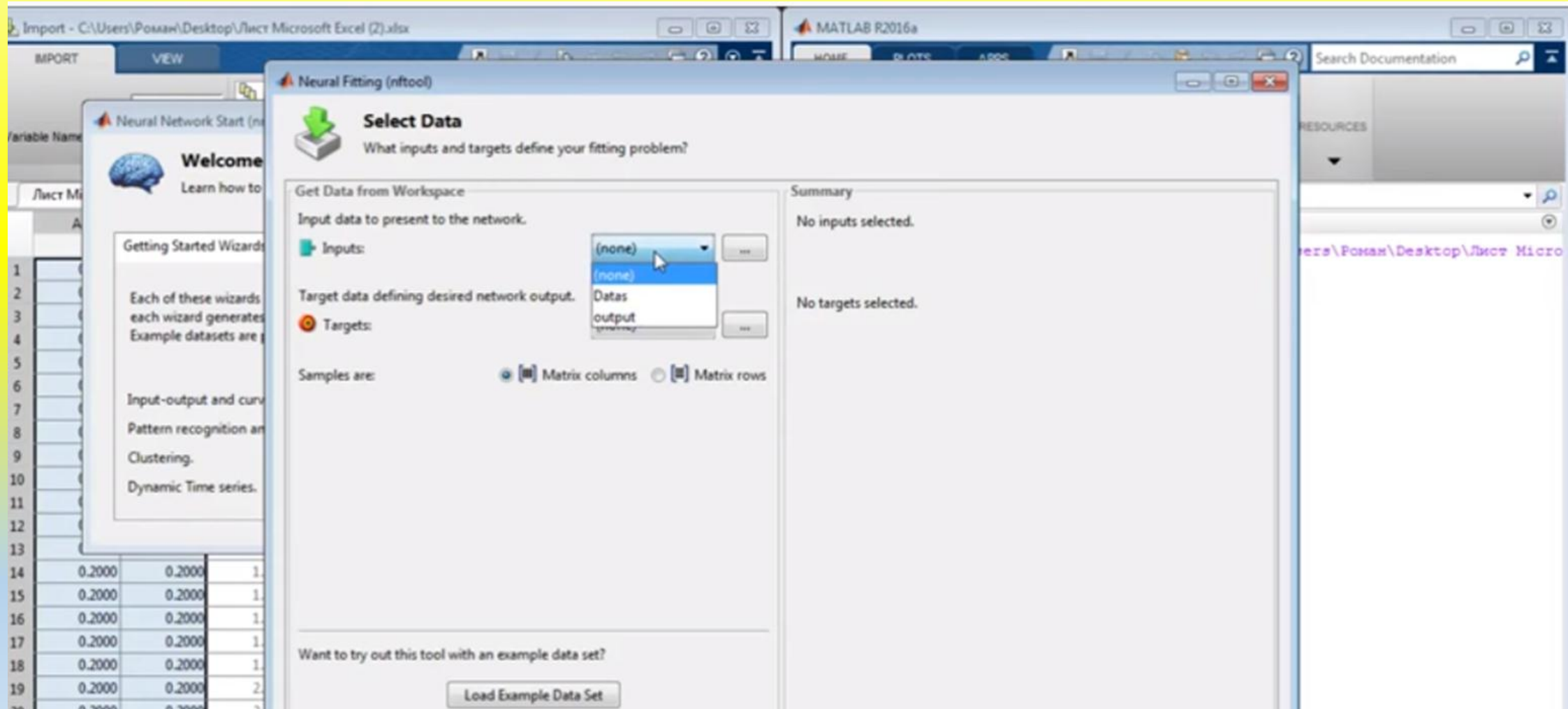
```
>> uiopen('C:\Users\Роман\Desktop\Лист Microsoft Excel (2).xlsx')
>> nnstart
```

The Workspace window on the right shows the following variables:

Name	Value
Datas	1415x5 double
output	1415x2 double

Запускается
среда MatLab
и вводится
команда
>>nnstart

Вводятся данные входного и выходного векторов



После активации входных и выходных данных вводим команду nnstart

The screenshot displays the MATLAB R2015a environment. On the left, an Excel spreadsheet is open, showing a table of data. A blue arrow points from the text 'Активируем 1 строку' to the first row of the spreadsheet. The 'Neural Network Start (nnstart)' wizard is open, showing the 'Getting Started Wizards' tab. The wizard lists four categories of problems: 'Input-output and curve fitting.', 'Pattern recognition and classification.', 'Clustering.', and 'Dynamic Time series.'. Each category has a corresponding button: 'Fitting app' (nftool), 'Pattern Recognition app' (nprtool), 'Clustering app' (nctool), and 'Time Series app' (nts-tool). A black box with the text 'Смотреть (k)' is overlaid on the bottom left of the wizard. On the right, the MATLAB Command Window shows the following commands and output:

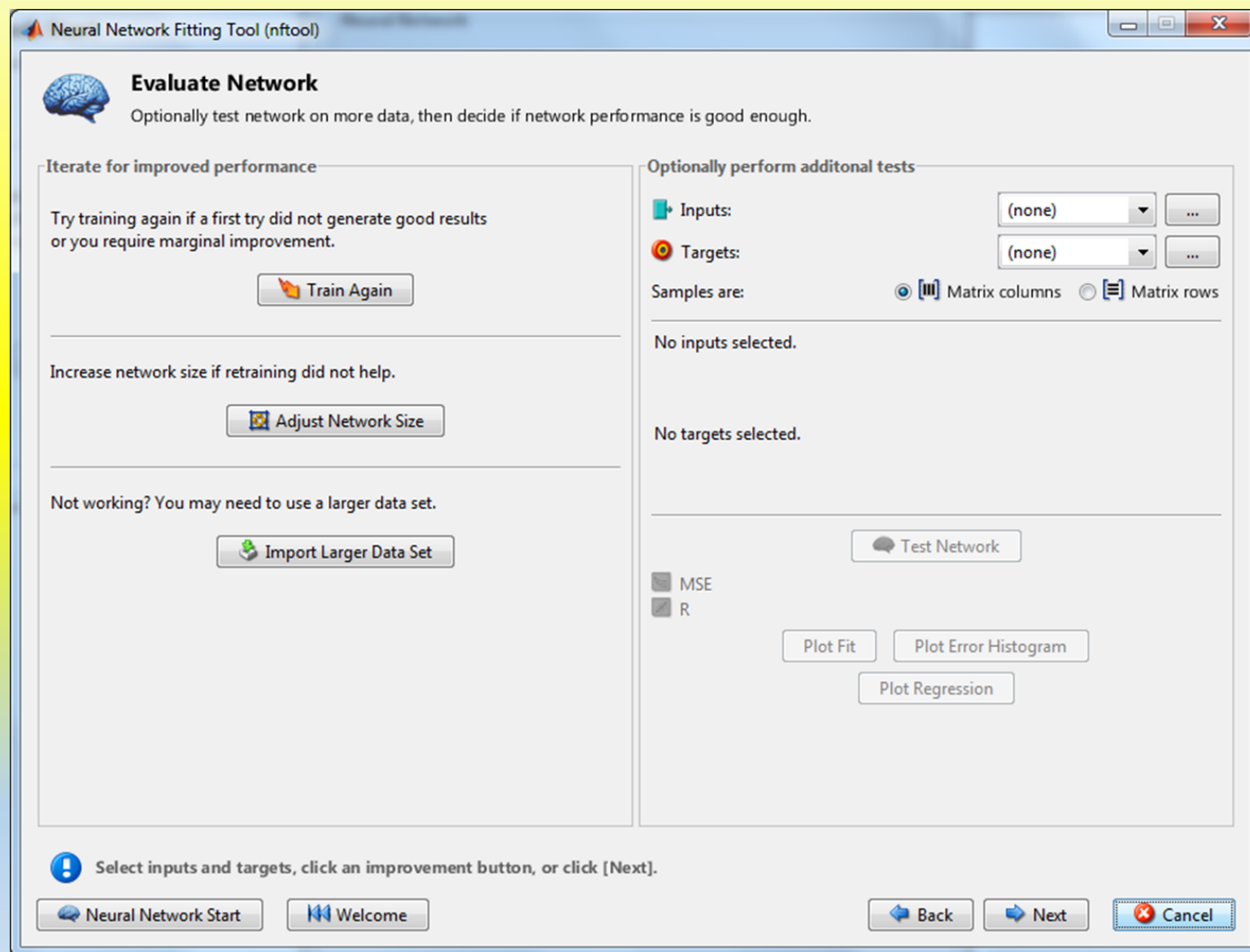
```
>> uiopen('C:\Users\Роман\Desktop\Лист Micro
>> 8
ans =
8
>> nnstart
f> >>
```

The Workspace window shows the following variables:

Name	Value
ans	8
Datas	1415x5 double
output	1415x2 double

At the bottom of the screen, a video player interface shows the progress bar at 1:32 / 5:27.

Запускаем процесс обучения НС



Запускаем процесс обучения НС

Neural Fitting (nftool)

Train Network
Train the network to fit the inputs and targets.

Choose a training algorithm:

- Levenberg-Marquardt
- Levenberg-Marquardt
- Bayesian Regularization
- Scaled Conjugate Gradient

This algorithm typically stops when the error is small. Training time. Training as indicated by an increase in the mean squared error.

Train using Levenberg-Marquardt. (trainlm)

Train

Results

	Samples	MSE	R
Training:	991	-	-
Validation:	212	-	-
Testing:	212	-	-

Plot Fit Plot Error Histogram Plot Regression

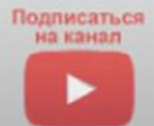
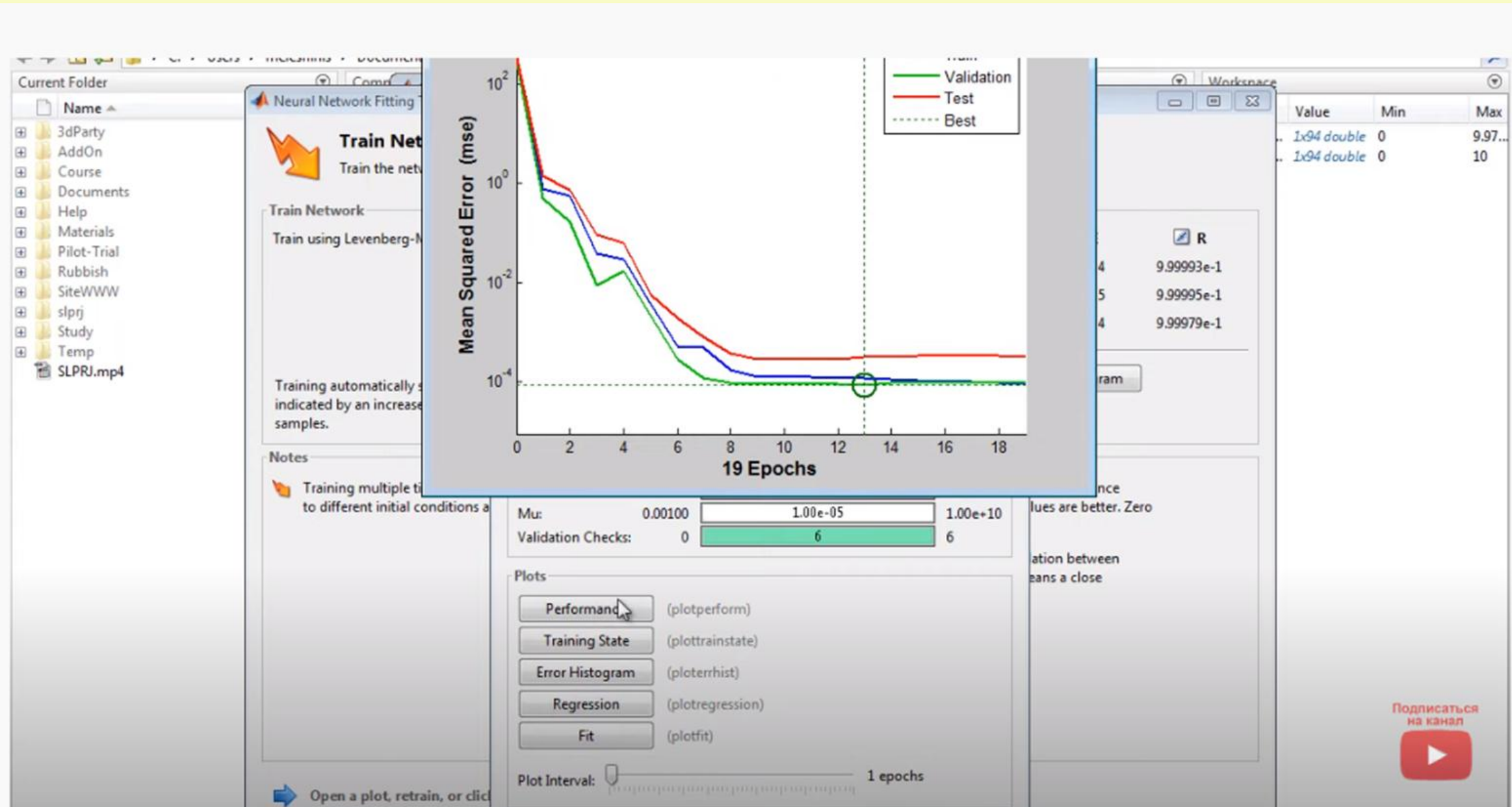
Notes

- Training multiple times will generate different results due to different initial conditions and sampling.
- Mean Squared Error is the average squared difference between outputs and targets. Lower values are better. Zero means no error.
- Regression R Values measure the correlation between outputs and targets. An R value of 1 means a close relationship, 0 a random relationship.

Train network, then click [Next].

Back Next Cancel

Результаты обучения НС (mse)



Характеристика mse

Mse – это среднеквадратичная ошибка обучения НС

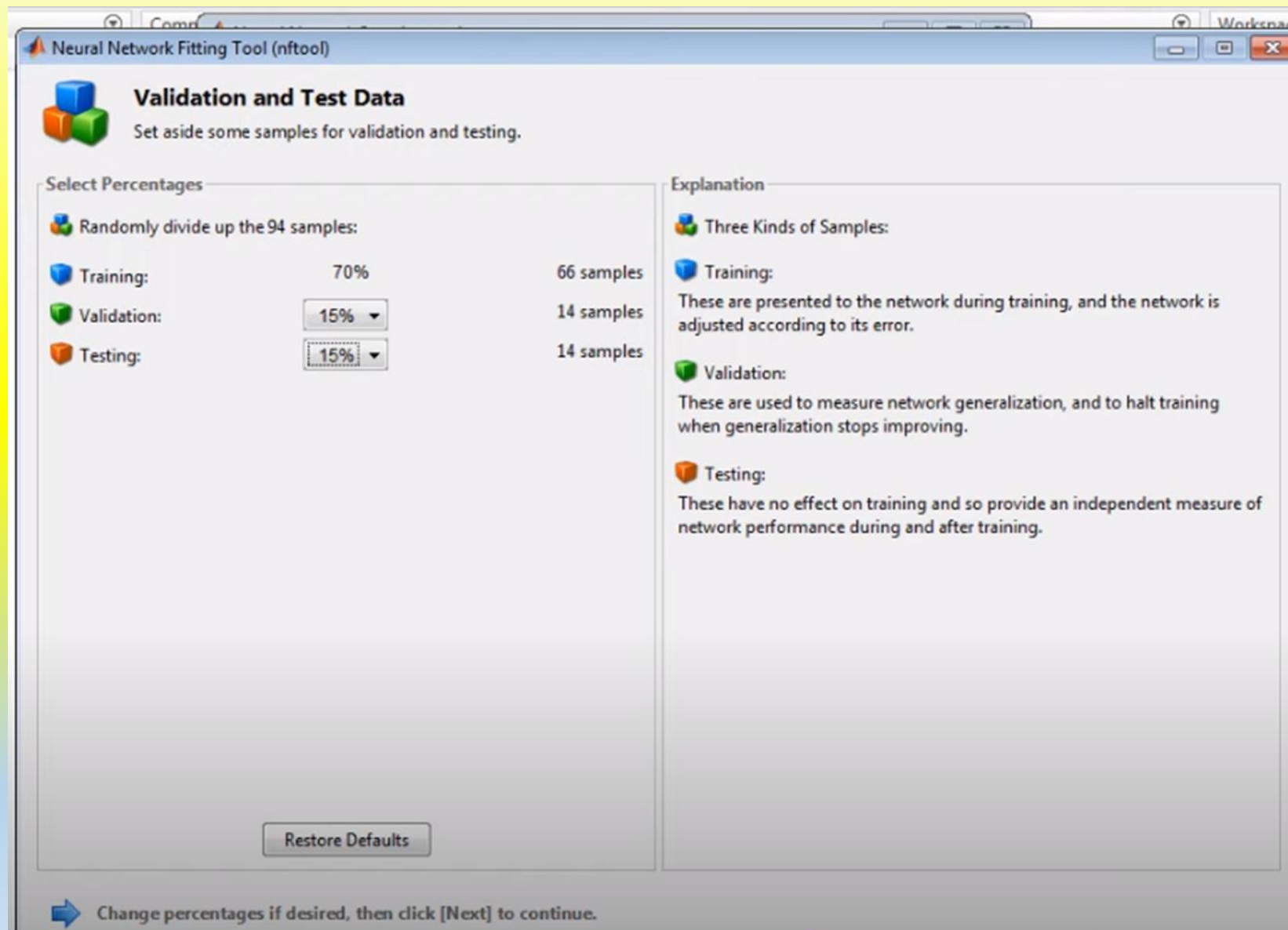
N

$$Mse = \sum_{i=1}^N (y_i - d_i)^2$$

Выполнить 5-7 экспериментов

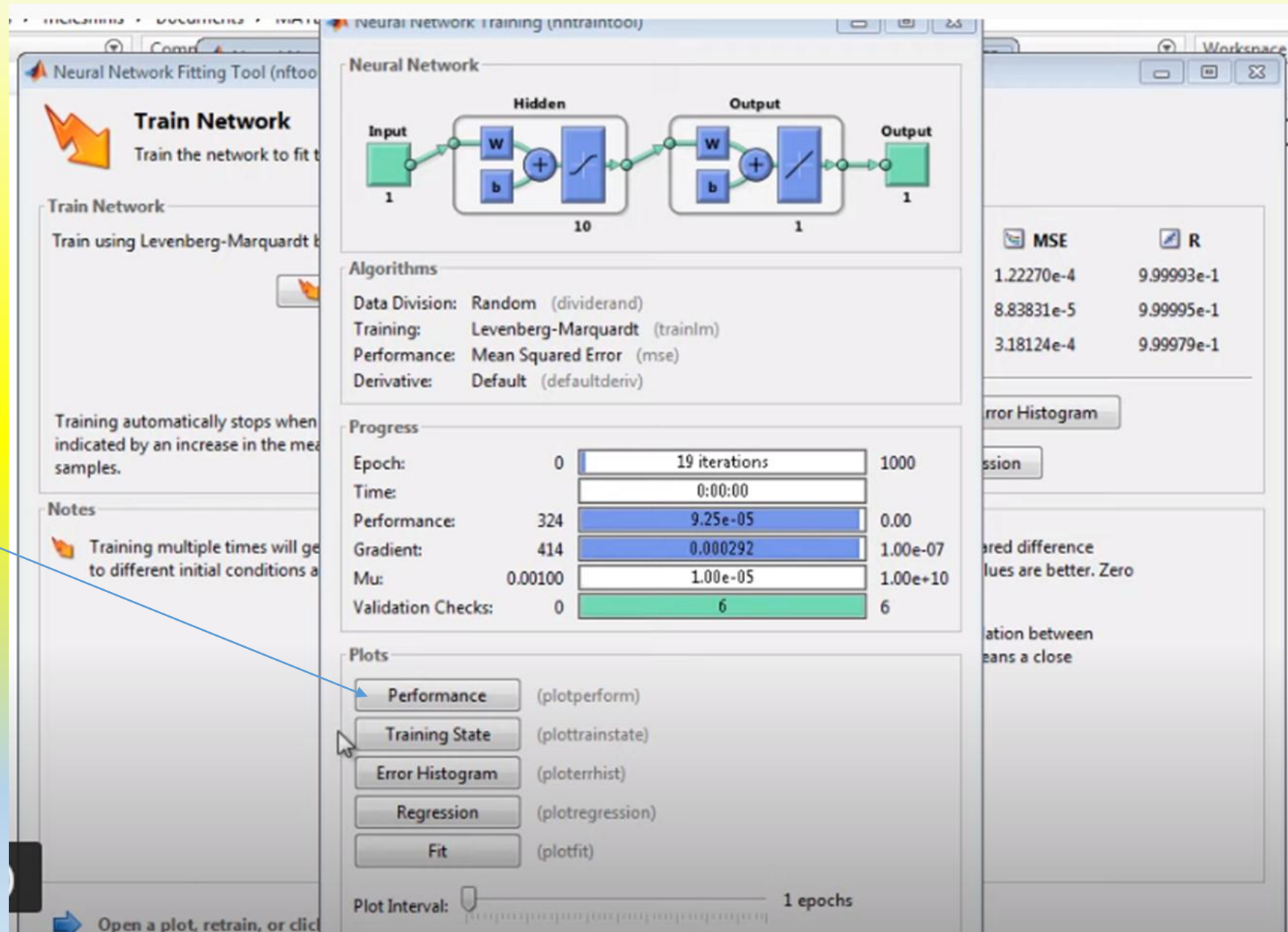
1. Поменять количество нейронов НС с одним скрытым слоем (трехслойная сеть)
2. Поменять количество примеров в подмножестве для проверки обобщающей способности НС (**Validation**)
3. Поменять количество примеров в подмножество для тестирования (**Testing**)

Изменения количества примеров в подмножестве(Validation) и примеров в подмножестве (Testing)

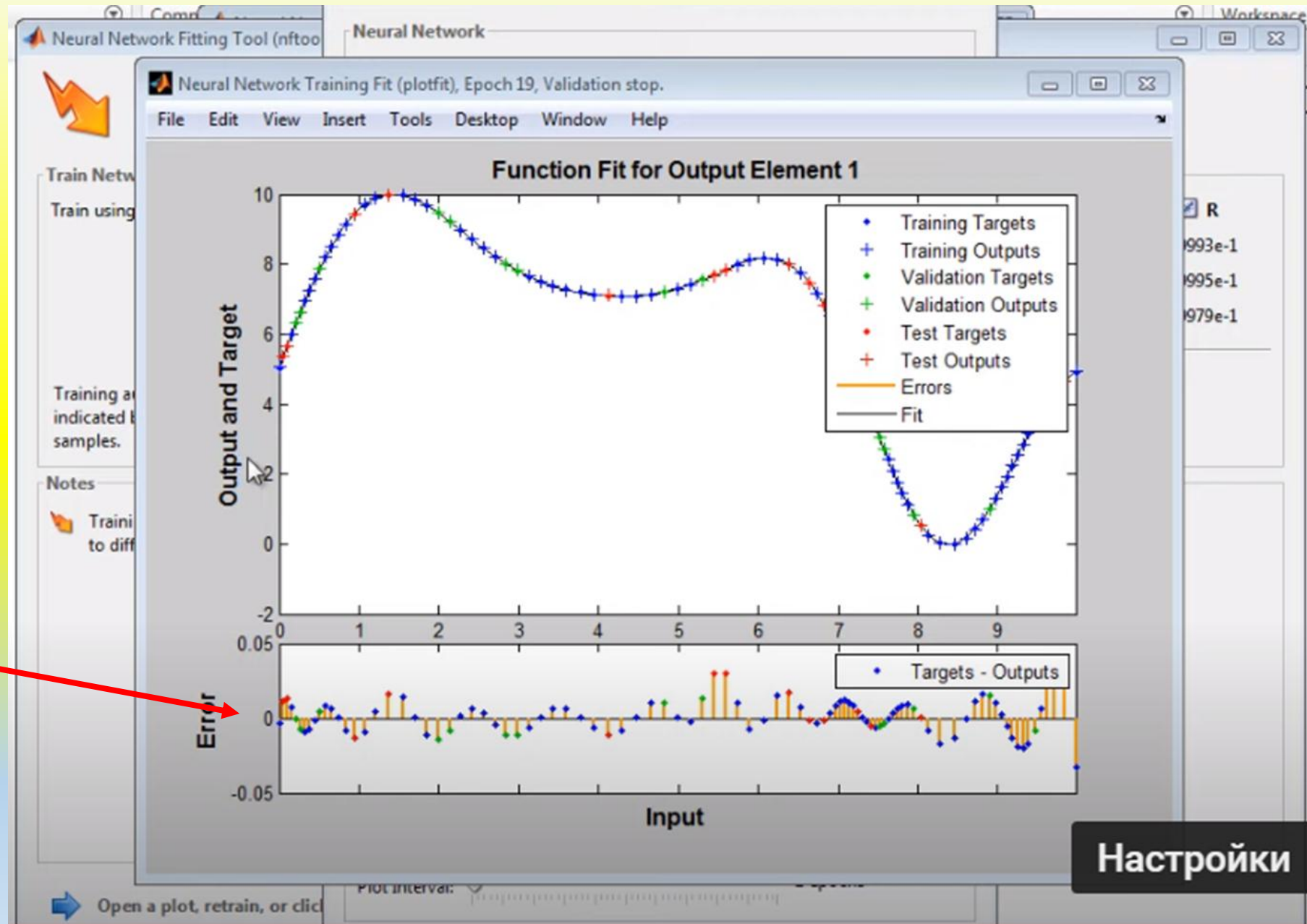


Результат обучения НС

Точность
обучения



Качество аппроксимации



Ошибки
при
обучении

Оценка качества обучения нейронных сетей

1. Оценка качества обучения нейронных сетей основана на функциях оценки качества, выбираемых из списка {mae | **mse** | sse}.
2. mse - функция производительности сети. Это определяет эксплуатационные качества сети согласно среднему значению ошибок в квадрате.
3. mae - функция производительности сети. Это определяет эксплуатационные качества сети согласно среднему значению абсолютных ошибок.

Получение результатов в ответ на входной вектор

```
>> net([6; 1; 0; 1; 1; 1; 0; 1; 2;0; 2])
```

Получить ответ сети и сравнить с тем, что было в ANIES

Литература

1. Ростовцев В.С. Искусственные нейронные сети: учебник / В.С.

Ростовцев. – Киров: Изд-во ВятГУ, 2014. – 208 с. Э4743

2. "Лекция «Введение в MatLAB»" на YouTube

<https://youtu.be/v1hiVfvVKgQ>

3. "MATLAB 01 Начало работы" на YouTube

<https://youtu.be/fcrhXFxCbD8>

4. "MATLAB 02 Среда разработки" на YouTube

<https://youtu.be/Y2eTIYtGkXk>

5. "MATLAB 03 Написание программ" на YouTube

https://youtu.be/_6dmJulZVkg

6. "MATLAB 04 Массивы и матрицы" на YouTube

<https://youtu.be/7AsTymGlWo4>

7. "MATLAB 05 Фундаментальные классы (типы данных)" на YouTube

<https://youtu.be/Xriwl2jbwJU>

8. "MATLAB 06 Структуры и массивы ячеек" на YouTube

<https://youtu.be/8TUxIRpMj7E>

9. "MATLAB 07 Интерактивное построение графиков" на YouTube

https://youtu.be/J_hGJ7wYCr4

10. "Обучение и использование нейронной сети при помощи Neural network toolbox в среде Matlab" на YouTube

<https://youtu.be/2afTCq1IWNc>

11. "Что умеют делать нейросети" на YouTube

<https://youtu.be/3eM6hRlqcwE>

12. "Практическое применение нейронных сетей" на YouTube

https://youtu.be/8q15K8ym_n0