

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)
Кафедра САУ

ОТЧЕТ
по лабораторной работе № 6
по дисциплине «Интеллектуальные системы управления»
Тема: РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ АППРОКСИМАЦИИ СРЕДСТВАМИ
НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
1 вариант

Студент гр. 9492

Викторов А.Д.

Преподаватель

Порохненко К.А.

Санкт-Петербург

2024

Цель работы

Ознакомление с пакетом *Neural Networks Toolbox* (MATLAB), построение нейросетевого регулятора. Эффективность управления системы с нейросетевым регулятором проверяется по результатам моделирования в *Toolbox Simulink*.

Основные сведения

В состав пакета нейронных сетей (*Neural Networks Toolbox*) включено инструментальное средство организации диалога с пользователем *NNTool*, которое является графическим интерфейсом пользователя GUI (*Graphic User Interface*) системы Matlab.

Вызов GUI-интерфейса *NNTool* осуществляется командой *nntool* из командной строки. После вызова появляется окно *Network/Data Manager* (Управление сетью/данными), которое содержит области:

- *Inputs* - последовательность входов (заданные входы);
- *Targets* - последовательность целей (заданные выходы);
- *Input Delay States* - начальные условия линии задержки входа;
- *Networks* - (список нейронных сетей);
- *Outputs* - последовательность выходов (действительные выходы);
- *Errors* - последовательность ошибок обучения;
- *Layer Delay States* - начальные условия линии задержки слоя.

В поле Network and Data содержатся кнопки:

- *Help* - вызов окна подсказки;
- *New Data* - вызов окна формирования данных;
- *New Network* - вызов окна создания новой нейронной сети;
- *Import* - вызов окна для извлечения или загрузки данных;
- *Export* - вызов окна для передачи или загрузки данных в файл.

Результаты работы

1. Вызов GUI-интерфейса *NNTool* и формирование последовательностей входа и целей. На рисунке 1 представлен процесс добавления матриц входов и выходов сети.

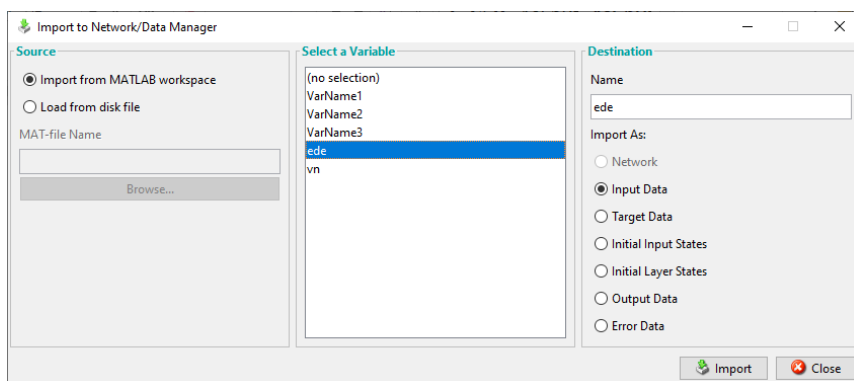


Рисунок 1 – Окно интерфейса *NNToolu (Data Manager)*

2. Создание нейронной сети. На рисунке 2 представлен процесс непосредственно формирования нейронной сети.

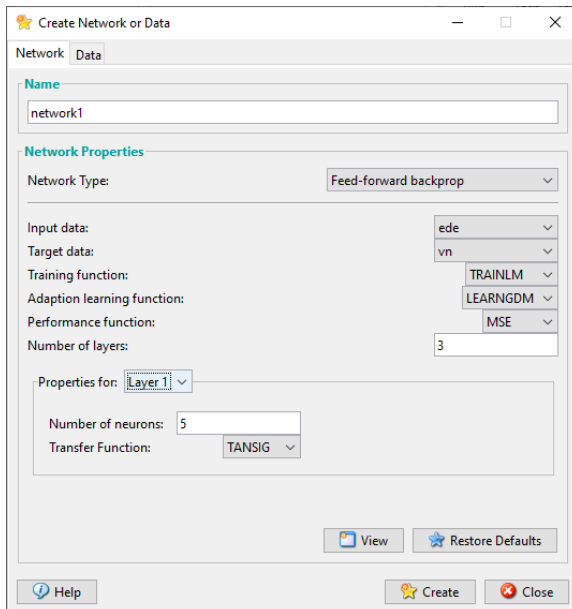


Рисунок 2 – Окно create Network or Data

В поле свойства слоев (*Properties for Layer*) задано количество нейронов (*Number of neurons*) и функции активации (*Transfer Function*) согласно варианту: 1-й слой - 5; *tansig*; 2-й слой - 5; *tansig*; 3-й слой - 1 *purelin*.

3. Инициализация сети

В окне Network/Data Manager, в области *Networks* появилось имя новой созданной сети *Network1* (рисунок 3).

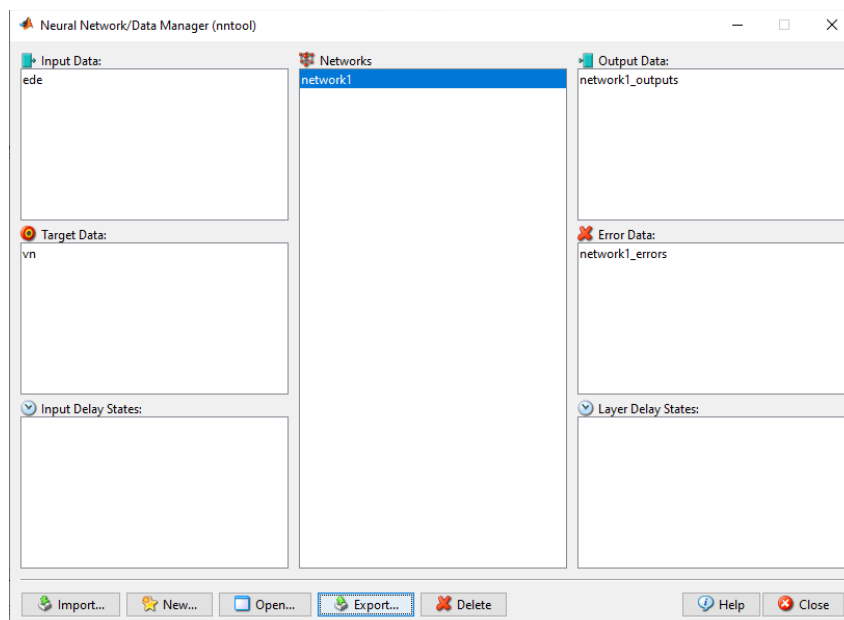


Рисунок 3 – Окно Network/Data Manager

Для инициализации сети была открыта диалоговая панель Network: *network1* (рисунок 4).

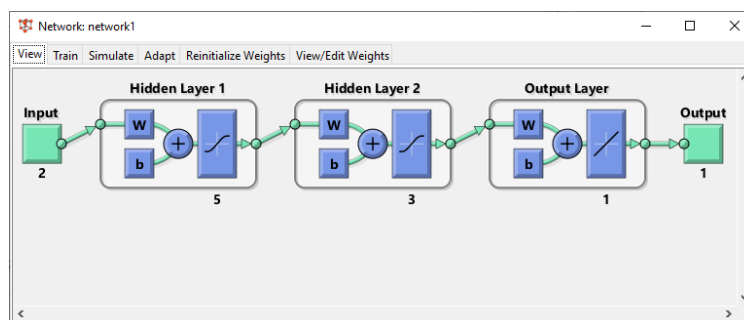


Рисунок 4 – Диалоговая панель сети network1

На рисунке 5 показана установка диапазонов переменных и инициализация весов.

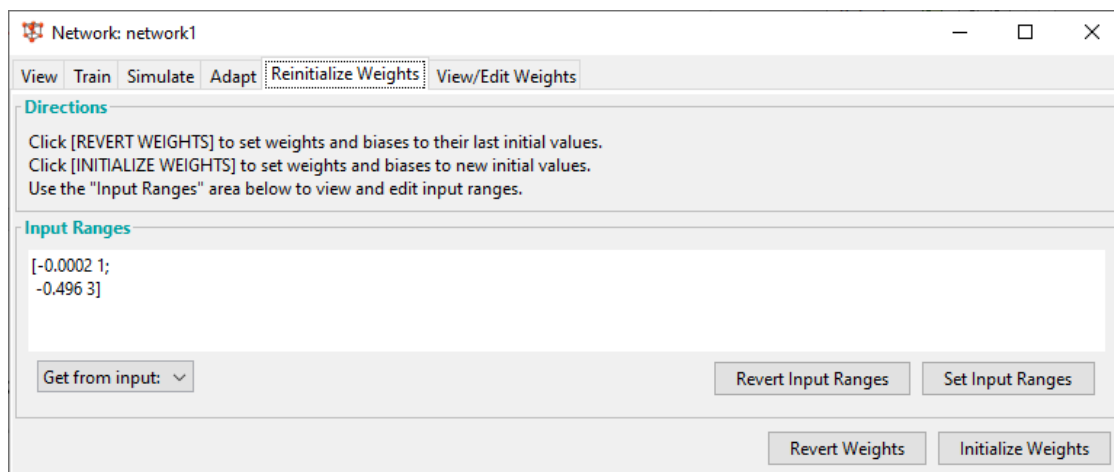


Рисунок 5 – Инициализация весов и диапазонов

4. Обучение сети

Для обучения сети в закладке Train установлены имена последовательностей входа *ede* и цели *vn* (рисунок 6), а также на закладке *Training Parameters* значения параметров процедуры обучения. Число циклов обучения (epochs) установлено 500 (рисунок 7).

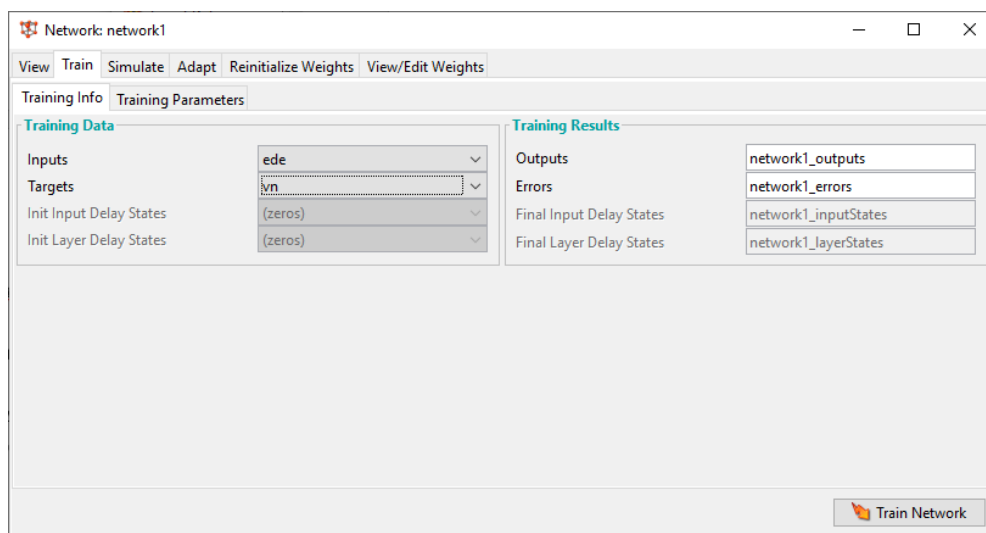


Рисунок 6 – Окно закладки Train

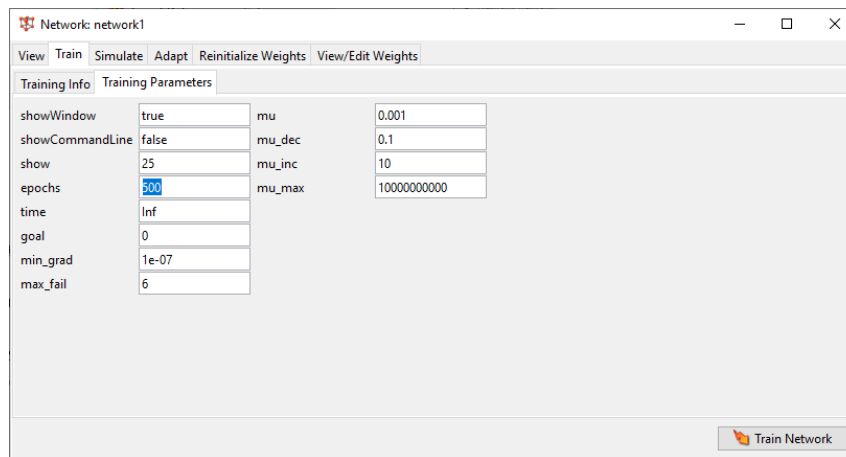


Рисунок 7 – Окно закладки *Training Parameters*

После нажатия соответствующей кнопки происходит обучение нейросети. Его результаты представлены на рисунке 8.

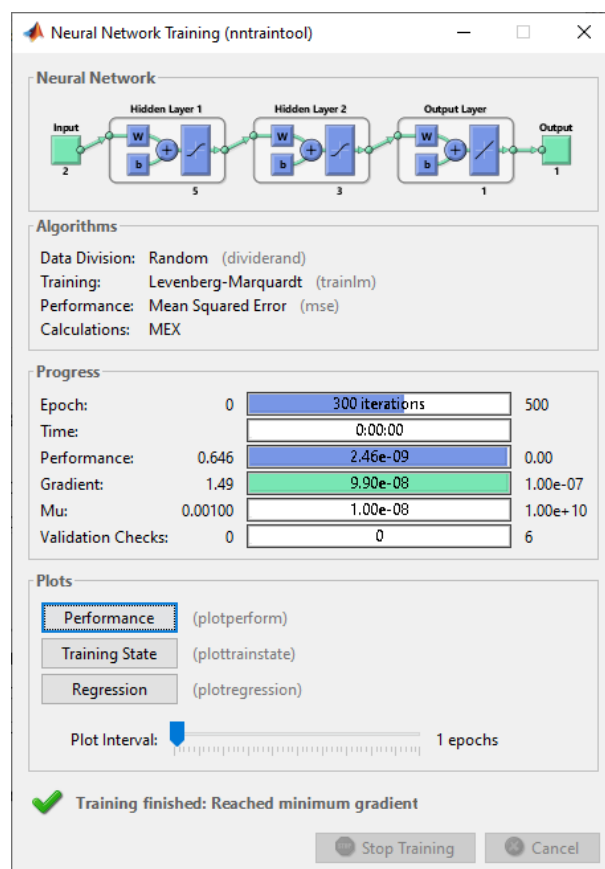


Рисунок 8 – Окно закладки *Training Parameters*

Как видно из рисунка, обучение завершено уже через 300 из 500 итераций.

5. Сравнение качества переходных процессов в системе управления с линейным и нейросетевым регуляторами.

На рисунках 9 - 12 изображены графики переходного процесса двух регуляторов.

а) в номинальном режиме

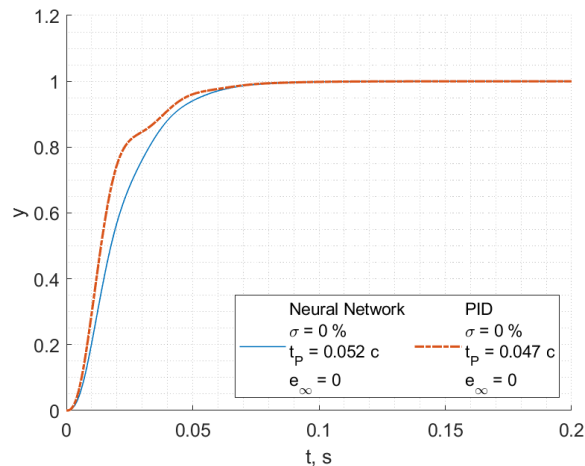


Рисунок 9 – Сравнение переходных процессов нейросетевого и ПД-регулятора в номинальном режиме

б) при наличии ограниченных изменений параметров ($k_3 = 125$; $k_4 = 200$; $k_5 = 500$);

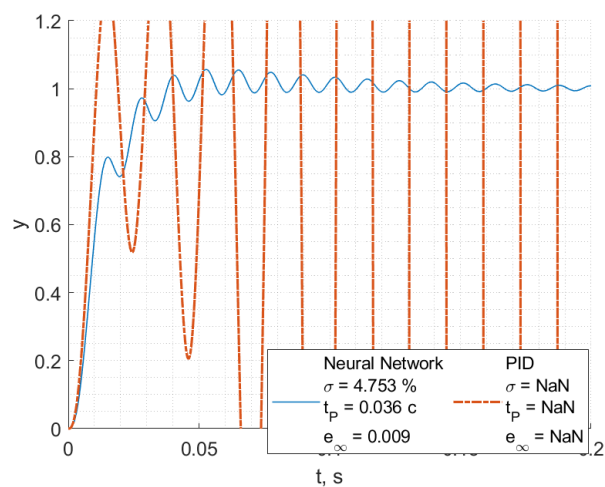


Рисунок 10 – Сравнение переходных процессов нейросетевого и ПД-регулятора при наличии ограниченных изменений параметров

с) при введении звена насыщением ± 0.15 для номинальных параметров;

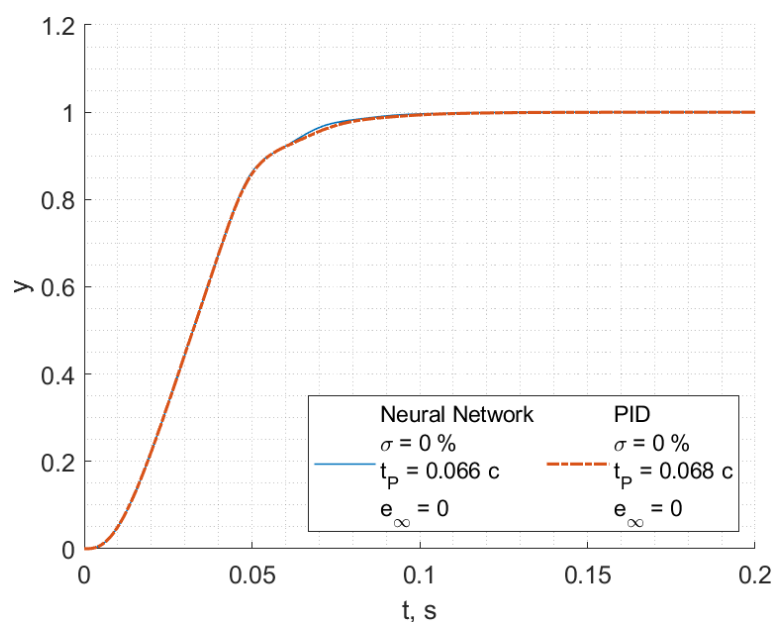


Рисунок 11 – Сравнение переходных процессов нейросетевого и ПД-регулятора при введении звена с насыщением

д) при воздействии внешних возмущений.

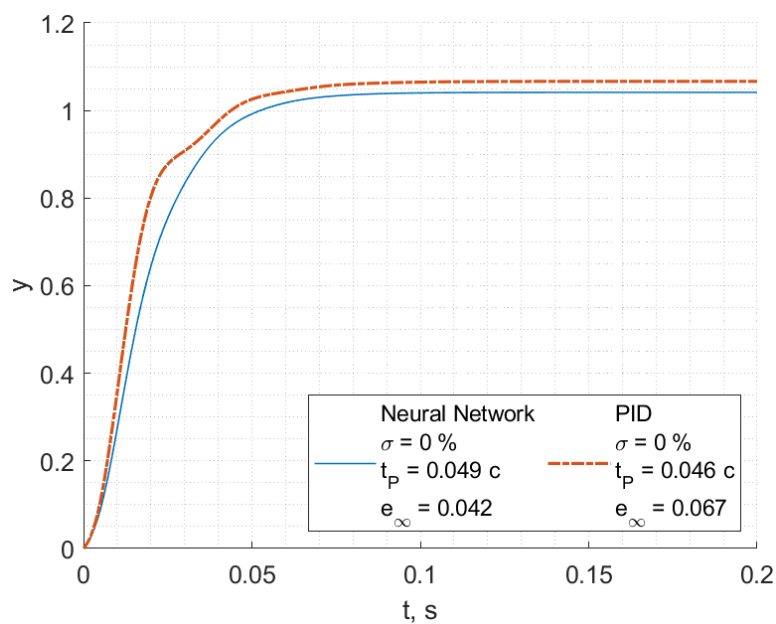


Рисунок 12 – Сравнение переходных процессов нейросетевого и ПД-регулятора при воздействии внешних возмущений

В таблице 1 приведено сравнение показателей качества двух регуляторов.

Таблица 1 – Таблица сравнения показателей качества нейросетевого и ПД-регулятора при различных режимах.

Режим	Нейросетевой регулятор			Линейный регулятор ПД		
	$\sigma_{НР}, \%$	$t_p \text{ НР}, \text{ с}$	$e_{\infty \text{ НР}}$	$\sigma_{ЛР}, \%$	$t_p \text{ ЛР}, \text{ с}$	$e_{\infty \text{ ЛР}}$
Номинальный режим	0	0.052	0	0	0.047	0
Ограниченные изменения параметров	4.753	0.036	0.009	NaN	NaN	NaN
Введение звена насыщения	0	0.066	0	0	0.068	0
Внешние возмущения	0	0.049	0.042	0	0.046	0.067

Как видно из таблицы, во всех случаях система с нейросетевым регулятором сохраняет свою устойчивость и во всех экспериментах, кроме номинального режима, имеет лучшие показатели качества.

Вывод

В ходе лабораторной работы был изучен пакет *Neural Networks Toolbox* (MATLAB), построен нейросетевой регулятор с заданными параметрами слоёв. Полученный регулятор, благодаря своей нелинейной природе позволил достичь лучших показателей качества, чем ПД-регулятор во всех экспериментах с изменениями исходной системы.