

СИНТЕЗ НЕЙРОРЕГУЛЯТОРА ПИД-ТИПА МЕТОДОМ ОБРАТНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОШИБКИ

Бураков М.В.

Ключевые слова: управление, нейронная сеть, метод обратного распространения, моделирование.

Аннотация. Рассматривается алгоритм синтеза последовательного нейроконтроллера для линейного динамического объекта. На первом этапе конструируется обратная модель объекта управления. На втором этапе формируется выборка для обучения нейроконтроллера. На последнем этапе синтезируется нейроконтроллер методом обратного распространения ошибки. Приводятся результаты моделирования в MatLab Simulink, которые показывают эффективность предлагаемой методики.

NEURAL NETWORK SUPERVISOR OF PID CONTROLLER WITH GENETIC TUNING

Burakov M.V.

Keywords: adaptation, PID controller, supervisor, neural networks, genetic algorithms.

Abstract. In this paper describe a structure of neural supervisor of PID-controller for plants with variable parameters. To describe a supervisor, a linear neural network is used. The supervisor parameters are determined with a genetic algorithm. Simulation results are presented in MatLab Simulink. It is shown that PID-controller with neural supervisor can reduce overshoot and static error during transient process.

Традиционные варианты синтеза систем управления связаны с заданием желаемого поведения системы как первого шага для получения описания регулятора.

При использовании аппарата передаточных функций происходит сопоставление реального объекта W и желаемой системы W^* , в результате которого формируется регулятор R , приближающий свойства объекта к эталону (рис. 1, где $g(t)$ – задающее воздействие, $y(t)$ – выходной сигнал).

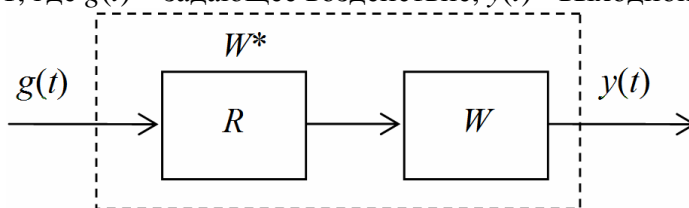


Рис. 1. Схема включения регулятора в разомкнутой системе

При выполнении приближенного равенства $R = W^{-1}$ можно рассчитывать на выполнение условия $y(t) \approx g(t)$.

Инверсная модель, включенная на выходе объекта управления, может воспроизводить входной сигнал. Однако на практике регулятор включается на входе объекта управления, чтобы корректировать его динамику в соответствии с ошибкой управления (рис. 1), поэтому инверсная модель не может служить непосредственно регулятором.

Тем не менее, инверсная модель объекта может быть использована для получения информации о входе регулятора системы, если включить ее на выходе объекта управления (рис. 2).

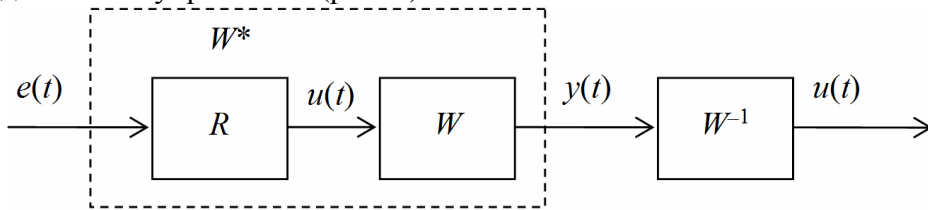


Рис. 2. Формирование массива измерений

Рассмотрим задачу синтеза нейрорегулятора ПИД-типа. Такой регулятор получает три входных переменных: ошибку управления, ее производную и интеграл. При дискретной реализации рассматривается ошибка e_k и ее задержанные значения: e_{k-1} и e_{k-2} .

Пусть объект управления описывается передаточной функцией. Первый шаг конструирования – получение обратной модели, описывает блок-схема на рис. 3, где массивы P и T служат для обучения нейросети методом обратного распространения ошибки.

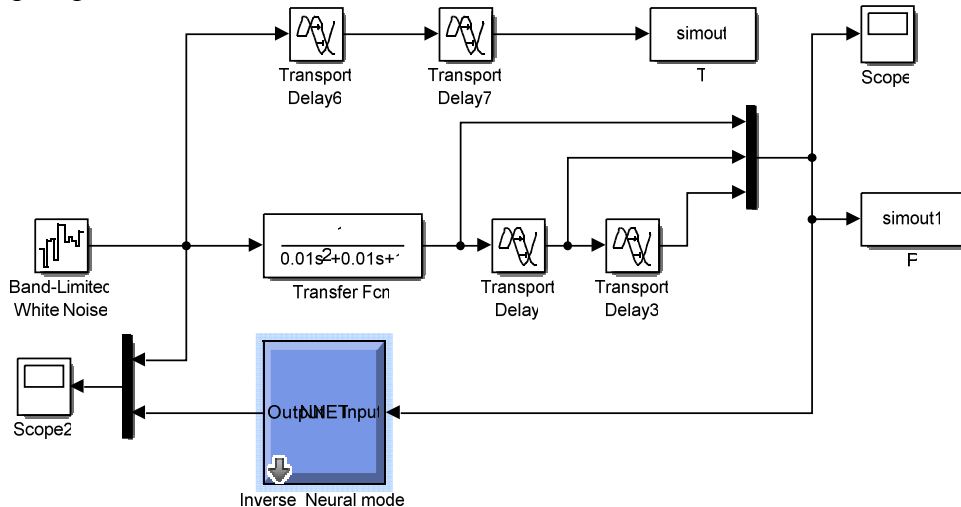


Рис. 3. Формирование инверсной нейросетевой модели

На рис. 4 показано формирование обучающей выборки с помощью инверсной модели, включенной на выходе желаемой замкнутой системы. Массив P здесь описывает вход дискретного регулятора ПИД-типа, а массив T - выход регулятора, т. е. заданный выход нейросети.

После обучения нейроконтроллер ПИД-типа включается на входе объекта управления (рис. 5).

Графики, приведенные на рис. 6, показывают, что полученное качество переходных процессов удовлетворительно.

Для обучения был использован алгоритм обратного распространения ошибки, реализованный в MatLab.

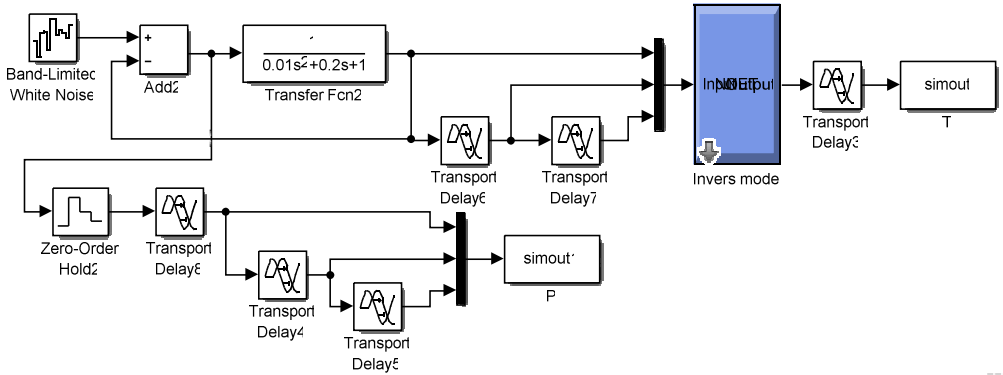


Рис. 4. Формирование обучающей выборки для нейроконтроллера

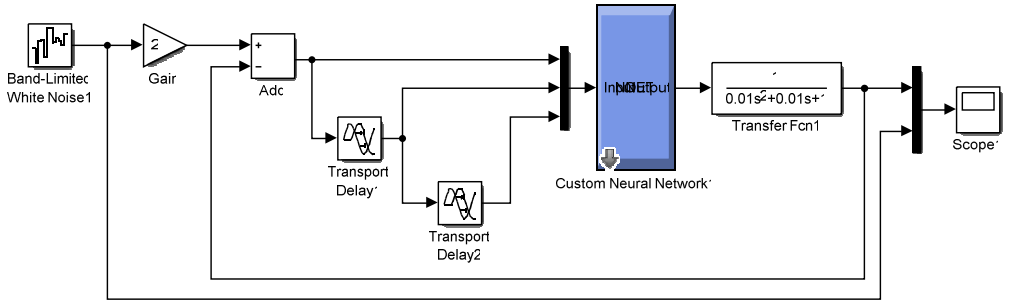


Рис. 5. Система управления с нейроконтроллером

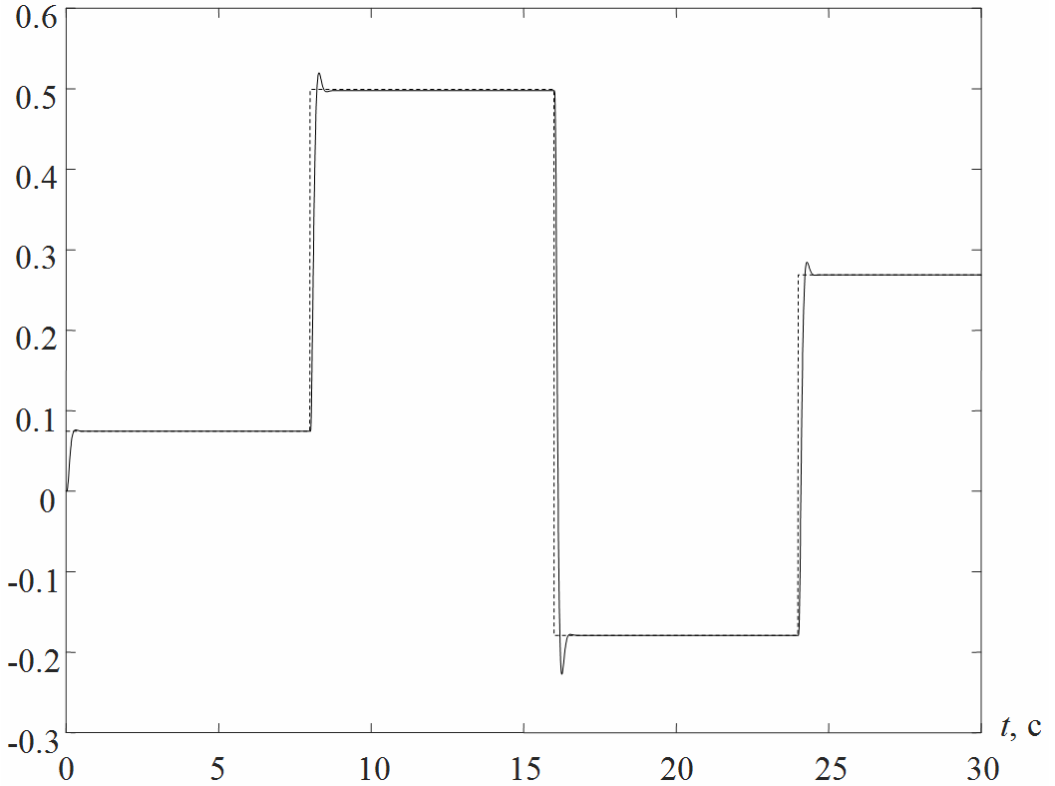


Рис. 6. Обработка системой ступенчатых входных импульсов (пунктир)

Таким образом, предложенный подход значительно уточняет оценку скорости, которая формируется по информации от датчика угла поворота ротора. Реализация НИС на базе микроконтроллера не вызывает больших затрат и не представляет принципиальных трудностей. НИС может быть использован в различных системах управления электродвигателями. В качестве недостатка следует заметить, что обучение НИС происходит для конкретного диапазона скоростей, это может потребовать использования системы переключаемых датчиков.

Список литературы / References

1. Burakov M.V. Neural network based identification and control of nonlinear Hammerstein-type plants // Journal of Advanced Research in Technical Science. 2017. Issue 6. P. 78-81.
2. Burakov M.V. Neural network supervisor of PID controller with genetic tuning // Journal of Advanced Research in Technical Science. 2018. Issue 10-2. P. 27-30.

| | |
|--|--|
| Бураков Михаил Владимирович – кандидат технических наук, доцент, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, Санкт-Петербург, Россия, bmv@sknt.ru | Burakov Mikhail Vladimirovich – candidate of technical sciences, associate professor, Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, Saint-Petersburg, Russia, bmv@sknt.ru |
|--|--|

Received 18.06.2019