

УДК 621.313.292.001.57

МОДЕЛЬ ДВУХКОНТУРНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ БЕСКОЛЛЕКТОРНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ ПОСТОЯННОГО ТОКА С НЕЙРОСЕТЕВЫМ РЕГУЛЯТОРОМ СКОРОСТИ

А. К. ИБРАГИМ, С. А. ПАВЛЮКОВЕЦ

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

ПИД-регулятор является самой популярной разновидностью регуляторов во всех технических системах. Он имеет несколько важных свойств: обратная связь, интегральное и производное действие. Однако, будучи линейным, он не подходит для нелинейных систем в общем случае. Применение адаптивного управления является перспективным вариантом в данном случае. Особенно актуальна эта задача для электродвигателей, которые являются нелинейными объектами высокого порядка.

Среди способов адаптивного регулирования координат электродвигателей известны многие подходы. Одними из самых современных и развивающихся являются нечёткие, нейросетевые и нейро-нечёткие регуляторы. Предлагается рассмотреть модель структуры двухконтурной системы автоматического управления (САУ) бесколлекторным двигателем постоянного тока (БДПТ) с применением регулятора скорости на основе нейронной сети.

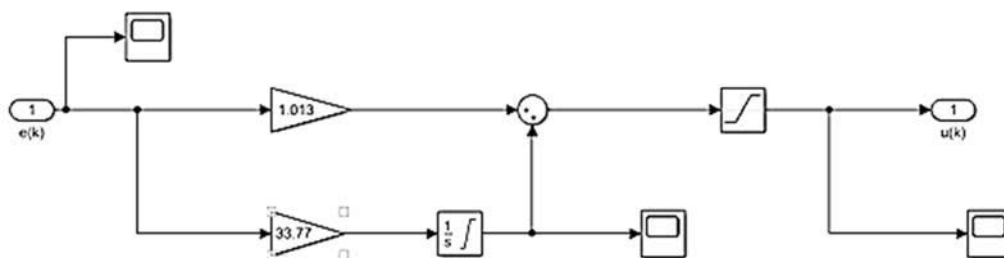
Структура САУ БДПТ состоит из трёх частей: объекта управления (двигателя), инвертора и системы регуляторов. БДПТ с трехфазной обмоткой статора с Y-образным соединением и ротор с постоянными магнитами содержит устройство определения положения ротора. Инвертор включает в себя диодный выпрямитель, фильтр и устройство переключения питания, которое управляется сигналом ШИМ-контроллера.

Система управления является двухконтурной с обратной связью. Внешний контур – это контур скорости, а внутренний контур – контур тока. БДПТ управляется по заданному сигналу (ток или крутящий момент) и сигналу обратной связи (скорость и фазный ток). Выходной сигнал системы управления является сигналом управления ШИМ для регулировки времени проводимости устройства переключения мощности инвертора, которое, соответственно, изменяет выходное напряжение и ток на бесколлекторном двигателе.

Основываясь на математической модели, описанной в [1], составим имитационную модель системы управления в программном пакете Matlab Simulink. В [1] рассматривалось скалярное частотное управление БДПТ без обратной связи, поэтому в соответствии с разработанной имитационной моделью на рис. 1 контроллер алгоритма нейронной сети обратного распространения (ВР-нейронной сети) вводится для обнаружения и управления скоростью.

На рис. 1 изображена общая модель системы управления БДПТ. ПИД-регулятор скорости представляет собой модуль с обратной связью с нейросетевым контроллером, подсистема которого показана на рис. 2.

Регулятор тока, модель которого представлена на рис. 3, не является адаптивным, представляет собой классический ПИ-регулятор с обратной связью.



Таким образом, предложенная структура системы управления нейронной сетью использует управление с двумя обратными связями. Одна часть обратной связи – это управление обратной связью по скорости, а другая часть – управление обратной связью по току. Он регулируется в соответствии с заданным сигналом крутящего момента и сигналом обратной связи (скорость и фазный ток), а выходным сигналом является ШИМ-управляющий сигнал, поступающий на инвертор.

1. **Вельченко, А. А.** Математическая модель бесколлекторного двигателя постоянного тока на основе уравнения напряжения трёхфазной обмотки / А. А. Вельченко, С. А. Павлюковец, А. А. Радкевич // Системный анализ и прикладная информатика. – 2024. – № 1. – С. 19–25.