

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук, профессора Титова Виталия Семеновича, на диссертационную работу Игумнова Иннокентия Васильевича «Метод Нелдера-Мида для настройки регулятора, функционирующего на основе искусственных нейросетей» по специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления

Актуальность темы диссертации

Постоянное усложнение технических объектов управления (ОУ) и расширение областей их применения приводит к необходимости развития средств и методов интеллектуального управления при изменяющихся условиях функционирования. Применение методов классической теории автоматического управления для управления сложными динамическими ОУ затруднено рядом факторов. Прежде всего, это сложность получения достаточно точного формализованного описания ОУ. Кроме того, параметры ОУ могут изменяться в широких пределах в процессе функционирования системы. Также следует учесть, что практически все реальные ОУ являются нелинейными, и их представление в виде линейных математических моделей является лишь приблизительным. Преодоление указанных трудностей связывают с развитием интеллектуальных систем и схем управления, основанных, в частности, на применении аппарата искусственных нейронных сетей, благодаря которым возможна реализация нелинейных отображений как ОУ, так и закона управления.

Начиная с 2000-х гг. активно развивается нейросетевая схема управления по обратной связи. Ее основными преимуществами являются высокое качество управления при наличии возмущений и простота при внедрении в уже существующие автоматические системы. Однако при всем многообразии публикаций по этой тематике нерешенным остается ряд задач, касающихся рекомендаций по выбору функций активаций и обучению нейронных сетей в том числе, и к решению задачи параметрической оптимизации. Все это дает основания утверждать, что тема диссертационного

исследования является актуальной, как с точки зрения дальнейшего развития метода Нелдера – Мида для постройки регуляторов, так и с точки зрения преодоления системных противоречий практики. Исходя из выше сказанного, тема диссертации является актуальной.

Целью работы является улучшение качества переходных процессов, протекающих в системах, имеющих в своем составе ИНС, с помощью алгоритма, сформированного на основе метода Нелдера – Мида.

Объектом исследования диссертации Игумнова И.В. являются автоматические системы регулирования, использующие в своем составе нейронную сеть. Соискателем разработаны алгоритм обучения нейронной сети, методика конкретизации его коэффициентов, а также предложен подход к формированию импульсных элементов с ИНС. Таким образом, представленная диссертация соответствует паспорту специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления, пункт 1,2,3.

Новые научные положения, сформированные в диссертации:

1. Сформированный на основе метода Нелдера – Мида алгоритм ОНС, отличающийся от известного и его модификаций применением нового способа формирования начального симплекса и позволяющий решать задачу параметрической оптимизации ИНС в автоматических системах.

2. Функции активации нейрорегуляторов в автоматических системах, позволяющие рекомендовать соответствующие функции активации для ПИД-, ШИМ-, АИМ 2 рода-нейрорегуляторов, что определяет его отличия от проводимых ранее исследований.

3. Подход к реализации импульсных элементов (ИЭ), отличающегося от других тем, что в них имеется ИНС с архитектурой, построенной на основе модуляционной характеристики.

4. Разработка на основе генетического алгоритма методики конкретизации параметров алгоритма ОНС, на основе генетического алгоритма, что в конечном итоге обеспечивает эффективность его применения для решения задачи параметрической оптимизации.

5. Адаптация алгоритма ОНС для многоконтурных автоматических

систем, расширяющая возможность его применения для настройки промышленных автоматических систем по различным критериям.

Практическая значимость результатов работы

Практическая значимость результатов работы заключена в разработке алгоритма параметрической оптимизации по различным критериям для автоматических систем с регуляторами, имеющими в своем составе ИНС. Кроме этого произведена параметрическая оптимизация нейрорегуляторов в следующих системах: стабилизации толщины изоляции; вулканизации резиновых изделий; электроснабжения с автономным резервным источником питания переменным током, что в конечном итоге позволило улучшить качества переходных процессов. Важным свидетельством практической значимости проведенных диссертантом исследований являются два акта о внедрении, полученные от ООО «Спецстройинвест» и ООО «НЦП Параметр» и приложенный к работе.

Достоверность полученных результатов

Достоверность полученных результатов обеспечена строгостью выполнения используемых методов моделирования в инструментальной среде MATLAB, непротиворечивостью с результатами и выводами других разработок и исследований по обозначенным проблемам.

Содержание диссертационной работы

В состав диссертации входят введение, пять глав, заключение и список литературы из 107 наименований. Объем основной части диссертации - 166 с., в том числе 95 рисунков, 36 таблиц и 8 приложений.

В первой главе (с. 11-33 диссертации) дан краткий обзор теории нейронных сетей и нейросетевого регулирования. Приведены модели нейронов, применяемые в диссертационной работе. Представлена теоретическая информация о схемах нейросетевого регулирования и ПИД-нейрорегуляторах.

Во второй главе (с. 34-54 диссертации) представлено задача параметрической оптимизации в автоматических системах с нейронной сетью. Приведено описание классического метода Нелдера – Мида, а также показаны изменения внесенные автором, позволившие ему сформировать

алгоритм ОНС. Предложена методика конкретизации параметров алгоритма ОНС, основанная на применении генетического алгоритма.

В третьей главе (с.55-74 диссертации) рассмотрено применение разработанного алгоритма ОНС при решении задачи параметрической оптимизации одноконтурной системы автоматического регулирования с ПИД-нейрорегулятором. Проведена конкретизация параметров алгоритма ОНС для ПИД-нейрорегуляторов с помощью методики, предложенной во второй главе.

В четвертой главе (с. 75-105 диссертации) предложен подход к формированию импульсных элементов с ИНС, в основе которого лежат модуляционные характеристики. Проведено исследование с использованием в качестве устройства регулирования ШИМ-элемента 1-ого и АИМ-элемента 2-ого рода. Также для них приводится конкретизация параметров алгоритма ОНС.

В пятой главе представлены результаты экспериментальных исследований оптимизации нейрорегуляторов в промышленных системах:

- 1) стабилизации толщины изоляции, при возникновении критических возмущений;
- 2) вулканизации резиновых изделий при электрическом нагреве;
- 3) электроснабжения с автономным резервным источником питания переменным током на момент переключения с основного источника питания на резервный.

Внедрение нейрорегуляторов и их обучение в эти системы позволило улучшить качество их переходных процессов.

В заключении сформулированы основные результаты диссертационной работы.

Подтверждение опубликования основных результатов диссертации

Основные результаты, полученные в диссертационной работе, опубликованы в 10 печатных работах, из них 8 в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК, также одна входит в Web of Science на российской платформе. Все представленные на защиту результаты получены автором лично и обсуждались на научных конференциях и семинарах различного

уровня.

Считаю, что основное содержание диссертации, её основные научные положения и практические результаты достаточно отражены в публикациях и докладах автора.

Замечания по диссертационной работе

1. Анализ выбора искусственной нейронной сети в работе произведен у узком смысле (глава 1).

2. Некоторые допущения, справедливо сделанные автором, в работе не комментируются, не исследуется их влияние на решения задач. Имеет место некоторое упрощение при изложении частных задач, но важных с точки зрения диссертационного исследования.

3. Название глав в диссертационной работе должно иметь более тщательное название, соответствующее специальности 05.13.05 (например, глава 4).

4. В цели работы указано «Улучшение качества...», однако в диссертационной работе не сказано что такое качество и как оно оценивается.

5. Почему в диссертационной работе выбрана параметрическая оптимизация (нет обоснований).

6. Подписи под рисунками не совсем соответствуют тексту диссертационной работы.

7. Использование результатов диссертационной работы в учебном процессе – должно быть отражено в каких направления подготовки используется.

8. Не совсем ясно различие рисунков 4.1.2. и 4.1.3. (стр 77,78).

9. Что такое наиболее лучший вариант (стр.92)

Заключение

Отмеченные недостатки не снижают качество исследования и не влияют на полученные конечные результаты диссертационной работы. Диссертация Игумнова Иннокентия Васильевича представляет собой законченную квалификационную работу, в которой достигнуты важные научные и практические результаты.

Работа отвечает требованиям п. 9 Положения (утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года, 824) о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 05.13.05 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления», а её автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук

Официальный оппонент:



Титов Виталий Семенович

заведующий кафедрой
вычислительной техники, доктор
технических наук, профессор,
ФГБОУ ВО «Юго-Западный
государственный университет»

Сведения об официальном оппоненте

Фамилия, имя, отчество: Титов Виталий Семенович

Защищал диссертационную работу по специальности 05.13.05 «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления»

Организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Юго-Западный государственный университет»

Сайт организации: <http://www.swsu.ru>

Должность: заведующий кафедрой вычислительной техники

Почтовый адрес организации: 305040, Курская область, г. Курск, ул. 50 лет Октября, д. 94.

Контактный телефон: +7 (4712) 22-26-70

e-mail: titov-kstu@rambler.ru



Подпись
Исполнительно
Специалист по кадрам

В.С. Титова

Титов В.С.
02.11.2020