

ОТЗЫВ

официального оппонента

профессора, доктора технических наук

Воеводы Александра Александровича

на диссертационную работу Игумнова Иннокентия Васильевича «Метод Нелдера-Мида для настройки регулятора, функционирующего на основе искусственных нейросетей», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления»

Актуальность темы диссертации

В современной промышленности активно применяются методы и средства искусственного интеллекта, в частности и нейронные сети. Основным достоинством использования нейронных сетей в регуляторах является гибкость и универсальность регуляторов, позволяющая адаптировать их под разнообразные объекты управления. Кроме того, появляется возможность применения мультипроцессорной обработки сигналов на основе параллельных аппаратных средств, что в свою очередь ведет к повышению отказоустойчивости системы. При использовании нейронных сетей в регуляторах неотвратимо возникает ряд требующих решение задач, одной из которых является задача ее обучения (настройки).

Оппонируемая диссертационная работа посвящена вопросам разработки и обучения регуляторов, имеющих в своем составе нейронную сеть. В работе рассматриваются вопросы применения искусственных нейронных сетей (ИНС) в ПИД-регуляторах и импульсных элементах и ее обучения с помощью алгоритма, построенного на основе метода Нелдера-Мида. Таким образом, выбранная тема и направление диссертационной работы ориентированы на решение актуальной научной и промышленной задачи.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность полученных результатов диссертационного исследования подтверждена широким использованием научных работ зарубежных и отечественных исследователей в области автоматического и автоматизированного управления и диагностирования. Автором исследованы и проанализированы нейросетевые системы управления с использованием обратной связи. Этот опыт использован при разработке ПИД-регуляторов и импульсных элементов, имеющих в своем составе нейронную сеть. Библиографический список содержит 107 литературных источников отечественных и зарубежных авторов. Достаточный уровень объективности и адекватности выводов соискателя базируется на теоретических и прикладных исследованиях, выполненных с применением современных аппаратных и программных средств. Достоверность и оригинальность полученных результатов подтверждается использованием в работе публикаций по близкой к исследуемой соискателем тематике как иностранных, так и отечественных источников.

Достоверность и новизна полученных результатов

Достоверность полученных результатов обеспечивается применением общепринятого математического аппарата, а также соответствием результатов исследованиям других авторов, полученных с помощью иных методов и методик при решении задач обучения нейронных сетей.

Новизна проведенных научных исследований заключается в разработке следующих методик и алгоритмов.

1. Алгоритм обучения нейронной сети (ОНС), предназначенный для решения задачи параметрической оптимизации для систем с ИНС и построенный на основе метода Нелдера-Мида позволяет снять ограничения, как с функций активации, так и с выбранного критерия. Предложенный

алгоритм отличается от известных тем, что в нем применен оригинальный способ формирования начального симплекса.

2. Подход к формированию импульсных элементов с ИНС, в основе которого лежат модуляционные характеристики.

3. Методика конкретизации параметров алгоритма ОНС (коэффициентов отражения, растяжения, сжатия и усечения), с помощью которой определены параметры алгоритма ОНС.

4. Исследования работы алгоритма ОНС и регуляторов, имеющих в своем составе ИНС, как в одноконтурных, так и в промышленных автоматических системах управления, а именно: система стабилизации толщины изоляции кабеля, система вулканизации резиновых изделий с электрическим нагревом, система электроснабжения с автономным резервным источником питания переменным током.

Теоретическая и практическая значимость исследования

Теоретическая значимость диссертационного исследования заключается в развитии методов (алгоритмов) нейросетевого управления. Разработанные методики и алгоритмы обучения позволяют решать задачу параметрической оптимизации. Полученные в ходе исследований наработки могут быть использованы в других системах управления.

Практическая значимость диссертационного исследования заключается в разработке алгоритма параметрической оптимизации по различным критериям для автоматических систем с регуляторами, имеющими в своем составе ИНС. Произведена параметрическая оптимизация нейрорегуляторов в следующих системах: стабилизации толщины изоляции; вулканизации резиновых изделий; электроснабжения с автономным резервным источником питания переменным током, что позволило улучшить качественные характеристики переходных процессов и снизить долю брака на производстве.

Оценка содержания диссертации, её завершённость

Основное содержание диссертационного исследования изложено в пяти главах общим объемом в 145 страниц, и в приложениях объемом 20 стр.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель и задачи, представлены выносимые на защиту положения, научная новизна, практическая значимость результатов исследования, сведения об апробации работы, публикациях и структуре диссертации.

В первой главе проанализированы элементы теории нейронных сетей, их обучения и применения в системах автоматического управления, на основании чего формулируются основные задачи, которые следует решать в процессе диссертационного исследования. Обоснован выбор нейросетевой схемы управления с использованием обратной связи. Проанализированы преимущества применения нейронных сетей в автоматических системах управления.

Во второй главе поставлена задача параметрической оптимизации автоматических систем с регуляторами, имеющими в своем составе нейронную сеть. Представлен разработанный соискателем для её решения алгоритм ОНС, построенный на базе метода Нелдера – Мида. Автором предлагается методика конкретизации параметров алгоритма ОНС, основанная на применении генетического алгоритма.

В третьей главе рассмотрено применение разработанного алгоритма ОНС при решении задачи параметрической оптимизации одноконтурной системы автоматического регулирования с ПИД-нейрорегулятором. Производится конкретизация параметров алгоритма ОНС для ПИД-нейрорегуляторов с помощью представленной выше методики. Полученные в результате коэффициенты используются для параметрической оптимизации промышленных систем.

В четвертой главе предложен подход к формированию импульсных элементов с ИНС, в основе расчетов которых используются модуляционные

характеристики. Проведено исследование с использованием в качестве устройства регулирования ШИМ-элементов 1-ого и АИМ-элементов 2-ого рода. Для этих устройств конкретизированы алгоритмы настройки параметров ОНС.

Стоит отметить, что предложенный в диссертации подход позволяет формировать импульсные элементы, обладающие, как известно, большим многообразием.

В пятой главе исследована параметрическая оптимизация нейрорегуляторов в следующих промышленных системах: стабилизации толщины изоляции; вулканизации резиновых изделий; электроснабжения с автономным резервным источником питания переменным током. Внедрение нейрорегуляторов и их обучение в эти системы привело к снижению доли брака на производстве. Представленная методика обучения ИНС в многоконтурных системах позволяет настраивать регуляторы, имеющие нейронную сеть в своем составе, в промышленных объектах в различных отраслях промышленности.

В приложении представлены: акты о практическом применении полученных результатов диссертационного исследования на предприятиях ООО «Спецстройинвест» и ООО «НЦП Параметр», акт внедрения результатов диссертационной работы в учебный процесс ФГБОУ ВО «ИРНИТУ», 6 свидетельств о государственной регистрации программы для ЭВМ, в частности «Программа настройки искусственных нейронных сетей, реализующих ШИМ-элемент».

Замечания по диссертационной работе

1. Не все сокращения расшифрованы в тексте диссертации (например РГ, ИШИМ).
2. Материал диссертации не совсем равномерно распределен по главам: главы 1 -3 объемом 19-20 стр., а пятая – 40 стр.

3. Выводы по первой и второй главам, в которых, по сути, формулируется постановка задачи исследования, недостаточно полно представлены.

4. Задача исследования, поставленная в разделе 2.1, несколько шире по сравнению с решениями, излагаемыми в последующих главах.

5. В главе 1 не отражено, что исследования будут проводиться с системами с ШИМ и АИМ.

6. К сожалению, в тексте диссертации имеется ряд стилистически неудачных выражений, опусок и т.п. (например 56, 68, 81 и др.)

По автореферату можно сделать следующие замечания

1. Приводится недостаточно полное описание содержания первой главы.

2. В формуле 3 (стр.9 – модуляционная характеристика) не приведена расшифровка параметров q и m .

3. В автореферате также имеются опечатки и неточности (например, на стр. 8, 10, 14,16, 17).

В целом приведенные замечания носят редакционный характер и не влияют на существо, научную и практическую значимость полученных в диссертационной работе результатов.

Соответствие диссертации паспорту специальности

Тема и содержание диссертации соответствуют паспорту специальности 05.13.05 – «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления» и соответствует следующим его пунктам: п.1 – Разработка научных основ создания и исследования общих свойств и принципов функционирования элементов, схем и устройств вычислительной техники и систем управления; п.2 – Теоретический анализ и экспериментальное исследование функционирования элементов и устройств вычислительной техники и систем управления в нормальных и специальных условиях с целью улучшения технико-экономических и эксплуатационных характеристик; п.3 –

Разработка принципиально новых методов анализа и синтеза элементов и устройств вычислительной техники и систем управления с целью улучшения их технических характеристик.

Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р7.0.11-2011

В целом оформление диссертации и автореферата соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011, однако рекомендуемый объем автореферата несколько превышен и составляет 22 страницы. Автореферат диссертации полностью отражает основное содержание диссертационной работы.

Заключение

Диссертация Игумнова Иннокентия Васильевича является завершённой научно-квалификационной работой, выполненной силами автора-соискателя на высоком научно-техническом уровне и содержащей новые научные результаты. Они получены в области обучения ИНС в промышленных объектах, предложен подход к формированию импульсных элементов в автоматических системах с нейронной сетью. В работе представлены результаты, позволяющие их квалифицировать как имеющие существенное значение для развития автоматике и систем нейросетевого управления.

Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Работа базируется на достаточном количестве исходных данных, требований, обоснований, примеров, отечественных и зарубежных научных публикаций.

Диссертация написана хорошим техническим, семантически ясным научным языком, аккуратно оформлена. В конце каждой главы представлены выводы, в завершающем разделе диссертации приведено заключение, содержащее результаты и выводы по проделанной работе.


Указанные замечания не являются определяющими.

Основные результаты диссертационной работы докладывались на шести всероссийских конференциях, в том числе и с международным участием, неоднократно обсуждалась на семинарах по месту выполнения работы, а также в Санкт-Петербургском университете «ЛЭТИ».

Основные научные результаты диссертации опубликованы в 16 печатных работах: из них 8 в журналах из перечня ВАК РФ, одна из них также входит в базу цитирования Web of Science, получено 6 свидетельств о регистрации программ для ЭВМ.

Оппонируемая диссертационная работа полностью отвечает требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013г. (в ред. Постановлений Правительства РФ от 21.04.2016 № 335, от 02.08.2016 №748, от 29.05.2017 №650, от 28.08.2017 № 1024, от 01.10.2018 № 1168), а её автор –Игумнов Иннокентий Васильевич - заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления».

Официальный оппонент – д.т.н.

профессор кафедры Автоматики,  /А.А. Воевода/
ФГБОУ ВО «Новосибирский
государственный технический
университет»

Контактные данные: 630073, г. Новосибирск, пр.К.Маркса, д. 20

тел: +7(383) 346-56-88, +7(383) 344-49-98

E-mail: voevoda@corp.nstu.ru

