

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Тюменцева Юрия Владимировича на тему «**Нейросетевое моделирование адаптивных динамических систем**», представленной к защите на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)».

Как это следует из автореферата, диссертация Тюменцева Ю.В. посвящена проблеме адаптивного управления сложными динамическими системами. Разработка средств адаптивного управления такими системами выдвигает ряд задач, для решения которых недостаточно традиционных средств моделирования и управления. Эти задачи связаны, главным образом, с неопределенностями в свойствах системы и в условиях ее функционирования, что требует реализации процедур принятия решений на основе эвристических рассуждений, обучения, и накопления опыта. Необходимость в обучении возникает, когда сложность решаемой проблемы или же неопределенности в ее условиях не позволяют получить требуемые решения заранее. Обучение в таких случаях дает возможность накапливать информацию в ходе работы системы и использовать ее для динамической выработки решений, отвечающих текущей ситуации, т.е. наделить систему свойством адаптивности и, тем самым, повысить эффективность системы и ее выживаемость в неблагоприятных условиях. Проблема обеспечения безопасности эксплуатации сложных технических систем, например, таких как летательные аппараты, является одной из наиболее **актуальных** проблем современной техники.

Реализация адаптивных систем порождает ряд проблем, в частности, связанных с построением моделей их функционирования, требуемых для обеспечения работы практически всех систем адаптивного управления. Если объект моделирования претерпевает изменения его свойств, например, из-за повреждений его конструкции и/или отказов оборудования, требуется оперативно восстановить адекватность модели объекту, т.е. модель объекта должна быть адаптивной. В этом плане применение нейросетевого моделирования, которое позволяет строить гибкие обучаемые модели объектов, является **актуальным**.

Из автореферата следует, что **целью** диссертационного исследования является формирование нейросетевого подхода к математическому и компьютерному моделированию адаптивных динамических систем, а также решение проблемы формирования нейросетевых моделей и их использования для организации адаптивного управления такими системами.

Для достижения поставленной цели в диссертации поставлен и решен **ряд задач**. В частности, разработан подход к моделированию адаптивных динамических систем на основе нейросетевых технологий, позволяющих эффективно решать нелинейные многомерные задачи. Однако традиционный нейросетевой подход, трактующий моделируемую систему как «черный ящик», обеспечивает решение задач моделирования только для небольших размерностей, не характерных для большинства технических систем. Для преодоления этого недостатка в диссертации предложен класс комбинированных нейросетевых моделей (типа «серый ящик»), названных в диссертации полуэмпирическими, формирование которых основано на использовании как теоретических знаний об объекте моделирования, так и экспериментальных данных о его поведении. Разработанные модели верифицированы в серии вычислительных экспериментов.

Разработка полуэмпирических моделей представляет собой основной элемент **научной новизны** диссертации. Кроме того, реализация моделей такого рода потребовала решения ряда других задач с соответствующими результатами, также обладающими научной новизной. К числу таких результатов относятся: унифицированное структурное описание нейросетевых моделей; композиционный подход к синтезу статических и динамических нейросетевых моделей, основанный на интерпретации таких моделей как разложений по обобщенному функциональному базису; алгоритмы формирования нейросетевых моделей полуэмпирического типа, включая алгоритмы их структурной корректировки и параметрической настройки; методы и алгоритмы получения обучающих данных для нейросетевых моделей динамических

систем; подход к идентификации характеристик адаптивных динамических систем как элемента процесса формирования нейросетевых моделей таких систем; типология динамических систем, обеспечивающая единый контекст для решения задач анализа поведения, синтеза управления и идентификации характеристик при создании перспективных технических систем различных классов.

Теоретическая и практическая значимость предложенного в диссертации класса нейросетевых моделей динамических систем, а также методов синтеза и параметрической настройки таких моделей состоит в том, что открываются новые возможности для решения задач управления поведением сложных технических систем, включая их высокоавтоматизированные и роботизированные варианты, в условиях неопределенности. Полученные результаты могут быть использованы разработчиками технических систем различного назначения, включая летательные аппараты, при формировании алгоритмов адаптивного и интеллектуального управления их поведением, а также анализа их поведения и решения задач идентификации характеристик.

Результаты исследований, полученные автором, прошли **апробацию** на 38-и НТК международного, всероссийского и отраслевого уровней, **опубликованы** в монографии и 83-х печатных работах, в том числе в 30-и статьях в изданиях, рекомендованных ВАК и проиндексированных в базе данных Scopus. Получено 5 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Как это следует из автореферата, содержание диссертации полностью соответствует всем положениям, выдвинутым на защиту. Однако при анализе содержания автореферата возникли следующие **замечания**:

1. В кратком описании содержания третьей главы сделан акцент на использования в качестве базовой модели управляемой динамической системы нейросетевой рекуррентной слоистой нелинейной авторегрессионной сети. Делается вывод о том, что такие сети плохо работают при больших размерностях задач и далее в пятой главе для преодоления этого недостатка вводятся полуэмпирические сетевые модели. Возникает вопрос о конкуренции применению таких моделей со стороны глубоких рекуррентных нейронных сетей, которые недавно предложены именно для решения динамических задач большой размерности.

2. Из автореферата непонятно, в чем заключается структурная корректировка, являющаяся одним из важных элементов процесса формирования полуэмпирической нейросетевой модели.


Эти замечания, однако, не носят принципиального характера и не снижают научную и практическую значимость полученных в диссертации результатов.

Вывод. Судя по автореферату, диссертационная работа актуальна по тематике, имеет важное научное и практическое значение для развития авиационной и ракетно-космической техники, соответствует паспорту специальности 05.13.01 и отвечает предъявляемым к докторским диссертациям критериям, установленным в Положении о порядке присуждения ученых степеней, утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор, Тюменцев Юрий Владимирович, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)».

Профессор кафедры «Системный анализ и управление»
Института компьютерных наук и технологий

Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого

Станкевич Лев Александрович

23 ноября 2016 г. 
Адрес: 195251, Россия, Санкт-Петербург,
Политехническая, 29
Тел.: (812) 297-42-14
E-mail: Stankevich_lev@inbox.ru

