

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Егорчева Михаила Вячеславовича на тему «Полуэмпирическое нейросетевое моделирование нелинейных динамических систем», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 — «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

По мере роста вычислительной мощности современных компьютеров и существенному увеличению объема доступных данных, все большее распространение получает использование методов машинного обучения для решения прикладных задач. Особенно заметные успехи в таких областях, как компьютерное зрение, распознавание речи и обработка естественного языка были получены с использованием искусственных нейронных сетей и алгоритмов глубокого обучения. Тем не менее, значительно меньшее внимание было уделено чрезвычайно важной задаче моделирования и идентификации динамических систем, которая особо остро стоит в областях автопилотирования, управления оборудованием и робототехники. Поэтому тема исследования, представленного в автореферате, является весьма актуальной. Однако, процесс обучения рекуррентных нейронных сетей на длинных входных последовательностях, характерных для данных приложений, сопряжен со значительными затруднениями, такими как эффект затухающего градиента и наличие ложных долин в поверхности ошибки. Широко применяемые градиентные методы оптимизации в большинстве случаев не позволяют найти качественное решение таких задач.

Научная новизна исследования заключается в распространении полуэмпирического нейросетевого подхода к моделированию и идентификации динамических систем на случай непрерывного времени, а также в разработке численного алгоритма обучения полуэмпирических нейросетевых моделей на основе метода гомотопии с варьируемым горизонтом прогноза.

Теоретическая и практическая ценность диссертационной работы состоят в следующем. Прежде всего, полуэмпирический подход к нейросетевому моделированию позволяет снизить количество оптимизируемых параметров и повысить обобщающую способность за счет привнесения априорных теоретических знаний предметной области в структуру модели. Также, разработанный численный алгоритм обучения на основе метода гомотопии с варьируемым горизонтом прогноза позволяет снизить чувствительность задачи к начальному приближению значений весов нейронной сети и эффективно обучать ее прогнозированию состояния системы на длительных интервалах времени. Данный подход устанавливает связь между хорошо изученными и

теоретически обоснованными методами гомотопии, и предложенными ранее эвристическими методами, основанными на идеях постепенного увеличения сложности задачи обучения.

Предложенный класс моделей позволяет решать задачи моделирования и идентификации для нелинейных и многомерных динамических систем. Таким образом, он может быть применен во множестве областей, включая робототехнику. Разработанный программный комплекс «Нейросетевое полуэмпирическое моделирование управляемого движения летательных аппаратов» включает реализацию описанных в диссертационной работе алгоритмов.

В качестве замечания к автореферату следует указать, что в нем не приведен сравнительный анализ предложенных полуэмпирических нейросетевых моделей динамических систем с такими распространенными моделями, как LSTM и GRU, предназначенными для преодоления проблемы затухающего градиента.

Данное замечание не снижает общей высокой оценки рассматриваемой диссертационной работы. Как следует из представленного автореферата, работа представляет собой законченное исследование, выполненное на высоком научном уровне и полностью удовлетворяет требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Егорчев Михаил Вячеславович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Бурцев Михаил Сергеевич

к.ф.-м.н.

Заведующий лабораторией нейронных систем и глубокого обучения
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «**Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)**»

141701, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский переулок, д.9.,
т. +7 (903) 561-41-49, E-mail: burtcev.ms@mipt.ru

М.С. Бурцев

Подпись М.С. Бурцева заверяю

Ученый секретарь

Московского физико-технического института (национального
исследовательского университета)

кандидат физико-математических наук

Ю.И. Скалько

