

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».

В диссертационной работе Егорчева М.В. рассматривается подход к решению **актуальной** задачи математического и компьютерного моделирования управляемых динамических систем. Для достижения требуемой точности моделирования таких сложных технических систем, как маневренные летательные аппараты, соискателем применен подход на основе искусственных нейронных сетей. Известно, что одной из критически важных проблем, возникающих при обучении нейросетевых моделей, является формирование репрезентативного набора экспериментальных данных, описывающего поведение объекта моделирования на рассматриваемом подмножестве области определения. В отличие от статических или неуправляемых динамических систем, для получения такого набора данных необходимо составить план эксперимента. Ручная разработка такого плана экспертами в предметной области является крайне трудоемкой и неоптимальной. Традиционные методы планирования оптимального эксперимента, предназначенные для автоматизации данной процедуры, применимы преимущественно к линейным регрессионным моделям. Современные подходы к нахождению наиболее информативных обучающих примеров для искусственных нейронных сетей применяются либо к сетям прямого распространения, либо к чисто эмпирическим рекуррентным нейронным сетям. Кроме того, эти подходы более приспособлены для осуществления адаптации модели в процессе функционирования, чем для обучения полностью неизвестной нейросетевой модели.

Научная новизна диссертационной работы состоит в распространении полуэмпирического нейросетевого подхода к моделированию динамических систем с сосредоточенными параметрами на случай непрерывного времени, а также в предложенном численном алгоритме планирования эксперимента для идентификации моделей управляемых динамических систем.

Теоретическая и практическая значимость диссертационной работы. Класс полуэмпирических нейросетевых моделей в пространстве состояний позволяет снизить требуемое количество обучаемых параметров посредством учета априорных теоретических знаний в структуре модели. Алгоритм планирования экспериментов для идентификации нейросетевых моделей

управляемых динамических систем позволяет автоматизировать процесс получения репрезентативного обучающего множества. Данный алгоритм основан на декомпозиции управляющих сигналов на опорные маневры и возмущающие воздействия. Опорные маневры отыскиваются путем решения задачи максимизации дифференциальной энтропии распределения обучающих примеров, а возмущающее воздействие путем решения задачи минимизации пик-фактора полигармонического сигнала.

В качестве **замечания** к работе следует отметить, что в задаче планирования эксперимента не было произведено сравнения применяемого метода эволюционной стратегии с адаптацией матрицы ковариации с иными эвристическими методами, в частности, с методом роя частиц.

Вышеуказанное замечание не снижает общей высокой оценки рассматриваемой диссертационной работы. Материалы автореферата диссертации позволяют сделать вывод о том, что 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».

Доктор физико-математических наук,
профессор кафедры Вычислительной техники,
Институт космических и информационных технологий,
ФГАОУ ВО Сибирский федеральный университет

15.05.2019



Кошур Владимир Дмитриевич

Адрес: 660074, Красноярск, ул. Академика Киренского, д.266
Тел.: +79138308096
E-mail: VKoshur@sfu-kras.ru

Подпись Кошур В.Д. заверяю
<ФИО, должность>

Демонстрация от
печать *Бусыгина О.М. / [Signature]*