

E michael.ruzhansky@ugent.be
T +32 9 264 49 22

Campus Sterre
Krijgslaan 281 S8
B – 9000 Ghent
Belgium

www.ugent.be

Date	Contact	Phone	Email
24/10/2022	Kim Verbeeck	+32 9 264 45 24	kimpj.verbeeck@ugent.be

ОТЗЫВ ЗАРУБЕЖНОГО НАУЧНОГО КОНСУЛЬТАНТА

на диссертационную работу PhD докторанта Мерембаева Тимура Жумакановича на тему «Разработка программно-аппаратных инструментариев для мониторинга технических систем», представленной на соискание степени PhD по специальности «6D070400 - «Вычислительная техника и программное обеспечение».

Учитывая растущий интерес к применению алгоритмов машинного обучения к практическим задачам, в частности предсказания аварийности технических систем, имеется большой потенциал в разработке и улучшения эффективности алгоритмов машинного обучения через использование математический аппарат обыкновенные дифференциальные уравнения (ОДУ) и уравнения частных производных. Данный симбиоз позволит оптимизировать скорость вычисления и память во время обучения нейронных сетей.

В диссертационной работе Мерембаева Т.Ж. рассматриваются вопросы построения новой архитектуры нейронных сетей на основе обыкновенных дифференциальных уравнений. Представлены доказательства математической обоснованности данного подхода, в частности в выводе свойства достаточности существования решения для нейросетевых ОДУ, т.е. отсутствие пересечение интегральных кривых. Практическая значимость работы заключается в апробации нейросетевых ОДУ на проблемах предсказания аварийности для биогазовой установки. Представленные в работе результаты способствуют развитию направления машинного обучения с применение нейродифференциальных уравнений.

Диссертационная работа Мерембаева Т.Ж. содержит следующие новые и достоверные научные результаты:

1. Выполнена кастомизация математического аппарата дифференциальных уравнений и методов оптимизации для работы с нерегулярными значениями временного ряда. Данный подход достигнут благодаря скрытой модели построенной на основе ОДУ, что позволяет избегать проблем нерегулярности временного ряда.

2. Предоставлены доказательства устойчивости нейронных дифференциальных уравнения. Выводы из эмпирической оценки надежности показывают, что контроль разницы между соседними интегральными кривыми может повысить надежность нейронного ОДУ

3. Доказана эффективность предложенного подхода с помощью асимптотической сложности по сравнению с другими алгоритмами. Что достигается благодаря минимизацией количества вычисления градиент через все операции численного метода и также нет необходимости хранения в памяти промежуточные результаты. По сравнению с решениями дифференциальных уравнений, где шаг сетки определяет точность модели и влияет на время вычисления, в нейронных дифференциальных уравнениях мы можем явно контролировать баланс между численной точностью и вычислительными затратами.

Выводы работы Мерембаева Т.Ж. обоснованы в полном объеме и содержат новые научно обоснованные, достоверные и экспериментальные результаты, кроме того основываются на фундаментальных положениях теории оптимизации, теории обыкновенных дифференциальных уравнений и машинного обучения.

Главные результаты и выводы работы были опубликованы в 10 работах, 3 статьи в журналах, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки МН и ВО РК, 4 статьи в международном научном издании, входящим базу данных Scopus и 3 материалах международных зарубежных конференции.

Считаю, что исследования Мерембаева Т.Ж. имеют значительное научное значение и имеют перспективу дальнейшего развития. Построение новых архитектур нейронных сетей на основе ОДУ и уравнений частных производных для различных прикладных задач, например в задачах porous medium, transport problem и депонирование CO₂. Кроме того имеется перспектива изучения устойчивости нейросетевых дифференциальных уравнений в задачах с наличием шумов различного характера в данных.

Учитывая вышеизложенное, как зарубежный руководитель считаю, что диссертация Мерембаева Т.Ж. «Разработка программно-аппаратных инструментариев для мониторинга технических систем» является законченной квалификационной работой и соответствует требованиям к присвоению степени PhD по специальности «Вычислительная техника и программное обеспечение».

Зарубежный научный консультант

Michael Ruzhansky

Prof. Dr. Michael Ruzhansky