Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова

Механико-математический факультет

# ОТЗЫВ НА ИТОГОВУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ (ДИПЛОМНУЮ) РАБОТУ

## Студент 6 курса 632 группа, кафедра общих проблем управления\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

##  Дехович Александр Эдуардович \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 (ФИО студента)

Научный руководитель, рецензент (нужное подчеркнуть) проф. Локуциевский Л.В.

### Тема Применение нейронных сетей для решения систем обыкновенных дифференциальных \_\_\_\_\_\_\_\_

 (на русском языке)

 уравнений

Дипломная работа Деховича А.Э. посвящена применимости метода нейронных сетей к численном интегрированию систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Базовая схема решения ОДУ с помощью нейронной сети заключается в том, что решение уравнения$˙=f\left(t,x\right)$с начальным условием$x\left(t\_{0}\right)=x\_{0}$ищется в виде$x\left(t\right)≃x\_{0}+\left(t−t\_{0}\right)N\left(t,α\right),$где параметры нейронной сети$α$ побирались таким образом, чтобы как можно более точно удовлетворить равенство

$f\left(t,x\_{0}+\left(t−t\_{0}\right)N\left(t,α\right)\right)=N\left(t,α\right)+\left(t−t\_{0}\right)N'\_{t}\left(t,α\right).$

Здесь важно отметить, что производная нейронной сети$N$по$t$может быть вычислена аналитически.

Данный алгоритм проверяется в дипломной работе на серии базовых примеров. Уже здесь оказалось, что в прямом виде алгоритм работает не очень хорошо, поэтому Дехович А.Э. использовал фильтрацию по Калману, которая существенно улучшила точность. Однако, в качестве ключевой проверочной задачи ему был поставлен вопрос о численном отыскании решения одной важной задачи оптимального управления, про которую известно, что система уравнений принципа максимума хаотична, а начальные условия заданы частично в левом конце, а частично в правом.

Оказалось, что в исходном, элементарном виде, нейронная сеть подходит плохо для решения этой сложной задачи. Поэтому Дехович А.Э. заменил стандартный метод градиентного спуска на BFGS. Это связано с тем, что даже в простых примерах градиентный спуск сходился очень медленно – на 3 порядка медленнее, чем BFGS. В ключевой же задаче время работы BFGS составляло несколько часов, а градиентный спуск вообще перестал сходиться.

На основании вышеизложенного считаю, что работа заслуживает оценку **отлично.**

20.05.2019 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Л.В. Локуциевский/