

## ОТЗЫВ

### О выпускной квалификационной работе

Тюртяевой Анны Сергеевны

#### «Определение погрешностей параметров магнитов на основе машинного обучения для коллайдера NICA»

Работа Тюртяевой А.С. посвящена проблемам разработки методов машинного обучения для определения погрешностей параметров магнитов в ускорителях заряженных частиц. Рассматривается бустер - циклический ускоритель синхротрон, используемый для предварительного ускорения и формирования пучка с нужной структурой и параметрами и являющийся инжектором в Нуклотрон в комплексе NICA. В качестве подсистемы бустер включает магнитно-оптическую систему, состоящую из дипольных магнитов и фокусирующих и дефокусирующих квадрупольных линз. В работе погрешности магнитов определяются как перемещения вдоль локальных осей координат и вращения вокруг этих осей. Рассматривается актуальная задача определения погрешностей магнитов по значениям координат пучка заряженных частиц с использованием методов машинного обучения.

Для формирования датасета генерировались данные, описывающие траекторию пучка заряженных частиц и показатели различных ошибок магнитов. Генерация данных проводилась с использованием программы MAD-X.

Далее строились обучающие модели: линейная регрессионная модель, полиномиальная регрессионная модель и многослойный перцептрон.

Были проведены оценки качества этих моделей для различных случаев. Рассматривались случаи, когда определялись погрешности параметров одного, двух, десяти и сорока магнитов. Получены интересные результаты, представленные в виде графиков и таблиц. Проведенные исследования показали перспективность данного подхода к определению погрешностей магнитов на основе машинного обучения в системах формирования пучков заряженных частиц. Представляет безусловно большой интерес проведение эксперимента непосредственно на конкретном ускорителе, в частности, на бустере комплекса NICA.

Следует отметить, что за время обучения Анна Сергеевна изучила необходимую научную литературу, проявила себя, как творческий исследователь, способный

самостоятельно решать сложные задачи с использованием современных программных комплексов.

В работе имеются некоторые опечатки и неточности, однако эти недостатки не снижают общего положительного впечатления от работы Тюртяевой А.С.

На основании вышеизложенного, с учетом практической значимости полученных результатов, считаю, что работа Тюртяевой А.С. заслуживает оценки «отлично», а ее автор – Тюртяева Анна Сергеевна – заслуживает присуждения степени магистра по направлению 03.04.01 «Прикладные математика и физика».

Научный руководитель,  
доктор физ.-мат. наук,  
профессор

Д.А. Овсянников

«24\_\_» \_\_мая\_\_\_\_\_ 2023 г.