

РЕЦЕНЗИЯ

на выпускную квалификационную работу
Обухова Кирилла Андреевича, выполненную на тему

«Разработка интеллектуальной системы управления корректирующими магнитами комплекса NICA»

уровень образования: бакалавриат, направление «Прикладная математика и информатика» Основная образовательная программа «Прикладная математика, фундаментальная информатика и программирование» Профиль «Технологии программирования»

Выпускная квалификационная работа Обухова Кирилла Андреевича выполнена в Лаборатории физики высоких энергий (ЛФВЭ) Объединённого института ядерных исследований (ОИЯИ). Диссертация посвящена разработке программного обеспечения для ускорительного комплекса NICA, создаваемого в ОИЯИ в рамках реализации государственной программы Российской Федерации «Развитие науки и технологий», что определяет ее актуальность и практическую ценность. В период с декабря 2020 года по апрель 2022 года в ЛФВЭ были проведены три сеанса пусконаладочных работ на ускорительном комплексе, в которых была обеспечена совместная работа двух сверхпроводящих синхротронов: Бустера и Нуклотрона. Разработка элементов интеллектуальной системы управления (ИСУ) корректирующими магнитами, предназначенных для коррекции замкнутой орбиты в этих ускорителях, в первую очередь в Бустере, и являлось целью данной работы.

Диссертация состоит из введения, обзора литературы, 6 глав и заключения.

Во введении отмечена роль ИСУ на базе моделей, построенных на машинном обучении, в управлении сложными техническими комплексами и указано место данной разработки в рамках проекта NICA, сформулированы цель и задачи квалификационной работы.

В обзоре литературы приведены основные публикации по тематике работы. Обзор обладает достаточной для выполнения данной работы полнотой, содержит публикации как на русском, так и на английском языках, позволяет оценить место данной работы среди аналогичных разработок.

В первой главе приведена общая структура разрабатываемой ИСУ, возможности реализации машинного обучения, кратко описана структура объекта управления.

Во второй главе приводится описание математической модели объекта управления и алгоритма определения управляющего воздействия.

Третья глава посвящена краткому описанию методов машинного обучения и выбору конкретного метода, использованного в данной работе.

В четвертой главе описана методика создания базы данных для обучения, обеспечивающая достаточный объем и быстрый доступ к данным для обучения.

В пятой главе описана методика машинного обучения, приведено определение показателей качества, структура данных, использованных для обучения.

В шестой главе проведен анализ полученных результатов и сравнение быстродействия и точности вычислений для разных алгоритмов коррекции замкнутой орбиты.

В заключении приведены результаты работы.

Работа в целом имела поисковый характер, и в Российской Федерации разработка такой направленности выполнялась впервые. В результате достоверно продемонстрированы основные достоинства разработанного метода: создание базы данных для обучения модели на основе математической модели ускорителя, что приводит к существенной экономии дорогостоящего времени работы с пучком, более высокое быстродействие по сравнению с ранее применявшимися алгоритмами при сравнимой точности полученных результатов, минимизация токов корректирующих магнитов. В ходе сеанса работы комплекса весной 2022 года были начаты работы по тестированию разработанной модели на работающем ускорителе, которые планируется продолжить в осеннем сеансе работы комплекса.

Работа написана лаконичным, технически грамотным языком, материал изложен в правильной логической последовательности. Несущественные ошибки в оформлении (например, не достаточно разборчивые надписи на осях рисунков 3, 4, 5) не мешают восприятию содержания. В качестве замечания к содержанию работы можно отметить, что при получении данных для обучения модели использовался ограниченный набор возмущений исходной структуры. Однако именно использованные возмущения обуславливают максимальное искажение орбиты, а учет других возмущений может быть выполнен при дальнейшем развитии модели.

В целом работа выполнена на высоком уровне и оставляет хорошее впечатление. Обухов К.А. продемонстрировал владение полученными в университете знаниями и умение самостоятельно решать сложные задачи.

Я считаю, что выпускная квалификационная работа Обухова Кирилла Андреевича «Разработка интеллектуальной системы управления корректирующими магнитами

комплекса NICA» по уровню решения поставленной задачи, по качеству изложения методов решения поставленной задачи и оформлению полученных результатов заслуживает оценки «отлично», а ее автор - присвоения квалификации бакалавр.

Рецензент

ведущий инженер
Лаборатории физики высоких энергий ОИЯИ

Седых 24.05.2022
Седых Георгий Сергеевич

Личную подпись Седых Г.С. заверяю
Ученый секретарь ЛФВЭ



А.П.Чеплаков