

Отзыв научного руководителя
на диссертацию Калитенко Александра Михайловича

«Исследование влияния динамики пучка электронов на генерацию гармоник в однопроходных лазерах на свободных электронах»

Диссертация Калитенко А.М. посвящена исследованию влияния бетатронных колебаний на генерацию гармоник в однопроходных лазерах на свободных электронах (ЛСЭ) и способам подавления высших гармоник в ЛСЭ с тейперингом.

В настоящее время лазеры на свободных электронах являются инструментом исследования в материаловедении, кристаллографии и медицине. Генерация второй и третьих гармоник в кристаллах используется для исследования свойств новых материалов, поэтому важно оценивать мощность высших гармоник излучения ЛСЭ при проведении экспериментов.

В диссертации представлены новые аналитические формулы для коэффициентов связи между электронами и излучением с учетом бетатронных колебаний для ЛСЭ с плоским одночастотным ондулятором и спиральным ондулятором. Для исследования излучения ЛСЭ написан комплекс программ, в которые были интегрированы полученные формулы. С помощью комплекса программ проведено исследование генерации второй гармоники в ЛСЭ с плоским и спиральным ондуляторами. Эти исследования указали на необходимость учета второй гармоники излучения в экспериментах в области нелинейной оптики и уточнили предыдущие результаты с плоским ондулятором. Также были проанализированы методы подавления высших гармоник в ЛСЭ с тейперингом с помощью фазовых сдвигов электронов относительно фотонов для упрощения схем по изучению свойств материалов. Для моделирования излучения в ЛСЭ необходимо решать сложную систему уравнений, что является трудоемкой с точки зрения вычислительных затрат задачей. В диссертации предложен новый формализм описания работы ЛСЭ на основе искусственных нейронных сетей. Рассмотрены ансамблевые методы классического машинного обучения. Предложенная в диссертации нейронная сеть позволяет уменьшить время, затрачиваемое на анализ конфигураций ЛСЭ, на порядки. Предложенные преобразование данных и архитектура нейронной сети могут быть полезными для оптимизации установок. Полученные результаты представляются полезными при проведении экспериментов по изучению свойств новых веществ и материалов.

В ходе работы над диссертационным исследованием Александр Михайлович проявил себя как высококвалифицированный специалист. Все результаты, представленные в работе, были получены им самостоятельно. Следует подчеркнуть, что соискатель прекрасно разбирается в современных компьютерных технологиях. Программы написаны им лично на двух языках программирования: C++ и Python. Для научных исследований Александр Михайлович изучил численные методы, методы классического машинного обучения и искусственных нейронных сетей. Основные результаты и идеи, изложенные в диссертации, опубликованы в рецензируемых журналах из списка ВАК и Scopus.

Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.3.3. – теоретическая физика и критериям, определенным Положением о присуждении учёных степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова. Я рекомендую диссертацию Калитенко Александра Михайловича к защите по специальности 1.3.3. – теоретическая физика в диссертационном совете МГУ.011.2.

Кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры теоретической физики
Физического факультета
МГУ имени М.В. Ломоносова

П.И. Пронин

1.12.2025

Подпись П.И. Пронина удостоверяю
Ученый секретарь Ученого совета
Физического факультета
МГУ имени М.В. Ломоносова
доктор физико-математических наук

С.Ю.Стремоухов