

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

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

С.Ю.Стремоухов