

Отзыв научного руководителя на диссертационную работу

Никифорова Данилы Алексеевича

«Исследование динамики пучка электронов в мощном линейном индукционном ускорителе с фокусировкой на сосредоточенных элементах»,

представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.18. Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника

Никифоров Данила Алексеевич начал работать в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук (ИЯФ СО РАН) с 2009 года. В 2013 году он получил степень магистра, а затем поступил в аспирантуру, которую закончил в 2017 году. Его основная деятельность связана с исследованием динамики пучка в источниках электронов и линейных ускорителях, с диагностикой пучка. Диссертационная работа Никифорова Д.А. посвящена настройке и оптимизации транспортировки пучка в линейном индукционном ускорителе (ЛИУ). Научная новизна данной работы определяется прежде всего уникальной конструкцией ускорительного комплекса ЛИУ. В отличие от своих зарубежных аналогов этот комплекс обладает дискретной фокусирующей системой. Это означает, что каждый фокусирующий соленоид имеет небольшую длину по сравнению с расстояниями между ними, поэтому эффект перекрытия фокусирующих магнитных полей принципиально очень мал. Дискретная фокусировка дает ряд преимуществ с точки зрения настройки поперечной динамики пучка в ускорителе, а также подавления нежелательных эффектов, ухудшающих поперечную стабильность пучка и его яркость. Так, дискретная фокусирующая система позволяет проводить расчет движения траектории пучка в матричном приближении, т. е. каждый элемент электронно-оптической системы представляется в модели в качестве стандартной транспортной матрицы, преобразующей координаты центроида пучка. Матричные методы позволяют быстро рассчитывать динамику пучка без учета пространственного заряда в сложных электронно-оптических системах. С другой стороны, дискретная фокусирующая система позволяет контролировать развитие “штопорного движения”, которое выражается в колебаниях центроида пучка и фактически является хроматическим эффектом, обусловленным, с одной стороны, смещениями центроида пучка относительно осей магнитных фокусирующих линз, а с другой – изменением энергии электронов во времени на протяжении импульса тока. Эти колебания могут привести к существенному укорочению длительности импульса тока в процессе его транспортировки.

В случае дискретной фокусировки может быть реализована знакопеременная фокусировка, в которой все линзы имеют разную полярность. С одной стороны, это никак не повлияет на огибающую пучка, с другой стороны, это позволяет контролировать развитие “штопорного движения” пучка.

Помимо описанных выше эффектов, на качество пучка в ЛИУ влияют различные факторы, ухудшающие его эмиттанс. В современных ЛИУ сильные биения огибающей пучка являются важным механизмом, приводящим к значительному росту эмиттанса. Для настройки огибающей пучка с минимальными пульсациями требуется создание точной численной модели и ее верификация с помощью системы диагностики пучка. Подходы и методы, примененные Никифоровым Д.А., позволили осуществить эффективную транспортировку интенсивного электронного пучка. В частности, модель пучка Капчинского-Владимирского позволила осуществить быструю оптимизацию поперечной динамики в ЛИУ, что позволило повысить качество электронного пучка. Последнее открывает возможность применения ЛИУ для генерации электромагнитного излучения терагерцового (ТГц) диапазона. Эти обстоятельства и делают актуальными результаты, полученные в рамках диссертационной работы.

Представленные в диссертации результаты исследований прошли апробацию на международных и российских конференциях. По теме диссертационной работы Никифорова Д.А. в соавторстве опубликовано 3 научных работы в рецензируемых научных журналах из списка ВАК. Вклад соискателя в работу по теме диссертации является определяющим.

Считаю, что диссертация Никифорова Даниила Алексеевича является актуальной, имеет научную и практическую значимость и удовлетворяет требованиям ВАК, а сам диссертант заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.18. Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника.

Научный руководитель
Директор ИЯФ СО РАН
д.ф.-м.н., академик РАН




Логачев Павел Владимирович

Адрес: 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-кт Академика Лаврентьева, д. 11
Телефон: 8 (383) 329-43-11
E-mail: P.V.Logatchov@inp.nsk.su

08 ИЮН 2023