

ОТЗЫВ

на диссертационную работу

Мизинцевой Марии Александровны

на тему:

Совместная оптимизация гладких и негладких функционалов

в задачах управления пучками,

представленной на соискание ученой степени кандидата

физико-математических наук по специальности 05.13.18

«Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Диссертационная работа Мизинцевой Марии Александровны посвящена разработке математических моделей оптимизации в задачах управления пучками траекторий динамических систем. Спецификой исследования проблем оптимизации является рассмотрение совместной оптимизации гладких и негладких функционалов, заданных на программном движении и пучке возмущенных движений. Одновременная оптимизация программного движения и пучка возмущенных движений представляет значительный интерес в различных прикладных задачах, в частности, в задачах электрофизики. При этом исследование связки гладких и негладких функционалов позволяет отразить физические особенности решаемой задачи. В этом плане исследуемая проблема представляется интересной и актуальной. Следует отметить, что много работ, как отечественных, так и зарубежных авторов, посвящено разнообразным проблемам управления пучками (ансамблями) траекторий. В частности, одни задачи управления пучками трактуются как задачи управления при неполной информации о начальных данных и внешних возмущениях, другие - как задачи управления динамикой заряженных частиц в ускорителях. В данной работе впервые разрабатываются математические модели и методы оптимизации программного и возмущенных движений с использованием комбинации гладких и негладких функционалов. Разработанный математический аппарат реализуется в программном комплексе BDO-RFQ.

Диссертация состоит из 4-х глав, введения, заключения и списка литературы. Работа хорошо структурирована и представляет собой законченное научное исследование. В первых двух главах представлены различные новые математические модели оптимизации по-разному оценивающие динамический процесс с учетом гладких и негладких функционалов. Так в первой главе на программном движении задается функционал Больца, а пучок возмущенных по начальным данным траекторий оценивается терминальным функционалом в виде функции максимума на выходном сечении пучка траекторий. Во второй главе исследуются функционалы с учетом плотности распределения частиц в пучке. Здесь рассматриваются модели оптимизации, где, наряду с некоторыми терминальными максимальными характеристиками пучка траекторий с учетом плотности их распределения, вводятся также интегральные характеристики возмущенных траекторий. Для всех математических моделей получены аналитические представления для вариаций исследуемых функционалов и условия оптимальности, что позволяет строить различные методы направленной оптимизации. При этом, отличительной чертой построенных на предлагаемом подходе численных методов, является явное влияние в процессе оптимизации пучка возмущенных траекторий и так называемых «наихудших» траекторий (частиц) на программное движение, которое во многом и определяет динамику пучка траекторий в целом.

В третьей и четвертой главах диссертации рассматривается моделирование динамики заряженных частиц в ускорителе с пространственно-однородной квадрупольной фокусировкой (ПОКФ). Описывается реализация модели оптимизации продольного движения заряженных частиц в поле эквивалентной бегущей волны в программном комплексе BDO-RFQ. При этом

используется математический аппарат, разработанный в первых главах. Минимизируемый комбинированный функционал, наряду с различными интегральными характеристиками пучка, учитывает наихудшие характеристики пучка заряженных частиц на выходе ускорителя. Приводятся результаты оптимизации и верификация этих результатов в программном комплексе LIDOS RFQ Designer. Совместная оптимизация гладких и негладких функционалов проведена впервые и дает хорошие возможности при проектировании ускорителей заряженных частиц учитывать различные требования к выходным параметрам ускоренного пучка.

Основное содержание диссертации М.А. Мизинцевой опубликовано в 8 работах, в том числе имеются 4 публикации в индексируемых наукометрических базах WoS и Scopus. Отдельные части работы докладывались на 5 всероссийских и международных конференциях, как по математическим наукам, так и по ускорительной тематике.

За время работы над диссертацией М.А. Мизинцева проявила себя как сложившийся исследователь, умеющий ставить и решать конкретные задачи. М.А.Мизинцева закончила с красным дипломом бакалавриат и магистратуру факультета ПМ-ПУ, а также аспирантуру. В настоящий время работает по специальности на кафедре ТСУЭФА.

Диссертация Мизинцевой Марии Александровны на тему «Совместная оптимизация гладких и негладких функционалов в задачах управления пучками» соответствует критериям, установленным приказом от 01.09.2016 №6821/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», а соискатель Мизинцева Мария Александровна заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Научный Руководитель,
доктор физико-математических наук,
профессор, заведующий Кафедрой
теории систем управления
электрофизической аппаратурой
Санкт-Петербургского государственного
университета

Овсянников Дмитрий Александрович

01.12.2019