

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета на диссертацию **Мизинцевой Марии Александровны** на тему: «Совместная оптимизация гладких и негладких функционалов в задачах управления пучками», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 — Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Актуальность. Диссертационная работа М.А. Мизинцевой посвящена актуальной проблеме моделирования и оптимизации сложных динамических систем с использованием гладких и негладких функционалов. После того, как построен сценарий развития управляемой динамики объекта или управляемого технологического процесса, на первый план выступает проблема оптимизации ресурсов или параметров рассматриваемого процесса, которая занимает ключевое место в большинстве задач при принятии окончательного решения. Теория оптимизации активно развивается уже много десятилетий и имеет немало эффективных приложений, в том числе и в задачах, рассматриваемых в диссертации М.А. Мизинцевой. Для ряда прикладных задач, в частности, задачи моделирования динамики пучка заряженных частиц в ускорителе, хорошо зарекомендовал себя подход, в рамках которого рассматривается динамика некоторой опорной гипотетической частицы, реализующей заданный сценарий ускорения, и оптимизация параметров продольного и поперечного движения пучка, характеризующих распределение остальных частиц.

Новизна работы. В работе Мизинцевой М. А. исследуется задача совместной оптимизации некоторого выделенного движения и пучка траекторий с использованием комбинации гладких и негладких функционалов. В этом заключается **новизна** тематики диссертации. Предложенный новый оптимизационный подход применен к моделированию продольной динамики заряженных частиц в ускорителе с пространственно-однородной квадрупольной фокусировкой (ПОКФ).

Структура работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. Работа хорошо структурирована. Первые две главы посвящены различным новым постановкам задач оптимизации, рассматриваются модели с учетом и без учета распределения плотности частиц. Получены выражения для вариаций исследуемых функционалов, в частности, для функционала комбинированного типа, а также сформулированы необходимые условия оптимальности. Третья и четвертая главы посвящены задаче оптимизации продольной динамики заряженных частиц в ускорителе с ПОКФ. Формализована оптимизационная задача, получено выражение для субградиента исследуемого функционала качества. Полученные результаты реализованы в виде программного модуля оптимизации в рамках пакета программ BDO RFQ. В четвертой главе приведены результаты работы модуля, а также приводятся результаты верификации этих результатов с использованием комплекса LIDOS RFQ Designer.

Степень обоснованности результатов. К основным результатам диссертации можно отнести использование комбинации гладких и негладких функционалов в задаче совместной оптимизации программного движения и пучка траекторий в окрестности программного движения. Полученные математические результаты хорошо обоснованы, что обеспечивается корректной постановкой задач, строгостью доказательств и применением адекватного математического аппарата. Теоретические результаты диссертации М.А. Мизинцевой доведены до алгоритмической реализации и применены для оптимизации динамики заряженных частиц в ускорителе с ПОКФ. Результаты программной оптимизации согласуются с опытом, накопленным в данной области, а также успешно прошли верификацию на комплексе программ, использующем более сложные модели динамики заряженных частиц.

Теоретическая и практическая значимость. В целом диссертация М.А. Мизинцевой представляет работу по прикладной математике, поскольку, с одной стороны, предложенный теоретический метод оптимизации динамики пучка заряженных частиц, который одновременно

учитывает программное движение некоторой выделенной частицы и поведение пучка частиц в целом с использованием гладких и негладких функционалов, является строго обоснованным (обоснование заключено в 3 авторских леммах и 6 теоремах). С другой стороны, две главы диссертации посвящены применению полученных результатов для решения конкретной и достаточно сложной практической задачи.

Диссертация М.А. Мизинцевой является работой в **отрасли физико-математических наук**. Подчеркну, что рассматриваемая диссертационная работа полностью **соответствует специальности 05.13.18**, поскольку в ней присутствует новая математическая модель совместной оптимизации некоторого выделенного движения и пучка траекторий с использованием комбинированного функционала качества, реализован численный алгоритм оптимизации рассматриваемых параметров, который апробирован на решении конкретной практической задачи.

Замечания по работе:

1. На стр.42 говорится, что могут быть получены три представления для вариации комбинированного функционала, однако в работе дается только одно. Возможно, было бы интересно рассмотреть и другие выражения для вариации исследуемого функционала.
2. В разделе 3.2.2 «Вычислительные аспекты оптимизационной модели» автором получено выражение для субградиента функционала, выписаны его компоненты. Однако не обсуждаются особенности спуска по субградиенту.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки работы.

Резюмируя вышесказанное, считаю, что диссертация Мизинцевой Марии Александровны на тему: «Совместная оптимизация гладких и негладких функционалов в задачах управления пучками» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 01.09.2016 № 6821/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель **Мизинцева Мария Александровна** заслуживает присуждения ученой степени **кандидата физико-математических наук** по специальности 05.13.18 — Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. Пункт 11 указанного Порядка диссертантом не нарушен.

Член диссертационного совета:
Заслуженный работник Высшей школы РФ,
доктор физико-математических наук, профессор,
зав. кафедрой теории управления
Санкт-Петербургского государственного университета

Жабко Алексей Петрович

22 апреля 2020 года