

О Т З Ы В

официального оппонента на диссертационную работу

Зюзина Дениса Владимировича

«Исследование динамики спина в накопительном кольце по обнаружению электрического дипольного момента», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям

05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

и

05.13.01 – системный анализ, управление и обработка информации (по прикладной математике и процессам управления)

в совет по защите докторских и кандидатских диссертаций

Д 212.232.50 при Санкт-Петербургском государственном университете

Актуальность темы диссертации. Диссертационная работа Зюзина Дениса Владимировича «Исследование динамики спина в накопительном кольце по обнаружению электрического дипольного момента» посвящена исследованию поведения пучков заряженных частиц в циклических ускорителях для поиска электрического дипольного момента (ЭДМ) элементарных частиц. Для изучения поведения пучков в диссертационной работе разработана проблемно-ориентированная система управления динамикой частиц в циклическом ускорителе.

Эксперименты, направленные на поиск ЭДМ, проводятся во многих исследовательских лабораториях по всему миру, и являются актуальной темой современной фундаментальной физики. Одним из экспериментов является поиск ЭДМ протона или дейтрона при помощи ускорителя заряженных частиц. Современный ускоритель является сложным объектом, а исследование поведения поляризованного пучка в ускорителе, системных связей управляющих элементов и динамики частиц, безусловно является актуальной научной темой.

Общая характеристика работы. Диссертационная работа представлена на 126 страницах печатного текста и содержит 37 рисунков, а также 2

приложения на 12 листах. Она состоит из введения, 4 глав основного текста, заключения и списка литературы, содержащего 124 наименования.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулирована цель диссертационной работы.

В первой главе предложена математическая модель для измерения ЭДМ протона в электростатическом ускорителе, а также рассмотрен метод измерения ЭДМ, основанный на резонансе между внешним электромагнитным полем и спиновой частотой.

Вторая глава описывает метод моделирования движения пучка заряженных частиц в электромагнитных полях, основанного на дифференциальной алгебре, приводятся канонические уравнения движения частиц, понятие оператора эволюции динамических систем.

В третьей главе описывается комплекс программ для моделирования динамики пучков, позволяющий автоматизировать расчеты, выполнять задачи в параллельном режиме, обрабатывать результаты исследований.

В четвертой главе приведены результаты численного моделирования динамики пучка в электростатическом ускорителе. Проведено исследование системных связей в ускорителе и показано как влияют различные управляющие параметры на поляризацию пучка. При проведении моделирования использовался высокопроизводительный вычислительный кластер.

В заключении диссертационной работы сделаны выводы и предложены основные направления дальнейшего исследования.

Научная новизна. Научные положения и выводы, сформулированные в диссертации, хорошо обоснованы, получены на основе корректной постановки задач, применением апробированных численных методов. Достоверность и новизна результатов подтверждается их апробацией на международных научных конференциях и семинарах, по теме

диссертационного исследования соискателем опубликовано 13 научных работ, 2 из которых размещены в журналах из перечня ВАК РФ.

В диссертационной работе получены следующие результаты:

1. Разработан программный комплекс, предназначенный для повышения эффективности, надежности и качества моделирования динамики спина, и допускающий распараллеливание вычислительных процессов.
2. Исследована математическая модель спин-орбитального движения в накопительном кольце для поиска ЭДМ протона.
3. Проведено численное моделирование при больших временах удержания пучка.
4. Обоснованы методы и инструменты поддержки принятия решений, основанные на представлении адекватной графической информации с учетом структурно-параметрического представления управляющих параметров ускорителя.
5. Исследованы системные связи и закономерности функционирования управляющих систем ускорителя по основным характеристикам пучка частиц с использованием инструментов обработки информации.

Практическая значимость. Результаты диссертационной работы имеют большое практическое значение и могут быть использованы при проектировании ускорителей заряженных частиц различных типов.

Автореферат достаточно полно и точно отражает содержание диссертации.

Замечания по тексту диссертации.

1. Несмотря на проведенный анализ работ в данной области недостаточно уделено внимания сравнению существующих методов численного моделирования динамики пучков в ускорителях.

2. В работе присутствует ряд стилистических и пунктуационных неточностей (стр. 15, незаконченное предложение во втором абзаце; стр. 77, второй абзац и ряд других).
3. В системах (1.4.5) и (1.4.6) как в диссертации, так и в автореферате потеряны индексы по третьей координате.
4. На стр. 45 для рис. 1.3 под «синим» цветом нужно подразумевать «зеленый».

Приведенные замечания носят частный характер и не влияют на общую положительную оценку диссертации.

Общие выводы. Содержание диссертационной работы Зюзина Дениса Владимировича «Исследование динамики спина в накопительном кольце по обнаружению электрического дипольного момента» полностью соответствует указанным специальностям 05.13.18 — математическое моделирование, численные методы и комплексы программ и 05.13.01 — системный анализ, управление и обработка информации (по прикладной математике и процессам управления).

Содержание автореферата соответствует содержанию и выводам диссертации. Основные результаты работы в полной мере опубликованы в авторитетных научных журналах, трудах конференций, докладывались на международных научных конференциях и семинарах высокого уровня.

Считаю, что диссертационная работа Зюзина Дениса Владимировича «Исследование динамики спина в накопительном кольце по обнаружению электрического дипольного момента» удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертационным работам на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальностям 05.13.18 — математическое моделирование, численные

