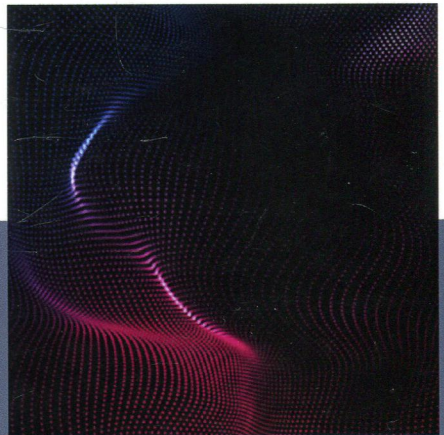


ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ

ОСНОВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ КВАНТОВЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ



Н. Б. Викторова



E.LANBOOK.COM

Н. Б. ВИКТОРОВА

**ОСНОВЫ
МАТЕМАТИЧЕСКОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ
КВАНТОВЫХ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ
ПРОЦЕССОВ**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ



ЛАНЬ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ • МОСКВА • КРАСНОДАР

2023

УДК 51+539

ББК 22.1я73

В 43 Викторова Н. Б. Основы математического моделирования квантовых вычислительных процессов : учебное пособие для вузов / Н. Б. Викторова. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 120 с. : ил. — Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-507-46185-1

Учебное пособие посвящено вопросам математического моделирования квантовых процессов. Основное содержание учебного пособия можно разделить на три части. В первой части рассматриваются основные вопросы линейной алгебры, необходимые для дальнейшего понимания материала. Приводятся определения линейного пространства, базиса, матрицы перехода, линейного оператора, унитарного пространства, сопряженного пространства, эрмитовой и унитарной матриц, тензорного произведения линейных пространств, операторов и векторов. Во второй части даются основы квантовой механики. Вводятся определения кубита, многочастичного квантового состояния, квантовой запутанности, матрицы плотности Ландау, квантовых гейтов. В третьей части приводится модель Джейнса — Каммингса для одного атома и фотона. Динамика системы исследуется с помощью общего решения уравнения Шредингера. Показано наличие в системе рабиевских осцилляций. В учебном пособии предлагается много упражнений, большая часть из которых разобрана. В Приложении рассматривается квантовая динамика системы с модельными гамма-тоннами. Предложен комплекс программ, написанных на языке Python.

Учебное пособие написано с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки «Прикладная математика». Учебное пособие предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям «Прикладная математика», «Прикладная информатика», «Физика». Оно также может быть использовано для студентов других специальностей, которых интересуют приложения линейной алгебры к математическому моделированию нанопроцессов.

УДК 51+539

ББК 22.1я73

Н. Б. ВИКТОРОВА — кандидат физико-математических наук, доцент кафедры фундаментальной и прикладной математики факультета информационных систем и безопасности Института информационных наук и технологий безопасности Российского государственного гуманитарного университета.

Рецензенты:

В. М. МАКСИМОВ — доктор физико-математических наук, профессор кафедры фундаментальной и прикладной математики Российского государственного гуманитарного университета;

Н. Н. ПОПОВА — кандидат физико-математических наук, доцент кафедры суперкомпьютеров и квантовой информатики факультета вычислительной математики и кибернетики Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова.

Обложка
П. И. ПОЛЯКОВА

© Издательство «Лань», 2023
© Н. Б. Викторова, 2023
© Издательство «Лань», художественное оформление, 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ	3
2. Линейное пространство	6
3. Пространство со скалярным произведением	12
4. Сопряженное пространство	16
5. Линейный оператор.....	18
6. Линейные операторы в пространствах со скалярным произведением	26
7. Тензорное произведение	35
8. Кубиты	41
9. Пространство классических состояний. Пространство квантовых состояний. Дираковские обозначения.....	46
10. Тензоры.....	50
11. Измерение квантового состояния. Правило Борна.....	52
12. Запутанные и незапутанные квантовые состояния	57
13. Матрица плотности. Редуцированная матрица плотности. Энтропия запутанности.....	63
14. Преобразование квантовых состояний. Квантовые гейты.....	69
15. Уравнение Шредингера	82
16. Конечномерные модели. Модель Джейнса — Каммингса	85
17. Приложение. Квантовая динамика с модельными гамильтонианами. Комплекс программ.....	105
Вопросы	114
Заключение	115
Благодарности	115
Литература.....	116