МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ им. С.М.КИРОВА

А.А. КИРСАНОВ

ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ СИММЕТРИИ

I

ПСКОВ 2000

ББК 22.311
К435

Печатается по решению кафедры алгебры и геометрии, редакционно-издательского совета ПГПИ им. С.М.Кирова.

Научный редактор:
Зав. кафедрой алгебры и геометрии,
кандидат физико-математических наук, доцент **И.Н. Медведева**

Рецензенты:
Зав. кафедрой теоретической механики Псковского политехнического института, доктор технических наук, профессор **Ю.Г. Баринов**.
Кафедра алгебры и геометрии ПГПИ им. С.М.Кирова

Кирсанов А.А.
К 435 Элементы теории симметрии. Часть I. Учебное пособие. Псков, 2000. - 272 с.

Учебное пособие представляет собой специальный курс лекций по выбору. В первой части пособия рассматриваются линейные пространства, конструкции над пространствами и операторами, тензорная алгебра, группы, представления групп, алгебры Ли, представления гпупп SO(2), SO(3), SU(n), SU(2) и SU(3). Учебное пособие рассчитано на студентов старших курсов и аспирантов физико-математических факультетов педагогических вузов. Может быть полезным студентам технических вузов при более глубоком изучении математических основ теоретической физики.

К 435

ISBN 5-87854-130-0

Содержание

Предисловие

Предлагаемое учебное пособие охватывает материал, необходимый при изучении вопросов симметрии в теоретической физике, особенно квантовой механики и теории построения унитарной симметрии элементарных частиц. Все основные понятия, такие как: линейное пространство, базис, скалярное произведение, оператор, тензор, дуальные пространства, коммутатор и т.д. вводятся так, как это принято обозначать и использовать в теоретической физике, что позволяет существенно упростить их практическое применение.

Учебное пособие предназначено студентам и аспирантам физико-математических факультетов педагогических вузов, но может быть полезным студентам технических вузов при более глубоком изучении математических основ классической механики, статистической физики и квантовой механики.

Первая глава учебного пособия посвящена теории линейных пространств и линейных операторов, действующих в этих пространствах.

Во второй главе рассматриваются конструкции над пространствами и операторами, имеющие некоторою аналогию с операциями над комплексными числами и составляющие основу тензорной алгебры и теории представлений.

Третья глава посвящена тензорной алгебре над комплексным евклидовым пространством. Исходя из требований физических приложений тензор определяется, в отличие от общепринятых способов, как вектор некоторого комплексного евклидового пространства. Для более полного понимания понятия тензора приводятся его типовые определения: тензор как закон преобразования, тензор как полилинейная функция. Рассматриваются алгебраичесие действия над тензорами.

В четвёртой главе вводится понятие группы и рассматриваются их свойства, приведена классификация групп Ли.

Пятая глава посвящена объединению понятий группы и векторного пространства. Рассматривается взаимосвязь между элементами группы преобразований и преобразованиями векторного пространства.

Шестая глава посвящена алгебрам Ли, которые так же рассматриваются с позиций требований физических приложений. Рассматриваются вопросы взаимосвязи алгебр Ли с группами Ли, представления алгебр Ли.

В седьмой главе рассматриваются представления непрерывных групп вращения SO(2) и SO(3), приводятся их характеры и инфинитезимальные операторы, вводится понятие оператора Казимира.

Восьмая и девятая главы посвящены построению представлений специальных унитарных групп SU(n), SU(2) и SU(3), имеющих исключительное значение в теории спина и теории классификации элементарных частиц.

Выражаю искреннюю признательность заведующей кафедрой алгебры и геометрии, кандидату физико-математических наук, доценту **Ирине Николаевне Медведевой**, заведующему кафедрой теоретической механики Псковского политехнического института, доктору технических наук, профессору **Юрию Григорьевичу Баринову**, кандидату физико-математических наук, доценту кафедры алгебры и геометрии **Владимиру Александровичу Матвееву** критические замечания, добрые советы и поддержка которых оказали большую помощь в работе над рукописью. Мне хочется также отметить решающее влияние на характер и направленность предлагаемого учебного пособия доктора физико-математических наук, профессора кафедры физики Псковского государственного педагогического института им. С.М.Кирова **Германа Ароновича Розмана**. Выражаю, также, свою признательность генеральному директору ЗАО «Телеком» **Виктору Михайловичу Соловьёву** за финансовую поддержку издания учебного пособия.

Автор.
Псков, 2000 г.