Август 1990 г. *Том 160, вып. 8*

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

БИБЛИОГРАФИЯ

539.12.01(049.3)

НЕПРОТИВОРЕЧИВЫЕ КЛАССИЧЕСКИЕ ТЕОРИИ СУПЕРГРАВИТАЦИИ

Muller M. Consistent Classical Supergravity Theories.— Berlin; Heidelberg; New York; London; Paris; Tokyo; Hong Kong: Springer-Verlag, 1989.—125 p.— (Lecture Notes in Physics. V. 336).

В рецензируемой книге М. Маллера содержится систематическое изложение всех известных теорий четырехмерной супергравитации вне массовой поверхности.

Согласно теореме Хаага, Лопушанского и Сониуса, алгебру симметрии массивной квантовой теории поля (алгебру Пуанкаре) можно нетривиально расширить только до супералгебры Пуанкаре с N суперсимметриями. Эта супералгебра содержит фермионные симметрии, генераторами которых являются N майорановских спиноров Q^i_α (α — спинорный индекс).

Аналогично, конформная алгебра (алгебра симметрии безмассовой теории поля) может быть расширена до суперконформной алгебры с N суперсимметриями, содержащей супералгебру Пуанкаре как подалгебру.

Теории, симметричные относительно локальных суперпреобразований, называют теориями супергравитации. Все такие теории в соответствии с их алгеброй симметрии можно разделить на два класса: супергравитация Пуанкаре и конформная супергравитация. В то время как супергравитация Пуанкаре является суперсимметричным расширением теории гравитации Эйнштейна, конформная супергравитация является расширением конформной гравитации Вейля, содержащей члены с высшими производными полей и безразмерную константу связи. Поэтому для описания реально наблюдаемого мира скорее подходит супергравитация Пуанкаре. Однако теория конформной супергравитации обладает большей группой симметрии и поэтому проще для теоретического исследования. Второй причиной, побуждающей исследовать конформную супергравитацию, является возможность построения супергравитации Пуанкаре с помощью нарушения суперконформной алгебры.

Если классическая теория поля задана не лагранжианом, а системой уравнений движения физических полей, то говорят, что она сформулирована на массовой поверхности; при этом преобразования симметрии теории переводят решения уравнений движения в самих себя. Если же для классической теории имеется такой набор вспомогательных (нефизических) полей, что существует лагранжиан, инвариантный относительно преобразований симметрии теории, то говорят, что теория сформулирована вне массовой поверхности. В этом случае из лагранжиана автоматически следуют симметричные уравнения движения для всех полей (как физических, так и вспомогательных); часть этих уравнений ле носит динамический характер, но они позволяют выразить вспомога-

тельные поля через физические. Так, из теории вне массовой поверхности возникает теория на массовой поверхности.

Наличие инвариантного лагранжиана в теории вне массовой поверхности открывает путь к исследованию квантовой структуры теории.

Формулировка теории вне массовой поверхности, как правило, связана с установлением геометрической природы симметрии. В теориях супергравитации геометрическим источником симметрии являются общекоординатные преобразования в суперпространстве.

В настоящее время известны следующие теории супергравитации вне массовой поверхности: конформные супергравитации для N=1, 2, 3, 4 и супергравитации Пуанкаре для N=1 и для N=2, причем в последнем случае как для N=1, так и для N=2 построено несколько неэквивалентных теорий. В то время как две (N=1)-супергравитации Пуанкаре вне массовой поверхности отличаются лишь составом вспомогательных полей (и потому совпадают при переходе на массовую поверхность), ситуация для N=2 оказывается более сложной. Теории с N=2 делятся на две группы. Теории первой группы содержат минимальный набор физических полей (гравитон, два гравитино и гравифотон) и достаточно большой набор вспомогательных полей. Число вспомогательных полей в теориях второго типа значительно меньше, однако эти теории содержат дополнительные физические поля и при переходе на массовую поверхность выглядят как теории взаимодействия физических полей минимального набора с полями материи.

Рецензируемая книга состоит из трех частей. В части I исследуется геометрия стандартного суперпространства (суперпространства Весса — Зумино), которое описывается четырьмя бозонными координатами и $4N$ фермионными Q^i_α. Супергравитация рассматривается как теория суперсвязности в этом пространстве. После наложения связей на некоторые компоненты кручения удается построить теорию конформной супергравитации для N=1, 2, 3, 4.

В части II автор строит теорию супергравитации Пуанкаре вне массовой поверхности с помощью нарушения суперконформной группы в конформной супергравитации. Для этого в теорию конформной супергравитации вводятся мультиплеты полей материи. Затем на поля материи накладывается связь, нарушающая суперконформную группу. Такую процедуру удается провести для теорий с N=1 и N=2, причем для указанных значений N существуют различные способы нарушения суперконформной группы (с помощью введения различных мультиплетов материи), что приводит к неэквивалентным теориям. В части II также приводится обзор теорий супергравитации Пуанкаре на массовой поверхносит для $N>2$.

Часть III целиком носит обзорный характер. В ней излагается теория взаимодействия полей материи с полями супергравитации Пуанкаре для N=1 и N=2.

Книга рассчитана на специалистов в области теории супергравитации. Она может также использоваться как справочное пособие по геометрии расширенного суперпространства и теориям расширенной супергравитации.

Книга не написана как учебник: хотя в ней содержатся подробные выкладки и значительная часть материала внутренне замкнута, в ней явно не хватает пояснений.

А. С. Лосев