больших расстояниях. Вместе с тем описание многочисл. данных по М. п. с помощью этих моделей даёт возможность найти структурные элементы будущей теории сильного взаимодействия.

Лит.: 1) Гришин В. Г., Инклюзивные процессы в адронных взаимодействиях при высоких энергиях, М., 1982; 2) Мурзин В. С., Сарычева Л. И., Взаимодействия адронов высоких энергий, М., 1983; 3) Logunov A. A., Mestvirischvili M. A., Nguen Vam Hieu, Препринт ИФВЭ 67—49—К, Серпухов, 1967; Логунов А. А., Мествиришвили М. А., Петров В. А., Инклюзивные процессы и динамика сильных взаимодействий, «ЭЧАЯ», 1983, т. 14, в. 3, с. 493; 4) Фейнман Р., Взаимодействие фотонов с адронами, пер. с англ., М., 1975; 5) Фейнберг Е. Л., Термодинамические файрболы, «УФН», 1983, т. 139, с. 3; Андреев И. В., Дремин И. М., Механизмы процессов множественного рождения, там же, 1977, т. 122, с. 37; 6) Кайдалов А. Б., Тер-Мартиросян К. А., Множественное рождение адронов при высоких энергиях в модели кварк-глюонных струн. Сравнение с экспериментом, «ЯФ», 1984, т. 40, с. 211; 7) Анисович В. В. и др., Аддитивная кварковая модель и процессы множественного рождения адронов, «УФН», 1984, т. 144, в. 4, с. 553.

В. Г. Гришин.

МНÓЖЕСТВО — набор, совокупность, собрание к.-л. объектов, называемых его элементами, обладающих общим для всех них характеристич. свойством. Понятие М. принадлежит к числу первоначальных матем. понятий и может быть пояснено только при помощи примеров. Так, можно говорить о М. людей, живущих на нашей планете в данный момент времени, о М. точек данной геом. фигуры, о М. решений данного дифференц. ур-ния. Люди, живущие на нашей планете в данный момент времени, точки данной геом. фигуры, решение данного дифференц. ур-ния являются элементами соответствующего М. Множество A считается заданным, если указано характеристич. свойство элементов этого М., т. е. такое свойство, к-рым обладают все элементы этого М., и только они. Для обозначения того, что элемент a принадлежит М. A, пишут $a \in A$ (если a не принадлежит A, то пишут $a \overline{\in} A$). Может случиться, что характеристич. свойством, определяющим М. A, не обладает вообще ни один элемент, тогда говорят, что М. A пустое, и пишут $A = \varnothing$. Напр., М. действительных решений ур-ния $x^2 = -1$ пустое. Если каждый элемент М. A является в то же время элементом М. B, то A наз. *подмножеством* B и пишут $A \subset B$. Если одновременно выполнено $A \subset B$ и $B \subset A$, то говорят, что М. A и B равны и пишут $A = B$. Объединением $A \cup B$ М. A и B наз. М., состоящее из всех элементов, принадлежащих хотя бы одному из М. A и B. *Пересечением* $A \cap B$ М. A и B наз. М., состоящее из всех элементов, принадлежащих как A, так и B. Операции объединения и пересечения коммутативны, ассоциативны и взаимно дистрибутивны. Напр., $(A \cup B) \cap C = (A \cap C) \cup (B \cap C)$. Наряду с данными двумя М. A и B рассмотрим М. C, элементами к-рого являются всевозможные пары (a, b), где $a \in A$, $b \in B$. М. всех таких пар наз. *произведением* М. A и B и обозначается $A \times B$. Напр., евклидова плоскость $R^2 = R^1 \times R^1$ является произведением двух веществ. прямых R^1. Если каждому элементу $a \in A$ поставлен в соответствие нек-рый элемент $f(a) \in B$, то говорят, что задано *отображение* М. A в М. B (записывается $f\colon A \to B$), и называют точку $f(A)$ *образом* точки a при отображении f, М. $f(A)$ — образом М. A, а М. $f^{-1}(b)$ — *прообразом* точки $b \in B$. Если $f(A) = C \subset B$, то f наз. отображением «в», в случае, когда $f(A) = B$, f наз. *сюръективным отображением* или отображением «на». Отображение $f\colon A \to B$ наз. *инъективным* или *вложением*, если из $a_1, a_2 \in A$ и $a_1 \neq a_2$ следует $f(a_1) \neq f(a_2)$. Отображения, одновременно инъективные и сурьективные, наз. *биекциями* или *взаимно однозначными соответствиями*.

Часто рассматривают только такие М., к-рые содержатся в нек-ром фиксиров. М. X. Если A — подмножество X и P — свойство, характеризующее элементы из A, то пишут $A = \{x \in X : P(x)\}$, где $P(x)$ означает, что свойство P выполнено для x (двоеточие заменяет слова «такое, что»). Напр., если X — М. всех действит. чисел, а A — подмножество положит. чисел, то $A = \{x \in X : x > 0\}$. Если $A \subset X$, то М. $X \setminus A = \{x \in X : x \overline{\in} A\}$ наз. *дополнением* М. A. Операции объединения, пересечения и дополнения связаны т. н. *законами де Моргана*, напр.: $X \setminus (A \cap B) = (X \setminus A) \cup (X \setminus B)$.

Между двумя конечными М. можно установить биекцию тогда и только тогда, когда оба М. состоят из одного и того же числа элементов. Обобщая этот факт, Г. Кантор (G. Cantor, 1871—83) определил *количественную эквивалентность*, или *равномощность* бесконечных М. как возможность установить между двумя М. взаимно однозначное соответствие. Если М. A равномощно М. B, то говорят, что A и B имеют одно и то же кардинальное число. Ценность понятия мощности М. определяется существованием неравномощных бесконечных М. Напр., М. всех действит. чисел и М. всех натуральных чисел имеют разные мощности. Первое имеет мощность континуума, а второе — счётное М. Т. о., бесконечность М. допускает расчленение на разные ступени матем. бесконечности, к-рым соответствуют разл. кардинальные числа, образующие шкалу мощностей. Предположение о месте мощности континуума в этой шкале (точнее, о совпадении континуума с первой несчётной мощностью) наз. континуум-гипотезой. Отметим, что в каждом бесконечном М. A имеется собств. подмножество, равномощное всему A (правильная часть М.), в то время как ни в одном конечном М. такой правильной части найти нельзя. Поэтому наличие правильной части, равномощной целому, можно принять за определение бесконечного М.

Использование теоретико-множеств. конструкций в физике, как правило, опосредованно и происходит в осн. через такие матем. дисциплины, как функциональный анализ, динамич. системы, теория групп, топология, алгебраич. геометрия, нестандартный анализ и др. Классич. пример — формализация *дельта-функции* Дирака $\delta(x)$, к-рую физик представляет, напр., как точечную единичную массу бесконечной плотности, а математик — как отображение М. финитных ф-ций на прямую, т. е. функционал на пространстве финитных ф-ций. Др. пример — это моделирование эл.-магн. поля или поля Янга — Миллса как *связностей* на специальных геом. объектах (*расслоениях*), заданных парой пространств E и M и отображением $f\colon E \to M$, если M — модель пространства-времени, а $f^{-1}(m)$ — пространство внутр. состояний точки $m \in M$. Такой подход является существ. шагом в единой теории поля. Многообещающим выглядит использование нестандартного анализа для нового построения квантовой механики и статистич. физики, где формализуются, напр., такие физ. конструкции, как бесконечные флуктуации поля в бесконечно малой области.

Лит.: Бурбаки Н., Начала математики, ч. 1 — Основные структуры анализа, кн. 1 — Теория множеств, пер. с франц., М., 1965; Столл Р. Р., Множества. Логика. Аксиоматические теории, пер. с англ., М., 1968; Farrukh M. O., Application of nonstandard analysis to quantum mechanics, «J. Math. Phys.», 1975, v. 16, № 2, p. 177; Александров П. С., Введение в теорию множеств и общую топологию, М., 1977; Манин Ю. И., Доказуемое и недоказуемое, М., 1979; его же, Калибровочные поля и комплексная геометрия, М., 1984; Девис М., Прикладной нестандартный анализ, пер. с англ., М., 1980; Кантор Г., Труды по теории множеств, пер. с нем., франц., М., 1985; Nonstandard methods in stochastic analysis and mathematical physics, Orlando — [a. o.], 1986; Архангельский А. В., Канторовская теория множеств, М., 1988.

Б. А. Ефимов.

МОДЕЛИ́РОВАНИЕ *физическое* — эксперим. метод научного исследования, состоящий в замене изучаемого физ. процесса, явления или объекта другим, ему подобным — моделью. Геометрически подобная оригиналу модель объекта имеет или уменьшенный, или увеличенный по сравнению с оригиналом размер, а модель процесса или явления может отличаться от реального процесса количественными физ. характеристиками, такими, как мощность, энергия процесса,