



СТРУН ТЕОРИЯ

Авторы: А. Ю. Морозов

СТРУН ТЕОРИЯ, обобщение [квантовой теории поля](#) (КТП), связанное с ослаблением требований локальности и перенормируемости, открывшее возможность применения методов КТП практически во всех областях математики, теоретич. и математич. физики.

Гл. достижением С. т. является отказ от пертурбативного (основанного на теории возмущений) взгляда на модели КТП, что позволяет интерпретировать разные физич. теории как разл. фазы единой «теории всего», а конкретные модели относить к разл. классам универсальности, связанным системой «дуальностей». В физике источником такого подхода стал переход от вопроса, «как» устроены законы природы, к вопросу, «почему» они устроены именно так. Это, с одной стороны, усилило интерес к изучению возможных, но не реализованных типов устройства мироздания, а с другой – сблизило постановку задачи исследования в физике и математике. Естеств. следствием такого подхода стало представление о нашей Вселенной как об одной из многих возможных, что нашло выражение в гипотезе Мультиленной (Multiverse) и в [антропном принципе](#). На более простом уровне С. т. побудила к поиску аналогий между моделями квантовой теории, используемыми в разл. областях физики, но принадлежащими одному классу универсальности. Это со временем может привести к широкому применению аналоговых экспериментов и уже вызвало бурное развитие компьютерных методов физики в качестве дополнения к обычным прямым экспериментам.

В узком смысле термин «С. т.» применяется для конкретного обобщения стандартной КТП, в которой точечные частицы заменены одномерными (струны) или многомерными (браны) протяжёнными объектами, взаимодействие между которыми происходит в отд. точках. Это позволяет избежать нарушения [причинности принципа](#). Даже

простейшие модели такого рода включают в себя все фундам. законы природы, объединяя электромагнитные, слабые и сильные взаимодействия с гравитацией и решая проблему неперенормируемости квантовой теории гравитации (см. [Квантовая теория тяготения](#)).

Калибровочные теории с линейным или квадратичным по кривизне [действием](#), описывающие известный нам мир, оказываются естественным классом универсальности, «выживающим» при низких энергиях. Тем самым С. т. решает одну из древнейших проблем естествознания: почему фундам. законы начиная со 2-го закона Ньютона и уравнений Максвелла зависят от ускорения. Причина в том, что они описывают лишь низкоэнергетич. приближение к действительно фундам. теории. В структуре [стандартной модели](#) элементарных частиц имеются указания на её происхождение из более фундам. теории при высоких энергиях. С. т. предоставляет развитую технику для формулировки и изучения подобных гипотез.

Простейшие модели С. т. плохо описываются пертурбативными методами, а непертурбативные пока недостаточно развиты. Выход из положения состоит в использовании моделей с [суперсимметрией](#). Пять простейших моделей [суперструн](#) оказались связаны простыми дуальностями друг с другом и с простейшей моделью мембран, т. е. являются по существу одной простейшей теорией суперструн. Гл. препятствием для использования этой теории в качестве обобщения стандартной модели элементарных частиц является то, что она 10- или 11-мерна, а число 4-мерных фаз, полученных компактификацией лишних пространственных измерений, велико. Динамич. принципов, позволяющих выбрать из этих фаз одну, отвечающую нашему миру, пока не найдено, поэтому модель часто соединяют с Мультиленной и апеллируют к антропному принципу.

Потребности развития методов С. т. вызвали прогресс в традиц. разделах математики: от алгебраич. геометрии до теории чисел, от теории узлов до теории групп, и породили новые парадигмы – от квантовой геометрии до голографич. принципа. С. т. позволила чётко поставить задачу и обеспечила понимание [чёрных дыр](#), ведущее к созданию квантовой теории информации.

Литература

Лит.: Грин М., Шварц Дж., Виттен Э. Теория суперструн. М., 1990. Т. 1–2; Морозов А. Ю. Теория струн – что это такое? // Успехи физических наук. 1992. Т. 162. № 8; Каку М. Введение в теорию суперструн. М., 1999; Поляков А. М. Калибровочные поля и струны. М.; Ижевск, 1999.