

Голографический подход в теории элементарных частиц:

- 1) “К согласованию голографического и решёточного описаний радиально возбуждённых адронов”

Одной из наиболее важных задач в теории сильных взаимодействий является описание спектра нескольких сотен адронов, наблюдаемых экспериментально, наиболее известны из которых протон и нейтрон. Относительно недавно появился новый подход к проблеме, называемый голографическим. Он мотивирован современными результатами в теории струн. В нём вводится дополнительное пространственное измерение – “голографическая координата”, интерпретируемая как масштаб энергии в эксперименте, вдоль которой пространство не плоское, при этом наше плоское четырёхмерное пространство-время является границей пятимерного. Операторы в Квантовой Хромодинамике (КХД) – теории поля, описывающей сильные взаимодействия, – сопоставляются пятимерным полям в голографической теории, редукция которых к четырёхмерному пространству Минковского в конечном итоге приводит к модельно вычисляемому спектру адронов с квантовыми числами, диктуемыми выбранным оператором. Данный спектр состоит из основного состояния и “радиальных” возбуждений над ним. Наиболее прямой подход к вычислению спектра КХД – решёточный, в котором пространство-время разбивается на ячейки, и далее идут численные расчёты на компьютерах. Чтобы в его рамках получить какой-то конкретный радиальный спектр, нужно иметь дело не с одним оператором, а вводить наборы операторов, отвечающих одному квантовому числу, но имеющих разные размерности. В работе предложено поступать также и в голографических моделях, что, однако, ведёт к увеличению количества полей. Сформулировано условие на физически осмысленный результат: ввод новых полей не должен отражаться на предсказываемом спектре. Оказалось, что из множества возможных голографических моделей, предложенных в литературе, данное условие выделяет одну конкретную модель, хорошо описывающую феноменологию адронов.

- 2) “Голографическое соотношение между температурой деконфаймента и глюонным конденсатом”

В современных экспериментах по релятивистским столкновениям тяжёлых ионов, проводимых, в частности, коллаборацией ALICE в ЦЕРНе, рождается новое состояние вещества – кварк-глюонная плазма, в котором Вселенная, предположительно, находилась в начальный момент своего рождения. Экспериментальные данные и компьютерные вычисления на пространственно-временных решётках указывают на то, что соответствующий фазовый переход происходит примерно в районе температуры $T_c = 156$ МэВ в энергетических единицах. В работе, в рамках голографического подхода к сильным взаимодействиям, выведена формула для критической температуры T_c . Она выражает T_c через глюонный конденсат – важнейшую характеристику вакуума сильных взаимодействий, определяющую, в частности, массы адронов, состоящих из лёгких кварков, среди которых протон и нейтрон. Подстановка принятой усреднённой феноменологической величины для глюонного конденсата в выведенную формулу приводит к значению $T_c = 156$ МэВ в полном согласии с имеющимися данными.

Результаты содержатся в двух публикациях С.С.Афонина:

S.S. Afonin, European Physical Journal C 80 (2020) 723.

S.S. Afonin, Physics Letters B 809 (2020) 135780.