Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Реферат

Космомикрофизика в модели



Выполнил студент:

Дмитриев А.Е.

Группа: Т1-40М

Преподаватель:

Хлопов М.Ю.

Москва 2015 г.

**Введение.**

Одной из основных задач фундаментальной физики является объединение релятивистской теории гравитации и квантовой теории поля в одну общую квантово-полевую теорию, известную как «Theory of Everything» (Теория всего).

Созданная в начале двадцатого века общая теория относительности (ОТО), позволила добиться больших результатов в описании мира на больших расстояниях. Теория микромира, описывающая мир элементарных частиц и их взаимодействий – Стандартная модель (СМ) позволяет описать свойства материи на очень малых расстояниях. Наборы принципов, на которых основываются эти две великие теории, являются существенно различными, что приводит к огромным трудностям для созданий общей теории.

На сегодняшний день одним из кандидатов на роль такой общей теории является теория суперструн. Важным преимуществом этой теории является тот факт, что она является менее расходящейся, чем теория получающаяся при попытке квантования ОТО методами квантовой теории поля. Это обусловлено тем, что в отличии от частиц в КТП, который считаются точечными объектами, струны являются протяженными. Кроме того теория струн требует введения новых гипотез таких как суперсимметрия и дополнительные измерения. Математический аппарат теории суперструн существенно опирается на понятия теории групп, алгебраической топологии, дифференциальной геометрии.

Начальная группа симметрии теории суперструн является группа . Первый множитель соответствует миру обычных частиц, а второй – миру зеркальных партнеров. В низкоэнергетическом пределе теория должна сводиться к Стандартной модели с калибровочной группой



**Основная идея и симметрия.**

Согласованная теория бозонных струн формулируется в 26-мерном пространстве. Теория фермионных струн требует всего 10 измерений. Если включить суперсимметрию,**[poyasnite]** то теория может быть сформулирована в 10-мерном пространстве-времени.

Предполагается существование шести дополнительных пространственных измерений. Поэтому 10-мерное пространство-время компактифицируется на структуру прямого произведения:

**,**



где – обычное четырехмерное пространство, а – шестимерное компактное многообразие.



Такая конфигурация должна удовлетворять 10-мерным уравнениям гравитации и Янга-Миллса.

Можно показать [6], **[references should be in numerical order]** что для получения группы симметрии СМ необходимо ввести в рассмотрение 7 дополнительных измерений, однако при таком рассмотрение невозможно получить реалистичные квантовые числа фермионов.

Основная калибровочная группа симметрии выбирается в виде - **.** Группа описывает обычные частицы. В результате компактификации эта группа нарушается до и далее до группы СМ, а группа зеркального мира остается ненарушенной. Существует множество механизмов нарушение группы до группы СМ. Один из этих вариантов, известный как метод петель Вильсона [3], позволяет получить, при условии, что группа останется ненарушенной, следующую калибровочную группу:



**,**



где – дополнительная абелева унитарная группа, отвечающая некоторому новому взаимодействию.



В общем случае нарушение группы приводит к большему числу низкоэнергетических теорий, однако наличие группы симметрии СМ резко ограничивает число вариантов. Измерения угла Вайнберга приводят к двум возможным вариантам групп симметрии в низкоэнергетической области, а именно:



.



Таким образом, мы стартуем с общей калибровочной группы , где первый множитель нарушается до , которая содержит группы СМ. Группа зеркального мира при этом остается ненарушенной. Зеркальные частицы могут взаимодействовать с обычными частицами посредством гравитации и в результате эффекта смешивания калибровочных бозонов. Группа симметрии СМ содержит 12 калибровочных бозонов переносчиков взаимодействий. имеет 78 генераторов, 12 из них это известные бозоны, а остальные 66 должны соответствовать некоторым новым взаимодействиям.



**Поколения фермионов.**

На данном этапе известно, что существует 3 поколения фундаментальных фермионов. Эксперимент по измерению ширины распада -бозона ограничивает количество поколений до 3. Поэтому можно предположить, что фермионы 4 поколения стерильны к сильным, слабым и электромагнитным взаимодействиям. **[ ??? ne obyazatelno]**



Оказывается также [3], что топология дополнительного компактного многообразия влияет на количество поколений фермионов. Существует связь между эйлеровой характеристикой многообразия и количеством поколений фермионов , где – эйлерова характеристика. Очевидно, что таким образом можно получить любое количество поколений. Поэтому без дополнительных физических принципов, предсказать количество поколений фермионов невозможно.



Если существует новое взаимодействие, описываемое калибровочной группой , то должны существовать фермионы, несущие соответствующий калибровочный заряд. Необходимо исключить смешивание между фермионами СМ и четвертым поколением. Это приводит к тому, что новые частицы будут стерильными к известным взаимодействиям.**[ ???net]**



За четыре года работы эксперимент EGRET, который регистрировал гамма лучи в диапазоне от 20 МэВ до 30 ГэВ, обнаружил 271 источник, из которых природу 170 установить не удалось. Особенности в спектре можно объяснить аннигиляцией дираковского нейтрино нового поколения. В работе []показано, что механизм рекомбинации нейтрино нового поколения, который приводит к их аннигиляции, дает вклад в гамма излучение в диапазонах EGRET. Однако данные другого эксперимента Fermi-LAT не подтверждают данные EGRET. Эксперимент Xenon-100 приводит к ограничению массы майорановского нейтрино от 175 ГэВ.

**Барионная асимметрия.**

Так ка модель суперструн я калибровочной группой включает суперсимметрию, то барионную асимметрию можно описать с помощью механизма Аффлека-Дайна [7].



Этот механизм работает, если природа действительно является суперсимметричной. В этой модели количественно, наблюдаемое барионное нарушение возникает как следствие полевых флуктуаций около минимума эффективного потенциала, описывающего теорию, после чего в потенциале появляются слагаемые, нарушающие CP- и B-инвариантность. Можно было бы измерить многие параметры асимметрии. Механизм Аффлека–Дайна является примером нетеплового бариогенезиса. Согласно этому сценарию, конденсат формируется в инфляционную эпоху вдоль полей «плоских направлений». Ненулевое вакуумное ожидаемое значение (VEV) спонтанно нарушает C и CP-симметрии. В результате, во время пост-инфляционного развития операторы нарушения барионного числа приводят к вращению VEV. Если поля «плоских направлений» имели ненулевое барионное число, то повёрнутый конденсат несёт в себе барионную асимметрию. Эта асимметрия передаётся обычным частицам, когда конденсат распадается на фермионы.

**Скрытая масса.**

Механизм Аффлека–Дайна также является механизмом генерации скрытой массы. Флуктуации в скалярных кварковых полях (Q-balls), если они стабильны, являются кандидатами в скрытую массу. Если же стабильность отсутствует, то они могут распадаться на частицы скрытой массы.

Кроме того, следует учесть, что в модели зеркальный сектор содержит 248 полей материи и 248 полей взаимодействий, который может вносить вклад в скрытую массу. Существование нового тяжелого нейтрино в данной модели может вносить вклад в реликтовую плотность скрытой массы во Вселенной. Суперсимметрия включает в себя нейтралино, которые также являются компонентами скрытой массы.



**Заключение.**

В реферате рассмотрена модель с калибровочной группой . Эффекты теории суперструн на масштабах компактификации не могут быть подтверждены экспериментами. Однако феноменология суперструн открывает путь к проверке ее следствий.



Так как в низкоэнергетическом пределе теория должна сводится к **[vkluchat]** СМ физики частиц, то накладываемые этим условием ограничения приводят к тому, что должно существовать дополнительное взаимодействие, а также новые поколения фермионов. Достаточно широкая начальная калибровочная группа должна включать дополнительные частицы и взаимодействия, которые могут вносить вклад в скрытую массу.

Изначальные данные с подземного эксперимента DAMA и измерения галактического гамма фона на EGRET согласовались гипотезой о существовании стабильного Дираковского нейтрино нового поколения с массой порядка 50 ГэВ. Позже, коллаборацией Fermi-LAT, была исключена возможность существования подобного нейтрино, и на эксперименте Xenon100 было предсказано существование тяжёлого стабильного Майорановского нейтрино с минимальной массой в 175 ГэВ.**[ ???]** Так же гипотеза о стабильном тяжелом нейтрино 4 поколения естественно включается в рамки феноменологии суперструн с калибровочной симметрией.



Таким образом, поиск астрофизических и физических эффектов тяжёлого стабильного нейтрино нового поколения является шагом к Теории Всего и открытия новой физики. А так же это может стать экспериментальной проверкой результатов, полученных теорией суперструн.

### 

### Список литературы.

1. M. Yu. Khlopov, K. I. Shibaev “New physics from superstring phenomenology”, Grav. Cosmol. Suppl., 8N1, 45-52, 2001

2. М. Ю. Хлопов «Основы космомикрофизики», М.:Едиториал УРСС,2004.— 368с.

3. М. Грин, Дж. Шварц, Э. Виттен «Теория суперструн», М.: Мир, 1990 - с. 442

4. М. Каку «Введение в теорию суперструн», М.:Мир,1999.-624с.

5. Б. Цвибах «Начальный курс теории струн», М.:УРСС, 2011- 784с.

6. E. Witten «Search a realistic Kaluza-Klein theory» Nuclear Physics B186 412-428

7. I. Affleck and M. Dine, “A new mechanism for baryogenesis”, Nucl. Phys. B, 1985 doi:10.1016/0550-3213(85)90021-5

8. D. Fargion, M.Yu.Khlopov, R.V.Konoplich and R.Mignani, “Bounds on very heavy relic neutrinos by their annihilation in Galactic halo”

9. The Fermi-LAT Collaboration “The Spectrum of the Isotropic Diffuse Gamma-Ray Emission Derived From First-Year Fermi Large Area Telescope Data”, 2010, arXiv:1002.3603v1

10. Yu-Feng Zhou “Probing the fourth generation Majorana neutrino dark matter”, arXiv:1110.2930v2