

# ДЕВЯТЬ ВАЖНЕЙШИХ ПРОБЛЕМ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Все гениальное в природе должно быть очень сложным  
Сергей ЛЕСКОВ



Министерство энергетики и Национальное научное общество США создали авторитетный комитет для выяснения возможностей науки в решении наиболее значительных проблем XXI столетия в физике элементарных частиц. Руководит группой профессор Персис Дрелл из Центра линейных ускорителей Стэнфордского университета. Это известный ученый - в частности, параллельно с российскими физиками она сделала важные работы по изучению свойств прелестных и очарованных кварков. Кстати, отец Персис Дрелл был одним из первых лауреатов премии имени выдающегося советского физика Исаака Померанчука. Комитет начал с того, что составил перечень прорывных и критических направлений, которым надо уделить особое внимание в национальных и международных программах.

В последнее десятилетие центр тяжести научных открытий сместился в область астрономии, которая веками считалась самой консервативной из всех наук, где новое знание появляется не чаще, чем рождаются Птолеми и Коперники. Но ошеломительные открытия заставили ученых признать факт, небезразличный даже для того, кто не может отличить синус от косинуса. По словам директора Астрономического института, члена-корреспондента РАН Анатолия Черепашука, материя, о которой мы хоть что-то знаем и из которой сами состоим, составляет не более 5% вещества Вселенной. На 25% Вселенная - частицы неизвестной природы, так называемая темная материя, которая еще не открыта. 70% Вселенной - не менее загадочная темная энергия, вещество с положительной плотностью и отрицательным давлением.

## Вот вопросы, которые отобрал для физики XXI века комитет Персис Дрелл:

1. Существуют ли неизвестные природные принципы, новые физические законы, новые симметрии?
2. Можно ли раскрыть тайну темной энергии?
3. Есть ли дополнительные пространственные измерения?
4. Можно ли объединить вместе все силы и все взаимодействия?
5. Зачем Вселенной так много типов различных элементарных частиц?
6. Можно ли раскрыть тайну темной материи и получить ее в лаборатории?
7. Каковы настоящие свойства нейтрино?
8. Как Вселенная достигла современного состояния?
9. Что в процессе эволюции Вселенной случилось с антивеществом?

Современная физика не накладывает жесткого запрета на существование в нашем мире, помимо трех привычных, еще нескольких измерений. Классическая теория относительности полна противоречий на сверхмалых расстояниях. Если верить Эйнштейну, то на расстояниях порядка радиуса ядра все силы устремляются в бесконечность. Значит, надо модернизировать старую добрую теорию гравитации. И единственный способ, как говорит крупнейший российский космолог академик Валерий Рубаков, сделать гравитацию квантовой. Это философски оправданно: если вся материя обладает квантовыми свойствами и при этом взаимодействует с силой тяжести, то и сама гравитация имеет не волновую, как учат в школе, а квантовую природу. Наподобие электромагнитного поля с фотоном единицей излучения гравитационного поля оказывается частица гравитон.

Магнитное и электрическое взаимодействие уже объединены единой теорией Максвелла. Электромагнитное взаимодействие удалось описать едиными константами со слабыми ядерными реакциями, которые идут на расстояниях порядка размера ядра. Следующая задача для создания единой теории поля - включить в эту картину сильные ядерные взаимодействия, которые еще в

100 тысяч раз сильнее. Но где же в этой картине место гравитации - пятой силе, которая правит миром?

Все больше сторонников приобретает парадоксальная теория суперструн, в которой "элементарным" объектом считается не точка, а двумерная струна. Теория суперструн позволяет построить модель устойчивой Вселенной при взаимодействии фотонов и гравитонов. Но устойчив мир суперструн лишь в 9-мерном, а не в привычном 3-мерном пространстве. Почему мы не видим эти пространства? Один вариант: дополнительные измерения свернуты в очень малые, размером с ядро, колечки. Еще одна возможность: частица, вырываясь в дополнительные пространства, обладает колоссальной энергией, которую рождает только черная дыра, втягивающая в себя все объекты. И попасть в другие измерения можно только из черной дыры.

Что касается темной материи, по словам заместителя директора Института теоретической и экспериментальной физики, заведующего кафедрой физики элементарных частиц МФТИ, члена-корреспондента РАН Михаила Данилова, одной из перспективных моделей для ее существования являются так называемые суперсимметричные частицы, которые могут рождаться при столкновении фермионов и бозонов. Решающий теоретический вклад в обоснование этой модели внесли физики ФИАН, что признано на Западе. Это очень красивая и элегантная теория, потому она собрала под свои знамена большинство физиков. Суперсимметричные частицы ищут на новейших ускорителях. В США это уже готовый тэватрон. Но наибольшие шансы на успех имеют эксперименты на Большом адронном коллайдере, который при нашем финансовом и теоретическом участии создается в европейском ЦЕРНе.

Второй путь поиска суперсимметричных частиц - космические лучи. Российские ученые разработали новый тип детектора для совместного с Англией эксперимента. Основная проблема - отделение фонового излучения от энергии темной материи. Как предполагает Михаил Данилов, успех может прийти в любое время, но более вероятно, что загадка темной материи будет решена через 8-10 лет. Не так долго, ведь предсказанную Паули частицу нейтрино искали 30 лет.

Зачем Вселенной такое обилие элементарных частиц? Одним из первых о скрытой логике существования разнообразных кварков, лептонов, бозонов, фотонов, мюонов задумался академик Андрей Сахаров. Он предположил, что это разнообразие необходимо для асимметрии вещества и антивещества во Вселенной. Если бы этой асимметрии не было, все частицы могли аннигилировать, и нашего мира попросту бы не было. Большой вклад в развитие теории нарушения симметрии внес академик Лев Ландау. Механизм нарушения симметрии в природе был подтвержден экспериментально в США и Японии при участии российских физиков. Но сейчас выяснилось, что для описания процессов во Вселенной этот механизм несовершенен - мы вновь не понимаем, зачем нужны кварки и лептоны. Что касается антивещества, которого в момент рождения Вселенной должно было быть столько же, сколько вещества, то куда оно девалось, непонятно. Поиск антивещества - одна из ключевых задач физики.

Экстравагантные нейтрино прочно заняли верхние строчки в топ-листе физики элементарных частиц. Нобелевская премия за 2003 год была присуждена именно за работы в этой области. Нейтрино, которые из-за ничтожной массы не замечают гравитации, могут дать информацию, необходимую для объединения всех взаимодействий и недоступную для самых мощных ускорителей. До Земли доходит лишь третья часть испускаемых Солнцем нейтрино, которые образуются в результате слабых ядерных взаимодействий. По дороге с ними происходят всяческие коллизии: электронные нейтрино переходят в мюонные и даже в тау-нейтрино. Большой вклад в обнаружение осцилляции нейтрино внесли наши физики из Баксанской нейтринной обсерватории Института ядерной физики. Если у нейтрино случаются осцилляции - значит, у нейтрино вопреки тому, что думали отцы-основатели квантовой физики, есть масса.

Ньютон верил в простоту мира: "Природа довольствуется простотой и не любит пышности излишних причин". Простота мира, который построил Ньютон, была усложнена Эйнштейном. Но выяснилось, что и этот мир слишком наивен, надо еще подбавить сложности. Выходит, простота не является синонимом истины. Выходит, изречение о том, что все гениальное просто, есть ложь?