

Энтропийная кривизна вакуума: может ли одно поле заменить тёмную материю и тёмную энергию?



Дата публикации: 16.07.2026

В современной космологии почти 95% содержимого Вселенной приходится на две загадочные составляющие — тёмную материю и тёмную энергию. Первая, как считается, удерживает галактики от разрушения, вторая отвечает за ускоренное расширение Вселенной. Несмотря на десятилетия поисков, природа обеих остается неизвестной. Новая работа, опубликованная в 2026 году в журнале *Journal of Experimental and Theoretical Physics*, предлагает неожиданную альтернативу: возможно, обе эти сущности вообще не являются отдельными формами материи или энергии, а представляют собой разные проявления единого энтропийного поля вакуума.

Авторы модели рассматривают пространство не как пустую арену, на которой происходят физические процессы, а как информационную структуру, обладающую собственной энтропией. Основной величиной становится скалярное поле энтропии, определяемое как логарифм локальной квантовой статистической суммы. Именно это поле, согласно гипотезе, лежит в основе

возникновения пространства-времени, направления течения времени и самой гравитации.

Ключевая идея модели заключается в том, что разные производные энтропийного поля отвечают за различные физические эффекты. Первые производные описывают поток энергии и определяют стрелу времени, задавая направление необратимых процессов. Вторые производные формируют кривизну пространства-времени. Иначе говоря, геометрия Вселенной возникает не как фундаментальное свойство природы, а как следствие распределения энтропии в квантовом вакууме. В таком подходе гравитация становится эмерджентным явлением, возникающим из более глубокой информационной структуры.

Особенно интересным выглядит объяснение тёмной энергии. Согласно модели, на космологических расстояниях энтропийное поле почти однородно, однако его небольшая остаточная кривизна приводит к возникновению геометрии де Ситтера — пространства, которое естественным образом расширяется с ускорением. В этом случае наблюдаемая космологическая постоянная появляется как следствие соотношения между планковской длиной и асимптотическим радиусом кривизны пространства де Ситтера. Авторы утверждают, что такой подход способен естественным образом объяснить знаменитое расхождение примерно в 122 порядка между теоретическими оценками энергии квантового вакуума и наблюдаемым значением космологической постоянной без введения специальной тонкой настройки — одной из главных проблем современной космологии.

Не менее необычно трактуется и тёмная материя. Вместо существования неизвестных частиц модель предполагает, что обычная материя изменяет локальную структуру энтропийного поля, а возникающие вариации создают дополнительные эффективные источники кривизны пространства-времени. Именно эта дополнительная геометрия, согласно расчетам авторов, может воспроизводить аномальные скорости вращения галактик и эффекты гравитационного линзирования, которые сегодня объясняются присутствием большого количества невидимой массы. В таком сценарии тёмная материя оказывается не самостоятельным веществом, а геометрическим откликом вакуумного энтропийного остатка на присутствие обычной материи.

Авторы также обращают внимание на неожиданные следствия своей теории. Согласно их расчетам, области отрицательной энтропийной кривизны соответствуют геометрическим условиям, необходимым для существования экзотических решений общей теории относительности, включая пузыри Алькубьерре, которые обсуждаются как гипотетическая основа варп-двигателей, и проходимые кротовые норы. Пока подобные объекты остаются исключительно теоретическими конструкциями, однако модель показывает, что они могут

возникать в рамках единого геометрического описания вакуума.

Еще одной особенностью работы является связь с эффектом Казимира — хорошо известным квантовым явлением, возникающим между двумя близко расположенными металлическими пластинами. В предлагаемой модели этот эффект интерпретируется как локальное возмущение энтропийного поля на границах вакуума. Если такая интерпретация окажется верной, одна и та же теория сможет описывать процессы самых разных масштабов — от лабораторных экспериментов длиной в миллиметры до структуры Вселенной размером в миллиарды световых лет.

Новая модель хорошо вписывается в более широкую тенденцию современной фундаментальной физики, где все большую роль начинают играть понятия информации, энтропии и квантовой статистики. В последние годы появляется все больше работ, рассматривающих пространство, время и даже гравитацию как эмерджентные явления, возникающие из более глубоких информационных процессов, а не как фундаментальные сущности.

Если эта гипотеза получит независимое подтверждение будущими астрономическими наблюдениями и теоретическими исследованиями, последствия могут оказаться весьма значительными. Тёмная материя и тёмная энергия перестанут рассматриваться как загадочные компоненты Вселенной, требующие открытия новых частиц, а будут описываться как различные проявления единой геометрии энтропийного поля вакуума.

Энтропийная модель вакуумной кривизны предлагает не просто еще одну альтернативу стандартной космологической модели Λ CDM, а принципиально новый взгляд на устройство Вселенной. В этой картине гравитационные эффекты, которые сегодня связывают с тёмной материей, возникают как геометрический отклик вакуумного энтропийного остатка, а ускоренное расширение Вселенной становится следствием той же самой энтропийной структуры. Если эта концепция выдержит экспериментальную проверку, это будет означать, что пространство-время и гравитация являются эмерджентными свойствами глубинной информационной организации реальности, а загадки тёмной материи и тёмной энергии окажутся не проблемами физики частиц, а проблемами геометрии, рождающейся из структуры информации, а не из ее содержания.