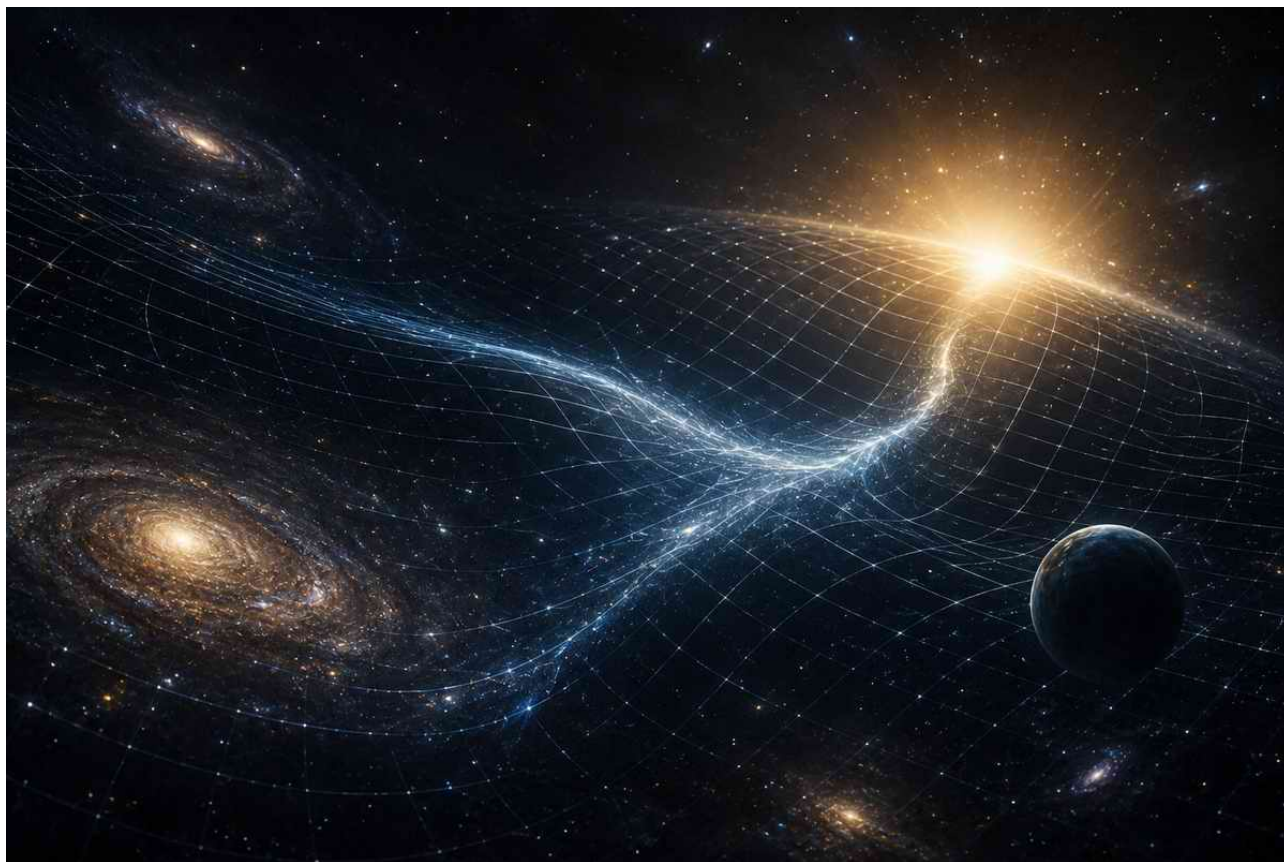


Темная энергия может оказаться следствием квантовой гравитации — новая теория физика



Дата публикации: 21.08.2026

Две величайшие загадки современной физики — темная энергия и квантовая гравитация — могут оказаться разными проявлениями одного фундаментального свойства Вселенной. Физик Саввас Кушиаппас из Университета Брауна предложил модель, в которой ускоренное расширение космоса возникает не из-за неизвестного поля или новой частицы. Причиной может быть квантовая неопределенность, заложенная непосредственно в геометрии пространства-времени.

Проблема квантовой гравитации существует почти столетие. Общая теория относительности Эйнштейна чрезвычайно точно описывает гравитацию, движение планет, черные дыры и эволюцию Вселенной. Квантовая механика не менее успешно объясняет поведение атомов и элементарных частиц. Но математические принципы этих двух теорий плохо сочетаются в экстремальных условиях, где одновременно становятся важны и сильная гравитация, и квантовые эффекты.

Особенно остро противоречие проявляется при попытках описать центр черной дыры или первые мгновения существования Вселенной. Уравнения общей теории относительности приводят там к сингулярности — состоянию с формально бесконечной плотностью, где привычное описание пространства и времени перестает работать. Физики предполагают, что полноценная теория квантовой гравитации должна устранить эту проблему.

Другая загадка появилась в конце XX века, когда астрономические наблюдения показали, что расширение Вселенной ускоряется. Для объяснения эффекта было введено понятие темной энергии. В стандартной космологической модели Λ CDM она связана с космологической постоянной и составляет большую часть энергетического содержания современной Вселенной. При этом ее фундаментальная природа остается неизвестной.

Новая работа предлагает связать обе проблемы через принцип неопределенности. В квантовой механике существуют пары физических величин, которые невозможно одновременно определить с произвольной точностью. Кушиаппас рассматривает возможность распространения подобного принципа на космологический масштаб: размер Вселенной и скорость изменения этого размера могут обладать фундаментальной квантовой неопределенностью.

На первый взгляд квантовые эффекты должны быть ничтожными для объекта размером со Вселенную. Однако математическая модель показывает, что даже небольшой квантовый вклад способен изменить уравнения Фридмана, описывающие космическое расширение. При определенных условиях дополнительный член начинает действовать так, словно существует темная энергия, заставляющая расширение пространства ускоряться.

Если этот подход окажется верным, темная энергия перестанет быть отдельной загадочной субстанцией. Не понадобится искать неизвестную частицу или вводить дополнительное поле, заполняющее космос. Наблюдаемое ускорение станет макроскопическим проявлением квантовых свойств самой геометрии пространства-времени — своеобразным следом квантовой гравитации, растянутым до масштабов всей Вселенной.

У модели есть еще одно необычное следствие. Те же квантовые поправки потенциально позволяют избавиться от сингулярности Большого взрыва. Вместо возникновения пространства из состояния бесконечной плотности ранняя Вселенная могла пройти через космологический отскок: период сжатия достиг минимального размера, после чего сменился расширением.

Подобная возможность принципиально меняет вопрос о начале Вселенной.

Большой взрыв тогда становится не абсолютным началом пространства и времени, а переходом между двумя состояниями космоса. Идеи космологического отскока существуют и в других моделях квантовой гравитации, однако новый подход интересен тем, что связывает физику ранней Вселенной с наблюдаемым сегодня ускоренным расширением.

Пока это теоретическая гипотеза, а не установленный механизм. Математическая согласованность модели еще не означает, что именно так устроена природа. Теория должна воспроизводить существующие космологические наблюдения и одновременно давать отличительные предсказания, которые позволят отделить ее от стандартной модели с космологической постоянной.

Такая проверка может стать возможной благодаря новому поколению астрономических обзоров. DESI изучает распределение миллионов галактик и квазаров, космический телескоп Euclid исследует геометрию темной Вселенной, а обсерватория Веры Рубин должна создать чрезвычайно подробную динамическую карту неба. Чем точнее ученые восстановят историю расширения космоса, тем легче будет обнаружить небольшие отклонения от стандартной модели.

Квантовая гравитация, темная энергия, принцип неопределенности, уравнения Фридмана, космологический отскок, DESI, Euclid и обсерватория Веры Рубин оказываются в этой гипотезе частями одной задачи. Если предсказанные отклонения действительно обнаружатся, наблюдения за огромными структурами космоса неожиданно могут дать информацию о квантовых свойствах пространства на фундаментальном уровне.

Главная привлекательность новой идеи заключается в попытке объяснить две неизвестные величины одной физической причиной. Но именно поэтому требования к ее проверке особенно высоки. Если модель выдержит будущие наблюдательные тесты, темная энергия может оказаться не дополнительным компонентом Вселенной, а видимым на космологических масштабах проявлением квантовой природы самого пространства-времени.

Ссылка: «Космологическое соотношение неопределенности и ускорение на поздних стадиях Вселенной» [DOI: 10.1103/zgnd-h2xv](https://doi.org/10.1103/zgnd-h2xv).