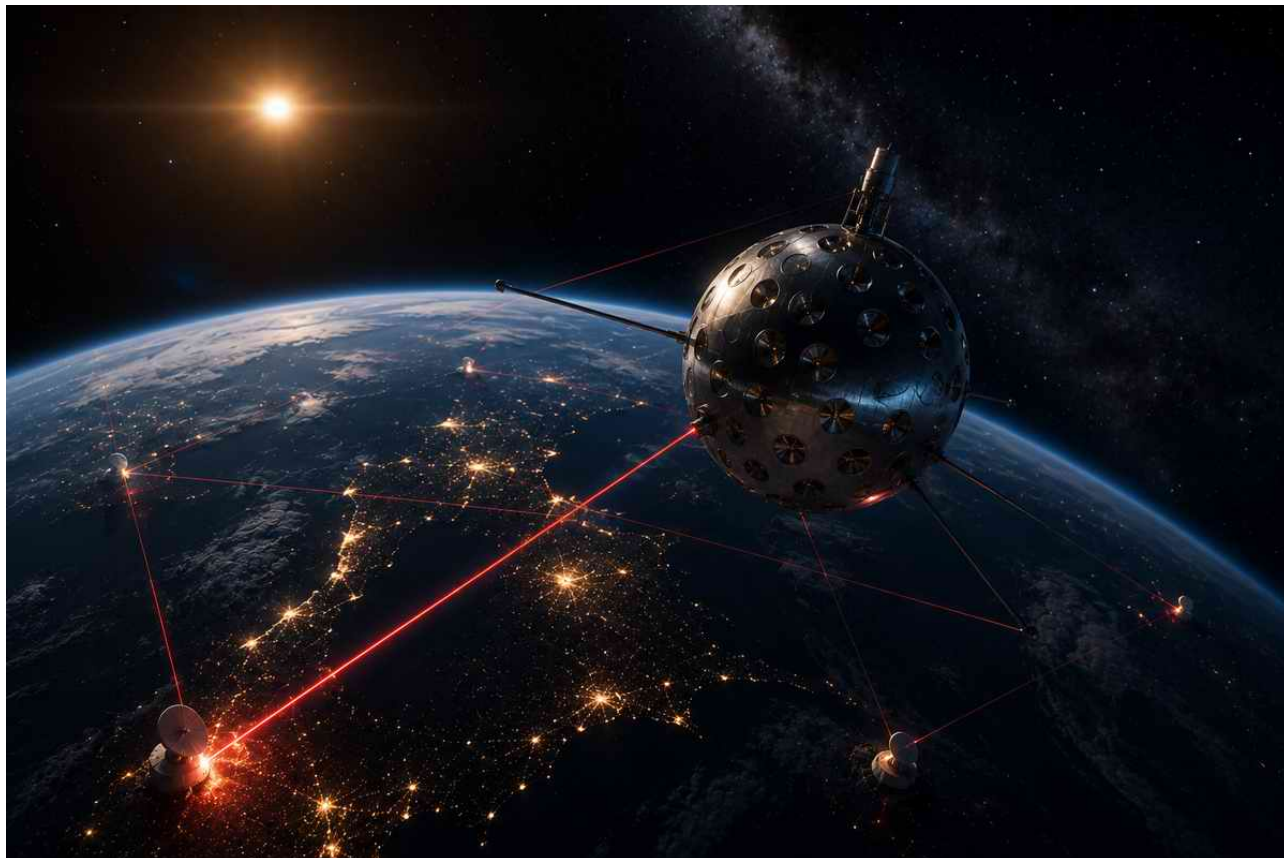


## Теория Эйнштейна вновь подтвердилась: спутник LARES-2 измерил искривление пространства-времени с рекордной точностью



Дата публикации: 15.07.2026

Спустя более ста лет после появления общей теории относительности Альберта Эйнштейна физики продолжают подвергать ее самым строгим экспериментальным испытаниям. Новое международное исследование стало еще одним важным подтверждением того, что фундаментальная теория гравитации по-прежнему исключительно точно описывает устройство окружающей Вселенной. Используя специально созданный спутник LARES-2 и современные методы лазерных измерений, ученые смогли с беспрецедентной точностью зарегистрировать один из самых трудноуловимых эффектов общей теории относительности — увлечение пространства-времени вращением Земли.

Исследование опубликовано в журнале Nature и выполнено международной научной группой под руководством профессора Игнацио Чуфолини. Работа объединила результаты наблюдений спутников LARES-2, LAGEOS и данных американской миссии GRACE. Благодаря сочетанию нескольких независимых источников информации исследователи получили наиболее точную на

сегодняшний день оценку эффекта, который еще недавно считался практически недоступным для прямого измерения.

Общая теория относительности, опубликованная Альбертом Эйнштейном в 1915 году, полностью изменила представления физиков о природе гравитации. Согласно этой теории, гравитация возникает не как сила в классическом понимании, а как результат искривления пространства-времени массивными объектами. Планеты, звезды и галактики буквально изменяют геометрию окружающего пространства, а все остальные тела движутся по этим искривленным траекториям. Именно эта идея позволила объяснить многие явления, которые невозможно было описать законами Ньютона.

Одним из наиболее необычных следствий общей теории относительности является эффект увлечения инерциальных систем отсчета, также известный как эффект Лензе — Тирринга или эффект увлечения пространства-времени. Если массивный объект не просто обладает массой, но еще и вращается, он начинает словно слегка «закручивать» окружающее пространство-время. Этот эффект можно сравнить с вращением ложки в густом меде: жидкость начинает медленно двигаться вслед за вращающимся предметом. Разумеется, пространство-время не является жидкостью, однако математически этот процесс описывается похожим образом.

Для Земли величина такого эффекта чрезвычайно мала. Даже самые современные приборы способны зарегистрировать лишь едва заметное изменение орбит спутников. Именно поэтому эксперимент требует исключительно высокой точности измерений и учета огромного количества факторов, способных повлиять на движение космического аппарата.

Спутник LARES-2 был специально разработан именно для подобных фундаментальных физических экспериментов. Он представляет собой практически идеальную металлическую сферу высокой плотности с многочисленными лазерными ретроотражателями на поверхности. Наземные станции непрерывно посылают к спутнику лазерные импульсы и измеряют время их возвращения. Благодаря этому удается определять положение аппарата с точностью до нескольких миллиметров, несмотря на расстояние в тысячи километров.

Чтобы выделить исключительно влияние общей теории относительности, ученым пришлось учесть множество дополнительных факторов. В расчет включались неоднородности гравитационного поля Земли, влияние атмосферы, давление солнечного излучения, гравитационное воздействие Луны и Солнца, приливные эффекты, а также множество других небольших возмущений орбиты. Только после исключения всех известных факторов исследователи смогли

измерить искомое искривление пространства-времени, вызванное вращением нашей планеты.

Анализ почти трехлетних наблюдений показал удивительное совпадение с предсказаниями Альберта Эйнштейна. Относительная погрешность нового измерения составила всего около одной тысячной, что примерно в десять раз превосходит точность предыдущих экспериментов. Это делает проведенную работу наиболее строгой проверкой эффекта увлечения пространства-времени в пределах Солнечной системы за всю историю подобных исследований.

Полученные результаты имеют значение далеко за пределами проверки одной конкретной идеи. Современная физика уже много десятилетий пытается объединить общую теорию относительности с квантовой механикой в единую теорию фундаментальных взаимодействий. Многие альтернативные модели гравитации предсказывают пусть небольшие, но измеримые отклонения от расчетов Эйнштейна. Новые данные значительно сокращают пространство для подобных гипотез. Любая будущая теория гравитации теперь должна согласовываться с экспериментальными результатами, полученными с исключительно высокой точностью.

Интересно и то, что подобные исследования оказываются полезными не только для фундаментальной науки. Высокоточные измерения орбит спутников позволяют лучше изучать форму Земли, изменения ее гравитационного поля, влияние приливов, движение масс воды и льда, а также процессы, происходящие в недрах планеты. Таким образом, эксперименты, созданные для проверки законов Вселенной, одновременно помогают совершенствовать геофизику, геодезию и климатические исследования.

За последние десятилетия общая теория относительности неоднократно проходила успешные проверки. Ее предсказания подтверждались при наблюдении солнечных затмений, движении планет, работе спутниковых навигационных систем, поведении двойных пульсаров, регистрации гравитационных волн, наблюдении черных дыр и изучении расширения Вселенной. Спутники LARES-2, LAGEOS, миссия GRACE, лазерная спутниковая дальнометрия, гравитационные волны, атомные часы, пульсары и современные космические телескопы продолжают расширять возможности экспериментальной проверки фундаментальных законов природы.

Новая работа еще раз демонстрирует удивительную точность теории, созданной более века назад. Несмотря на огромный прогресс экспериментальной физики и появление приборов, способных измерять мельчайшие изменения пространства-времени, расчеты Альберта Эйнштейна продолжают подтверждаться с поразительной точностью. При этом каждое

новое исследование не только укрепляет доверие к общей теории относительности, но и приближает ученых к следующей большой цели современной физики — созданию более глубокой теории, которая сможет объединить законы гравитации с квантовым устройством Вселенной.

**Ссылка:** «Спутник LARES-2 измеряет эффект перетаскивания кадров вокруг Земли» [DOI: 10.1038/s41586-026-10715-0](https://doi.org/10.1038/s41586-026-10715-0).