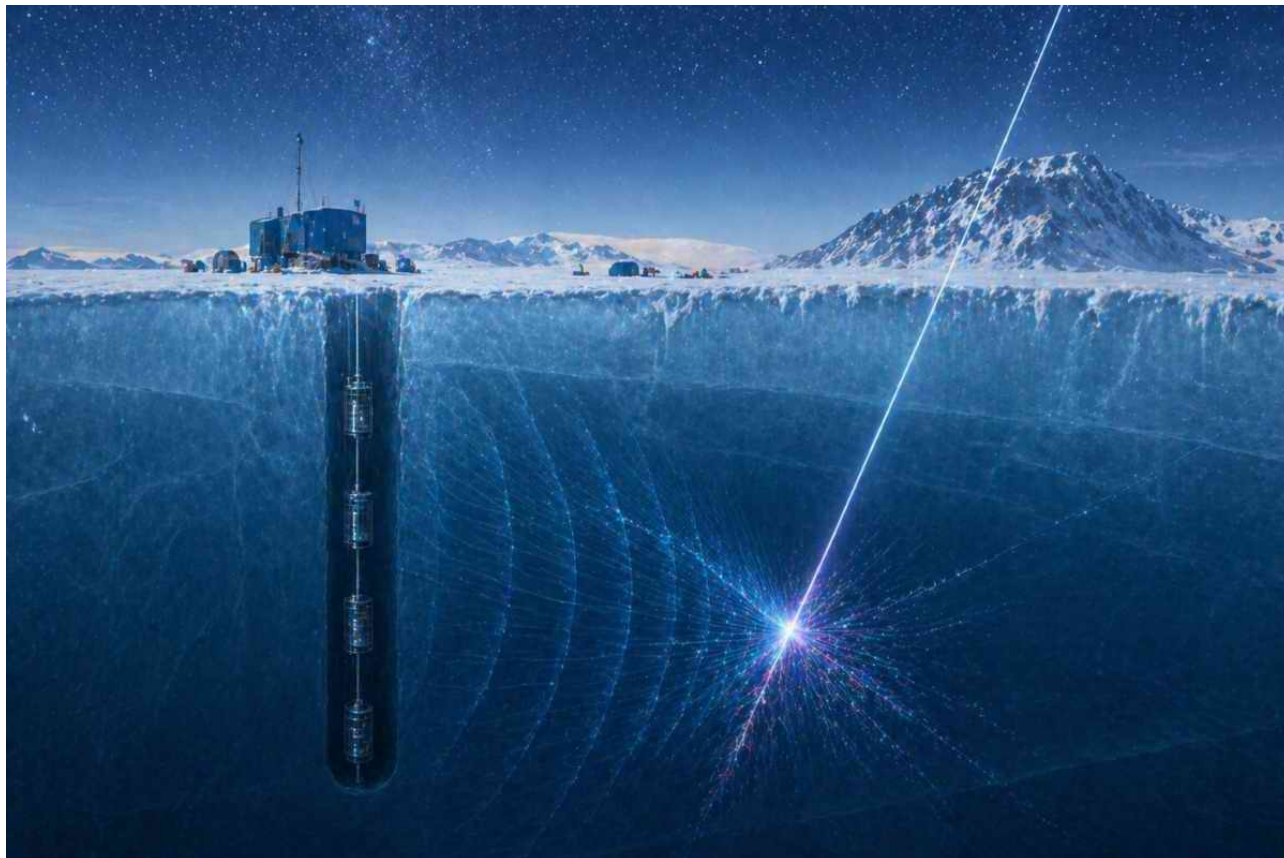


## Радиовсплески подо льдом Антарктиды: подтверждение эффекта Аскаряна и шаг к обнаружению нейтрино



Дата публикации: 27.04.2026

Глубоко под ледяным щитом Антарктиды зафиксированы сигналы, которые ученые ожидали обнаружить более полувека. Речь идет о радиопулсах, возникающих при взаимодействии высокоэнергетических космических частиц с плотной средой. Эти наблюдения подтверждают существование эффекта Аскаряна в природных условиях и открывают новые возможности для изучения наиболее энергичных процессов во Вселенной.

Результаты, опубликованные в *Physical Review Letters*, основаны на данных детекторной системы Askaryan Radio Array, расположенной вблизи Южного полюса. Эта установка представляет собой сеть из нескольких станций, оснащенных антеннами, погруженными на глубину до 200 метров в лед. Такая конфигурация позволяет регистрировать радиосигналы, возникающие внутри ледяного массива, где уровень внешнего шума минимален.

Теоретическая основа открытия была заложена еще в 1962 году физиком

Гурген Аскарян, который предсказал, что при прохождении высокоэнергетической частицы через плотное вещество возникает каскад вторичных частиц. В ходе этого процесса формируется избыток отрицательного заряда, который движется быстрее скорости распространения света в данной среде и генерирует кратковременный радиовсплеск. Это явление получило название эффекта Аскаряна.

Несмотря на успешное подтверждение эффекта в лабораторных условиях и атмосфере, его наблюдение во льду долгое время оставалось сложной задачей. Основные трудности заключались в необходимости отделить реальные сигналы от фонового радишума, а также в недостаточной точности моделей, описывающих поведение частиц в ледяной среде. Только с развитием вычислительных методов и улучшением детекторных технологий стало возможным провести надежный анализ.

В ходе наблюдательной кампании, продолжавшейся более 200 дней, ученые зарегистрировали 13 импульсных радиособытий, исходящих из-под поверхности льда. Первоначально их природа была неясна, однако детальный анализ показал, что характеристики сигналов полностью соответствуют теоретическим предсказаниям эффекта Аскаряна. Были учтены такие параметры, как направление прихода сигнала, его спектральный состав, форма волны и поляризация.

Статистическая оценка показала, что вероятность случайного происхождения всех зафиксированных сигналов крайне мала. Уровень значимости превысил порог, принятый в физике частиц для подтверждения открытия. Это делает полученные данные одним из наиболее убедительных свидетельств существования радиовсплесков, возникающих при взаимодействии космических лучей с ледяной средой.

Ключевые характеристики наблюдаемого явления можно описать так: высокоэнергетические космические лучи, каскад вторичных частиц, избыток отрицательного заряда, генерация радиоволн, распространение сигнала в плотной среде, регистрация антеннами, высокая статистическая значимость.

Полученные результаты имеют важное значение для поиска космических нейтрино — крайне редких и трудноуловимых частиц, которые практически не взаимодействуют с веществом. Нейтрино могут проходить сквозь планеты и звезды, не теряя энергии, что делает их ценным источником информации о самых экстремальных процессах во Вселенной, включая взрывы сверхновых, активные галактические ядра и столкновения черных дыр.

Проблема заключается в том, что сигналы, создаваемые нейтрино,

практически неотличимы от сигналов, вызванных космическими лучами. Однако различие проявляется в геометрии их распространения. Космические лучи, приходящие из космоса, взаимодействуют с верхними слоями льда, тогда как нейтрино способны проникать глубже и создавать сигналы под другими углами. Это позволяет использовать пространственный анализ для их идентификации.

Подтверждение эффекта Аскаряна во льду означает, что детектор работает в соответствии с ожиданиями, а значит, может быть эффективно использован для поиска нейтрино. Уже сейчас ученые предполагают наличие нескольких кандидатов на такие события, которые требуют дополнительной проверки.

Антарктический лед представляет собой уникальную среду для подобных исследований. Его высокая прозрачность для радиоволн, низкий уровень шума и стабильные условия делают его идеальным природным детектором. В сочетании с современными технологиями это превращает полярные регионы в ключевые площадки для астрофизики высоких энергий.

Перспективы дальнейших исследований связаны с расширением сети детекторов, увеличением времени наблюдений и совершенствованием методов анализа. Это позволит повысить чувствительность экспериментов и увеличить вероятность регистрации редких событий, связанных с нейтрино и другими экзотическими частицами.

Таким образом, обнаружение радиосигналов под антарктическим льдом не только подтверждает фундаментальное предсказание физики, но и открывает новый канал наблюдения за Вселенной. Эти «космические шепоты», проходящие через лед, становятся инструментом для изучения процессов, недоступных традиционным методам астрономии.

**Ссылка:** «Наблюдение излучения Аскаряна во льду от высокоэнергетических космических лучей» DOI: [10.1103/xwqy-yzrk](https://doi.org/10.1103/xwqy-yzrk).