

# Можно ли предотвратить извержение вулкана? Исследование Кампи Флегрей предлагает инженерный ответ

Дата публикации: 07.08.2025

Вулканы традиционно воспринимаются как природные явления, неподвластные контролю человека. Однако недавнее исследование, проведённое командой учёных из Стэнфорда и Италии, ставит под сомнение это убеждение. В центре внимания — кальдера Кампи Флегрей, расположенная к западу от Неаполя и являющаяся одной из самых опасных вулканических зон Европы. Новая модель предполагает, что источником периодических сейсмических всплесков и подъёмов поверхности является не магма, а давление подземной воды, накопившейся в герметичном гидротермальном резервуаре. Это открытие открывает принципиально новые подходы к управлению вулканической активностью — не за счёт воздействия на магматическую систему, а путём регулирования водного баланса.

Исследование основывается на 40-летнем анализе сейсмических, спутниковых и метеорологических данных. Установлено, что дождевые воды, просачиваясь сквозь вулканический пепел и породы, постепенно заполняют глубокий резервуар, образованный под плотной, низкопроницаемой породной "крышкой". По мере накопления жидкости давление в резервуаре возрастает, что в конечном итоге приводит к раскрытию трещин, выбросу пара и серии землетрясений. Такой цикл, известный как брадисейсм, наблюдается в этом регионе с периодичностью в несколько десятилетий. Именно он объясняет внезапные подъёмы и опускания поверхности, которые сопровождались паникой и эвакуациями, особенно заметными в 1980-х годах.

Моделирование показало, что герметичность «крышки» кальдеры играет ключевую роль в накоплении давления. В лабораторных условиях было воспроизведено естественное формирование уплотнённой породы: вулканический пепел с примесью кальция превращался в армированную минералами структуру, способную выдерживать огромные нагрузки. Однако после разрушения такой барьер восстанавливался, что объясняет цикличность сейсмической активности. Эта система функционирует как естественный насос, периодически перегружающийся при изменении режима осадков. В условиях климатических изменений, когда дожди становятся более редкими, но интенсивными, такие циклы могут происходить чаще.

Главное открытие состоит в том, что давление, провоцирующее сейсмическую активность, можно контролировать без радикального

вмешательства в магматическую систему. Авторы предлагают использовать методы управления поверхностным стоком, а также технические решения — например, откачку воды через скважины. Анализ показывает, что удаление даже нескольких сотен тысяч галлонов в день способно существенно снизить общее давление и продлить период между активными фазами. Это уже не просто геофизическая гипотеза, а реализуемая инженерная стратегия, имеющая важное прикладное значение для других вулканических регионов мира.

Реализация такой профилактики может быть сопоставима по значимости с ранними попытками предотвращения наводнений или регулирования русел рек. Превращение супервулкана в управляемую гидросистему — амбициозная, но потенциально эффективная мера. Итальянские власти уже начали изучение старинной дренажной системы и возможность использования современных насосов для отвода лишней воды. Это позволит сократить необходимость масштабных эвакуаций, снизить износ инфраструктуры от землетрясений и повысить уровень подготовки к возможному извержению.

Исследование подчёркивает, что в эпоху глобального изменения климата научные подходы к оценке природных рисков должны адаптироваться. Изменение характера осадков в южной Италии увеличивает вероятность резких скачков давления в гидротермальных системах, что требует гибкой и научно обоснованной системы управления. Вместо пассивного наблюдения за вулканами учёные предлагают активную стратегию профилактики, сравнимую с санитарным уходом за организмом: лечение причины до появления симптомов.

Кампи Флегрей может стать первым в истории вулканом, управление которым осуществляется через инженерные меры, а не просто мониторинг. Это не исключает необходимости развития систем раннего оповещения и обучения населения, но даёт дополнительный инструмент для снижения рисков. Геология становится не только наукой о прошлом, но и инструментом активного вмешательства в наше общее будущее.

**Ссылка:** «Повторяемость геофизических проявлений в кальдере Кампи Флегрей» DOI: [10.1126/sciadv.adt2067](https://doi.org/10.1126/sciadv.adt2067).