Математик решил многолетнюю загадку оригами: найден самый эффективный «бумажный пончик»

Дата публикации: 02.06.2026

На первый взгляд задача создания бумажного пончика может показаться скорее развлечением для любителей оригами, чем серьезной научной проблемой. Однако именно такие вопросы нередко становятся источником важных математических открытий. Недавно ученым удалось окончательно решить многолетнюю геометрическую задачу, связанную с определением наиболее эффективного способа создания тора — фигуры, напоминающей пончик — из обычного листа бумаги.

Новое исследование, опубликованное в одном из ведущих научных журналов, посвящено вопросу, который долгое время оставался открытым для специалистов по геометрии, топологии и математическому моделированию. Речь идет о минимальном количестве вершин, необходимом для построения бумажного тора. Несмотря на кажущуюся простоту вопроса, для его решения потребовалось строгое математическое доказательство и масштабные компьютерные вычисления.

Тор является одной из фундаментальных фигур в математике. Его можно представить как поверхность бублика или спасательного круга, имеющую отверстие в центре. Такие объекты активно изучаются в топологии — разделе математики, который исследует свойства фигур, сохраняющиеся при деформациях без разрывов и склеивания.

В мире оригами создание тора представляет собой значительно более сложную задачу, чем складывание привычных журавликов или цветов. Для формирования такой фигуры лист бумаги необходимо разделить на систему треугольников, которые затем соединяются определенным образом. При этом сумма углов вокруг каждой вершины должна составлять полный круг — 360 градусов.

Математики давно искали ответ на вопрос, насколько эффективно можно построить подобную структуру. Одним из основных критериев эффективности стало количество вершин. Чем меньше вершин требуется для создания устойчивой формы, тем более экономичной и математически совершенной считается конструкция.

Первые модели бумажных торов были чрезвычайно сложными и включали тысячи отдельных элементов. Со временем исследователям удалось существенно сократить их число. Позднее появились конструкции с десятью и даже девятью вершинами. Однако вопрос о фундаментальном пределе оставался открытым.

Теоретические расчеты показывали, что тор невозможно построить менее чем с семью вершинами. Это ограничение связано с особенностями триангуляции поверхности — метода разбиения сложной фигуры на треугольники. Тем не менее никто не мог доказать, является ли минимальное число вершин равным семи, восьми или девяти.

Именно эту проблему решил математик Ричард Эван Шварц. Используя комбинацию классического математического анализа, методов дискретной геометрии и компьютерного моделирования, он смог доказать, что семивершинный бумажный тор построить невозможно.

Одновременно исследователь продемонстрировал существование конструкции с восемью вершинами. Это означает, что восьмивершинный тор представляет собой наиболее эффективную форму бумажного пончика, которую в принципе можно создать.

Для получения результата потребовалось исследовать огромное количество возможных конфигураций. Компьютерные алгоритмы проверяли различные варианты расположения треугольников и вершин, в то время как математическое доказательство подтверждало невозможность более компактных решений.

Интересно, что найденная оптимальная конструкция обладает весьма необычной геометрией. Сам автор исследования образно назвал ее «палаткой-прицепом», поскольку структура напоминает сложенную пространственную конструкцию с характерными изгибами поверхности.

Парадоксально, но даже автор открытия признается, что самостоятельно сложить такую модель ему непросто. По его словам, опытные мастера оригами справляются с задачей значительно лучше, чем профессиональные математики. Это еще раз демонстрирует удивительное пересечение науки и искусства, характерное для современного оригами.

Хотя исследование может показаться узкоспециализированным, его значение выходит далеко за пределы бумажного моделирования. Методы оптимизации складчатых структур активно применяются в инженерии, архитектуре и материаловедении.

Современные инженеры используют принципы оригами при проектировании складных солнечных батарей для космических аппаратов, компактных медицинских устройств, развертываемых конструкций и даже элементов робототехники. Во многих случаях требуется создать максимально сложную форму с минимальным количеством сгибов и соединений.

Подобные задачи возникают и при разработке новых материалов. Исследователи создают метаматериалы со специальными свойствами, используя структуры, вдохновленные принципами оригами. Оптимизация числа элементов позволяет уменьшать массу конструкции, повышать ее прочность и снижать производственные затраты.

Еще одной областью применения являются компьютерная графика и трехмерное моделирование. Алгоритмы, разработанные для решения геометрических задач, помогают эффективнее описывать сложные поверхности в цифровой среде.

Особую ценность подобные исследования имеют для математического образования. Оригами давно используется как наглядный инструмент для изучения геометрии, топологии и пространственного мышления. Решение задачи о минимальном торе демонстрирует, как даже простое складывание бумаги может привести к фундаментальным научным вопросам.

История с бумажным пончиком напоминает, что многие важные математические открытия рождаются из, казалось бы, необычных и даже игровых задач. За внешней простотой нередко скрываются глубокие закономерности, способные расширить наше понимание пространства, формы и принципов оптимального проектирования. Решение задачи о минимальном оригами-торе стало еще одним примером того, как абстрактная математика может находить неожиданное применение в самых разных областях науки и техники.

Ссылка: «Наиболее эффективный оригами-тор» DOI: 10.1073/pnas.2523301123.