Понемногу складывается впечатление, что известный афоризм Э. М. Форстера[125 - Годвард Морган Форстер (1879–1970) — английский писатель и философ. «Только бы соединить…» — эпиграф к его роману «Говардс-Энд» (1910).] — излишество. Теория, для которой строительными блоками Вселенной выступают математические структуры — графы, — которые соединяются друг с другом, а больше-то ничего и не делают.

Граф можно представить в виде множества точек — узлов, и набора линий, соединяющих эти узлы — ребер. Детали построения, например, длина и форма ребер, вообще говоря, безразличны для структуры графа. Единственная черта, по которой можно отличить один граф от другого — тип связывания узлов. Число ребер, сходящихся в один и тот же узел, называется его валентностью.

В квантовой теории графов, или КТГ, квантовое состояние, описывающее как геометрию пространства, так и поля материи, присутствующей в нем, построено из комбинаций графов. Теория обрела нынешнюю форму в работах яванского математика Куснанто Сарумпета, который в серии из шести статей, опубликованных с 2035 по 2038 гг., показал, что как общая теория относительности (ОТО), так и Стандартная Модель физики элементарных частиц (СМ) представляют собой аппроксимации единой теории — КТГ.

У графов Сарумпета долгая и славная родословная, которую можно проследить вплоть до работ Майкла Фарадея о «силовых линиях», соединяющих электрические заряды, и теории Уильяма Томсона об атомах как заузленных «вихревых трубках». Ближайшими предшественниками теории Сарумпета явились модель спиновых сетей Роджера Пенроуза, в которой рассмотрены трехвалетные графы с приписанным каждому узлу полуцелым числом, соответствующим возможному значению спина квантовой частицы. Пенроуз изобрел спиновые сети в начале 1970-х и продемонстрировал, как полный набор пространственных направлений может быть получен из простых комбинаторных принципов, применяемых к процессам обмена спином между двумя областями обширной сети.

Обобщение спиновых сетей позднее нашло место в различных вариантах квантовой теории поля (КТП). Волновая функция приписывает каждому возможному расположению частицы амплитуду вероятности, а спиновая сеть, погруженная в пространственную область, аналогичным образом приписывает амплитуду всем возможным полевым конфигурациям. Квантовые состояния, определенные в этом формализме, состоят из линий потока, текущего вдоль ребер сети.

В 1990-е Ли Смолин и Карло Ровелли обнаружили, что в квантовой гравитации, где спиновосетевые состояния наделены простой геометрической интерпретацией, имеет место аналогичное явление: площадь поверхности зависит только от числа ребер сети, пересекающих ее. Эти ребра мыслятся квантованными «линиями потока площади»; в квантовой гравитации площадь и прочие геометрические параметры принимают значения из дискретного спектра вариантов. Впоследствии оказывается удобным проквантовать и саму топологию, причем узлы и ребра постепенно вытесняют обычное представление о пространстве как о континууме точек.

В первые десятилетия нового тысячелетия Джон Баэз, Фотини Маркопулу, Хосе-Антонио Сапата и их коллеги добились выдающихся результатов в исследовании законов динамики спиновых сетей. В их подходе процессам межсетевой эволюции (преобразования одной сети в другую) приписываются квантовые амплитуды. В 2030-е Сарумпет начал систематизацию этих работ и на их основе построил новую модель, в которой использовал графы произвольной валентности с неразмеченными узлами.

Геометрия трехмерного пространства возникает при рассмотрении четырехвалентных графов, где четыре ребра, исходящие из каждого узла, ограничивают площадь грани так называемого «квантового тетраэдра». Если рассматривать графы высших валентностей, можно столкнуться с нежелательными осложнениями: структуру взрывоподобно заполонят новые измерения. Но Сарумпет вывел простой динамический закон, ограничивающий среднюю валентность значением 4. В то же время трехвалентные и пятивалентные узлы (так называемые «допанты»[126 - В физической химии так называются примесные атомы, по достижении определенной концентрации меняющие свойства основного материала (обычно полупроводника или аморфного сплава).] по аналогии с примесями в полупроводниках) разрешены правилами Сарумпета в том смысле, что они образуют специальные узоры: замкнутые, возможно, заузленные цепи с переменной валентностью. Эти петли узлов-допантов, классифицированные по симметриям и типам взаимодействий, находятся в отличном соответствии с частицами СМ.

Поскольку характерная площадь, отграниченная ребрами квантового графа, по порядку величины соответствует нескольким квадратным планковским длинам l, то есть примерно в 10 раз меньше площади поверхности атома водорода, одно время опасались, что КТГ останется недоступна экспериментальной проверке еще много веков. Но в 2043 г. компьютерное моделирование позволило выявить новый класс «полимерных состояний»: длинные разомкнутые цепи узлов-допантов, времена полураспада и характерные энергии которых находились уже в пределах досягаемости современной технологии.

В настоящее время поиск полимерных состояний ведется на Орбитальном Ускорителе, запущенном в 2049 г. Уже достигнуты первые успехи. Если эти результаты удастся воспроизвести, правила Сарумпета из самого элегантного описания Вселенной быстро станут самым вероятным и, скорее всего, единственно верным…