

Потоки галактик, текущие сквозь космос, показывают контуры структуры, названной *Ланиякеей*, которая включает в себя наш Млечный Путь и еще 100 тыс. других крупных галактик

Наше место во Вселенной

Оказывается, Млечный Путь — это часть массивного сверхскопления галактик, которые образуют одну из самых больших известных структур во Вселенной. Это открытие — только начало новой работы по картографированию космоса

Вы
НАХОДИТЕСЬ
ЗДЕСЬ

Ноам Либескинд и Brent Талли

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Аналогично тому, как звезды собираются вместе в звездные скопления и галактики, сами галактики объединяются в скопления, а те группируются в сверхскопления.
- Эти сверхскопления галактик служат строительными блоками гигантских нитей, листов и пустот, которые образуют самые крупные поддающиеся измерениям структуры во Вселенной.
- Проведенные недавно работы по изучению движения тысяч близлежащих галактик показали, что материнское

сверхскопление Млечного Пути намного больше, чем предполагалось ранее. Астрономы дали этому недавно обнаруженному колоссальному по своим размерам сверхскоплению имя Ланиакея.

- Более подробное картографирование Ланиакеи и сверхскоплений-соседей, возможно, откроет новые детали процесса образования галактик и поможет решить двойную космологическую загадку о природе темной материи и темной энергии.

ОБ АВТОРАХ

Ноам Либескинд (Noam I. Libeskind) — космолог Института астрофизики им. Готфрида Вильгельма Лейбница в Потсдаме (Германия). Он использует суперкомпьютеры для моделирования эволюции Вселенной и образования галактик, уделяя основное внимание Млечному Пути, Местной группе галактик и карликовым галактикам, которые нас окружают.

Брент Талли (R. Brent Tully) — астроном Гавайского университета, который вот уже 40 лет измеряет расстояния до галактик и картографирует их расположение и пути движения в космосе. Его «Атлас соседних галактик» (*Atlas of Nearby Galaxies*), созданный в соавторстве с Ричардом Фишером (J. Richard Fisher) и опубликованный в 1987 г., до сих пор остается самым обширным печатным атласом структуры нашего космического окружения. Талли гордится тем, что проделал всю эту работу, не используя систему глобального позиционирования.



Представьте себе, что вы прилетели в одну из далеких галактик и собираетесь отправить открытку своим близким. Вероятно, вы начнете с номера дома на улице в вашем городке, что находится где-то на Земле — третьей планете от нашего Солнца. Далее в адресе, возможно, вы укажете расположение Солнца в рукаве Ориона, отроге основного спирального рукава в нашей окрестности Млечного Пути. Затем вы укажете расположение Млечного Пути в Местной группе галактик — скопище более чем 50 ближайших галактик, раскинувшихся на протяжении около 7 млн световых лет. Местная группа, в свою очередь, расположена на краю скопления Девы, содержащего более чем 1 тыс. галактик на расстоянии в 50 млн световых лет от нас. А само это скопление — лишь небольшая часть Местного сверхскопления галактик, объединяющего сотни подобных скоплений, разбросанных в пространстве на 100 млн световых лет. Считается, что такие сверхскопления — самые большие компоненты крупномасштабной структуры Вселенной, образованной гигантскими нитями и листами, между которыми расположены пустоши, где вряд ли есть какие-либо галактики.

До недавнего времени Местное сверхскопление было бы конечным пунктом в вашем космическом адресе. Считалось, что вне этого масштаба дальнейшие уточнения адреса становятся бессмысленными, по мере того как границы между ясно очерченной, окаймленной сверхскоплениями структурой галактических листов (или стен) и пустот уступают место в пределе однородной Вселенной, в которой не существует структурных элементов большего размера. Но в 2014 г. один из нас (Брент Талли) руководил группой, которая обнаружила, что мы — часть еще более крупной структуры, что полностью разрушило эту точку зрения. Местное сверхскопление, как оказалось, — всего лишь один из лепестков намного большего сверхскопления, сосредоточия 100 тыс. крупных галактик, простирающегося на 400 млн световых лет. Группа, открывшая это гаргантюанское сверхскопление, назвала его в честь первых полинезийцев, которые,

ориентируясь по звездам, осваивали на утлых лодках необъятные просторы Тихого океана. Ланиакеей, что в переводе с гавайского обозначает «необозримые небеса». (Название «Ланиакеея» предложил Нава'а Наполеон (*Nawa'a Napoleon*), доцент Общинного колледжа Капиолани Гавайского университета в Гонолулу. Оно составлено из двух слов гавайского языка: *lani* — «небеса» и *akea* — «огромный, необозримый». — Примеч. пер.). Млечный Путь расположен далеко от центра Ланиакееи, на самой его периферии.

Ланиакеея — это не просто еще одна строчка в нашем космическом адресе. Изучая архитектуру и динамику этой гигантской структуры, мы сможем больше узнать о прошлом и будущем Вселенной. Составление карты населяющих ее галактик и изучение их поведения может помочь лучше понять, как образуются и растут галактики, а также расскажет новые подробности о природе темной



Скопления галактик, подобные этому скоплению Волос Вероники, — строительные блоки еще более крупных структур Вселенной. Расположенное от нас на расстоянии более 300 млн световых лет и состоящее примерно из 1 тыс. крупных галактик, скопление Волос Вероники служит частью еще более крупной структуры — сверхскопления Волос Вероники, расположенного за границами Ланиакеи.

материи — невидимой субстанции, которая, как полагают астрономы, составляет примерно 80% вещества Вселенной.

Ланиакея, вероятно, поможет пролить свет и на темную энергию — мощную силу, открытую в 1998 г., которая каким-то образом управляет ускоренным расширением Вселенной и этим определяет ее окончательную судьбу. Действительно, обнаруженное сверхскопление вовсе не обязательно окажется конечной строчкой в нашем космическом адресе; на самом деле оно, возможно, представляет собой часть еще большей структуры, которую только предстоит открыть.

Исследование загадок с помощью галактических течений

У научной группы, открывшей Ланиакею, не было задачи ее обнаружить. На самом деле Ланиакея была найдена в ходе поиска ответов на фундаментальные вопросы о природе Вселенной.

В течение уже почти 100 лет ученые знают, что космос расширяется, отдаляя галактики одну от другой, подобно тому как удаляются друг от друга точки на поверхности воздушного шарика, когда его надуют. Однако в последние

десятилетия выяснилось, что большинство галактик разлетаются не так быстро, как можно было бы ожидать, если бы расширение Вселенной было единственным влияющим на них фактором. В этом процессе участвует сила, имеющая локальный характер, — это гравитационное притяжение со стороны других, расположенных поблизости сгустков материи, которые способны противостоять разбеганию галактик в результате расширения космоса. Разность между движением галактики, связанным с расширением Вселенной, и движением, вызванным ее ближайшим окружением, называется пекулярной скоростью.

Если взять все звезды во всех галактиках, которые мы наблюдаем, и добавить весь газ и другие объекты из обычного вещества, о существовании которых мы знаем, то их общей массы не хватит на порядок величины, чтобы объяснить источники гравитационных сил, необходимых для разгона до наблюдаемых пекулярных скоростей. Не найдя иного разумного объяснения, мы, астрономы, называем то, чего недостает, темной материей. Мы предполагаем, что эта темная материя состоит из частиц, которые взаимодействуют с остальной Вселенной почти исключительно посредством

Космический ландшафт

Содержащие сотни миллиардов звезд галактики — не самые крупные объекты во Вселенной. Прикованные друг к другу гравитацией, сотни галактик могут группироваться в виде скопления галактик. Гравитация может концентрировать вместе и эти скопления, образуя сверхскопления, состоящие из сотен тысяч галактик. В этой иерархии адрес нашей Солнечной системы традиционно был такой: галактика Млечный Путь, Местная группа галактик, скопление Девы и, наконец, Местное сверхскопление. Однако новые исследования выявили, что наше Местное сверхскопление — лишь часть сверхструктуры, которая еще в 100 раз крупнее. Это гигантское сверхскопление — Ланиакя, что на гавайском языке означает «необозримые небеса».

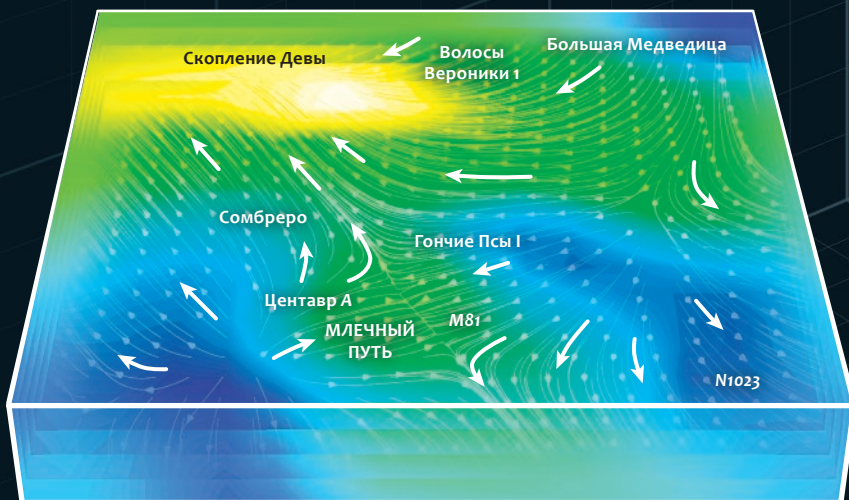
КАРТОГРАФИРОВАНИЕ СВЕРХСКОПЛЕНИЯ ЛАНИАКЕЯ

Если рассматривать в совокупности положения и характер движения галактик, то можно заметить, что они расходятся в результате расширения Вселенной и сходятся вместе под действием силы гравитационного притяжения. Границы сверхскопления можно очертить, когда объединяющая сила гравитации начинает значительно ослаблять вызванное расширением Вселенной разбегание галактик. На рисунке отмечены разными цветами положения более чем 8 тыс. галактик, они окрашены в соответствии с характером их относительного движения (их скорости и траектории показаны с учетом обоих процессов — разбегания и объединения). Очертания структур, окрашенные более теплыми тонами (желтый и розовый), представляют собой скопления галактик, с большой скоростью слетающихся друг к другу. Контуры Ланиакея, изображенные более холодным голубым цветом, очерчены там, где скопления сближаются с минимальной скоростью. Простирающаяся почти на полмиллиарда световых лет, Ланиакя охватывает объем пространства, в котором скопления галактик при отсутствии расширения Вселенной были бы связаны гравитацией в единую структуру. За границами Ланиакея можно узреть сверхскопления Шелли, Геркулеса, Персея — Рыб и другие близлежащие структуры подобного масштаба.

ЛАНИАКЕЯ

ПЛЫВЕМ ПО ТЕЧЕНИЮ

Изучение более мелких деталей Ланиакея может дать новое представление о распределении темной материи и процессах эволюции галактик. Например, рассмотрим трехмерный срез Ланиакея, включающий Млечный Путь и объемлющую его Местную группу галактик (внизу). Стрелками отмечены скорости движения галактик, текущих как вода в направлении областей, где высока плотность материи и велико гравитационное притяжение (окрашены более теплыми тонами), из областей с низкой плотностью материи (более холодные тона). Мощные течения галактик проливают свет на распределение материи в космосе (как обычной, барионной, так и темной). Измерение характера потоков, проведенное Ноамом Либескиндом, показало, что Местная группа утекает вдоль нити темной материи длиной в 50 млн световых лет в направлении скопления Девы (желтый), скопища более 1 тыс. галактик в объеме диаметром 13 млн световых лет. Такие нити, как предполагается, играют важную роль в образовании и эволюции галактик.



SOURCES: "PLANES OF SATELLITE GALAXIES AND THE COSMIC WEB," BY NOAMI LIBESKIND ET AL., IN MONTHLY NOTICES OF THE ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY, VOL. 452, NO. 1, SEPTEMBER 1, 2015 (Inset star); DANIEL ROMÁN-REBE, HELENE M. COURTOIS, YEHUDA HOFFMAN AND BRENT TULLY (Data for Laniakea illustration)

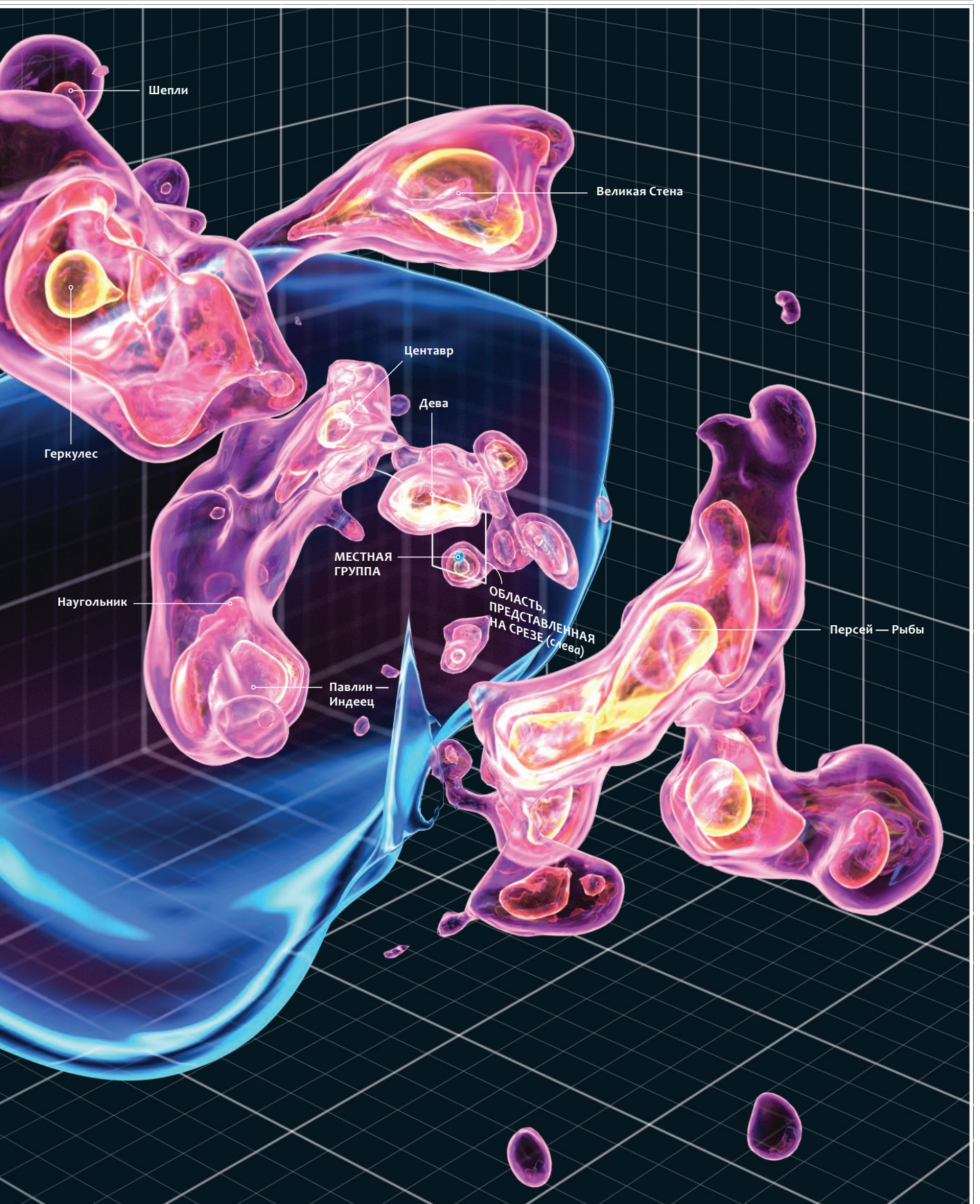


Illustration by Bryan Christie

гравитации, а не других сил, таких как электромагнетизм, и что темная материя — источник «недостающих» гравитационных сил, необходимых для объяснения наблюдаемых скоростей. Ученые полагают, что галактики расположены внутри глубоких резервуаров темной материи, служащей как бы строительными лесами, с помощью которых формируются галактики.

Группа Талли и другие астрономы пришли к выводу, что создание карты течений и пекулярных скоростей галактик поможет узнать распределение в космосе невидимой темной материи и выявить места максимальной концентрации этой загадочной субстанции по ее влиянию на движение галактик. Если, скажем, все потоки галактик движутся по направлению к данной точке, то можно предположить, что их притягивает туда область с высокой плотностью материи.

Астрономы также поняли, что определение плотности и распределения всех форм материи во Вселенной, возможно, поможет решить и другую, еще более сложную загадку: почему космос не просто расширяется, а делает это с ускорением? Подобное его поведение так же противоречит интуитивным представлениям, как если бы камень, подброшенный вверх, не упал обратно на Землю, а устремился бы с нарастающей скоростью к небесам. Что бы ни питало это странное явление, названное темной энергией, оно оказывает сильнейшее влияние на будущее Вселенной. Из этого ускоренного расширения следует, что космос в конце концов ждет холодная смерть, когда большинство галактик разлетятся прочь друг от друга с возрастающими скоростями, пока мгла окончательно не опустится на Вселенную, все звезды в каждой галактике погаснут и вся материя охладится до абсолютного нуля. Но чтобы знать наверняка, как именно все закончится, необходимо не просто выяснить, что такое эта темная энергия, но и узнать, сколько всего материи во Вселенной: если плотность вещества достаточно высока, в далеком будущем процесс расширения нашей Вселенной, возможно, сменится на сжатие вследствие взаимного притяжения составляющей ее массы. Или же, если на самом деле Вселенная имеет сбалансированную плотность вещества, это приведет к бесконечному, но все замедляющемуся ее расширению.

Именно с помощью схемы галактических течений удалось картографировать космическую плотность обычной и темной материи, что в конечном итоге привело к открытию Ланиакеи.

Как нашли Ланиакею

Для построения схемы течений галактик требуется знать движение галактики в результате расширения космоса и ее динамику под воздействием находящегося поблизости вещества. В качестве первого шага астрономы измеряют красное смещение линий в спектре излучения галактики, вызванное ее удалением от нас в результате расширения Вселенной. Звук свистка или сирены движущегося к нам источника звука имеет более высокий тон, чем в том случае, когда он движется от нас, поскольку испускаемые им звуковые волны сжимаются, становятся короче, то есть частота звуковых колебаний увеличивается. Аналогично световые волны от галактики, движущейся

Астрономы поняли, что определение плотности и распределения всех форм материи во Вселенной, возможно, поможет решить и другую, еще более сложную загадку: почему космос не просто расширяется, а делает это с ускорением? Из этого ускоренного расширения следует, что космос в конце концов ждет холодная смерть

ся от нас, сдвигаются в сторону более низких частот, то есть более длинных, красных волн. Чем быстрее галактика удаляется от нас, тем больше красное смещение ее спектра. Это позволяет астрономам измерить полную скорость галактики и приблизительно оценить ее расстояние от Земли.

Долю скорости галактики, связанную с локальным гравитационным притяжением, астрономы могут оценить, измерив расстояние до нее не с помощью красного смещения, а другими методами. Например, если измеренное независимым методом расстояние до галактики составляет 3,25 млн световых лет, то, согласно точным оценкам скорости расширения Вселенной, она должна удаляться со скоростью около 70 км в секунду. Если же красное смещение дает скорость 60 км/с, то астрономы могут заключить, что концентрация вещества вблизи этой галактики сообщает ей пекулярную скорость 10 км/с. Методы, используемые для измерения расстояния без красного смещения, строятся в основном на том факте, что интенсивность света убывает обратно пропорционально квадрату расстояния до источника. То есть если вы видите два одинаковых маяка,

но яркость одного из них в четыре раза меньше, чем другого, то это значит, что более тусклый находится в два раза дальше. В астрономии такие одинаковые маяки называются стандартными свечами, это астрофизические объекты, которые всегда сияют с одинаковой светимостью, независимо от того, где во Вселенной они находятся. В качестве таких стандартных свечей могут служить определенные типы сверхновых или пульсирующих звезд — или даже массивные галактики, впервые предложенные Талли и астрономом Ричардом Фишером (J. Richard Fisher) в 1977 г. Эта так называемая зависимость Талли — Фишера основывается на том факте, что массивные галактики сияют ярче и вращаются быстрее, чем малые, — они состоят из большего числа звезд и должны вращаться быстрее, чтобы поддерживать свою стабильность в более сильном гравитационном поле. Измерьте скорость вращения галактики, и вы узнаете ее светимость; сравните ее с видимой яркостью галактики, и вы получите ее расстояние от Земли.

Каждый тип стандартной свечи имеет собственный диапазон расстояний, на которых он работает наилучшим образом. Пульсирующие звезды, называемые цефеидами, можно хорошо наблюдать, только если галактики расположены близко к Млечному Пути, и, следовательно, они не годятся для измерений на дальних расстояниях. Зависимость Талли — Фишера можно использовать для многих спиральных галактик, но оценка расстояния, которую она дает, имеет погрешность до 20 %. Взрывающиеся звезды, называемые сверхновыми типа Ia, дают погрешность измерений в два раза меньшую, и их сияние можно наблюдать с огромных космических расстояний, но они достаточно редки — в галактике крупного размера случаются лишь раз в столетие.

Если удастся измерить пекулярные скорости большой выборки галактик во Вселенной, астрономы смогут картографировать течения галактик в самых больших масштабах. В таких масштабах течение галактик можно сравнить с реками, чье извилистое русло проложено через то, что мы называем космическими водоразделами, движение в которых определяется не топографией, а гравитационным воздействием со стороны расположенных поблизости структур. На этих «космических картах» галактики плывут по течениям, крутятся в водоворотах и собираются в резервуары, чтобы по косвенным признакам открыть нам структуру, динамику, происхождение и будущее самого крупного скопления материи во Вселенной.

Построение карты в масштабе необходимо, чтобы обратиться к вопросам о темной материи и темной энергии, требует каталогизации всех наиболее точных данных множества

исследовательских программ по наблюдению космоса, имеющихся в нашем распоряжении. В 2008 г. Талли, Элен Куртуа (Hélène M. Courtois), в настоящее время работающая в Институте ядерной физики в Лионе, и их коллеги опубликовали «Каталог космических течений», содержащий многочисленные данные, проливающие свет на динамику 1,8 тыс. галактик, расположенных в пределах 130 млн световых лет от Млечного Пути. Группа расширила рамки своих исследований, выпустив в 2013 г. «Каталог космических течений — 2», в котором отражено движение уже примерно 8 тыс. галактик внутри сферы радиусом 650 млн световых лет. Один из членов группы, Йегуда Хоффман (Yehuda Hoffman) из Еврейского университета в Иерусалиме, разработал методы точного расчета распределения темной материи исходя из пекулярных скоростей, содержащихся в «Каталоге космических течений».

Когда каталог разросся, мы изумились, неожиданно обнаружив прятывшуюся в массе данных картину — очертания новой, ранее не замеченной космической структуры. Скопления галактик, занимающие пространство размером более 400 млн световых лет, все вместе движутся к небольшой «области притяжения» наподобие водных потоков, сливающихся к самой низкой точке ландшафта. Если бы не расширение Вселенной, эти галактики в конце концов слились бы в одну компактную структуру, связанную гравитационным притяжением. Вся эта гигантская совокупность галактик и есть сверхскопление Ланиакее.

Исследования галактик Ланиакее показали, что они ведут себя в точности так, как и следовало ожидать исходя из ведущих моделей космического распределения темной материи: хотя мы и не видим ее, но можем довольно точно предсказать, где аккумулируется невидимое вещество Вселенной. Более того, плохо ли, хорошо ли, суммарная плотность наблюдаемой (барионной) и темной материи в Ланиакее дает основания полагать, что, как и предполагали астрофизики-теоретики, Вселенной суждена холодная смерть от ускоряющегося расширения.

Все эти выводы пока еще предварительные. Чтобы выполнить чрезвычайно сложную задачу по составлению карты галактических течений, предстоит пройти долгий путь. На сегодня только у 20% галактик внутри сферы радиусом 400 млн световых лет определены пекулярные скорости, а многие измерения расстояний по стандартным свечам пока еще имеют большие погрешности. Но даже при всем этом начинающая прорисовываться картина того, что расположено по соседству с нами, дает новое представление о нашем месте в космографическом резервуаре и границах Вселенной.

Наше космографическое окружение

Давайте совершим экскурсию по текущим, стремительно несущимся компонентам нашего только что открытого дома, Ланиакеи, и начнем с самого знакомого — с вас. Независимо от того, как быстро или медленно вы путешествуете по Земле, читая эту статью, вы обращаетесь вокруг Солнца вместе с нашей планетой со скоростью около 30 км/с. Солнце в свою очередь обращается по орбите вокруг центра Галактики со скоростью примерно 200 км/с, а вся Местная группа галактик, включая Млечный Путь, спешит к загадочной концентрации массы в направлении Центавра со скоростью более 600 км/с (подробнее об этом позже). Вы, вероятно, никогда не предполагали, что можете перемещаться так быстро, просто читая статью в журнале — или не делая вообще ничего. Уводя взор от Млечного Пути, наше путешествие через просторы Ланиакеи мы начнем с двух небольших галактик, Малого и Большого Магеллановых Облаков, удаленных «всего» на 180–220 тыс. световых лет. Вы можете взглянуть на Магеллановы Облака из южного полушария Земли, но, чтобы разглядеть их как можно лучше, вам нужно будет проделать путь до самой Антарктики, причем зимой. Единственная другая галактика, видимая невооруженным глазом, — это гигантская спираль Андромеды, хотя она кажется просто размытой заплаткой на темном как сажа небе.

Андромеда находится от нас на расстоянии 2,5 млн световых лет и несется по направлению к нам со скоростью около 110 км/с. Примерно через 4 млрд лет она лоб в лоб столкнется с Млечным Путем, и это превратит обе галактики в единый, ничем не примечательный эллипсоид из старых красных звезд. Маловероятно, что наша Солнечная система будет затронута этим космическим столкновением: расстояния между звездами настолько велики, что никакие две звезды, скорее всего, не сблизятся настолько, чтобы столкнуться. Млечный Путь, Андромеда и четыре десятка других галактик — это члены Местной группы, области Вселенной, в которой гравитация выиграла битву с космическим расширением и которая находится в процессе сжатия. Подобно Млечному Пути с его Магеллановыми Облаками, все крупные галактики имеют собственные свиты спутников.

Сразу же за галактиками Местной группы внутри слоя в 25 млн световых лет на наших картах появились три явно выраженные особенности. Большинство находящихся здесь галактик, включая нашу, занимают область, прозаически названную Местным листом. Как и подразумевает

слово «лист», область эта очень тонка — большинство галактик расположено внутри 3 млн световых лет вдоль ее плоскости, которая и была выбрана в качестве экваториальной плоскости сверхгалактической системы координат. Под этой плоскостью после некоторого пустого промежутка проходит нить галактик — отрог Льва, а также галактики в так называемых облаках Насоса и Золотой Рыбы. Над плоскостью поблизости почти ничего нет. Эта безжизненная область — территория Местной пустоты (или *Пустоты Талли*. — *Примеч. пер.*).

Если рассматривать лишь галактики внутри Местного листа, ситуация может показаться довольно спокойной. Эти галактики разлетаются прочь друг от друга со скоростью расширения Все-

Галактики плывут по течениям, крутятся в водоворотах и собираются в резервуары, открывая нам структуру, динамику, происхождение и будущее самого крупного скопления материи во Вселенной

ленной, обладая довольно скромными пекулярными скоростями, обусловленными их локальным взаимодействием. Ниже Местного листа галактики облаков Насоса и Золотой Рыбы и отрога Льва тоже имеют небольшие пекулярные скорости. Они, однако, приближаются к Местному листу с большей скоростью. Вероятно, причина этого — Пустота Талли. Пустоты расширяются как надуваемые воздушные шарики, и материя движется из областей с пониженной плотностью к областям с повышенной, скапливаясь на их границах. Мы теперь понимаем, что Местный лист — это стенка Пустоты Талли и что эта пустота расширяется, отодвигая нас вниз по направлению к скоплениям Насоса, Золотой Рыбы и Льва.

Двигаясь вглубь структуры, мы встречаемся со скоплением Девы массой в 300 Местных групп в объеме диаметром 13 млн световых лет. Его галактики хаотически движутся со скоростями около 700 км/с, а все внешние галактики в пределах 25 млн световых лет от границы скопления падают к нему, чтобы в ближайшие 10 млрд лет стать его частью. Полная протяженность домена Девы, в котором все объекты гравитационно связаны и будут в конце концов захвачены, имеет сейчас радиус 35 млн световых лет. Интересно, что наш Млечный Путь, удаленный от центра на 50 млн световых лет, находится вне этой зоны захвата.

Большое галактическое течение

Еще бóльшая область вокруг скопления Девы, которая простирается до нашей галактики, называется Местным сверхскоплением. Почти 30 лет назад группа астрономов, давшая себе забавное прозвище «Семь самураев», обнаружила, что не только Млечный Путь, а все Местное сверхскопление со скоростью несколько сотен километров в секунду несется в направлении Центавра. Загадочную массу, тянущую к себе все эти галактики, они назвали Великим центром притяжения (*часто используется термин «Великий аттрактор», транслитерация английского the Great Attractor. — Примеч. пер.*). Впрочем, Великий центр притяжения не так уж загадочен: плотность материи там, очевидно, высока, поскольку в области диаметром 100 млн световых лет находятся семь скоплений, сравнимых со скоплением Девы. Три крупнейших из них — это скопления Наугольника, Центавра и Гидры.

Согласно нашему представлению о сверхскоплениях как о космических водоразделах, на которых меняется характер движения галактик, «Местное сверхскопление» — название неточное. Оно всего лишь представляет собой часть чего-то более грандиозного, а именно Ланиакеи, которая включает и другие крупные структуры, такие как нить Павлина — Индейца и скопление Змееносца. Если представить Ланиакею как большой город, то область Великого центра притяжения будет его центром с плотным автомобильным движением. Как и в любом городе, здесь трудно очертить границу городского центра, но по нашим оценкам его следует поместить где-то между скоплениями Наугольника и Центавра. Такое определение выносит наш Млечный Путь далеко на окраину «города», туда, где проходит граница с соседним сверхскоплением Персея — Рыб. В космических масштабах граница эта настолько близка к нам, что мы можем детально ее изучить и примерно очертить размытые, шириной в полмиллиарда световых лет, плавные очертания рубежей Ланиакеи. В целом в границах Ланиакеи сосредоточена масса нормальной (барионной) и темной материи, эквивалентная примерно 100 миллионам миллиардов (10^{17}) Солнц.

Астрономы в течение нескольких десятилетий бросали беглый взгляд на очертания того, что находится за границами Ланиакеи. Вскоре после открытия группой «Семь самураев» Великого центра притяжения из межгалактической мглы всплыло что-то еще более грандиозное. Непосредственно за областью Великого центра притяжения, но в три раза дальше, чем он сам, расположилось чудовищное сборище скоплений — самое плотное из известных в локальной Вселенной. Поскольку астроном Харлоу Шепли (Harlow Shapley) первым нашел доказательства

его существования в 1930-х гг., эту далекую гигантскую структуру назвали Сверхскоплением Шепли. (Между прочим, так же как Местный лист, скопление Девы и основная полоса Местного сверхскопления, а также Великий центр притяжения и Сверхскопление Шепли лежат на экваторе сверхгалактики. Нарисуйте в вашем воображении огромную оладью из галактических сверхскоплений, и вы получите хорошее представление о нашем локальном окружении в большом масштабе.)

Так в чем же причина пекулярной скорости 600 км/с нашего Местного сверхскопления? Должно быть, в определенной степени виновник этого — комплекс Великого центра притяжения. Но нам также следует не упускать из виду гравитационное притяжение со стороны Сверхскопления Шепли, которое хотя и в три раза дальше, но несет в себе в четыре раза больше богатых звездами скоплений. На сегодня, согласно справочнику «Каталог космических течений — 2» (тому самому, который помог открыть Ланиакею), есть еще многое, о чем можно было бы поговорить. Пекулярные скорости 8 тыс. галактик в этом каталоге демонстрируют согласованное течение в направлении Сверхскопления Шепли. Это течение прослеживается на протяжении всего тома «Каталог космических течений — 2» и охватывает расстояние от одного края до другого в 1,4 млрд световых лет. Но останавливается ли оно на этом? Мы пока не знаем. Лишь еще более масштабные обзорные карты и исследования еще более далеких уголков Вселенной помогут выявить основной источник — и базовую структуру, — скрывающиеся за грандиозным течением галактик в нашей локальной Вселенной. ■

Перевод: А.П. Кузнецов

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ

- Cosmography of the Local Universe. Helene M. Courtois et al. in *Astronomical Journal*, Vol. 146, No. 3, Article No. 69; September 2013.
- The Laniakea Supercluster of Galaxies. R. Brent Tully et al. in *Nature*, Vol. 513, pages 71–73; September 4, 2014.
- Planes of Satellite Galaxies and the Cosmic Web. Noam I. Libeskind et al. in *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Vol. 452, No. 1, pages 1052–1059; September 1, 2015.