**Мир галактик. Сверхскопления и пустоты в крупномасштабной структуре Вселенной.**

А. Моисеев

Одной из самых загадочных на сегодняшний день наук является астрономия. В ней, как ни в какой другой столько вопросов, на которые мы не можем, но пытаемся найти ответы. Одним из таких глобальных вопросов является вопрос о возникновении и распределении различных форм материи нашей Вселенной. Когда с момента Большого Взрыва праматерия начала сформировываться в звёзды и галактики, которые мы можем наблюдать сегодня? Если предположить, что перед начавшимся сжатием материи, она была в большей или меньшей степени рассеяна, могла ли тогда Вселенная на начальной стадии своей эволюции заполниться различными типами вещества? Последние исследования в этой области помогают ответить на эти и другие вопросы, связанные с эволюцией вещества нашей Метагалактики. А недавние наблюдения подтверждают наличие сверхскоплений галактик-организованных структур, состоящих из множества скоплений галактик. Каждое такое скопление, в свою очередь, может состоять из сотен или даже тысяч индивидуальных галактик. Наличие таких сверхскоплений долгое время было лишь предположением, из-за того, что с их подтверждением был связан один большой парадокс, ставивших учёных в тупик: в некоторых, столь же больших участках космического пространства галактик не было вовсе.

Такие сверхскопления галактик столь обширны, что отдельные их члены двигаясь с произвольными скоростями, не могут пресечь больше половины диаметра всего сверхскопления в течение миллиардов лет с момента их возникновения. Очевидно, что исторически сложившиеся сверхскопления по своему устройству не имеют аналогов с подомными им меньшими системами. В масштабах меньших, чем такие сверхскопления, первоначальные распределение материи, было, скажем так, изменено эволюционным «миксингом». Астрономы надеются, что понимание и объяснение таких огромных конструкций в нашей Вселенной прояснит процессы, которые дали толчок к развитию структуры всех измерений: от галактик к звёздам и планетам.

На сегодняшний день невозможно определить, кто первым выдвинул идею о том, что скопления галактик могут быть членами много больших структур, названных сверхскоплениями галактик. Внегалактическая астрономия, наблюдения в рентгеновских, ультрафиолетовых и инфракрасных участках спектра открыли, да и продолжают открывать всё новые и новые тайны нашей Вселенной и справедливо будет сказать, что наиболее важная космологическая информация была собрана наземными телескопами в видимых и невидимых лучах.

Даже за долго до изобретения телескопа, наблюдатели могли созерцать в ночном небе не только звёзды и планеты, но также и маленькие туманные облачка света. После создания крупных телескопов в 19-том веке, некоторые из таких туманностей были разрешены на отдельные звёзды. Поначалу их считали самостоятельными звёздными системами, находящимися вдалеке от нашей собственной галактики. Впервые, такие туманности были описаны в каталоге Джона Гершеля в 1864 году. Назывался он GC (General Catalogue), а позднее в 1888 году в каталоге Дрейера (New General Catalogue.)

В последствии, астрономы, которые верили, что некоторые туманности составили одинокие системы, начали говорить о том, что такие объекты обладают тенденцией сформировываться в скопления. В 1908 году шведский астроном С.Чарлиер выдвинул идею о «иерархической» структуре скоплений. Он выделил несколько таких скоплений, из которых самыми большими были скопления в созвездиях Девы и Волосы Вероники. В 1922 году английский учёный Дж. Рейнолдс выяснил, что группа «туманностей» простирался от Большой Медведицы через Волосы Вероники в Деву, покрывая расстояние около 40о северного неба. Рейнолдс полагал также, что эти «туманности» были частью нашей собственной звёздной системы. Может быть, он был первым, кто вообще отождествил эти объекты, сейчас называемые Местной группой галактик, частью которой является и наша галактика.

К середине 1920-х годов Эдвин Пауэл Хаббл с обсерватории Маунт Вилсон доказал, что многие из этих «туманностей» составляли одиночные системы. К 1929 году он опубликовал совместно с М.Хьюмансоном своё исследование, посвящённое тому, что «чем удалённее галактика, тем больше её свет смещается в красную сторону спектра».Такое красное смещение, как известно, является своеобразным показателем того, насколько быстро галактика удаляется от нас в рамках всеобщего расширения космического пространства. Сегодня, красное смещение названо законом Хаббла, которое, помимо всего прочего, является основой современной наблюдательной космологии.

Значение красного смещения (z) вычисляется вычитанием остатка длинны волны красного смещения галактических спектральных линий от наблюдаемой длинны волны и делением оставшейся длинны. Наибольшее значение красного смещения найденной Хьюмансоном (в конце 40-х) составило 2, и было равно 60000 км/с. или 20% скорости света. Такая галактика находилась от нас на расстоянии около 2,6 млрд. световых лет. Но самыми удалёнными от нас объектами являются, конечно же, квазары, чьё красное смещение >=3,5. Они удаляются от нас со скоростью около 90% скорости света и находятся в 15 млрд. св. лет.

В 1930-х Хаббл и Харлоу Шепли (Гарвардская обсерватория) обратили внимание на то, что на северном небе число ярких галактик больше, чем на южном. Хаббл, также, сфотографировал огромное количество слабых галактик и был уверен, что нашёл возможный конец феномену скоплений, хотя это было только начало больших открытий, которые ждали нас впереди. Ещё один, очень важный и значительный вклад в науку Хаббл сделал, когда классифицировал различные формы галактик, известных в то время. Вкратце, об этой классификации можно сказать, что все галактики Хаббл разделил на два главных класса: эллиптические и спиральные, делящиеся, в свою очередь, ещё на несколько классов… К 1950 году, учёные могли согласиться с общей характеристикой скоплений галактик. Из известных тогда нескольких таких скоплений, наиболее крупным было скопление в Волосах Вероники, которое насчитывало более 1000 индивидуальных галактик. Такие скопления в большинстве своём состояли из эллиптических и SO галактик. Не более половины всех галактик располагались внутри таких скоплений; остальные, называвшиеся, «полевыми» объектами, считались изолированными звёздными системами (в большинстве своём спиральными), лежащими вне скоплений. Несколько астрономов предположили, что область в Деве может состоять больше чем из просто скопления и гипотеза, предложенная Чарлиером об иерархической структуре гораздо более крупных скоплений была подвергнута сомнениям исследованиями Хаббла по подсчёту удалённых галактик.

Ж.Вакулер из Техасского университета в Остине, который занимался изучением более ярких галактик в северном галактическом полушарии с начала 50-х, был первым, кто определил и описал ближайшее к нам скопление. Согласно его исследованиям, оно расположено в скоплении Девы в 60 св. годах от нас и может иметь до 50 внерасположенных скоплений, названных группами, содержащими индивидуальные галактики, разбросанные между такими группами. Наша галактика находится в одном из скоплений, которое астрономы назвали Местной группой галактик, причём так, что она вне сверхскопления.

Второе великое открытие 50-80-х гг. - это растущая уверенность в том, что Местное сверхскопление не уникальное явление во Вселенной. Между 1950 и 1954 гг. всё северное небо было обозрено с широкоугольным 1,2м. телескопом им. Шмидта на горе Паломар. (Широко известный Паломарский обзор неба.) Вскоре после этого, Дж. Абелл из Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе составил каталог 2712 больших скоплений галактик. Абелл заметил, что многие из таких скоплений, казалось, были членами сверхскоплений, состоящих, в среднем, из 5-6 скоплений каждое. Его предложение, однако, основывалось на данных другого каталога скоплений, составленного на базе похожего исследования, проведённого Ф.Цвикки и его коллегами из Калифорнийского университета. Каталог Цвики говорил о том, что скопления не могут состоять из структур высшего порядка. Разногласие может быть разрешено с учётом того, что скопления, описанные Цвикки немного больше чем аналогичные объекты из каталога Абелл и включают в себя несколько центров концентрации галактик. Примерно в то же время, но уже на основе другого обзора неба (дополненного Ликской обсерваторией), Дж. Нейман, Э.Скотт и С.Шейн из Калифорнийского университета в Беркли (сообщавшего об открытии огромных «облаков галактик» - их терминологии сверхскоплений), также опытно предположили, что каждая галактика во Вселенной принадлежит скоплению, в ней не может быть изолированных звёздных систем. В 70-х наиболее полный из всех каталогов, составленный П.Пиблсом и его коллегами из университета в Принстоне, учитывающий ещё и спектры галактических скоплений говорит нам, помимо этого то, что скопления имеют тенденцию располагаться близко друг от друга.

Третье великое открытие в изучении феномена скоплений с начала 50-х, было в использовании красного смещения. Первым шагом в исследованиях такого рода, стало измерение красных смещений всех галактик, ярче определённой звёздной величины. Применяя закон Хаббла к значениям красных смещений, расстояние каждой галактики может быть вычислено с достаточной точностью. Такой подход имеет намного больше преимуществ в сравнении с анализом данных из каталогов, которые дают только две координаты галактики в пространстве (прямое восхождение и склонение.) По данным таких каталогов третья величина-расстояние, может быть приблизительно определено только по блеску галактик. На основе же красного смещения, расстояние определяется довольно точно по закону Хаббла. Недостаток этого метода в том, что тогда как, положение тысяч галактик может быть получено из одной фотографии, спектральные красные смещения определяются только однажды. Другими словами измерение красных смещений гораздо более длительный и трудоёмкий процесс. Эти два метода несовместимы. Каталоги дают анализ большого числа галактик в значительных областях Вселенной; красные же смещения обеспечивают три пространственных измерения, но во много меньших областях.

Надо сказать, что вообще, исследования красных смещений стали возможны только благодаря прогрессу телескопостроения. В частности, Хаббл и Хьюмансон имели доступ к самым большим инструментом своей эпохи (100 футовый рефлектор в Маунт Вилсон, а позже и 200 футовый на Паломаре), но тогдашнее фотоэмульсии мало сравнимы с сегодняшними. Современные спектрографы обычно включают электронные устройства, которые усиливают изображение, по меньшей мере, в 20 раз, прежде чем оно появится на детекторе. Активно используются и цифровые приёмники, так как они способны улавливать даже отдельные фотоны. Как результат, нынешние астрономы могут принимать за полчаса столько информации, сколько Хаббл и его современники принимали целую ночь.

Если заглянуть в прошлое, то первое исследование красных смещений было представлено на конференции 1960 года по применению оптических систем в астрономии. Работая с таким из таких новых устройств (с 120 футовым рефлектором Ликской обсерватории) Н.Майял получил спектры 40 из 82 ярчайших галактик, расположенных в 4о от центра скопления галактик в Волосах Вероники. В 1972 Р.Руд и Т.Падж из Вэсленского университета дополнили и расширили первоначальное исследование Н.Майла. Дополненные красные смещения были зарегестрированны Е.Кинтнером из того же университета, который затем проанализировал имеющиеся образцы в сотрудничестве с Руд, Падж и И.Кингом из университета в Беркли. Их результаты представляют первое современное, детальное изучение красных смещений, выполненное для одиночного скопления галактик. Они сообщали, что скопление состоит, в большинстве своём, из эллиптических систем и галактик типа SO, двигающиеся со скоростями, более чем 1000 км. В секунду, и что они могу быть не влиять на размеры скопления.

Четыре года спустя В.Тиффт из Аризонского университета и один из авторов данной статьи (Грегори) дополнили исследование по скоплению в Волосах Вероники, расширив и углубив его. Мы обнаружили, что само скопление занимает три градуса от центра, а число галактик формирует похожее на руку конструкцию, достигающую западной оконечностью ближайшего скопления А1367 и возможно соединяющуюся с ней. (А1367 стоит под номером 1367 в каталоге Абелл. Само скопление-Вероника-А1367.) Наши данные говорят о том, что красные смещения дают не только детальную картину удалённых скоплений, но также и важную информацию о галактиках, которые могут находиться на «переднем плане». Из-за того, что галактики на «переднем плане» кажутся находящимися в рассеянных «скоплениях», названных группами (или «облаками» если они ещё реже), красное смещение может обнаружить «скопления» разных размеров: от гигантских до самых маленьких. Действительно, редкие «переднеплановые» образцы могут очень много нам рассказать о том, как обычные скопления сформировываются в очень крупные и сложные структуры. Наши исследования также обращают внимание на малочисленность полевых галактик.

В стремительном и обширном потоке исследований очень часто можно встретить почти одинаковые результаты наблюдений, сделанных, однако, разными авторами. Также случилось и с Руд и Г.Чинкарини из университета в Оклахоме, которые занимались изучением галактик к западу от скопления в Веронике и обнаружили, что направленная на запад часть скопления, была всё ещё видна на расстоянии более 14о от основного скопления. Они также предположили, что эта западная часть может связывать скопление в Веронике и скопление А1367. Авторы статьи дополнили наблюдение скопления в Веронике новыми данными по его западной ветви и подтвердили, что эти два скопления могут быть связаны как бы мостом из галактик, который занимает 276 квадратных градусов и состоит из 278 галактик. (Данные собраны по наблюдениям Хэнса и Майла.)

Скопление в Веронике расположено около полюса нашей галактики, примерно в 90о от «покрывала» из пыли и газа, которое ограничивает видимость центральной области галактики. В нашем исследовании, мы решили взять спектры только тех галактик, которые ярче 15 звёздной величины, в миллионы раз дальше, чем Вега-одна из ярчайших звёзд северного неба. У нас, когда галактики показаны в двух измерениях, как они расположены на небе, можно видеть две главные концентрации: само скопление в Веронике на северо-востоке и скопление А1367 в юго-западном направлении (рис. 1.) По-другому, они производят очень сильное впечатление того, что карта составлена из многих удалённых друг от друга галактик, более или менее случайно распределённых между двумя центрами.

Результаты по исследованию красного смещения могут показать, как почти одинаковые галактики распределены согласно третьему измерению, то есть расстоянию, выявляя, при этом, довольно интересные результаты. Для этой цели, однако, достаточно использовать две позиционные координаты: радиальное расстояние (полученное из красных смещений) и угловое расстояние западно-восточных направлений неба (рис. 2.) Этот рисунок показывает нам неравномерное распределение галактик. Около нашей галактики также есть несколько небольших групп, напоминающих вершину своеобразного клина. Наиболее впечатляющей всё же является «густонаселённая» область в 315 млн. световых лет от нашей галактики (см. рис. 2.) Эта концентрация и называется сверхскоплением, так как она связывает не только два богатых скопления (в Веронике и А1367), но и несколько менее «населенных» скоплений, которые вместе образуют гигантскую межгалактическую структуру, простирающуюся на 70 млн. св. лет. Удивительно то, что наряду со сверхскоплениями на рисунке отчётливо видно, что существуют несколько «пустот» - районов, совершенно свободных от галактик. После завершения исследования, мы были уверены, что пустоты действительно существовали, но у нас были сомнения насчёт их уникальности. Понятно, что сначала мы считали их принадлежащими только этому участку неба.

С тех пор как было обнаружено первое сверхскопление по своей структуре и составу отличное от отдельных галактик, понадобилось найти другие сверхскопления, не похожие на Веронику-А1367, для того чтобы больше узнать об их природе. В 1982, по крайней мере, три ещё больших скопления находились под пристальным вниманием учёных. И все три имели свои особенности. В конце 70-х, начале 80-х гг., была исследована область скопления в Геркулесе одним из авторов данной статьи (Томпсоном) в сотрудничестве с Чинкарини, Руд, Тиффт и М.Таренгхи с двух метровыми телескопами Стюардской обсерватории (Аризонский университет) и национальной обсерваторией Китт-Пик. И снова исследования показали наличие довольно обширного сверхскопления, занимающего расстояние в 400-600 млн. св. лет. В отличие от Вероноики-А1367, скопление в Геркулесе не обладает одним или двумя дополнительными скоплениями. Несмотря на это, со скоплением в Веронике оно схоже в наличии обширной пустоты на переднем плане. Однако возможно наиболее удивительным явлением системы в Геркулесе является то, что большая часть населяющих его галактик-спирали. Они встречаются гораздо чаще, нежели эллиптические. Одна только эта особенность делает скопление в Геркулесе довольно примечательным.

Третьим по времени изучения сверхскоплением был участок звёздного неба с созвездиями Персея и Рыб. Сильно вытянутый в длину, он занимает более 40о, от хорошо известного скопления в Персее до маленькой группы галактик около эллиптической системы NGC 383. Новые наблюдения авторов в сотрудничестве с Тиффт показывают, что глубина видимого скопления не больше чем его ширина. В частности, мы можем полагать не только то, что скопление по форме напоминает нить, нитевидное волокно, но и также то, что отдельные галактики-члены скопления имеют довольно низкие скорости собственных движений. У нас также есть предположение, что многие галактики в скоплении Персей-Рыбы располагают плоскостями вращения или параллельными к оси скопления или же перпендикулярными ей. Данные наблюдения могут многое рассказать нам о том, как формируются галактики и сверхскопления. Третий обзор красных смещений покрывает только 2% видимого неба. Сразу несколько обсерваторий пытаются получить больше сведений о феномене сверхскоплений. Например, Д.Эйнасто, М. Йовир, Э.Саар и С.Таго из Эстонии, который независимо открыл скопление в Персее, а также пустоты в нём и проанализировал самый полный каталог галактических красных скоплений. Однако, каталог этот не достаточно подробен и нуждается в дополнении новыми результатами исследований.

Подобным образом, Чинкарини и Руд проанализировали распределении удаленных галактик, которые первыми сделали С.Рубин, В.Форд и их коллеги из отдела земного магнетизма Института Карнеги в Вашингтоне. Исследование Рубин-Форда покрывает всё небо, но имеет небольшие подробности в каждой его области. Это, в свою очередь, даёт возможность Чинкарини и Руд подтвердить наличие трёх сверхскоплений, которые мы описал выше и добавит ещё одну, ранее не отождествлённую структуру в южном полушарии: скопление в Гидра-Центавре. Труды Чинкарини, Руд, Эйнасто, Йовир, Саар и Таго дают основание полагать, что сверхскопления расположены далеко за пределами тех областей, которые мы упоминули в нашем исследовании красных смещений. Согласно их расчётам, скопление в Веронике-А1367 и Персее могут занимать площадь в 10 раз большую, чем ту, которую мы изначально предполагали.

Эти гипотезы получили дополнительную поддержку со стороны исследования, проведённого Р.Киршнер из университета в Мичигане, А.Омлер, П.Шечтер из Китт-Пик и С.Шетчман из обсерваторий Маунт-Вилсон и Лас Кампанас. Их исследование покрывает три маленьких участка северного галактического полушария. В каждой такой области они обнаружили галактики с красными смещениями, близкими к тем, которые были у галактик скопления Вероника-А1367. Они также были уверены, что нашли огромную пустоту, чьи размеры могли составлять 30на 1024 кубических св. лет. Из нескольких небольших областей на небе, сконцентрированных около северного галактического полюса, три казалось, были абсолютно свободными от галактик с красными смещениями около 12000-18000 км/с. В четырёх других областях, где они ожидали обнаружить около 25 галактик с красными смещениями в том же диапазоне, они, вопреки ожиданиями, нашли только одну такую галактику. Таким образом, вычисленная на основе всего исследования пустота расположена на расстоянии 570-780 млн. св. лет.

На основании настоящей работы, мы рассмотрели три наиболее хорошо определённых сверхскопления: Вероника-А1367, скопление в Геркулесе и Персее (см. рис. 3.) В таком представлении, наша галактика находится в центре. Тенденция галактик группироваться в скопления выглядит довольно своеобразно. Распределение пустот, которое мы посчитали сперва неуверенно, теперь не вызывает никаких сомнений. Вселенная могла так самоорганизоваться, что пространство между скоплениями могло быть заполнено более мелкими группами галактик, помимо того, что пустоты являются частью процесса формирования скоплений и сверхскоплений.

Изучение сверхскоплений относится не только к оптической астрономии; радио и рентгеновская астрономия также вносят существенный вклад. Радиоастрономы в состоянии зафиксировать наличие межгалактического газа, прежде всего тем, что некоторые радиоисточники в скоплениях и сверхскоплениях выдали себя вероятностью того, что газ был с низкой плотностью, а не высокой температуры. Если бы этот газ наполнял все сверхскопления таким же образом, каким они наполняют только некоторые из них, его вклад в общую массу сверхскоплений был бы огромен. Рентгеновская астрономия зафиксировала исключительно горячий газ у удалённых сверхскоплений. Непонятно, однако, идёт ли излучение только из центров ярких скоплений или же из областей между этими центрами. Дж. Бёрнс из университета в Нью – Мексико и один из авторов (Грегори) сравнили значения красных смещений различных скоплений, полученных Китт-Пик, радио карты «Очень большого радиотелескопа» в Сокорро и данные с рентгеновской обсерваторией Эйнштейн. Другие астрономы применили свои методы для собственного исследования красных смещений. Они были определены на основе наблюдений смещения 21-см. радиоэмиссионной линии неионизированного водорода в межзвёздном пространстве. Одно такое исследование было выполнено Р.Фишером и Р.Тулли из Гавайского университета в Маноа, которые нанесли на карту галактики местного сверхскопления. Наиболее чувствительный для такого рода наблюдений радио телескоп –303 метровая антенна в Аресибо (Пуэрто-Рико); на которой, собственно, и были проведены наблюдения всех трёх, уже упоминавшихся ранее скоплений. Учёные, работавшие над этим проектом, включали С.Чинкарини, Т.Бания, Р.Джиованелли, М.Хайнеса и одного из авторов (Томпсона.) Наблюдения эти довольно не однозначны, так как проведены не только для одной галактики, но также и для различных образований внутри нескольких сверхскоплений. Также эти исследования не достаточно «продвинуты» для того, чтобы сделать новые выводы о внутренней организации скоплений, и нуждаются в будущих наблюдениях.

Из исследований красных смещений стало ясно, что настоящее распределение галактик довольно не однородно на расстояниях в сотни миллионов световых лет. Довольно вероятным кажется тот факт, что эта неоднородность «тянется» на миллиарды световых лет и характерна для всей Вселенной. Однако следует добавить, что Вселенная может содержать в себе намного больше материи, чем кажется. Возможное существование такой материи (названной скрытой массой) сейчас предмет обширных дискуссий.

Если сегодня Вселенная неоднородна, то, очевидно, что на ранних этапах своего развития она всё же была однородна. Очевидность эта исходит из того факта, что мягкое, фоновое излучение Земли, которое «опутывает» нашу планету в микроволновом радиодиапазоне удивительно стабильно. Преобладающая точка зрения заключается в том, что фоновое излучение представляет собой расширившийся и охлаждённый остаток ранней, горячей Вселенной. Однако в 80 –х гг. были обнаружены некоторые неоднородности небольшого размера, но простирающиеся на огромные расстояния в пространстве. Можно ли представить себе такие неоднородности? Мы надеемся на то, что отдельные галактики и наличие огромных пустот внесут определённую ясность в вопрос о формировании галактик, скоплений галактик и сверхскоплений. На этот счёт существуют две ведущие гипотезы. Более условная модель говорит о том, что отдельные галактики появились вне близкой, однородной материи. Главная трудность данной гипотезы состоит в объяснении того, как Вселенная развилась из стохастического состояния в состояние, когда уже начали формироваться галактики. Согласно этой гипотезе, с тех пор как сформировались галактики, небольшие неоднородности в их распределении медленно расширились под длительным воздействием гравитационных сил. Конечным результатом такого расширения явились сверхскопления, которые мы и можем и наблюдать сегодня.

Следующие теоретические объяснения вопроса формирования галактик были предложены в 1972 г. двумя российскими учёными: Яковом Зельдовичем и Рашидом Сюняевым. Согласно предложенной ими модели газ молодой Вселенной не сразу компактифицировался в звёзды и галактики. Вместо этого, масштабные неоднородности в общем распределении газа увеличивались в ответ на гравитационное притяжение и стали большей частью неправильными. В конце концов, газ стал достаточно плотным для того, чтобы сконденсироваться в обширные пространства материи (названные «блинами»), которые затем сформировались в галактики. Таким образом, согласно данным предположениям, скопления и сверхскопления сперва были просто сгустками газа и только потом в них появились галактики.

Но получила ли какая-нибудь из этих моделей поддержку наблюдениями, которые мы выполнили для сверхскоплений? Например, модель Зельдовича – Сюняева требовала, чтобы все галактики входили в скопления или сверхскопления, «полевые» галактики или просто отдельные звёздные острова должны были быть самостоятельными, изолированными системами. Если такая модель правильна и галактики могут образовываться где угодно, только позднее формируясь в группы или скопления, отдельные галактики должны быть довольно распространёнными. Вообще, только группы изолированных галактик, которые мы открыли по нашим красным смещениям, были группами, разбросанными по границам сверхскоплений. Пустоты же оказались действительно свободными от галактик. Мы полагаем, что отдельные галактики, разбросанные внутри сверхскоплений, были когда-то членами небольших групп, впоследствии разрушенными столкновениями внутри плотных сверхскоплений. Кажется вероятным предположить, что в одно время все галактики были членами групп или скоплений. В целом, исследованное распределение галактик внутри сверхскоплений и наличие огромных пустот между ними полностью согласуются с моделью Зельдовича – Сюняева. Сторонники же альтернативной гипотезы надеются найти поддержку в объяснении того, как небольшие неоднородности могли превратиться в большие посредством случайных процессов.

В описании нитевидного скопления Персей-Рыбы мы предположили вероятность того, что оси вращения некоторых галактик находились в соответствии не только с осями вращения других галактик, но и возможно с массивной структурой самого скопления. Эта идея получила поддержку со стороны исследований, проведённых Марком Адамсом, Стефаном Стромом и Кареном Стромом из Китт – Пик, которые обнаружили похожие соответствия вращений в сразу нескольких скоплениях. Если такие соответствия подтвердятся, сторонники условной модели галактической формации столкнутся с непреодолимыми препятствиями в объяснении их собственных гипотез. Случайные статические процессы в условной модели не ведут к пониманию вращательных движений в больших диапазонах. Модель же Зельдовича – Сюняева готова объяснить такие соответствия.

Каковы перспективы подобных исследований в ближайшем будущем? Одним из самых обещающих направлений таких исследований является продолжение измерения микроволнового, фонового излучения. Даже небольшие неоднородности, замеченные в данном излучении, свидетельствуют о наличии вещества молодой Вселенной. Их параметры близки к тем, которые необходимы для проверки двух моделей галактической формации.

Наши последние комментарии касаются подведению итогов ко всему выше сказанному. Во–первых: Являются ли сверхскопления наиболее высокоорганизованными структурами в нашей Вселенной? Есть ли ещё что – нибудь кроме них? Для многих наших коллег, сверхскопления являются структурами, созданными гравитацией и кроме них больших образований нет. На наш взгляд, сверхскопления представляют собой возможно нынешнее состояние галактик, которые изолированы от других звёздных систем внутри самих скоплений.

Во – вторых, универсальность скоплений. Мы полагаем, что каждое богато населённое скопление в каталоге Abell является частью сверхскопления. Мы, однако, думаем, что необходимое условие для формирования крупного скопления именно в наличии скоплений – компаньонов. Наконец, мы хотим оставить читателя с чувством восхищения перед величием сверхскоплений. Скопление Вероника – А1367, на пример, находится более чем в 300 млн. св. лет от нашей галактики. Причем, находясь на таком огромном расстоянии, оно занимает, по меньшей мере, 20о на нашем небе, простираясь по созвездиям Волос Вероники и Льва. Чинкарини и Руд говорят о том, что оно может быть в 10 раз больше. Для астрономов и космологов, структуры нашей Вселенной подобных размеров оставляют поистине огромное количество вопросов и загадок для будущих наблюдений и исследований.

Данная статья была впервые опубликована в журнале Scientific American Стефаном А. Грегори и Лаярдом А. Томпсоном и содержит подробнейшую хронологию исследования сверхскоплений галактик – самых величественных образований нашей Вселенной. Авторы данной работы – это учёные, непосредственно занимающиеся проблемой сверхскоплений галактик, а также исследующие другие deep – sky объекты, новые и сверхновые звёзды. Грегори – профессор астрономии, работает в Нью – Йоркском гос. университете, а Томпсон – доктор философии, работает в Гавайском университете в Маноа сотрудником кафедры астрономии.