С. Г. ИСКУДАРЯН

О СВЯЗИ МЕЖДУ МЕХАНИЗМОМ ОБРАЗОВАНИЯ ГАЛАКТИК И СПОСОБОМ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ИХ ОТДЕЛЬНЫХ СТРУКТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ*

С появлением идей об активности ядер галактик и их роли в эволюции самих галактик внегалактические исследования приобрели новое содержание. Только тщательный анализ наблюдательных фактов мог привести Амбарцумяна к революционным для внегалактической астрономии выводам об активности ядер. Когда-то забытые центры галактик стали центром внимания не только астрономов-наблюдателей, но и теоретиков. Критика Амбарцумяном [1] гипотезы столкновения галактик, предложенной для объяснения радиогалактик, и убедительное обоснование связи явлений радиогалактик с процессами, имеющими место в ядрах галактик, выразительным примером чего являются радиогалактика NGC 4486, из центра которой выходит струя с тремя сгущениями, а также радиогалактики Лебедь А и Центавр А, в которых прямо очевидны бурные процессы, происходящие в области ядер, позволила по-новому подойти к исследованию явлений в галактиках. Возможно, что в те времена прямых систематизированных наблюдательных данных, указывающих на активность ядер галактик, казалось, было настолько мало, что трудно было поверить новым идеям. Между тем в их формулировке решающее значение имело подробное изучение и анализ наблюдательных данных. В 1958 г. на Сольвейской конференции доклад Амбарцумяна об эволюции галактик [2] не был до конца понят. Именно в этом докладе наряду со многими проблемами он выдвинул впервые мысль о теснейшей связи между механизмом образования галактик и способом возникновения их отдельных структурных особенностей. В этом докладе говорится: «Изучение некоторых кратных систем галактик привело нас к заключению, что между механизмом образования компонент и способом возникновения отдельных особенностей в структуре галактики существует интимная связь. Пока еще трудно понять точный характер этой связи, но нам кажется, дальнейшее изучение этой стороны проблемы должно открыть большие перспективы в решении вопроса о происхождении наблюдаемых структур отдельных галактик». Однако эта идея, как нам кажется, осталась в тени, может быть, потому, что даже в

* Предусматривается ряд работ, которые содержат в пределах возможности полный и детальный анализ наблюдательных данных относительно упомянутых в статье объектов и объектов, сходных с ними по физическим характеристикам.

настоящее время, когда накопилось столько наблюдательных фактов, указывающих на активность ядер галактик, все же часть исследователей внегалактических явлений не верит в то, что ядро в состоянии создать вокруг себя галактику. Они как будто сомневаются в генетической роли ядра. Тем не менее, идеи об активной, важной, можно сказать решающей роли ядер в эволюции галактик в настоящее время все более начинают доминировать, так как накоплен огромный наблюдательный материал, указывающий на грандиозные масштабы активности ядер, не могущий не влиять на строение соответствующих галактик. Идея же о теснейшей связи между механизмом образования галактик и способом возникновения их отдельных структурных особенностей долго продолжала оставаться в тени.

Между тем, уже в своем докладе, сделанном на Генеральной Ассамблее МАС в Беркли в 1961 г., Амбарцумян [3] продолжал развивать идеи, выдвинутые им в 1958 г. на Сольвейской конференции. В этом докладе наряду со многими важнейшими вопросами он подробно останавливается на происхождении отдельных подсистем в галактиках. Он приходит к выводу, что развитие галактики обусловлено последовательным образованием различных подсистем. Амбарцумян указывает на концентричность подсистем, указывающую на их рождение из ядра галактики. Однако встречается также немало случаев, когда та или иная подсистема или группа подсистем с новым центром становятся спутниками основной галактики. Отсюда вытекает, что явления возникновения новых подсистем в пределах данной галактики родственны с явлениями образования галактик-спутников. А это есть обобщение мыслей, высказанных в 1958 г. на Сольвейской конференции, о том, что между обычными сгущениями в рукавах галактики и галактиками-спутниками нет резкой границы, что в случае активности ядра осколки, удаляющиеся от него, продолжают оставаться потенциальными центрами активных космогонических процессов.

Ярким доказательством этих идей является работа Саржента и Сили [4] об изолированных HII областях. Две карликовые компактные галактики, которые составляют двойной объект IZW 0930+55, показывают спектр, в котором распределение энергии такое, как у гигантских областей HII в близких галактиках, как например, 30 Doradus в БМО и NGC 5471 в M101. Большинство гигантских HII областей во внешних галактиках представляют собой сверхассоциации. Эти объекты довольно интенсивно изучались в Бюраканской обсерватории [5—8]. Факты, связанные с ними, ярко иллюстрируют вышеупомянутые идеи Амбарцумяна. На фотоснимках [8] большинство из них выглядит как автономное образование в галактиках, особенно когда они находятся на периферии галактик. С этой точки зрения весьма примечателен пример комплекса 30 Doradus в БМО.

§ 1. *Вторичные центры активности.* Остановимся на этом комплексе несколько подробнее. Если внимательно смотреть на фотоснимок этого объекта [9], можно истолковать явления так, что следы спиральной структуры БМО берут начало из этого комплекса. Особенно бросается в глаза самый

длинный спиральный рукав, который проектируется на бар. При всей сложности структурных взаимоотношений в БМО, особенно между баром и системой 30 Doradus, нельзя не видеть, что мы имеем дело с суперпозицией двух подсистем, центры которых не совпадают. Интересно также, что спиральную структуру комплекс 30 Doradus развивал только в одну сторону (есть также примеры таких сверхассоциаций, которые развили спиральную структуру во все стороны: NGC 6412(8), NGC 3631(10)).

Поверхностные яркости этих двух подсистем — комплекса 30 Doradus и перемычки (бара) сильно отличаются друг от друга, что является косвенным свидетельством их разновременного образования. Очень ярко видны спиральная структура и ее связь с 30 Doradus на снимке в ультрафиолетовых лучах [11]. На этом снимке бар мало выделяется и поэтому не мешает видеть детали спиральной структуры.

Совершенно иначе представлена спиральная структура БМО в работах де Вокулера [12, 13] и в работе Корсо и Баскома [14]. Де Вокулер утверждает, что БМО определенно является спиралью с перемычкой. Изучая распределение звезд типа Вольф-Рае и долгопериодических цефеид, авторы работы [14] подтверждают его точку зрения, однако они встречаются с некоторыми трудностями в объяснении таких фактов, как например: 1) разные концы бара содержат разное звездное население. Тот конец, который попадает в область комплекса 30 Doradus, богат звездами типа Вольф-Рае, другой конец богат долгопериодическими цефеидами. Вместе с тем, недостаток на этом конце бара звезд типа Be и HII областей, а также не очень скученный вид этой части как будто говорят о том, что нельзя ожидать в этой области обнаружения новых звезд типа Вольф-Рае, т. е. разница в звездных населениях в различных концах бара вряд ли может исчезнуть в результате новых исследований; 2) существование вблизи центра бара области, богатой звездами типа Вольф-Рае, долгопериодическими цефеидами и имеющей примыкающие газовые кольца с нетепловыми радиоисточниками. Подобная же область встречается и в северной части БМО. Эти две области только по размерам уступают 30 Doradus. Их диаметры порядка 400 *пс*, тогда как диаметр 30 Doradus больше 600 *пс*.

По-видимому, упомянутые здесь трудности являются следствием неправильного определения центра *основной* спиральной структуры в интерпретациях упомянутых авторов. Мы подчеркиваем слово «основной», потому что не исключаем возможности того, что бар тоже мог развивать спиральные штрихи со своих концов. В работе [14], ссылаясь на работу других исследователей, авторы отмечают также, что в ММО спиральная структура с перемычкой более определенна для распределения долгопериодических цефеид, чем для голубых скоплений. Но, конечно, распределение короткопериодических цефеид и шаровых скоплений не связано со спиральной структурой. Факт этот, по-видимому, говорит о том, что ММО, отделившись в прошлом от БМО (это предположение естественно возни-

кает из рассмотрения снимка к статье [11], где единственный спиралеподобный хвост ММО обращен к БМО так, что если приблизить его к бару БМО, он станет продолжением бара в виде спирального рукава), с одной стороны носит в себе характерные для бара элементы (согласно [14], этот конец бара БМО богат долгопериодическими цефеидами), с другой стороны, являясь самостоятельной подсистемой, отличается обилием населения такого типа, который характерен уже для этой подсистемы. Возможно, что у ММО есть свой активный центр развития. Иными словами, БМО и ММО отличные примеры, иллюстрирующие идеи, высказанные Амбарцумяном. С точки зрения этих идей сверхассоциации как результаты бурной активности ядер галактик и, в свою очередь, как потенциальные центры активности должны носить в себе некоторые свойства ядер галактик, хотя и в меньших масштабах. Например, их локальная активность должна быть недолговременной, потому что запасы дозвездной материи, заключенные в них, должны быть намного меньше, чем в ядрах, во-первых, потому, что сверхассоциации образуются из кусков вещества, прежде заключенного в ядрах, во-вторых, потому, что в них уже существует обильное звездное население. Очень интересна с этой точки зрения сверхассоциация в NGC 7448, которая, находясь на периферии галактики, развила спиральные рукава, конечно, пока без структурных деталей, и тесно прикасается к галактике-родителю. U—B и B—V цвета для этой сверхассоциации [8] соответственно равны $-0^m.86$ и $+0^m.19$. Это яркая чллюстрация мысли Амбарцумяна [6] о том, что, возможно, есть нечто общее между сверхассоциациями и очень голубыми ядрами галактик. Для NGC 5615, связанной с галактикой NGC 5614 (тип Sa), в атласе Хаббла тип не отмечен. Она представляет собой сгущение типа сверхассоциации в рукаве NGC 5614, которое в свою очередь развило собственный довольно мощный рукав. Картина настолько очевидная и убедительная, что не оставляет места для сомнений.

Можно предполагать, что способностью создания вокруг себя локальной структуры обладают и более яркие из обычных ассоциаций. Только эта их способность должна, по-видимому, намного уступать по своим масштабам способностям сверхассоциаций.

Мысль о влиянии обычных ассоциаций на окружающую их структуру возникает хотя бы потому, что мы наблюдаем в изображениях галактик многочисленные и разнообразные разветвления. Такая структура не может в готовом виде выбрасываться из ядра. Эти микродетали, несомненно, образуются на месте. С точки зрения этой идеи мы рассмотрели изображения многих галактик в Хаббловском атласе, в атласе Арпа [15] и в Паломарском атласе [10]. Интересен тот факт, что в подавляющем большинстве случаев, в тех местах галактик, где есть разветвления, т. е. местах, откуда берут начало две или больше слабых второстепенных ветвей, обычно нет никаких сгущений, но в редких случаях, когда оно присутствует, оно является сверхассоциацией, яркой иллюстрацией чего является одна из

сверхассоциаций в NGC 6643 к юго-востоку от ядра [9]. Но чем объяснить это различие? По-видимому, тем известным свойством ассоциаций, что они имеют короткую продолжительность жизни (до 10^7 лет) и быстро становятся невидимыми в узлах этих ветвей. А для сверхассоциаций запасов дозвездного вещества хватает как для того, чтобы дать начало микрорукавам, так и для того, чтобы создать в этой местной структуре свое центральное сгущение. Примером порождения микроструктуры со стороны ассоциаций может служить любопытная протяженная HII область, связанная с двумя спиральными структурами в H в галактике M101 [16]. Недавние исследования некоторых HII областей в нашей Галактике привели к интересным результатам: Харпер и Лоу зарегистрировали эмиссию в далекой инфракрасной области из некоторых HII областей Галактики [17], а Мибёрн наблюдал высокие скорости в некоторых HII областях Галактики [18].

С нашей точки зрения — с точки зрения совместного возникновения звезд, газа и темной материи из одного и того же дозвездного тела, путем деления последнего и выброса вещества, интересны факты, указывающие на присутствие в HII областях [19] компактных сгустков высокой плотности и небольших размеров, подобно четырем сгусткам вблизи трапеции Ориона [20]. Нам кажется, что эти сгустки являются результатом деятельности первоначального дозвездного тела, из которого образуется данная HII область. Это — маломасштабные конгломераты — потенциальные центры активности, которые, возможно, дадут начало отдельным звездным скоплениям или звездным группам.

Факты эти, по-видимому, подтверждают, что ассоциации могут в процессе местной активности влиять на локальные морфологические особенности.

§ 2. *Бурная активность ядер в начальных стадиях развития.* Что касается макроструктуры галактик, описанной в де Вокулеровской классификации и характеризуемой комбинациями букв SA, SAB, SB, то она, по-видимому, является результатом бурной активности огромного масштаба в начальных стадиях развития ядер. Из последствий подобной активности на изображениях галактик мы видим структуры, которые могут быть истолкованы, как результаты деления и взрыва-выброса вещества. Интересен тот факт, что это в подавляющем большинстве имеет место у эллиптических и сферических систем, отличными примерами чего могут служить так называемые «гнезда» и «цепочки» из атласа взаимодействующих галактик Б. А. Воронцова-Вельяминова [21]. О природе таких цепочек говорит Б. Е. Маркарян в своей работе [22]. Он отмечает, что в цепочках почти полностью отсутствуют спиральные галактики, а компоненты имеют высокую светимость. Вероятность появления таких цепочек, состоящих из более чем пяти компонент, в результате случайного проектирования независимых галактик практически ничтожна. Цепочки неустойчивы. Автор работы [22] делает вывод о том, что большинство из наблюдаемых цепо-

чек — реальные физические образования. Более того, возможно, они представляют собой одну из специальных форм возникновения малых групп галактик.

а) *Объекты типа Аро.* Интересны с этой точки зрения также объекты типа Аро [23], большинство которых представляет собой совокупность сгущений голубого цвета, имеющих светимости порядка сверхассоциаций и погруженных в диффузную (бесструктурную) среду. Это дает основание думать, что объекты типа Аро, которые имеют сильный ультрафиолетовый эксцесс, тоже являются результатом деления первоначального массивного дозвездного тела. Каждая компонента может дать начало отдельным мощным рукавам или другим структурным особенностям. На это указывает тот факт, что некоторые из них содержат компоненты с хвостом, подобно NGC 3991, а часть их показывает ядро со струей [24].

Больше половины объектов списка Аро изучено Г. Мюнчем [25]. Среди них похожими на спиральные галактики считаются галактики NGC 3991, 3994—95, которые составляют физическую группу. По спектроскопическим исследованиям Мюнча объекты Аро напоминают центральные области высокой поверхностной яркости галактик гигантов или сверхгигантов. Воронцов-Вельяминов делит объекты Аро на две основные группы [26]: большие спиральные объекты и небольшие, неправильные карлики с яркой ядерной областью. Часть объектов Аро изучена Дю-Пуи [27]. На двухцветной диаграмме U—B, B—V, они лежат в маленькой области между квазизвездными объектами и линией главной последовательности. Поляриметрическое исследование 9 объектов типа Аро не показало сильной поляризации их излучения [28]. Возможно, что объекты типа Аро — это такая стадия развития центральной части галактики, когда бурная активность, выразившаяся в образовании сверхассоциаций и ассоциаций, только что закончилась.

б) *Взрывающаяся галактика M 82.* В связи с вопросом о бурной активности ядер в начальных стадиях развития галактик большую ценность представляют факты, связанные с взрывающейся галактикой M 82, на чем нам хотелось бы остановиться подробнее. Наблюдения M 82, выполненные американскими астрономами, привели к удивительным результатам, которые подсказывают нам мысль, что перед нами один из этапов процесса образования центральной части большой галактики. Работа ван ден Берга [29] содержит данные наблюдений центральных частей M 82 в близкой инфракрасной области. В этих лучах центральная часть галактики представляет концентрацию около дюжины ярких узлов. Пять из них образуют яркую вытянутую структуру. Это образование показывает сильный непрерывный спектр, на фоне которого выделяются бальмеровские эмиссионные линии. Линия H_δ явно показывает эмиссионное ядро в центре широкой абсорбционной линии. Это подтверждает наблюдение Линдса и Сандейджа, которые в свое время заметили сильный абсорбционный фон под эмиссионной линией H_α. Абсолютная визуальная величина каждого из этих пяти

узлов порядка —16^{m}.0, т. е. по своей светимости они порядка сверхассоциаций. Но по размерам они намного уступают сверхассоциациям. Единственной причиной того, что автор работы [29] их не назвал сверхассоциациями, является то, что они расположены близко к ядру галактики, в то время как сверхассоциации, изученные Шахбазян [7, 8],— объекты, находящиеся в рукавах галактик или вообще на их периферия х. Поэтому ван ден Берг назвал свои объекты «сверхскоплениями», но с оговоркой, что это название не должно означать, что они — системы, имеющие отрицательные энергии. По данным ван ден Берга, центральная область М 82 очень богата HII областями. На пластинках с длинными экспозициями видна более слабая эмиссионная туманность, которая тянется в гало М 82. Автор считает, что образование сверхскоплений не является непосредственным результатом взрыва в ядре М 82 и что их образование указывает на нового типа нестационарное явление, т. е. явление активности большого масштаба. Эта нестационарность, кажется, ограничивается во внутренней, размером около половины *кпс*, части М 82. И до сих пор неясно, как связаны радиоисточники, находящиеся около центра галактики. со сверхскоплениями, которые видны в оптическом диапазоне.

Посмотрим на эти факты с нашей точки зрения — с точки зрения генетической роли ядра в жизни галактики.

Заранее отметим, что нельзя считать доказанным, что сверхассоциации обязательно должны находиться только в спиральных рукавах или на периферия х галактик. Тот факт, что сверхассоциации, изученные Шахбазян, находятся в основном в спиральных рукавах и на периферия х галактик, возможно, объясняется тем, что Шахбазян не имела возможности изучать такие сверхассоциации в околоядерных областях галактик из-за малой разрешающей способности телескопа.

Таким образом, узлы в околоядерной области М 82 могут оказаться сверхассоциациями в начальных стадиях своего развития. Центральная область М 82 богата также HII областями. Картина такая, как будто в центральной части галактики произошло интенсивное деление первоначального массивного дозвездного, находящегося в стадии перехода в звездное состояние тела. Интересен тот факт, что в М 82 нет ни одной детали, имеющей спиральный вид. Такой хаотический вид галактики, разрезанной абсорбционными прожилками, Линдс и Сандейдж объясняют, как последствие гигантского взрыва, имевшего место в ядре этой галактики.

Мы уже отметили, что сверхассоциации не только могут быть результатом взрывных процессов, во время которых из ядра выбрасываются массы дозвездного вещества, но и результатом интенсивного деления первоначального сверхмассивного дозвездного тела, находящегося в ядре галактики, и постепенного удаления получившихся фрагментов от ядра. Этот процесс отделения фрагмента может оставить след в виде спирального рукава галактики, а при местной активности фрагмент может создать и локальную спиральную структуру.

Таким образом, нестационарное явление нового типа и большого масштаба, на что указывает ван ден Берг, по-видимому, связывается с формированием сверхассоциаций и их активностью. При таком объяснении уже становится естественной прямая связь радиоисточников с этими объектами.

в) *Формирование подсистем.* Таким образом, формирование спиральных ветвей может быть связано с процессами деления ядра и истечения вещества из него. У некоторых эллиптических галактик (NGC 5128, 4486, 3561) наблюдаются структуры, указывающие на взрывы, происшедшие прямо в центре галактики. Этот факт, по-видимому, можно объяснить тем, что у этих сферических систем настал этап образования спиральной подсистемы. Возможно, что образование двух подсистем — сферической и плоской в галактиках обусловлено двумя различными формами активности. Возможно также, что вокруг эллиптических галактик существуют дозвездные тела, являющиеся продуктом активности ядер этих галактик в ранних стадиях развития и находящиеся в процессе перехода в звездное состояние. На это указывает существование голубых объектов вокруг части эллиптических галактик, поисками которых занимались в Бюракане [30—32]. Исследованием некоторых из этих объектов занимались и зарубежные астрономы [33, 34]. В последней работе особое внимание уделяется системам, находящимся около NGC 3561 и IC1182. По размерам (2—3 *кпс*), по светимости ($-16^m.0$, $-17^m.0$), а также по сходству распределения энергии в непрерывном спектре объекты сходны с объектом Аро 4 и с конденсациями в ветвях спиральных галактик. Автор работ [33, 34] делает вывод, что наблюдаемые сгущения представляют собой недавно сформировавшиеся карликовые галактики. Интересно также нахождение двух весьма голубых объектов около D галактики [35]. Возможно, что эти объекты-спутники являются будущими очагами локальной активности и центрами образования местных структур, а может быть, начальными стадиями целых галактик-спутников.

Поскольку образование спиральных деталей связывается с мощными выбросами вещества из ядра, то особое внимание привлекают случаи, когда такие выбросы имеют место в эллиптических галактиках или в неправильных галактиках II типа, у которых отсутствует спиральная структура. Возникает мысль, что у этих систем только что наступил этап образования плоской подсистемы. Рассматривая снимок NGC 5128, невозможно не предположить, что у этой галактики именно теперь возникает спиральная подсистема в результате гигантского взрыва и выброса вещества (в частности, поглощающего вещества) из ядра. Работа Серсика [36], дающая результаты фотометрии этой галактики, говорит о том, что центральная часть галактики представляет собой сложную структуру, состоящую из цепочек сгущений, разделенных линиями поглощающей материи. Автор работы [36] допускает, что эти цепочки могут состоять из O—B звезд высокой светимости. Абсолютная фотографическая величина каждого сгущения порядка $-8^m.5$. Картина центральной части NGC 5128 более определенна в

красных лучах и очень напоминает картину центральной части M 82, описанную в работе [29], только у M 82 сгущения по своей светимости порядка сверхассоциаций. Такая разница в светимостях сгущений в центральных частях NGC 5128 и M 82, по-видимому, связана с различием природы самих галактик. NGC 5128 представляет собой гигантскую почти сферическую галактику, в то время как M 82 — неправильная галактика весьма сплюснутой формы, т. е. сферическая подсистема в ней очень слаба. Возможно, что в случае M 82 после взрыва прошло меньше времени, и мы наблюдаем более раннюю стадию развития выброшенной материи.

Спутник M 51 по своему внешнему виду напоминает вышеупомянутые системы. Это убедительная иллюстрация идеи Амбарцумяна о том, что при взрывных процессах в ядрах галактик куски, удаляющиеся от ядра, продолжают оставаться потенциальными центрами активных космогонических процессов. В настоящий момент спутник M 51 носит в себе следы двух последовательных взрывов. Первый доставил его на свое нынешнее место. На снимке в Хаббловском атласе, в виде так называемых «связывающих лоскутов, клочков» явно видна та тропа, по которой летел этот конгломерат.

Основной спиральный рукав связывает спутник с темной областью, по размерам примерно равной размерам спутника.

Следы второго, уже местного взрыва, который должен дать начало образованию местной структуры, хорошо видны как в Хаббловском атласе, так и в атласе Арпа. На снимке в Хаббловском атласе видна по направлению запад—восток так называемая «трещина» вдоль всей западной половины. Такие «трещины», как известно, представляют собой полосы поглощающей материи и особенно ярко выделяются в таких системах, как спутник M 51, в то время как наличие их в рукавах спиральных галактик считается естественным и не привлекает особого внимания. По-видимому, такие «трещины» представляют начало возникновения новых подсистем, новых структурных деталей. Картина взрыва в ядре NGC 5128, как мы видим, связана с выделением из ядра огромного количества диффузного вещества, включая сюда и поглощающую материю. Мы думаем, что такие гигантские взрывы в эллиптических и сферических системах, образуя подобные «трещины» и тем самым искажая облик галактики, дают начало появлению спиральных подсистем. Интересной иллюстрацией этой мысли является NGC 5128, юго-восточная половина которой в результате взрыва уже потеряла свою однородную сферическую форму. Или возьмем веретенообразную галактику NGC 2685 [9]. Очевидно, что половину галактики обвивает струя, выброшенная из ядра. И если бы эта струя имела возможность обвивать всю галактику, то вряд ли эта галактика была бы классифицирована как пекулярная линзовидная галактика (SOp). Скорее всего она бы рассматривалась как неправильная галактика II типа, напоминающая галактику M 82.

Таким образом, мощная активность ядер эллиптических и линзовид-

ных галактик может превратить эти галактики как в неправильные галактики, так и в спиральные, что, по-видимому, зависит, в основном, от масштаба активности ядра.

Удивительную структуру показывает галактика NGC 6217 на снимке в атласе Арпа (№ 185). Здесь явно существовал не один центр активности, а несколько. Иначе трудно объяснить существование трех, хотя и неполноценных, но очень похожих друг на друга баров, которые в отдельности дают начало как мощным, так и слабым рукавам. Яркое звездообразное ядро галактики связывается как будто с одним из них. Контакт баров с ядром очень слабый, поэтому складывается впечатление, что ядро не связано с ними. Возможно, что галактика в начальных стадиях развития была в состоянии объектов типа Аро, т. е. совокупностью нескольких массивных сгущений, из которых одно, центральное, продолжало действовать как ядро, а остальные развили структурные особенности. Галактика имеет слабое внешнее кольцо, которое характерно для сейфертовских галактик.

О процессах деления и взрывного характера, происходящих в ядрах галактик, Амбарцумян говорит, как об основных видах активности ядер, которые могут иногда приводить к формированию новой галактики или даже целого скопления галактик [37]. Такие процессы должны быть особенно часты в начальных стадиях развития ядер. Однако по некоторым снимкам атласа Арпа создается впечатление, что явления крупномасштабных взрывов возможны и после того, как ядро создало вокруг себя две основные подсистемы — сферическую и плоскую. Встречаются случаи, когда видны струи больших масштабов из ядерных областей спиральных галактик, находящиеся, по всей видимости, в другой плоскости и имеющие другое направление, чем рукава галактик. Возможно, такие взрывы из ядер спиральных галактик дают начало новым структурным особенностям, деталям, отдельным подсистемам или спутникам. Очень интересен в этом отношении фотоснимок галактики NGC 4051, сделанный с помощью камеры Лаллемана [38]. На снимке в состав всей системы входят также 8 образований или 4 пары объектов. Каждая пара представляет собой две очень похожие структурные детали, симметрично расположенные относительно ядра. NGC 4051 — сейфертовская галактика типа Sb. Большинство сейфертовских галактик принадлежит моргановскому типу g или gk. Между тем NGC 4051 принадлежит моргановскому типу f. Если допустить, что эволюция галактик идет в направлении от типов gk, g к типам f, af, a, то NGC 4051 окажется более поздней стадией развития сейфертовских галактик, следовательно, можно думать, что слабые образования в NGC 4051, обнаруженные с помощью камеры Лаллемана, возникли после того, как сформировалось центральное, более яркое тело галактики, и тем самым представляют продукт более поздней стадии активности ядра.

§ 3. *Вторичные центры активности как центры звездообразования и вспышек.* Таким образом, ядра время от времени в период своей активности могут выбрасывать в пространство вещество, из которого могут обра-

зоваться отдельные структурные детали галактик, подсистемы, спутники. Если не придерживаться взгляда, что все они возникают из выброшенного газа, то это означает, что в галактиках наряду со звездным населением и межзвездным газом может присутствовать дозвездное вещество, которое еще не перешло в звездное состояние. Значит, в галактиках можно наблюдать процесс звездообразования. Естественно, он должен протекать параллельно перечисленным нестационарным явлениям. На снимках некоторых галактик видны проявления этих процессов в отдельных участках галактик. Заранее отметим, что мы не допускаем возможности в течение всего нескольких лет быстрых изменений, связанных с отдельными, но целыми участками галактик, с целой ассоциацией или сверхассоциацией, ибо такие изменения требуют довольно длинных промежутков времени. Но если допустить, что в этих отдельных участках галактик или в их ассоциациях и сверхассоциациях существуют не очень массивные фрагменты дозвездного вещества, которые могут в какой-то фазе своей жизни вспыхнуть и этим в довольно короткий срок изменить как вид данной детали, так и ее яркость, то станут понятными нижеописанные нестационарные явления в галактиках.

Галактика NGC 6503, которая показывает слабую эмиссию в ядерной области в линии λ3727 Å.(39), показала на наших снимках в течение полутора месяцев изменения в общем виде одной из своих ассоциаций. Это в особенности бросалось в глаза, когда полученные снимки сравнивались со снимками семилетней давности.

Появление и исчезновение слабых объектов были заметны на наших снимках в околоядерных областях галактик NGC 2268 и NGC 2276. Последняя галактика известна тем, что в течение шести лет в Бюракане в ней обнаружены вспышки трех сверхновых звезд [40—42]. Как раз после вспышки третьей Сверхновой, которая находилась в близком соседстве с ядром и в течение трех месяцев была еще видна, в период ее ослабевания был обнаружен очень слабый объект, примыкающий к ядру с северной стороны. Он был виден на двух фотоснимках. На третьем фотоснимке, который был получен через неделю, его уже не было видно. Звезды, с которыми при оценках яркости сравнивались эти объекты (как у NGC 2268, так и у NGC 2276), на последующих снимках имеются. Интересен также тот факт, что некоторые ассоциации в галактике NGC 2276 показывают изменения в своей яркости и тем самым в цвете. Это оказалось возможным обнаружить, потому что галактика получилась на трех парах карт Паломарского атласа, а эти пары сняты в разные ночи, разделенные большими промежутками времени в следующей последовательности: август 1952 г., март 1953 г. и январь 1955 г. Южный рукав галактики населен несколькими ассоциациями, которые составляют цепочку, но расположены не очень близко друг к другу. Цепочка эта начинается ассоциацией, которая в свою очередь представляет собой комплекс более слабых сгущений. Затем следуют как будто одиночные ассоциации. Этот комплекс меняет свой звездный облик от одной кар-

ты к другой. Ассоциация, находящаяся рядом с этим комплексом, меняет свою яркость. Если на картах от августа 1952 г. и марта 1953 г. она по своей яркости гораздо слабее находящейся рядом, но с другой стороны ассоциации, то на карте от января 1955 г. обе ассоциации примерно равны по своей яркости. Яркости ассоциаций сравнивались между собой по изображениям галактики, которая занимает на картах площадь не более $2'.5 \times 2'.5$, что в известной степени исключает возможность таких изменений яркости в результате копирования негативов. Возможность подобных изменений яркости звездных ассоциаций в зависимости от атмосферных условий в данном конкретном случае также исключается, поскольку сравниваемые друг с другом звездные ассоциации являются довольно компактными объектами. Изменение атмосферных условий при переходе от одной карты к другой сильнее бы отразилось на более протяженных образованиях галактик. Такие различия не наблюдаются ни в NGC 2276, ни в других галактиках, составляющих с ней тесную группу.

В работе Уокера [43] говорится о переменности ядра галактики NGC 4254. Пересмотрев снимки пятидесятилетней давности и получив также новые снимки, он подтвердил открытие Лампланда [44] об изменении структуры ядерной области этой галактики и о небольшом изменении яркости ядра и сделал вывод, что за эти изменения ответствен звездообразный объект диаметром $2''.5$ (200 *пс*). Уокер предполагает, что этот объект должен иметь некоторое сходство с квазизвездными объектами. Эта галактика согласно Бюраканской классификации имеет звездоподобное ядро, подобно NGC 2268 и NGC 2276. У NGC 4254 речь фактически идет, в основном, об изменении формы ядра и лишь в меньшей степени об изменении его яркости. По-видимому, в примыкающей к ядру области в разное время имела место активность маломасштабных конгломератов, которые и давали ядру разный вид. Возможно, что у части звездоподобных ядер, а может быть, у всех звездоподобных ядер, для околоядерных областей характерно то, что в примыкающих к ядру областях находятся некоторые массы дозвездного вещества, способные вспыхивать на время или надолго. Постепенно должна создаваться состоящая из звезд оболочка вокруг ядра.

В галактике NGC 5406 (галактика с перемычкой, $m_{pg} = 13^m.0$) на Паломарских картах нами обнаружены два голубых объекта, цвет которых в интернациональной системе порядка $-0^m.5$. Оба находятся в рукаве галактики близко друг к другу, с юго-западной стороны недалеко от ядра. Один из объектов — южный — звездообразный. Его след едва виден на красной карте. Северный более слабый объект имеет туманные края. Его следа нет на красной карте. Но этот слабый объект получился на наших фотоснимках в голубых лучах, сделанных с большими экспозициями для проверки реальности обоих объектов. По-видимому, красная звездная величина этого объекта ниже предела чувствительности красных карт Паломарского атласа, поэтому его следа нет на красной карте. А вот яркого звездообразного объекта на наших снимках не оказалось.

Подобный объект на расстоянии 10″ от ядра другой галактики тринадцатой величины был найден Райлом и Пули [45]. Голубой звездообразный объект с угловым диаметром $<2''$ является необычным радиоисточником.

§ 4. *О телах незвездной природы.* Все вышесказанное, по-видимому, есть результат активности тех конгломератов, которые, по Амбарцумяну, являются потенциальными центрами активных космогонических процессов. Мы имеем дело с процессами превращений дозвездного вещества, доставленного в разные части галактики в результате взрывных процессов в ядре или путем фрагментации и постепенного удаления этих фрагментов от ядра и дающего в процессе активности как бы сигнал о своем переходе в звездное состояние.

Все вышесказанное, по-видимому, ясно говорит о том, что связь между механизмом образования галактики и способом возникновения ее отдельных структурных особенностей определяется генетическими свойствами дозвездного вещества. Это хорошее доказательство того, что ядро, содержащее огромные запасы дозвездного вещества, создает вокруг себя галактику. Но создавая галактику, ядро само истощается и в конце концов может оказаться невозможным его обнаружить. Но и в таком истощенном состоянии ядра, возможно, иногда проявляют некоторую активность. Об этом говорит хотя бы тот факт, что часть некомпактных ядер галактик бюраканского класса 2 показывает радиоизлучение, по наблюдениям Товмасяна [46]. Может быть, для прекращения активности ядра необходимо, чтобы в нем кончились запасы дозвездного вещества. Итак, дозвездные тела отвечают за все те бурные и более спокойные процессы, которые происходят в ядрах и вокруг них, на что почти во всех своих работах, относящихся к проблемам ядер галактик, указывает Амбарцумян. Эти же тела ответственны за многие нестационарные явления, которые мы наблюдаем в разных частях, в разных уголках галактик. В этом сущность идеи об интимной связи механизма образования галактик со способом возникновения их отдельных структурных особенностей.

Автор сознает сложность вышеизложенной задачи и трудность не только ее решения, но и точной постановки в пределах одной статьи. Некоторые мысли, оформленные в статье, вероятно, требуют более строгого и критического подхода. Многие факты заслуживают более серьезной проверки, чем это сделали мы на основе имевшихся в нашем распоряжении данных. Наша цель заключалась в том, чтобы указать на интересные выводы, которые получаются, если исходить из представлений об активности ядер и понятия о вторичной активности при изучении строения галактик. Заметим также, что хотя отдельные факты, использованные выше, могут вызывать сомнение, все же в совокупности их нельзя отрицать. Поэтому и наши выводы, сделанные выше, должны быть близки к истине. Тем не менее мы полностью сознаем необходимость проверки этих выводов.

Автор выражает свою благодарность академику В. А. Амбарцумяну за обсуждение настоящей работы.

Февраль 1973 г.

Ս. Գ. ԻՍԿՈՒԴԱՐՅԱՆ

ԱՍՏՂԱՅԻՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐԻ ԱՌԱՋԱՑՄԱՆ ՄԵԽԱՆԻԶՄԻ ԵՎ ՆՐԱՆՑ ԱՌԱՆՁԻՆ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԱՅԻՆ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԾԱԳՄԱՆ ՁԵՎԻ ՄԻՋԵՎ ԳՈՅՈՒԹՅՈՒՆ ՈՒՆԵՑՈՂ ԿԱՊԻ ՄԱՍԻՆ

Ամփոփում

Կան որոշ փաստեր, որոնք խոսում են այն գաղափարի օգտին, որ գերաստղաստիւրները և պայծառագույն աստղաստիւրները աստղային համակարգերում կարող են համարվել որպես երկրորդական՝ տեղական ակտիվության կենտրոններ։ Որոշ կառուցվածքային առանձնահատկությունների առաջացումը, որոնք դիտվում են աստղային համակարգերում, ըստ երևույթին պայմանավորված է հենց այդ տեղական ակտիվությամբ։

S. G. ISKUDARIAN

ON THE CONNECTION OF THE MECHANISM OF FORMATION OF GALAXIES AND THE WAY OF ORIGIN OF THEIR STRUCTURAL FEATURES

Summary

There are some evidences in favour to the idea, that super-associations and the brightest associations can be considered as secondary — local centres of active processes in the galaxies. The origin of some structural features, which are observed in the galaxies, apparently, are due to these local active processes.

ЛИТЕРАТУРА

1. *В. А. Амбарцумян*, Труды V совещания по вопросам космогонии, М., 413, 1956.
2. *V. A. Ambartsumian*, Solvay Conference Report, Bruxells, 1958.
3. *V. A. Ambartsumian*, Transactions IAU, XIB, 145, 1962.
4. *W. L. W. Sargent, L. Searle*, Ap. J., 162, L155, 1970.
5. *В. А. Амбарцумян, С. Г. Искударян, Р. К. Шахбазян, К. А. Саакян*, Сообщ. БАО, 33, 3, 1963.
6. *V. A. Ambartsumian*, IAU—URSI Symposium № 20, 122, Canberra, 1964.
7. *Р. К. Шахбазян*, Астрофизика, 4, 273, 1968.
8. *Р. К. Шахбазян*, Астрофизика, 6, 367, 1970.
9. *A. R. Sandage*, The Hubble Atlas of Galaxies, Washington, 1961.
10. Palomar Atlas of Sky Survey, California, 1955.
11. *D. J. Faulkner*, Sky and Telescope, 26, 69, 1963.
12. *G. de Vaucouleurs*, Observatory, 74, 23 and 157, 1954.
13. *G. de Vaucouleurs*, A. J., 60, 126, 1955.
14. *G. Corso* and *W. Buscombe*, Observatory, 90, 229, 1970.
15. *H. Arp*, Atlas of Peculiar Galaxies, Pasadena, 1966.
16. *М. Демулен, М. Витон, И. Жоржелен*, Симпозиум МАС № 29, 434, 1968, Ереван.

17. *D. A. Harper* and *F. J. Low*, Ap. J., 165, L9, 1971.
18. *J. Meaburn*, Nature, 228, 1068, 1970.
19. *P. G. Mezger*, National Radio Astronomy Observatory Reprint Series BN 204.
20. *P. G. Mezger*, National Radio Astronomy Observatory Reprint Series BN 218.
21. *Б. А. Воронцов-Вельяминов*, Атлас и Каталог взаимодействующих галактик, М., 1959.
22. *Б. Е. Маркарян*, Сообщ. БАО, 33, 29, 1963.
23. *G. Haro*, Bol. Obs. Tonantzintla y Tacubaya, № 14, 8, 1956.
24. *T. Kiang*, Dunsink Observatory Reprints, № 52, 1967.
25. *G. Munch*, Sky and Telescope, 17, 231, 1958.
26. *Б. А. Воронцов-Вельяминов*, Астрон. циркуляр, № 455, 6, 1967.
27. *D. L. DuPuy*, A. J., 73, 882, 1968.
28. *W. Hiltner*, *B. Iriarte*, Ap. J., 128, 443, 1958.
29. *S. van Bergh*, Astron. and Astrophys., 12, 474, 1971.
30. *В. А. Амбарцумян*, *Р. К. Шахбазян*, ДАН АрмССР, 25, 185, 1957.
31. *В. А. Амбарцумян*, *Р. К. Шахбазян*, ДАН АрмССР, 26, 277, 1958.
32. *Р. К. Шахбазян*, *С. Г. Искударян*, ДАН АрмССР, 28, 53, 1959.
33. *A. Stockton*, 129 th Amer. Astron. Soc. Meet., Honolulu, Haw., 1969.
34. *A. Stockton*, Ap. J., 173, 247, 1972.
35. *К. А. Саакян*, Астрофизика, 1, 126, 1965.
36. *J. L. Sersic*, Observatory, 78, 26, 1958.
37. *V. A. Ambartsumian*, Solvay Conference Report, Bruxells, 1964.
38. *G. Wlérick*, Public. de l'Observatoire de Haute Provence, 10, 787, 1970.
39. *G. de Vaucouleurs*, Ap. J., suppl. ser., 5, № 48, 1961.
40. *С. Г. Искударян*, *Р. К. Шахбазян*, Астрофизика, 3, 133, 1967.
41. *Р. К. Шахбазян*, Астрон. циркуляр, № 461, 1968.
42. *С. Г. Искударян*, Астрон. циркуляр, № 480, 1968.
43. *M. F. Walker*, PASP, 79, 593, 1967.
44. *C. Lampland*, PASP, 34, 167, 1921.
45. *M. Ryle*, *G. G. Pooley*, Ap. Letters, 4, 137, 1969.
46. *H. M. Tovmassian*, Aust. J. Phys., 21, 193, 1968.