

В. А. АМБАРЦУМЯН, Л. В. МИРЗОЯН

АСТРОФИЗИКА

Отдельный оттиск из сборника

«Достижения науки в Советской Армении», АН Армянской ССР,
Ереван, 1984



АСТРОФИЗИКА

Древнейшая наука астрономия в последние десятилетия переживает небывалое развитие. Астрономические исследования, посвященные физическому изучению систем и явлений, наблюдаемых во Вселенной, привели к открытию космических объектов, в которых материя находится в совершенно необычных, неизвестных на Земле состояниях, и серьезно расширили наши представления о Вселенной, вскрыли важные закономерности происхождения и эволюции звезд и звездных систем.

В современный прогресс астрономии свою лепту внесли армянские астрофизики—сотрудники ордена Ленина Бюраканской астрофизической обсерватории Академии наук Армянской ССР*.

Бюраканская обсерватория была основана в 1946 г. и начала свою деятельность одновременно со строительством. Наблюдения обсерватории осуществлялись небольшими телескопами, прямо под открытым небом.

Первые телескопы в обсерватории (5-дюймовый двойной астрограф и 8-дюймовая камера Шмидта) имели небольшие размеры и были собраны из оптических и механических деталей, изготовленных различными иностранными фирмами. Однако уже в 1949 г. в Бюракане были установлены приборы отечественного производства: оригинальной конструкции 25-см телескоп-спектрограф и крупнейший небулярный спектрограф. Наряду с первыми телескопами они сыграли заметную роль в астрономических наблюдениях, прежде всего с целью исследования звездных ассоциаций.

В дальнейшем размеры и значение новых телескопов, установленных в обсерватории, постепенно возрастали (16- и 20-дюймовый телескопы классической системы и 21-дюймовая камера Шмидта).

Введение в строй 21-дюймового широкоугольного телескопа, крупнейшего в СССР в то время, позволило обсерватории начать работы по изучению галактик—огромных звездных систем типа нашей Галактики (Млечного Пути).

* Об истории Бюраканской астрофизической обсерватории в первые годы, о ее становлении и дальнейшем развитии, как и о ее научных достижениях можно прочесть в работах Л. В. Мирзояна (Бюраканская астрофизическая обсерватория АН Армянской ССР, на арм. яз., АН АрмССР, Ереван, 1956) и Г. М. Товмасына (Бюраканская обсерватория, на арм., русск. и англ. яз., АН АрмССР, Ереван, 1977).

Особое значение не только для обсерватории, но и для всей советской астрономии имело вступление в строй в 1960—61 гг. второго по величине в мире метрового телескопа системы Шмидта, обладающего крупнейшими в мире метровыми объективными призмами. Уже почти 20 лет он служит источником уникальной и разнообразной астрофизической информации о слабых звездах и галактиках.

Наконец, в октябре 1976 г. в Бюракане состоялось открытие крупнейшего телескопа классической системы, с диаметром зеркала 2.6 м. Если метровый телескоп системы Шмидта, благодаря большому исправленному полю, позволяет получать на одном снимке сразу тысячи звезд и галактик и среди них выбрать объекты, наиболее интересные для дальнейшего исследования, то новый телескоп, имея небольшое полезное поле, обладает несравненно большим масштабом получаемых изображений и предназначен для глубокого исследования отдельных звезд, туманностей и галактик. Эффективная и согласованная работа этих двух телескопов является залогом дальнейшей плодотворной работы Бюраканской обсерватории.

Следует добавить, что в Бюракане, кроме оптических методов наблюдения, развиваются и радиоастрономические, а в последнее время также инфракрасные методы наблюдений. Причем, развертывание как оптических, так и радиоастрономических наблюдений нестационарных звезд и галактик в значительной мере было обусловлено возможностью совместных исследований армянских астрономов с учеными других советских и зарубежных (Австралия, Болгария, Венгрия, ГДР, США, Франция, ФРГ и др.) обсерваторий, с использованием крупнейших телескопов мира.

Серьезные задачи стояли перед Бюраканской обсерваторией в первые годы существования по подготовке необходимых специалистов. В отличие от других обсерваторий, которые обычно привлекают астрономов из разных университетов страны, в Бюракане с первых дней основания обсерватории были намечены мероприятия по подготовке собственных специалистов, воспитанных в соответствии с тематикой ее работ.

В 1947 г. в Ереванском университете по инициативе и с помощью Бюраканской обсерватории была введена специализация по астрофизике, а через пять лет в Бюракане появились первые выпускники астрофизики. В дальнейшем эта практика была продолжена, и в настоящее время все специалисты-астрофизики в Бюракане являются почти исключительно выпускниками Ереванского университета. Более высокую квалификацию эти специалисты получили через аспирантуру. Причем, в первое время в этом вопросе Бюраканской обсерватории большую помощь оказали ученые из других советских астрономических учреждений, в первую очередь Ленинграда. В последующем Бюраканская обсерватория сама оказывала соответствующую помощь другим советским, а также некоторым зарубежным (Венгрия, Болгария) обсерваториям.

За последние десятилетия окрепла и лабораторная база обсерва-

тории, возникли и развивались отделы и лаборатории по отдельным проблемам и методам исследований, значительное внимание было уделено внедрению в астрофизические наблюдения и измерения автоматки и вычислительной техники.

Целеустремленная и последовательная работа вооруженной современными наблюдательными и лабораторными приборами астрофизической обсерватории, плодотворное ее сотрудничество с другими советскими и зарубежными учреждениями в решении актуальных проблем привели к серьезным научным достижениям.

Из первых работ Бюраканской обсерватории наиболее важными являются исследования по разработке теории флуктуаций поверхностной яркости Млечного Пути, которая исходила из представления о клочковатой структуре межзвездной поглощающей материи. Используя данные о наблюдаемых флуктуациях в распределении звезд и галактик на небе, а также в распределении яркости Млечного Пути с учетом флуктуаций, обусловленных существованием физических групп звезд и галактик, теория флуктуаций позволила определить средние параметры (размеры, мера поглощения света, пространственная плотность и др.) поглощающих облаков, составляющих межзвездную материю в Галактике, вскрыть некоторые закономерности пространственного распределения звезд в ней.

В 1947 г. в Бюракане были открыты звездные ассоциации—звездные системы нового типа, являющиеся, как выяснилось тогда же, очагами звездообразования. Открытие звездных ассоциаций во многом предопределило дальнейшую деятельность новой обсерватории. Проблема изучения нестационарных явлений в звездах и звездных системах, вызванных их динамической и физической неустойчивостью в начальных стадиях эволюции, стала определяющей в деятельности обсерватории. Открытие звездных ассоциаций подтвердило представление о том, что для изучения вопросов физики и эволюции звезд и звездных систем принципиально важное значение имеют нестационарные объекты и системы, т. е. такие объекты и системы, состояние которых за короткое время подвергается резким изменениям.

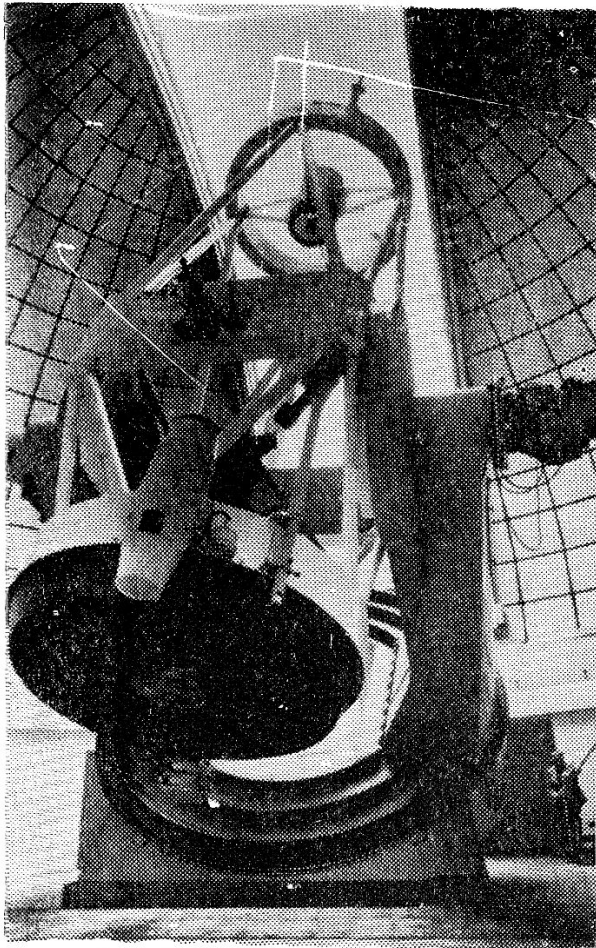
Действительно, анализ сил, действующих в ассоциациях, показал, что они являются динамически неустойчивыми образованиями, многие из которых вследствие этого в настоящее время расширяются. Принципиально новое представление о динамической неустойчивости звездных ассоциаций и основанное на нем предсказание о расширении этих систем, о движениях звезд, по своему характеру коренным образом отличающихся от всех видов движений ранее изучавшихся в звездной динамике, подтвердились наблюдениями внутренних движений звезд в ряде близких ассоциаций.

Было показано, что в результате расширения звезды ассоциации должны полностью распастись за время порядка 10^7 лет. Это время на три порядка меньше возраста большинства звезд Галактики, в том числе Солнца. Поэтому динамическая неустойчивость звездных ассоциаций свидетельствует о недавнем их возникновении. Это, в свою

очередь, говорит о крайней молодости звезд, составляющих ассоциации. Таким образом, открытие звездных ассоциаций было *первым наблюдательным свидетельством в пользу представления о продолжающемся в настоящее время в Галактике процессе звездообразования.*

Население звездных ассоциаций характеризуется обилием горячих гигантов и сверхгигантов спектральных классов О—В, либо же карликовых звезд с эмиссионными линиями в спектрах (переменные звезды типа Т Тельца и примыкающие объекты). Соответствующие системы получили название О- и Т-ассоциаций.

Изучение структурных особенностей звездных ассоциаций привело к выделению в их составе специального класса кратных звезд типа



Крупнейший 2,6-метровый телескоп Лурганской астрофизической обсерватории.

Трапеции Ориона. Было показано, что вследствие своеобразия пространственных конфигураций, образуемых членами этих систем, они должны распастся значительно быстрее самих материнских ассоциаций—за время порядка 10^6 лет.

Звезды в ассоциациях обычно проявляют сильную физическую нестационарность (неправильную переменность излучения, истечение материи с поверхностных слоев, вспышки и т. д.). Изучение этого явления показало, что оно, как правило, характеризует неравновесное состояние звезды в начальных стадиях эволюции.

Исследования звездных ассоциаций позволили найти важные закономерности эволюции звезд, исходя не из умозрительных заключений, основанных на произвольных предположениях, во многом предопределяющих эти заключения, а на основе обобщения и анализа наблюдательных данных о звездах и звездных системах.

Основываясь на наблюдательных фактах, свидетельствующих о расширении и последующем распаде звездных ассоциаций, была разработана гипотеза о сверхплотной дозвездной материи. В противоположность классической гипотезе, допускающей формирование звезд и звездных систем из разреженной газовой материи путем ее конденсации, в новой гипотезе возникновение небесных тел рассматривается как результат распада сверхплотных дозвездных тел неизвестной природы—протозвезд.

Был внесен существенный вклад в разработку теории сверхплотной газовой материи (наличие гиперонов в сверхплотных звездах, уравнение состояния и др. вопросы), свидетельствующий о принципиальной возможности существования равновесных конфигураций вырожденного газа, обладающего плотностью атомных ядер и выше*.

Посредством статистического изучения звездных вспышек было показано обилие вспыхивающих звезд в агрегатах—ассоциациях и молодых скоплениях. Отсюда был получен вывод о том, что стадия вспыхивающей звезды является закономерной стадией звездной эволюции, через которую проходят все карликовые звезды, вслед за стадией типа Т Тельца, для которой характерны непрерывные и неправильные изменения блеска.

В подтверждение этой закономерности в звездных агрегатах Плеяды, Ясли, Орион и в Лебедь посредством длительных фотографических наблюдений, выполненных на телескопах обсерватории, были открыты и исследованы несколько сот вспыхивающих звезд.

Для объяснения необычных изменений излучения звезд типа Т Тельца и вспыхивающих было развито несколько условное представление о выносе дискретных порций внутризвездной энергии в поверхностные слои звезды сгустками—осколками дозвездной материи, еще сохранившейся в недрах молодых звезд. Распад этой материи приводит к освобождению отдельных порций энергии, вызывающих неправильные изменения излучения или звездные вспышки. Это представление позволило предсказать существование двух классов вспышек—«быстрых» и «медленных», обладающих различными физическими особенностями, что было подтверждено наблюдениями. Оно оказалось плодотворным и для объяснения явления фуора—необычных изменений излучения объектов типа FU Ориона.

Фотоэлектрическими и фотографическими наблюдениями звездных вспышек звезд типа UV Кита окрестности Солнца и в звездных агрегатах (Плеяды, Орион) были выявлены характерные световые и цветовые их особенности.

Всестороннее изучение звездных ассоциаций, таким образом, показало огромное значение нестационарных звезд и звездных систем—объектов, находящихся на поворотных стадиях своего развития—для вопросов эволюции и физики космических состояний материи.

Начиная с 50-х гг. Бюраканская астрофизическая обсерватория большое внимание уделяет внегалактическим исследованиям. Исключительно интересные результаты получены при изучении нестационарных явлений в галактиках. Исходным для этих исследований явился вывод теории звездных ассоциаций о том, что начальные стадии развития космической материи связаны с высокими плотностями и коло-

* Веским свидетельством существования в природе сверхплотных тел явилось открытие английскими радиоастрономами в 1968 г. пульсаров—космических радиоисточников, излучающих крайне короткие радиоимпульсы и, по современным представлениям, обладающих очень высокими плотностями.

сальными энергиями. Поскольку в мире галактик стадии эволюции космической материи продолжаются сравнительно долго, то допускалось, что свойства дозвездной материи в галактиках могут проявляться в течение более длительного времени и в более явной форме.

Уже первые работы, выполненные непосредственно после открытия в США радиогалактик—галактик, обладающих мощным радиоизлучением, показали, что нестационарность в мире галактик встречается чаще, притом в особенно бурной форме и несравненно больших масштабах, чем в мире звезд. Оказалось, например, что динамически неустойчивых систем, в частности типа Трапеции, в мире галактик относительно больше, чем в мире звезд.

В Бюракане были обнаружены голубые выбросы из ядер галактик, открыты и исследованы грандиозные нестационарные явления—колоссальные взрывы, сопровождаемые выбросами и извержениями огромных газовых масс, мощных струй материи, а иногда и целых компактных галактик; спокойное истечение материи; необычно мощное радио- и оптическое излучение и др.

Эти исследования привели в 1954—55 гг. к фундаментальному выводу о том, что наиболее мощные нестационарные явления, наблюдаемые в мире галактик, почти всегда являются результатом активности наблюдаемых в их центральных частях небольших сгущений—ядер. В частности, явление радиогалактик было объяснено как одно из проявлений активности ядер галактик. Было обосновано положение о том, что ни звезды, ни газо-пылевая материя, содержащиеся в ядрах галактик, не могут быть причиной этих поразительных явлений. Их объяснение требует допустить, что в ядрах галактик имеются сверхплотные массивные образования неизвестной природы, физические условия в которых сильно отличаются от условий, наблюдаемых в известных космических образованиях или изученных в земных лабораториях.

Блестящим подтверждением идеи об активности ядер галактик явились обнаружение колоссального взрыва, происшедшего в ядре галактики M82, и открытие квазаров—квазизвездных внегалактических объектов. Последние представляют собой галактики, обладающие чрезвычайно активными ядрами, причем активность выражается прежде всего в огромной, чудовищной светимости ядер. Новые свидетельства в пользу идеи об активности ядер галактик, играющей определяющую роль в эволюции галактик и их систем, получены на основе детального изучения крупнейшими телескопами и радиотелескопами мира галактик, показывающих необычно сильное ультрафиолетовое излучение, обнаруженных в Бюракане.

Начиная с 1965 г. в Бюракане было обнаружено около 2000 таких галактик. Спектральные и радиоастрономические исследования этих ультрафиолетовых галактик, выполненные бюраканскими астрономами совместно с учеными из других советских и зарубежных (Англия, Франция, ФРГ, США) обсерваторий, показали, что многие из них обладают высокой активностью ядер. Среди них встречаются разные проявления этой активности. Около 10% галактик с необычайно ин-

тенсивным ультрафиолетовым излучением обладают свойствами сейфертовских галактик—физически и динамически крайне нестационарных. В ряде случаев ядра ультрафиолетовых галактик являются двойными или кратными. У них обычно чаще, чем у нормальных галактик, наблюдается радиоизлучение.

Кроме изложенных результатов, достигнутых в Бюракане и относящихся непосредственно к изучению нестационарных явлений в мире звезд и галактик, следует отметить и некоторые другие результаты, во многом способствовавшие развитию новых представлений.

Заслуживают упоминания прежде всего детальные исследования по фотометрии, спектроскопии, колориметрии и поляриметрии нестационарных звезд, туманностей и галактик. Этими исследованиями вскрыты важные закономерности физики и эволюции указанных образований, определен ход дальнейшей работы в этой области. Вместе с этим в ходе упомянутых исследований были открыты три сверхновые, несколько сот вспыхивающих и переменных звезд, более сотни кометарных туманностей и объектов Хербига—Аро, около сотни звезд с H_{α} -эмиссией в спектре, десятки планетарных туманностей и открытых звездных скоплений, сотни голубых объектов галактической и внегалактической природы и т. д.

Следует особо отметить открытие в 1949 г. в Бюракане, независимо от американских астрономов, явления поляризации света звезд, открытие наряду с межзвездной поляризацией поляризации, обусловленной околос звездными оболочками, открытие переменности звездной поляризации, наконец, открытие необычно высокой степени поляризации Крабовидной туманности.

Кроме того, в Бюраканской обсерватории выполнены теоретические работы по теории переноса излучения, теоретические и наблюдательные исследования, посвященные межзвездному поглощению света, поляризации света звезд, физике и динамике планетарных и диффузных туманностей, статистике двойных и кратных звезд типа Трапеции и т. д., которые являются ценным вкладом в современную астрофизику.

Дальнейшим развитием исследований по звездным ассоциациям явились начатые в Бюракане и лишь затем продолженные за границей работы по сверхассоциациям в отдельных галактиках.

Многие из изложенных выше научных результатов оказали заметное влияние на развитие астрофизики во всем мире. Это, главным образом, результаты, относящиеся к проблемам возникновения звезд и звездных систем в нашу эпоху и активности ядер галактик. Новые плодотворные идеи, характеризующие бурные процессы во Вселенной, возникшие и разработанные в Бюракане и часто подхватывавшиеся и развивавшиеся в других обсерваториях мира, твердо вошли в науку и окончательно заменили господствовавшее представление о спокойной, неизменной Вселенной.

Следует подчеркнуть, что не всегда результаты, полученные в Бюракане, находили немедленно всеобщее признание. Достаточно вспомнить, что в начале 50-х гг. часть астрономов отрицала существование

звездных ассоциаций. Гипотеза о сверхплотной природе дозвездного состояния вещества до сих пор встречает возражения со стороны большинства астрофизиков-теоретиков, хотя наблюдатели уже давно убедились, что подавляющее большинство непосредственно наблюдаемых нами разнообразных эволюционных процессов Вселенной сводится к переходам от плотного состояния к разреженному. Например, идея об активности ядер галактик, которая в настоящее время уже не только никем не оспаривается, но и усиленно разрабатывается многими специалистами по галактикам, была встречена «в штыки» на Сольвейской конференции в 1958 г. Только после того, как астрофизические наблюдения принесли блестящие подтверждения этой идеи, она стала общепринятой.

В нашем обзоре мы привели краткое изложение истории развития Бюраканской астрофизической обсерватории, построив его вокруг тех основных идей, которые лежали в основе всей деятельности обсерватории. Это идеи о возникновении и развитии звезд и звездных систем в современную эпоху и об активности ядер галактик, играющей определяющую роль в эволюции этих звездных систем. Разработанные в Бюракане благодаря применению нового наблюдательного подхода к эволюции звезд и галактик*, они обусловили серьезные успехи Бюраканской обсерватории.

С другой стороны, современная наука и астрономия в частности развиваются главным образом благодаря совместным исследованиям коллективов ученых целой страны, иногда даже разных стран, посвященных актуальным проблемам науки. В астрономии это относится, прежде всего, к исследованиям наблюдательного характера, являющимися основой астрономии. Недаром считается, что астрономия— наука наблюдательная. Поэтому создание и установка нового телескопа или более совершенной приемной и измерительной аппаратуры в обсерватории порою важнее для ее деятельности, чем многие научные исследования, выполненные в ее стенах менее совершенными приборами.

Теоретические же исследования в Бюраканской астрофизической обсерватории всегда основывались на богатом наблюдательном материале, накопленном во всем мире, и способствовали большей целеустремленности наблюдательных программ и правильной интерпретации результатов наблюдений.

Исходя из этих соображений трудно было точно определить долю участия каждого члена коллектива обсерватории в тех или иных достижениях обсерватории и указать в изложении обзора. Тем не менее, мы сочли возможным привести в конце настоящей статьи небольшой список трудов, относящихся к отдельным наблюдательным открытиям и новым теоретическим концепциям, сделанным или разработанным в Бюраканской астрофизической обсерватории. Естественно, что он да-

* См. Л. В. Мирзоян, Наблюдательный подход к эволюции звезд и галактик, в кн.: «Вопросы физики и эволюции Космоса», Изд. АН АрмССР, Ереван, 1978, стр. 197.

ет лишь приблизительное представление об участии сотрудников обсерватории в основных научных работах, выполненных в Бюракане.

Несколько более полное представление о работах сотрудников обсерватории, опубликованных до 1967 г., дает список наиболее важных трудов, приведенный в статье авторов в сборнике «Академия наук Армянской ССР за 25 лет» (Изд. АН АрмССР, Ереван, 1968, стр. 34). Однако и его нельзя считать полным. Помимо того, что в этих списках не могли бы отражаться важные работы, связанные с оснащением обсерватории новыми телескопами и лабораторным оборудованием, или необходимые для общей деятельности обсерватории текущие исследования, само понятие «наиболее важные труды» является относительным и в будущем может несколько меняться в том смысле, что работа, которая сегодня выглядит не очень важной, завтра может оказаться весьма важной, и наоборот.

Помимо большого количества текущих исследований и рутинных, но важных для науки наблюдений и в связи с ними, в результате исследований Бюраканской обсерватории сделаны многие наблюдательные и теоретические открытия. Их одно лишь перечисление дает представление о влиянии обсерватории на современное развитие астрофизики. Поэтому резюмируя сказанное приведем перечень некоторых из них.

1. Наблюдательные работы

1. Открытие поляризации света звезд [1].
2. Открытие высокой степени поляризации света Крабовидной туманности [2].
3. Открытие переменности поляризации света звезд—красных сверхгигантов и карликов типа Т Тельца [3].
4. Открытие нескольких сотен вспыхивающих звезд в звездных агрегатах. Вскрытие эволюционного значения стадии вспышечной активности в жизни карликовых звезд [4].
5. Доказательство нетепловой природы непрерывной эмиссии, наблюдаемой у звезд типа Т Тельца и вспыхивающих звезд [5].
6. Открытие голубых галактик—выбросов из ядер гигантских галактик [6].
7. Открытие сверхассоциаций—гигантских систем молодых звезд во внешних галактиках [7].
8. Открытие галактик с ультрафиолетовым избытком излучения [8].
9. Открытие компактных групп компактных галактик [9].
10. Открытие большого числа кометарных туманностей, в том числе таких, которые обладают особо быстрыми изменениями строения и блеска [10].
11. Открытие значительного числа объектов Хербига—Аро [11].
12. Вскрытие особенностей излучения и морфологии галактик с активными ядрами, в частности с избытком ультрафиолетового излучения [12].

II. Столкновение наблюдательных данных. Новые теоретические концепции

1. Разработка теории флуктуаций в яркости Млечного Пути [13].
2. Выявление нового класса звездных систем—звездных ассоциаций. Гипотеза о сверхплотной дозвездной материи [14].
3. Введение понятия о кратных системах типа Трапедии как ранних фазах эволюции [15].
4. Разработка теории сверхплотной вырожденной газовой материи [16].
5. Разработка концепции об активности ядер галактик [17].
6. Разработка теории перераспределения энергии внутри линий поглощения в звездных атмосферах [18].

Интересно добавить, что в связи с перечисленными открытиями новых объектов и разработкой новых концепций бюраканскими исследователями в мировую науку был введен ряд новых терминов, которые нашли повсеместное распространение: звездные ассоциации, системы типа Трапедии, сверхассоциации, активность ядер галактик, фуоры и т. д.

В заключение отметим, что работа Бюраканской астрофизической обсерватории была высоко оценена. Еще в 1967 г. она, первая (и пока единственная) среди астрономических учреждений СССР, удостоилась высшей правительственной награды—ордена Ленина.

Подробнее с исследованиями армянских астрофизиков можно ознакомиться в следующих книгах:

Амбарцумян В. А., Мирзоян Л. В., Саакян Г. С. I—III главы в кн.: «Проблемы современной космогонии», ред. В. А. Амбарцумян, М., 1969 и 1972 (имеются переводы на французский и немецкий языки).

Амбарцумян В. А. Проблемы эволюции Вселенной (на русском и армянском языках), Ереван, 1968.

Мирзоян Л. В. Вспыхивающие звезды, Ереван, 1973 (на арм. яз.).

Товмасын Г. М. Неистовые галактики, Ереван, 1974 (на арм. яз.).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Домбровский В. А.* О поляризации излучения звезд ранних спектральных типов. ДАН АрмССР, 10, № 5, 1949.
2. *Домбровский В. А.* О природе излучения Крабовидной туманности, ДАН СССР, 94, № 6, 1954; *Хачикян Э. Е.* О поляризации света Крабовидной туманности, ДАН АрмССР, 21, № 2, 1955.
3. *Григорян К. А.* Поляризационные наблюдения μ Цефея, Сообщ. Бюраканской обс., 25, 45, 1958; *Варданян Р. А.* Поляризация света T и RY Тельца. Сообщ. Бюраканской обс., 35, 3, 1964.
4. *Амбарцумян В. А.* К статистике вспыхивающих объектов, в кн.: «Звезды, туманности, галактики», АН АрмССР, Ереван, 1969; *Амбарцумян В. А., Мирзоян Л. В.,*

- Парсамян Э. С., Чавушян О. С., Ерастова Л. К.* Вспыхивающие звезды в Плеядах, *Астрофизика*, **6**, № 1, 1970; *Мирзоян Л. В., Чавушян О. С., Ерастова Л. К., Оганян Г. Б., Меликян Н. Д., Нацвлишвили Р. Ш., Цветков М. К.* Вспыхивающие звезды в Плеядах, V, *Астрофизика*, **13**, № 2, 1977.
5. *Амбарцумян В. А.* Явление непрерывной эмиссии и источники звездной энергии. Сообщ. Бюраканской обс. **13**, 1954=*Astron. Popular (Mexico)*, № 2, 1955; *Мирзоян Л. В.* К вопросу о непрерывной эмиссии, *ДАН СССР*, **119**, № 4, 1958.
 6. *Амбарцумян В. А., Шахбазян Р. К.* Кратные галактики и радиогалактики. Сообщ. II. Голубые выбросы и спутники из эллиптических галактик, *ДАН АрмССР*, **25**, № 4, 1957.
 7. *Амбарцумян В. А., Искударян С. Г., Шахбазян Р. К., Саакян К. А.* Сверхассоциации в отдаленных галактиках. Сообщ. Бюраканской обс., **33**, 3, 1963; *Шахбазян Р. К.* Фотометрия сверхассоциаций в 12 отдаленных галактиках, *Астрофизика*, **6**, № 3, 1970.
 8. *Маркарян Б. Е.* Галактики с ультрафиолетовым континуумом, *Астрофизика*, **3**, № 1, 1967; *Маркарян Б. Е., Липовецкий В. А., Степанян Дж. А.* Галактики с ультрафиолетовым континуумом, XIV, *Астрофизика*, **15**, № 4, 1979.
 9. *Шахбазян Р. К.* Компактные группы компактных галактик, *Астрофизика*, **9**, № 4, 1973; *Ambartsumian V. A., Arp H. C., Hoag A. A., Mirzoyan L. V.* Some Remarks on Compact Groups of Compact Galaxies, *Астрофизика*, **11**, № 2, 1975.
 10. *Парсамян Э. С.* Список кометарных туманностей, обнаруженных на Паломарских картах, *Изв. АН АрмССР, физ.-мат. науки*, **18**, № 2, 1965; *Гюльбудагян А. Л., Магакян Т. Ю.* Новые кометарные туманности, *Письма АЖ*, **3**, № 3, 1977.
 11. *Гюльбудагян А. Л., Магакян Т. Ю.* Новые красные объекты, внешне похожие на объекты Хербига-Аро, *ДАН АрмССР*, **64**, № 2, 1977.
 12. *Маркарян Б. Е.* О природе галактик с ультрафиолетовым континуумом, I. Основные цветовые и спектральные особенности, *Астрофизика*, **8**, № 1, 1972; II. Объекты с широкими эмиссионными линиями, *Астрофизика*, **9**, № 1, 1973; *Heidmann, J., Katloghlian A. T.* A Possible Evidence For The Recent Production of Markarian Galaxies, *Астрофизика*, **9**, № 1, 1973; *Товмашян Г. М.* Радиоизлучение галактик Маркаряна, в кн.: «Вопросы физики и эволюции Космоса», Изд. АН АрмССР, Ереван, 1978; *Хачикян Э. Е.* Об активности ядер галактик с UV континуумом, там же; *Аракелян М. А.* Галактики высокой поверхностной яркости. Сообщ. Бюраканской обс., **47**, 3, 1975.
 13. *Амбарцумян В. А.* К теории флюктуаций в видимом распределении звезд на небе, Сообщ. Бюраканской обс., **6**, 1951.
 14. *Амбарцумян В. А.* Эволюция звезд и астрофизика, АН АрмССР, Ереван, 1947; *он же*, Вводный доклад на симпозиуме по эволюции звезд в Риме, Изд. АН СССР, Москва, 1952=*Transactions of The International Astronomical Union, Vol. 8, Cambridge, Univ. Press. 1954, p. 665*; *он же*, О протозвездах, *ДАН АрмССР*, **16**, № 4, 1953.
 15. *Амбарцумян В. А.* Кратные системы типа Трапеции, Сообщ. Бюраканской обс., **15**, 1954.
 16. *Амбарцумян В. А., Саакян Г. С.* О вырожденном сверхплотном газе элементарных частиц, *Астрон. ж.*, **37**, № 2, 1960; *они же*, О равновесных конфигурациях сверхплотных выраженных газовых масс, *Астрон. ж.*, **38**, № 5, 1961.

17. Амбарцумян В. А. Об эволюции галактик, Изв. АН АрмССР, серия физ.-мат. наук, **11**, № 5, 1958=La structure et l'évolution de l'univers, Bruxelles, Ed. Stoops, 1958; *Ambartsumian V. A. On The Nuclei of Galaxies and Their Activity*, in: The Structure and Evolution of Galaxies, London-New York-Sydney, Interscience Publ., 1965; *Ambartsumian V. A.*, Introduction, in: Study Week on Nuclei of Galaxies, Amsterdam—London—New York, North—Holland, Amer. Elsevier, 1971.
18. Арутюнян Г. А., Никогосян А. Г. Контуры спектральных линий при некогерентном рассеянии, ДАН СССР, **242**, № 1 1978; Мнацаканян М. А. К решению задач переноса излучения в полубесоконечных средах, Сообщ. Бюраканской обс., **50**, 59, 1978.