

PERSONALIA

Рашид Алиевич Сюняев

(к 70-летию со дня рождения)

PACS number: 01.60.+q

DOI: 10.3367/UFNr.0183.201303k.0333

1 марта 2013 года исполняется 70 лет академику Рашиду Алиевичу Сюняеву, одному из лидеров мировой астрофизики, автору фундаментальных результатов, вошедших в учебники и университетские курсы теоретической астрофизики и физической космологии во всем мире.

Р.А. Сюняев родился в Ташкенте в семье уроженцев Пензенской губернии — инженера-строителя Али Сюняева и фармацевта Саиды Кильдеевой. По словам Р.А. Сюняева, большую роль в формировании его мироощущений и интересов сыграло общение с отцом, который из-за происхождения и ссылки семьи не имел возможности заниматься интересующим его делом, но всю жизнь посвятил самообразованию и имел широкие интересы и особое почтение к науке, любил и хорошо знал историю и литературу. После школы в Ташкенте Р.А. Сюняев с отличием окончил Московский физико-технический институт (МФТИ) в 1966 г.

В марте 1965 г. произошла встреча Рашида Алиевича с академиком Яковом Борисовичем Зельдовичем, предопределившая его дальнейшую судьбу. С этого момента он — студент-дипломник, а затем аспирант Я.Б. Зельдовича в МФТИ и Институте прикладной математики (ИПМ) АН СССР. Почти ежедневное общение с ЯБ на протяжении 22 лет стало важнейшим фактором в формировании Р.А. Сюняева как учёного, работающего на стыке теории и эксперимента. Работа с ЯБ была постоянной учёбой, требовавшей максимальной самоотдачи, но и приносившей радость ежедневного познания нового и неизведанного. ЯБ умел поддерживать молодых и вселять в них глубочайший интерес к науке и веру в возможность эксперимента. Нет сомнений, что студенту Р.А. Сюняеву не могло повезти больше — Учитель у него был замечательный и уникальный.

Работы Р.А. Сюняева охватывают широкий круг астрофизических проблем от физики элементарных процессов до физической космологии. Среди результатов, ставших неотъемлемой частью современной астрофизики — "стандартная" теория дисковой аккреции на чёрные дыры и нейтронные звезды (Шакура и Сюняев, 1973 г., 1976 г.); формула Сюняева – Титарчука (1980) для спектра излучения, формирующегося при комптонизации низкочастотных фотонов в горячей плазме; предсказание влияния акустических волн в ранней Вселенной на угловые флуктуации реликтового излучения и на пространственное распределение галактик в окружающей нас Вселенной (1970); "эффект Сюняева – Зельдовича" (1972 г.), позволяющий использовать скопления галактик в качестве мощного инструмента наблюдательной космологии. Студенты, изучающие астрофизику, узнают имя Р.А. Сюняева именно по этим результатам.

Для описания процессов переноса вещества и энерговыделения в тесных двойных системах давно стала общепринятой "стандартная теория аккреционных дисков Шакуры – Сюняева". Эта же теория применяется и для описания аккреции на сверхмассивные чёрные дыры и в протопланетных дисках. Статья Шакуры и Сюняева (1973 г.) по теории аккреции — самая цитируемая работа в мировой теоретической астрофизике (5830 ссылок согласно NASA ADS) и одна из самых цитируемых (среди почти трёх миллионов работ) статей в современной астрофизике. Аккрецирующие нейтронные звезды и чёрные дыры наблюдаются как мощные рентгеновские и гамма-источники. Основным механизмом формирования спектров их рентгеновского и гамма-излучения является комптонизация. Формула Сюняева – Титарчука стала ключевой при описании результатов наблюдений этих объектов. Точность формулы была подтверждена детальными расчётами, выполненными методом Монте-Карло (Поздняков, Соболев, Сюняев, 1983 г.).



Рашид Алиевич Сюняев

Работы Р.А. Сюняева и Я.Б. Зельдовича по физической космологии и элементарным процессам в ранней Вселенной легли в основу современной наблюдательной космологии и способствовали её превращению в точную науку. С момента опубликования работ Р.А. Сюняева и Я.Б. Зельдовича, посвящённых тепловому эффекту понижения яркости микроволнового фона в направлении на богатые скопления галактик, прошло уже сорок лет. За это время "эффект Сюняева – Зельдовича" (SZ-эффект) из красивой теоретической идеи превратился в один из наиболее продуктивных методов наблюдательной космологии, открывающий возможность определения основных космологических параметров, в том числе определения роли "тёмной энергии" во Вселенной и прямого измерения постоянной Хаббла. Этот эффект обнаружен и активно исследуется в направлении нескольких тысяч скоплений галактик. Спутник Planck и специально созданные для исследования SZ-эффекта South Pole Telescope, Atacama Cosmology Telescope, SZ-argau открыли за последние годы более тысячи неизвестных ранее богатых скоплений галактик на красных смещениях $z > 0,5$, используя тот факт, что яркость и частотный спектр эффекта не зависят от красного смещения. В 1980 г. Р.А. Сюняев и Я.Б. Зельдович показали, что

наблюдения реликтового излучения в направлении скоплений галактик позволяют измерять и их peculiarные скорости движения относительно реликтового излучения (кинематический эффект). Кинематический эффект начал работать на наблюдательную космологию лишь в 2011–2012 годах. Исследование различных проявлений "эффекта" входит в наблюдательную программу крупнейших радиотелескопов мира.

Р.А. Сюняев, совместно с Я.Б. Зельдовичем и В.Г. Куртом (1968 г.), рассчитал кинетику рекомбинации водорода в ранней Вселенной, показав, что темп этого процесса определяется двухфотонным распадом уровня $2s$ в атоме водорода. В 1970 г. Сюняев и Зельдович отметили важнейшее влияние задержки рекомбинации на формирование первичных угловых флуктуаций реликтового излучения и положение "поверхности последнего рассеяния". В 2006 г. Йенс Хлуба и Сюняев рассчитали спектр излучения, приходящего к нам от эпохи рекомбинации, — это сдвинутые в тысячи раз (в радиодиапазон) УФ и оптические линии атомов и ионов водорода и гелия. Р.А. Сюняев и Я.Б. Зельдович (1969–1970 гг.) детально исследовали термализацию реликтового излучения и процессы формирования планковского спектра в ранней Вселенной. Они показали, что любое энерговыделение после стадии электрон-позитронной аннигиляции и окончания ядерных реакций должно вести к двум типам специфических искажений спектра реликтового излучения. Ими впервые было найдено, на каком красном смещении находятся "поверхности последнего рассеяния" ($z \sim 1100$) и "чернотельная фотосфера" ($z \sim 2 \times 10^6$) нашей Вселенной.

Сюняев и Зельдович (1970 г.) предсказали существование акустических пиков в угловом распределении реликтового излучения и назвали их Сахаровскими осцилляциями. Угловой размер и амплитуды первых акустических пиков определяются значениями ключевых параметров Вселенной: постоянной Хаббла, барионной плотностью и плотностью тёмной материи и тёмной энергии во Вселенной. В 2000 г. акустические пики были обнаружены в ходе наблюдений с высотных баллонов. Спутники WMAP и Planck детально исследовали эти пики. В той же работе было предсказано существование барионных акустических осцилляций (БАО) в пространственном распределении галактик во Вселенной. Сегодня наблюдения БАО стали одним из важнейших методов наблюдательной космологии.

Т.М. Энеев, Н.Н. Козлов и Р.А. Сюняев (1973 г.) выполнили пионерские численные расчёты приливного взаимодействия галактик. Р.А. Сюняев и Ю.Н. Гнедин (1974 г.) предсказали существование циклотронных линий в рентгеновских спектрах аккрецирующих рентгеновских пульсаров. Совместно с В.М. Лютым и А.М. Черепануком (1973 г., 1976 г.) было дано объяснение оптических фотометрических эффектов, наблюдаемых в двойных рентгеновских системах $\text{Her X-1} = \text{HZ Her}$ (рентгеновский нагрев звезды и диска) и Cyg X-1 (приливное искажение поверхности нормальной звезды). М.М. Баско и Р.А. Сюняев (1973 г.) первыми рассмотрели эффекты взаимодействия рентгеновского излучения с поверхностью нормальной звезды в тесной двойной системе: нагрев поверхности звезды, отражение рентгеновских лучей и формирование индуцированного звездного ветра. В 1974 г. они совместно с Л.Г. Титарчуком впервые рассчитали рентгеновский спектр излучения, отражённого холодной звездной атмосферой. В 1975 г. Р.А. Сюняев совместно с А.Ф. Илларионовым продемонстрировал важность эффекта "пропеллера" в двойных системах, содержащих нейтронную звезду с сильным магнитным полем. Р.А. Сюняев с М.Л. Маркевичем и М.Н. Павлинским (1993 г.) предсказали наблюдаемое ныне мощное излучение в линии К-альфа железа от молекулярных облаков вблизи сверхмассивной чёрной дыры в ядре нашей Галактики, фронт которого распространяется со сверхсветовой скоростью.

Р.А. Сюняев сыграл решающую роль в становлении и развитии астрофизики высоких энергий и рентгеновской астрономии в нашей стране. Создав и возглавив в 1982 г. Отдел астрофизики высоких энергий в Институте космических исследований (ныне ИКИ РАН), он осуществлял научное руководство отбором и разработкой аппаратуры, выбором программы наблюдений и обработкой данных трёх наиболее успешных орбитальных астрофизических обсерваторий, запущенных в СССР и России — обсерватории "Рентген" на модуле "Квант" космической станции "Мир" и орбитальных обсерваторий "Гранат" и "Интеграл". Ярчайшим результатом обсерватории "Рентген" стало открытие жёсткого рентгеновского излучения от Сверхновой 1987А в Большом Магеллановом Облаке, связанного с радиоактивным распадом ^{56}Co , синтезированного при взрыве звезды, испусканием гамма-квантов и последующей их комптонизацией

из-за эффекта отдачи в холодной разлетающейся оболочке. Среди результатов обсерватории "Гранат" — детальные рентгеновские карты центральной области Галактики, широкополосные спектры аккрецирующих чёрных дыр и нейтронных звёзд, открытие десятков новых рентгеновских источников, в том числе ярчайшего из известных Галактических микрокварзов. Продолжает успешную работу на орбите обсерватория гамма-лучей "Интеграл", выведенная на высокоапогейную орбиту ракетой "Протон" в 2002 г. Среди её результатов — измерение спектра аннигиляционного излучения холодных позитронов в области центра нашей Галактики (более 10^{43} позитронов аннигилируют в межзвёздном газе каждую секунду).

Р.А. Сюняев является научным руководителем рентгеновской орбитальной обсерватории "Спектр-Рентген-Гамма". Это крупнейший совместный проект России и Германии в области астрофизики, нацеленный на решение фундаментальных вопросов космологии — природы тёмной энергии и тёмной материи, возникновения и роста сверхмассивных чёрных дыр, а также поиск объектов неизвестной природы. Этот спутник в случае успешной реализации должен открыть более 4 миллионов источников на рентгеновском небе. Р.А. Сюняев — соруководитель важнейшего эксперимента на спутнике "Планк".

Р.А. Сюняев — лауреат многих премий и наград, в том числе — премии Бруно Росси Американского астрономического общества (AAS) (1989 г.), Золотой медали Королевского астрономического общества (1995 г.), Золотой медали сэра Мессии Королевского общества и COSPAR (1998 г.), Золотой медали Катерин Вольф Брюс Тихоокеанского астрономического общества (2000 г.), премии Хайнемана Американского института физики и AAS (2003 г.), премии Грубера по космологии и Золотой медали Международного астрономического союза (2003 г.), премии Крафурда по Астрономии и Золотой медали Королевской академии наук Швеции (2008 г.), награды им. Рассела — высшего отличия AAS (2008 г.), медали им. Карла Шварцшильда (высшая награда Астрономического общества Германии) (2008 г.), Золотой медали и Международной научной премии по физике им. Короля Фейсала (2009 г.), премии Киото и Золотой медали в категории "Фундаментальные науки" (2011), Золотой медали Бенджамина Франклина по физике (2012 г.). В 2000 г. Р.А. Сюняев получил Государственную премию России за результаты наблюдений чёрных дыр и нейтронных звёзд приборами орбитальной обсерватории "Гранат", в 2002 г. — премию РАН имени Александра Фридмана по гравитации и космологии, в 2011 г. ему было присвоено почётное звание "Россиянин года".

В 1984 г. Р.А. Сюняев был избран членом-корреспондентом Академии наук СССР, а в 1992 г. — действительным членом РАН. Он иностранный член Национальной академии наук США, Лондонского Королевского общества, Национальной академии наук Германии "Леопольдина" и Королевской академии наук и искусств Нидерландов; почётный член Академий наук Татарстана и Башкортостана и ряда других академий и научных обществ, включая Американское философское общество.

Р.А. Сюняев заведует лабораторией Теоретической астрофизики в ИКИ РАН, он — директор Института астрофизики Общества имени Магса Планака и главный редактор журнала *Письма в Астрономический журнал*, почётный профессор Казанского федерального университета, университета Людвиг Максимилиана в Мюнхене, почётный член ФТИ им. Иоффе и Морин и Джон Хендрикс приглашенный профессор Института высших исследований в Принстоне.

Со свойственной ему энергией Р.А. Сюняев продолжает активно работать по широкому кругу научных проблем. Среди них — физика рекомбинации водорода и гелия во Вселенной, спектральные детали в излучении микроволнового фона Вселенной, турбулентные движения и физические процессы в горячем газе скоплений галактик, теория пограничного слоя при аккреции на нейтронные звёзды, аккреция на сверхмассивные чёрные дыры, звездообразование в далеких галактиках, необычная физика процессов в окрестности сверхмассивной чёрной дыры в нашей Галактике и многое другое.

Друзья, коллеги и ученики сердечно поздравляют Рашида Алиевича с юбилеем и желают ему новых теоретических идей, успеха астрофизических проектов и замечательных наблюдательных данных.

Д.А. Варшавский, А.А. Вихлинин, М.Р. Гильфанов, С.А. Гребнев, В.В. Железняков, Л.М. Зелёный, М.Н. Павлинский, М.Г. Ревнищев, А.А. Старобинский, А.М. Черепануц, Е.М. Чуразов, Н.И. Шакура