



КОСМИЧЕСКОЕ РАДИОИЗЛУЧЕНИЕ

Авторы: Г. М. Рудницкий

КОСМИЧЕСКОЕ РАДИОИЗЛУЧЕНИЕ, электромагнитные волны длиной от 1 мм до нескольких км, приходящие на Землю от астрономич. объектов. К. р. – предмет исследования [радиоастрономии](#). Различаются два вида К. р. – излучение с непрерывным спектром (континуум) и линейчатое К. р. на выделенных частотах, соответствующих энергетич. переходам в атомах и молекулах. Источниками К. р. являются Солнце, планеты и малые тела Солнечной системы, объекты нашей Галактики – облака межзвёздного газа (как ионизованного, так и нейтрального) и звёзды, а также внегалактич. объекты – галактики, квазары. Особый вид К. р. – реликтовое фоновое радиоизлучение, возникшее на ранней стадии эволюции Вселенной (см. [Микроволновое фоновое излучение](#)).

Радиоизлучение в непрерывном спектре от плоскости Галактики впервые наблюдал на волне 14,6 м амер. радиоинженер К. Янский в 1931 при исследовании помех радиоприёму. Во время 2-й мировой войны приёмники радиолокаторов в США и Великобритании зафиксировали радиоизлучение Солнца. Собственно астрономич. исследование К. р. началось в кон. 1940-х гг., когда были открыты первые дискретные источники К. р., галактические и внегалактические, которые вскоре были отождествлены с известными астрономич. объектами – туманностями и галактиками.

Солнце – один из ближайших к Земле и поэтому самый заметный источник К. р. Радиоизлучение метровых волн, поступающее от Солнца, исходит из солнечной короны, которая непрозрачна для волн длиннее 1,2 м. Более коротковолновое радиоизлучение возникает в солнечной хромосфере. Различают радиоизлучение «спокойного» Солнца, которое присутствует постоянно в течение всего 11-летнего цикла солнечной активности, и всплески солнечного радиоизлучения, связанные с процессами в активных областях на Солнце – солнечными вспышками, выбросами

коронального вещества и ударными волнами. Вторая составляющая солнечного радиоизлучения усиливается вблизи максимума солнечной активности. Механизм радиоизлучения «спокойного» Солнца – тепловое тормозное излучение полностью ионизованного газа короны и хромосферы. Всплески излучения имеют плазменный и циклотронный механизмы.

В 1945 обнаружено радиоизлучение Луны, в 1955 – Юпитера, а затем и др. планет Солнечной системы. Радиоизлучение Меркурия, Венеры и Марса имеет чисто тепловую природу и представляет собой излучение твёрдой поверхности планет. У планет-гигантов – Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна – тепловое излучение возникает в толще атмосферы; наряду с этим присутствует и нетепловая составляющая, обусловленная синхротронным механизмом – излучением релятивистских электронов в магнитном поле в радиац. поясах планет. Эта составляющая наиболее сильна у Юпитера, который также является источником мощных радиовсплесков на длинах волн в десятки метров; по интенсивности эти всплески сравнимы с солнечными.

За пределами Солнечной системы в Галактике выделяется прежде всего непрерывное радиоизлучение, сосредоточенное в полосе неба вблизи плоскости Млечного Пути. Это синхротронное излучение релятивистских электронов в межзвёздных магнитных полях. Вдоль той же плоскости сосредоточено обнаруженное в 1951 излучение в спектральной линии нейтрального водорода на длине волны 21 см, позволяющее проследить структуру распределения нейтрального газа в Галактике. Радионаблюдения в спектральных линиях атомов привели к обнаружению в межзвёздной среде многочисл. молекул, таких как гидроксил (ОН), оксид углерода (СО), формальдегид (H_2CO), метанол (CH_3OH) и мн. др., всего св. 130 разновидностей, в т. ч. достаточно сложные – органич. кислоты, альдегиды и эфиры. Особый интерес представляет интенсивное мазерное излучение в радиолиниях некоторых молекул (гидроксил, вода, метанол и др.). Источники мазерного радиоизлучения встречаются в областях активного звездообразования, в окрестностях молодых звёзд, а также в оболочках красных гигантов – звёзд на поздних стадиях эволюции. Ещё один вид К. р. в спектральных линиях – линии высоковозбуждённых атомов водорода, гелия и углерода, т. н. рекомбинационные

линии, излучаемые ионизованной составляющей межзвёздной среды.

К источникам К. р. в Галактике относятся диффузные туманности (облака ионизованного газа вокруг горячих звёзд), излучение которых имеет тормозной механизм; остатки вспышек сверхновых звёзд, в которых радиоизлучение создаётся релятивистскими электронами в магнитном поле; пульсары – быстро вращающиеся нейтронные звёзды с сильными магнитными полями, посылающие радиоволны в виде коротких импульсов с периодом собств. вращения (от нескольких миллисекунд до нескольких секунд).

Источники К. р. за пределами Галактики – галактики разных типов, обладающие непрерывным радиоизлучением (тепловым и нетепловым) и линейчатым излучением в спектральных линиях водорода и молекул. Особый класс составляют радиогалактики; мощность их радиоизлучения в сотни миллионов раз выше, чем у «нормальных» галактик, что связано с процессами интенсивного ускорения релятивистских частиц. Родственные радиогалактикам объекты – квазизвёздные источники (квazarы), удалённые от нас на сотни и тысячи мегапарсек. Квазары очень слабо проявляют себя в видимом свете, однако обладают мощнейшим радиоизлучением, что выделяет их на небе среди множества слабых оптич. объектов.

Фоновое К. р., являющееся остатком («реликтом») ранней эпохи эволюции Вселенной, имеет планковский спектр, соответствующий темп-ре 2,725 К. Это излучение было предсказано Г. Гамовым в его теории горячей Вселенной. Открытие реликтового излучения стало прямым доказательством справедливости этой теории. Последующие исследования при помощи наземных радиотелескопов и с ИСЗ установили высокую степень изотропии реликтового фона. В 1983–84 в эксперименте «Реликт» (ИСЗ «Прогноз-9», СССР) найдена дипольная составляющая в распределении фона, вызванная движением Солнечной системы относительно поля реликтового излучения. С помощью наблюдений, выполненных со спутников COBE (Cosmic Background Explorer) и WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe), были обнаружены более мелкомасштабные пространственные флуктуации в распределении реликтового излучения по небу. Эти результаты позволяют уточнить модель эволюции Вселенной.

Литература

Лит.: Краус Дж. Д. Радиоастрономия. М., 1973; Пахольчик А. Г. Радиоастрофизика. М., 1973; Шкловский И. С. Сверхновые звезды и связанные с ними проблемы. 2-е изд. М., 1976; Галактическая и внегалактическая радиоастрономия. М., 1976; Товмасын Г. М. Внегалактические источники радиоизлучения. М., 1986; Бочкарев Н. Г. Основы физики межзвездной среды. М., 1992; Кисляков А. Г., Разин В. А., Цейтлин Н. М. Введение в радиоастрономию. Н. Новгород; М., 1995. Ч. 1: Основы радиоастрономии; Железняков В. В. Излучение в космической плазме. М., 1997; Сороченко Р. Л., Гордон М. А. Рекомбинационные радиолнии. Физика и астрономия. М., 2003; Малов И. Ф. Радиопульсары. М., 2004; Астрономия: век XXI / Под ред. В. Г. Сурдина. Фрязино, 2007.