

Лит.: К ю р и М., Радиоактивность, пер. с франц., 2 изд., М., 1960; Альфа-, бета- и гамма-спектроскопия, под ред. К. Зигбана, пер. с англ., в. 1—4, М., 1969; Учение о радиоактивности. История и современность, М., 1973; Hofmann S. и др., Proton radioactivity of  $^{151}\text{Zu}$ , «Z. Phys.», 1982, Bd A 305, S. 111; Rose H. J., Jones G. A., A new kind of natural radioactivity, «Nature», 1984, v. 307, p. 245; Ка д м е н с к и й С. Г., Ф у р м а н В. И., Альфа-распад и родственные ядерные реакции, М., 1985. В. П. Чечев, В. И. Фурман.

**РАДИОАКТИВНЫЕ РЯДЫ** — см. Радиоактивность.  
**РАДИОАСТРОНОМИЯ** — раздел астрофизики, изучающий радиоизлучение астр. объектов.

Р. зародилась в нач. 30-х гг., когда К. Янский (K. Jansky) исследовал влияние помех на радиотелефонную связь и обнаружил изменение уровня шумов приёмника, коррелирующее с периодом вращения Земли (звёздным временем). Как показали дальнейшие исследования, это было радиоизлучение в центре Галактики. Первая радиокарта неба получена Г. Ребером (G. Reber) в 1940. Становление и дальнейшее развитие Р. связано с послевоен. периодом. Р. существенно расширила возможности астр. исследований, увеличив диапазон регистрируемых частот эл.-магн. излучения.

Радиотелескопы обладают высокой чувствительностью и разрешающей силой (по углу, частоте и времени). Это позволяет получать изображения объектов более высокого качества, чем в оптич. диапазоне, изучать быстроперем. процессы в космич. источниках.

Диапазон наземных радиоастр. наблюдений (длины волн от неск. миллиметров до  $\approx 30$  м) определяется прозрачностью атмосферы Земли. КВ-граница диапазона обусловлена поглощением молекул атмосферы, ДВ-граница — отражением и поглощением космич. радиоизлучения в ионосфере. На миллиметровых волнах становится существенным собств. излучение Земли и атмосферы, а на метровых — космич. (фооновое) радиоизлучение неба, к-рое имеет необычайно высокую яркость и растёт с увеличением длины волны (см. Фооновое космическое излучение). Для снижения влияния фонового радиоизлучения при регистрации сигналов от дискретных космич. радиоисточников применяются спец. методы приёма сигналов: радиоинтерференционный, диаграммной и частотной модуляции и др. (см. Радиотелескоп).

Непосредственно измеряемая величина в Р. — приращение шумовой температуры  $T_a$  антенны радиотелескопа ( $\Delta T_a$ ) при наведении её на исследуемый объект. Исследуемая величина — плотность потока радиоизлучения объекта  $F = 2kT_b \lambda^{-2} \Omega$ , где  $\Omega$  — его угл. размер,  $T_b$  — яркостная температура,  $\lambda$  — длина волны принимаемого сигнала. Приращение  $\Delta T_a = F A_p / 2k$ , где  $A_p$  — эфф. площадь антенны радиотелескопа. Для компактных источников, угл. размеры к-рых меньше диаграммы направленности антенны ( $\Omega_a > \Omega_a$ )  $T_a \approx T_b$ . Величина  $F$  может быть измерена путём определения  $\Delta T_a$  и  $A_p$  (абс. метод) либо по измерениям источника с известной плотностью потока ( $F_0$ ),  $F = F_0 \Delta T_a / (\Delta T_a)_0$  (относит. метод). Точность измерений в Р. определяется полосой регистрации сигнала  $\Delta f$ , временем его накопления  $t$  и шумовой темп-рой системы  $T_c$ ,  $\delta T \approx T_c / \sqrt{\Delta f t}$  и равна  $\sim 10$  мкК по темп-ре и неск. мкЯн по плотности потока ( $1 \text{ Ян} = 10^{-26} \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{Гц}^{-1}$ ). Угл. разрешение радиотелескопа ( $\sim \lambda/D$ , где  $D$  — размер апертуры) весьма невелико из-за большой длины волны радиоизлучения и, как правило, не превышает разрешения невооружённого глаза ( $\sim 1'$ ). Для увеличения угл. разрешения используют радиоинтерферометры и системы апертурного синтеза. На основе крупных радиотелескопов создана глобальная радиоинтерференц. сеть (разрешение выше одной мс дуги). Радиоастр. измерения благодаря гетеродинированию (см. Радиоприёмные устройства) позволяют проводить анализ сигналов на низких (промежуточных) частотах, что обеспечивает универсальность спектроанализаторов и высокое разрешение по частоте, вплоть до 1 Гц (если в этом есть необходимость). Спец. методы обработки на

ЭВМ позволяют анализировать сигналы космич. радиоизлучения, предварительно записанные на магн. ленты, выделять в шумах искомый образ наблюдаемого объекта.

Наблюдаемое радиоизлучение космич. объектов определяется механизмом излучения, условиями генерации и распространения радиоволн, энергией излучающих частиц и магн. поля. Непрерывное излучение космич. источников обусловлено синхротронным и тепловым механизмами (см. Синхротронное излучение, Тепловое излучение). Излучение в узких радиолиниях связано с переходами между уровнями энергии атомов и молекул. В ряде случаев наблюдается мазерное усиление линий (см. Мазерный эффект). Одним из первых объектов исследования радиоастр. методами было Солнце. Источником мощного радиоизлучения на метровых волнах является корона Солнца, её яркостная темп-ра  $\sim 10^6$  К, а эфф. угл. размер превышает  $1^\circ$ . Мощное радиоизлучение генерируется в радиопятнах — активных областях. Повышение чувствительности радиотелескопов позволило измерить темп-ры планет. Напр., темп-ра поверхности Венеры оказалась равной  $\approx 600$  К, что в последующем было подтверждено прямыми измерениями с помощью космич. аппаратов. Предметом исследований является и межпланетная среда, она же — и «инструмент» с высоким угл. разрешением (см. Меркуриальный метод). Галактика содержит большое число мощных источников синхротронного радиоизлучения — остатков вспышек сверхновых звёзд, в их оболочках находятся электроны высоких энергий, к-рые излучают в магн. поле. К источникам этого типа относятся, напр., Крабовидная туманность и Кассиопея А. При взрывах нек-рых сверхновых сбрасывается оболочка звезды, а оставшаяся часть сжимается и превращается в нейтронную звезду — пульсар — источник импульсного излучения. В газопылевых комплексах протекают процессы формирования звёзд и планетных систем (см. Звездообразование), сопровождающиеся мощным мазерным излучением в линиях водяного пара ( $\lambda = 1,35$  см) и гидроксила ( $\lambda = 18$  см). Ионизованный газ и пыль являются источниками теплового радиоизлучения. Межзвёздная среда заполнена релятивистскими частицами, к-рые создают фоновое синхротронное излучение, усиливающееся к плоскости Галактики. В межзвёздной среде возникают атомарные и молекулярные спектральные линии (в частности, радиолиния водорода 21 см). Во мн. случаях эти линии связаны с холодным газом и могут наблюдаться только в радиодиапазоне. Др. галактики также являются источниками радиоизлучения, но в связи с их большой удалённостью регистрируется радиоизлучение лишь наиб. мощных из них. Это — квазары, радиогалактики, лацертиды (см. Объекты с активными ядрами, Ядра галактик). Вселенная в целом — источник изотропного сантиметрового и миллиметрового радиоизлучений с темп-рой ок. 2,7 К — реликтом ранних стадий её эволюции (см. Микроволновое фоновое излучение).

Лит. см. при ст. Антенна радиотелескопа, Апертурный синтез. Л. И. Матвеевко.

**РАДИОАТМОСФЕРА СТАНДАРТНАЯ** — условная атмосфера, характеризующаяся набором определ. высотных зависимостей параметров атмосферы, предназначенная для проведения оценочных расчётов разл. характеристик распространения радиоволн. Согласно [1], Р. с. условно определяется как такое состояние атмосферы, при к-ром зависимость ср. значения показателя преломления воздуха  $n$  от высоты  $h$  над поверхностью Земли  $n(h) = 1 + a \exp(-bh)$ , где  $a$  и  $b$  — пост. величины для данного климатич. района. Величина  $b$  составляет в ср.  $0,136 \text{ км}^{-1}$ , величина  $a$  меняется от  $\approx 300 \cdot 10^{-6}$  (у полюсов) до  $\approx 400 \cdot 10^{-6}$  (у экватора). Р. с. используется для расчёта эффектов рефракции радиоволн.

Описание Р. с. включает в себя нек-рые среднегодовые высотные профили тех атм. параметров, к-рые влия-