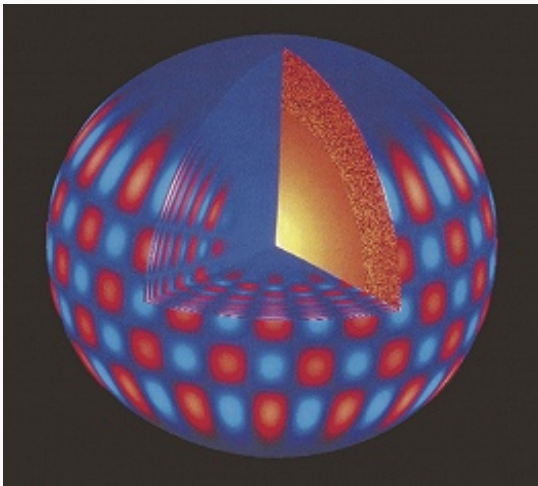


ГЕЛИОСЕЙСМОЛОГИЯ

Авторы: Э. В. Кононович



Схематическое изображение реально наблюдаемой на Солнце акустической моды частоты 3 мГц (период 5,55 мин) с $l=20$ и $n=15$.

ГЕЛИОСЕЙСМОЛОГИЯ (от [гелио...](#) и [сейсмология](#)), метод изучения строения Солнца, основанный на измерении и анализе частот его собственных акустич. (звуковых) колебаний и волн. Колебания на Солнце с периодом ок. 5 мин впервые обнаружены в 1960 Р. Лейтоном с сотрудниками на обсерватории Маунт-Вилсон (США) по измерениям лучевых скоростей структурных образований в солнечной атмосфере. Впоследствии обнаружилось, что эти колебания имеют акустич. природу и глобальный характер, т. е. распространяются по всему Солнцу со звуковой скоростью,

сохраняя фазу, причём не только по поверхности, но и вглубь. В 1976 сотрудниками Крымской астрофизич. обсерватории и Бирмингемского ун-та почти одновременно были опубликованы результаты наблюдений глобальных пульсаций Солнца с периодом ок. 160 минут.

Акустич. волны наблюдаются по измерениям яркости разл. площадок на диске Солнца, а также по скоростям движения в них газа, измеряемым по смещениям спектральных линий (см. [Доплера эффект](#)). Для обнаружения и изучения волн на Солнце при помощи спец. спектрофотометров проводятся длительные одновременные измерения полей вариации скорости и яркости. При наблюдении волн должны выполняться спец. условия: измерения вариации скорости должны иметь точность до сантиметров в секунду; необходимо выделять достаточно узкий участок спектра Солнца с миним. искажением изображения.

Амплитуда колебаний яркости Солнца составляет ок. 10^{-5} от яркости фотосферы; периоды колебаний находятся в пределах от 3 до 15 мин. Наибольшей амплитудой (до 20 см/с в значении скорости) обладают колебания с периодами ок. 5 мин, вследствие чего весь диапазон называют пятиминутными колебаниями Солнца.

В Г. рассматриваются разл. типы (моды) акустич. волн, возникающих при изменениях давления. Условия их распространения в значит. степени определяются зависимостью темп-ры от глубины. Возмущения в сферич. теле Солнца описываются составляющими вдоль радиуса (радиальные моды) и вдоль поверхности сферы (горизонтальные моды). При слабом затухании волны, укладывающиеся целое число n раз по радиусу или l раз по большому кругу сферы, могут образовывать стоячие волны (моды собственных колебаний; рис.). Число n узлов моды по радиусу называют её порядком, число l узлов вдоль сферич. слоя определяет горизонтальное волновое число моды. Длина волны горизонтальных собственных мод Солнца $\lambda = 2\pi R_s / l$ (R_\odot – радиус Солнца). Для математич. описания радиальных мод используют полиномы Лежандра, горизонтальных мод – сферич. функции. Из наблюдений флуктуаций яркости или скорости в атмосфере Солнца получают зависимость периодов колебаний для мод разл. порядков от длины волны горизонтальных мод. Модель Солнца уточняется путём сравнения графиков, построенных на основе наблюдательных данных и теоретич. расчётов.

С помощью Г. достигнуты важные результаты в изучении Солнца. Измерена толщина конвективной зоны, которая оказалась равной 200 тыс. км, что уточнило представления о внутр. строении Солнца. На основании анализа спектра собственных колебаний получены надёжные данные о химич. составе вещества в конвективной зоне и содержании гелия во внешних слоях Солнца. Эти данные позволили уточнить теорию звёздной эволюции. Изучен характер вращения в недрах Солнца: непосредственно под основанием конвективной зоны обнаружена область резкого изменения скорости вращения, открыто твердотельное вращение ср. части Солнца, а также установлен закон изменения дифференциального вращения конвективной оболочки. Найдено изменение скорости вращения Солнца со временем. Получены данные об изменении параметров мод колебаний с фазой цикла солнечной

активности. Методами локальной Г. выполнена томография активных областей на Солнце и определены глубины солнечных пятен.

Литература

Лит.: Воронцов С. В., Жарков И. Н. Гелиосейсмология // Итоги науки и техники. Сер. Астрономия. М., 1988. Т. 38; Кононович Э. В., Мороз В. И. Общий курс астрономии. М., 2004. Гл. 8.