

# **ОТКРЫТИЯ 20 ВЕКА В ОБЛАСТИ АСТРОНОМИИ**

*Работу выполнил  
Ученик 10 класса  
Орлецкий Роман*

# ФИЗИКА ОБГОНЯЕТ АСТРОНОМОВ

В первой половине 20 века, используя ядерную физику и квантовую механику, ученым удалось объяснить механизм свечения звезд, а затем описать их эволюцию. Значительно увеличив собирающие площади телескопов (диаметр главных зеркал возрос с 1 до 6 метров) удалось достигнуть пределов наблюдаемой Вселенной. В середине века астрономия становится всеволновой; появляются радиотелескопы и космические обсерватории. Именно в это время были открыты пульсары, квазары, реликтовое излучение, гамма-всплески, удалось найти доказательства существования черных дыр

В 20-е годы 20 века Джеймс Джинс выдвинул гипотезу об образовании планет из вещества Солнца, выброшенного из-за близкого прохождения другой звезды. И, наконец, в 40-х годах Отто Шмидт выдвинул гипотезу, ставшую общепризнанной: об образовании Земли и других планет из холодных твердых допланетных тел - планетезималей в процессе холодной аккреции.

В 1983 году была запущена инфракрасная обсерватория IRAS. С ее помощью было обнаружено значительное количество очень молодых звезд, окруженных густыми газопылевыми оболочками. Кроме того, многие известные звезды, такие как Вега или бета Живописца, оказались яркими инфракрасными источниками. Это привело к выводу, что вокруг этих звезд существуют газопылевые протопланетные диски.



**Запуск АМС  
"Вояджер-2",  
исследовавшей сразу  
все газовые планеты  
в Солнечной  
системе, две -  
впервые.**

# ПЕРВЫЕ ОТКРЫТИЯ ВНЕСОЛНЕЧНЫХ ПЛАНЕТ

Летающая звезда открытая в 1916 году американским астрономом Бернардом, обладает самым большим собственным движением (более 10 угловых секунд в год) и является второй по близости к Солнечной системе после системы альфы Центавра. Она идеально подходила для поиска планет астрометрическим способом. Анализируя фотопластинки, сделанные с 1938 года по 1962 год, Питер Ван де Камп объявил о существовании планеты, в 1,6 раза тяжелее Юпитера с периодом обращения в 24 года. Затем, расширив диапазон изученных архивных фотоснимков до 1916 года, он заявил о двух планетах с массой порядка массы Юпитера. Однако уже в 1973 году другие астрономы усомнились в этом, не обнаружив никаких колебаний в траектории звезды. Оппоненты Ван де Кампа интерпретировали колебания на фотоснимках как искажения, вызванные модернизацией телескопа. Ван де Камп до самой смерти в 1995 году был уверен в своей правоте, он посвятил звезде Бернарда более 40 лет своей жизни и изучил несколько десятков тысяч снимков с ее изображением. В 1995 году Гатевуд установил, что вокруг звезды нет планет тяжелее 10 масс Юпитера. Позднее космический телескоп имени Хаббла провел очень точные (до 0,001 угловой секунды) астрометрические измерения звезды Бернарда и Проксимы Центавра, не выявив никаких колебаний. Тогда и стало ясно, что наземные и неспециализированные космические обсерватории не способны обнаружить этим способом планеты даже около ближайших звезд.

Открытия экзопланет в начале 90-х годов пришли совсем с неожиданной стороны. Еще в начале 60-х, после появления первых мощных радиотелескопов, были обнаружены высокочастотные точечные источники радиоизлучения. Их называли пульсары. Довольно быстро пульсары отождествили с нейтронными звездами. Испускающие мощные потоки релятивистских частиц и жесткого излучения, они являются одним из самых неблагоприятных мест для жизни в нашей Галактике. Однако у пульсаров имеется одно уникальное свойство. Они обладают необычайно стабильной частотой импульсов. Измеряя очень малые периодические изменения частоты импульсов в течение несколько месяцев или лет, можно так точно измерить лучевую скорость пульсара, что реально зафиксировать колебания, вызванные влиянием на пульсар объектов с массой, даже меньшей, чем масса Луны! В 1991 году американский астроном Александр Волжан, анализируя несколько месяцев измерения периодичности пульсара [PSR 1257+12](#) на радиотелескопе в Аресибо, пришел к выводу, что он окружен как минимум тремя планетами с массами в несколько масс Земли, и большими полуосями до 1 астрономической единицы. Очень точно измерив параметры системы, радиоастрономы впервые зафиксировали резонансные явления, наблюдаемые до этого только в Солнечной системе. В начале 2005 года было объявлено об открытии четвертого компонента этой системы, находящегося на орбите с большой полуосью до 4 а.е. и массой менее массы Цереры. Планетные системы пульсаров являются, по-видимому, очень редким явлением: кроме системы пульсара PSR 1257+12, был обнаружен только один газовый гигант у [PSR B1620-26](#), называемый еще Мафусаилом. Большая полуось его орбиты составляет 23 а.е. (примерно соответствует орбите Урана в Солнечной системе).



**Радиотелескоп в  
Аресибо (Пуэрто-Рико),  
расположенный в  
кратере потухшего  
вулкана**

# ТРИУМФ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА

В 1987 году американские астрономы Джоф Марси и Поль Батлер в Ликской обсерватории начали многолетние наблюдения 120 близких звезд типа Солнца или более холодных. Постепенно точность измерений ими лучевых скоростей достигла 3-4 метров в секунду. Но они изначально совершили крупную ошибку: считая, что орбиты экзопланет должны быть похожи на орбиты планет Солнечной Системы, они отбрасывали возможные периоды колебаний менее, чем один месяц, как шумы или ошибку, ожидая периоды около 10 лет. В середине 90-х годов американские исследователи расширили выборку звезд до 1330.

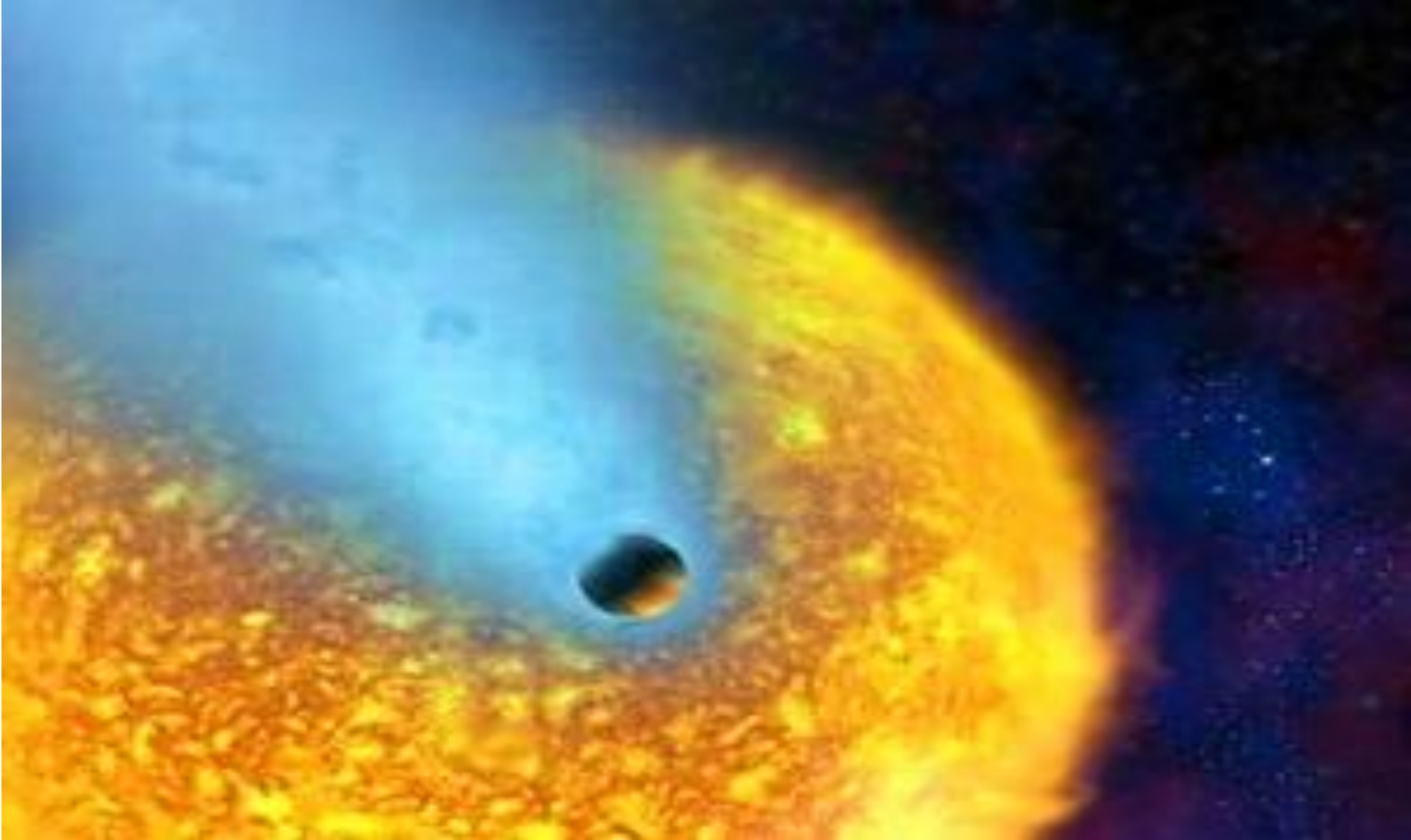
Значительно позже, с 1993 года, к исследованиям подключились европейцы. Мишель Майор и Дидье Келос из Женевы на 1,93 метровом телескопе Обсерватории Верхнего Прованса (Франция) решили измерить лучевые скорости около сотни звезд до 8 звездной величины с точностью до 15 метров в секунду. Начав в сентябре 1994 года наблюдения звезды [51 Peg](#), они обнаружили колебания почти в 60 метров в секунду с очень коротким периодом - всего 4 дня! 6 октября 1995 астрономы объявили о своем открытии, после чего несколько недель продолжались ожесточенные дискуссии о реальности такого типа объектов. Дж. Марси и П. Батлер подтвердили это открытие, обнаружив те же самые колебания в своих наблюдениях. Для них лично это было тяжелым разочарованием, так как они обнаружили свою первую планету лишь 30 декабря 1995 года. Уже первые три открытых газовых гиганта ошеломили теоретиков. Так, рядом со звездой 51 Peg была обнаружена планета с минимальным расстоянием до звезды ("горячий юпитер"), планета у звезды [70 Vir](#) имела значительный эксцентриситет орбиты ("эксцентричный водный гигант"), и лишь орбита у [47 UMa b](#) была похожа на орбиты планет в Солнечной Системе. Это дало повод усомниться в прежних теориях о происхождении планетных систем. Была выдвинута гипотеза о миграции газовых гигантов во внутренние области с течением времени. Ее сторонники полагают, что газовые гиганты, сформировавшиеся на расстояниях в несколько а.е. от звезды, в течение последующих десятков миллионов лет мигрируют внутрь планетной системы, рассеивая планетозимали протопланетного диска (планетозимали при этом оказываются на дальних орбитах или вообще покидают планетную систему). Однако недавно теории миграции был нанесен сильный удар - летом 2005 года был открыт "горячий юпитер" внутри [тесной тройной системы звезд](#). Возможно, это говорит о том, что горячие юпитеры формируются изначально на близких к звезде орбитах. С другой стороны, сторонники теории миграции считают, что данная тройная система образовалась уже после формирования планеты путем гравитационного захвата (что тоже не исключено).



Между тем поток открытий новых газовых гигантов не иссякал. В январе 1998 года начала свою работу группа Англо-Австралийского телескопа. Используя 3,9 метровый телескоп в Австралии, астрономы группы исследовали около 200 близких звезд солнечного типа до 8 звездной величины, находящихся на южном небе. Их программа рассчитана до 2010 года, и уже принесла значительные результаты: в тесном сотрудничестве с Ликской обсерваторией было открыто несколько десятков планет. Спустя десятилетие после открытия первой внесолнечной планеты у нормальной звезды удалось достичь минимального порога масс для планет в 30-40 масс Земли и максимального периода обращения в 10 лет. Было открыто около 120 газовых гигантов.

# ДАЛЕКИЕ ЗАТМЕНИЯ

Наибольший вклад дал поиск так называемых "транзитов" - затмений звезд их планетами. Этот метод очень результативен, особенно при совмещении с методом лучевых скоростей. Первые "транзиты" были открыты для планет, уже обнаруженных спектральным методом. Первый такой транзит был найден у звезды [HD 209458](#) (планета Озирис) в 1999 году. Благодаря этому впервые удалось определить среднюю плотность "горячего юпитера". Кроме поиска транзитов по "следам" спектроскопических наблюдений, в середине 90-х годов возникла идея поиска транзитов на "площадях". Метод заключается в фиксировании одновременно с большой точностью яркости большого количества звезд, например в направлении центра нашей Галактики или Магеллановых облаков. Самой известной такой программой стала программа [OGLE](#). Используя несколько телескопов, расположенных в Южном полушарии, за несколько лет удалось зафиксировать несколько десятков периодических "затмений" звезд. Но лишь в 2002 году впервые удалось подтвердить "транзит" спектроскопическим методом. С тех пор OGLE достоверно открыл всего лишь 5 "горячих юпитеров". В 2003 году начался проект SuperWASP, цель которого отснять все небо, используя две обсерватории, и произвести поиск транзитных планет с периодом до недели у звезд до 13 звездной величины. На данном этапе пока идет накопление данных. Также с 2003 года действует программа STARE. Она началась с обследования небольшими телескопами около 12 тысяч ярких звезд на площади в 36 квадратных градусов, из них было найдено 16 "подозрительных" звезд. После тщательного измерения их лучевых скоростей в 2004 году была открыта планета [TrEs-1](#).



"Транзит" "горячего юпитера" в представлении художника.