

Краткие исторические сведения

Первыми астрофиз. исследованиями можно считать введение Гиппархом (2 в. до н. э.) понятия *звёздная величина* и разделение видимых невооружённым глазом звёзд на 6 классов в зависимости от их блеска. Ряд астрофиз. сведений получен после изобретения в 1609 Г. Галилеем (G. Galilei) телескопа: сформулированы определ. представления о природе поверхности Луны (Галилей), осуществлены первые опыты разложения солнечного света стеклянной призмой (И. Ньютон, 1662) и первые наблюдения спектра *Венеры* (Ньютон, 1669), установлено наличие плотной атмосферы у Венеры (М. В. Ломоносов, 1761), сформулированы законы фотометрии [И. Ламберт (J. H. Lambert), 1760], проведены систематич. наблюдения неск. *переменных звёзд*, в т. ч. открыты переменные звезды δ Цефея [Дж. Гудрайк (J. Goodricke), 1794].

Подлинная история А. началась с 1802, когда У. Волластон (W. Wollaston) обнаружил, что спектр Солнца пересечён тёмными линиями. В 1814 Й. Фраунгофер (J. Fraunhofer) детально описал неск. сотен тёмных линий солнечного спектра и установил, что они присущи также спектру Луны и планет, причём положение одной из них совпадает с линией масляного пламени. Методы спектрального анализа были развиты в 1859—62 Г. Кирхгофом (G. Kirchhoff) и Р. Бунзенем (R. Bunsen). В 1868 Дж. Н. Локьер (J. N. Lockyer) обнаружил в спектре хромосферы Солнца линию ранее неизвестного элемента — гелия. В 1863 А. Секки (A. Secchi) начал систематизацию звёзд по особенностям их спектров. В 1-й четв. 20 в. построены модели атмосфер звёзд с учётом лучистого переноса энергии и сформулированы критерии конвективной неустойчивости [К. Шварцшильд (K. Schwarzschild) и А. Шустер (A. Schuster), 1905], дано объяснение спектральной последовательности звёзд на основе теории ионизации атомов [Э. Милн (E. Milne), M. Саха, 1921—23], установлен принцип инвариантности в теории переноса излучения и созданы основы точных методов этой теории [В. А. Амбарцумян, В. В. Соболев, С. Чандрасекар (S. Chandrasekhar), 1943—49].

В 1869 Дж. Х. Лейн (J. H. Lane), исходя из представления, что Солнце — огромный газовый шар, в котором давление возрастает по направлению к центру, впервые оценил темп-ру его поверхности, а в 1878—83 А. Риттер (G. A. D. Ritter) выполнил серию работ по теории гравитационного равновесия и пульсации газовых шаров. Вскоре была построена теория доплеровских газовых шаров [Р. Эмден (R. Emden), 1907], сформулирована полная система ур-ний теории внутр. строения звёзд [А. Эддингтон (A. S. Eddington), 1916]. В 1934 была высказана гипотеза о возможности существования нейтронных звёзд [В. Бааде (W. Baade), Ф. Цвикки (F. Zwicky)], затем проведены первые расчёты моделей нейтронных звёзд, вынесена принципиальная возможность гравитационного коллапса [Г. Волков (G. M. Volkoff), Р. Оппенгеймер (R. Oppenheimer), Х. Снайдер (H. Snyder), 1938—39], заложены основы теории термоядерных реакций в звёздах [Х. Бете (H. Bethe), К. Вайцзеккер (C. von Weizsäcker), 1937—39] и построены первые модели звёзд, в т. ч. красных гигантов, с учётом термоядерных реакций [Г. Гамов, С. Чандрасекар, М. Шварцшильд (M. Schwarzschild) и др., 1941—45], исследованы строение и энергетика белых карликов [Р. Фаулер (R. P. Fowler), 1926; С. А. Каплан, Э. Шацман (E. Schatzman), 1946—49], установлен механизм пульсаций цефеид (С. А. Жевакин, 1953), открыты пульсары [А. Хьюитт (A. Hewish) и др., 1967], а в 1974 — глобальные колебания Солнца с периодом 160 мин (А. Б. Северный с соавторами).

При изучении межзвёздной среды был установлен критерий *гравитационной неустойчивости* [Дж. Джинс (J. H. Jeans), 1902], оговорены запрещённые линии в спектрах туманностей [А. Боун (I. S. Bowen),

1927], подтверждён сделанный ещё в 1847 В. Я. Струве вывод о поглощении света в межзвёздной среде [Р. Трумплер (R. J. Trümpler), 1930], разработана теория свечения планетарных и газовых туманностей [В. А. Амбарцумян, Г. Занстра (H. Zanstra), 1931—34], открыто существование зон ионизованного водорода вокруг горячих звёзд [Б. Стрёмгрен (B. G. D. Strömberg), 1939], предсказано радиоизлучение нейтрального водорода на волне 21 см [Х. К. ван Хюлст (H. Ch. van Hulst), 1944] и рекомбинац. излучение ионизованного водорода (Н. С. Кардашёв, 1959; см. *Рекомбинационные радиолинии*), сыгравшие исключительно важную роль в изучении распределения нейтрального и ионизованного водорода в нашей и др. галактиках; предсказана возможность наблюдений в радиодиапазоне линий, принадлежащих молекулам межзвёздного пространства (И. С. Шкловский, 1949), дана интерпретация нетеплового радиоизлучения Галактики как синхротронного излучения (Х. Альвен, В. Л. Гинзбург, И. С. Шкловский и др., 1950—52).

В 1912 были начаты измерения *красных смещений* линий в спектрах «спиральных туманностей» [В. Слайфер (V. M. Slipher)], было доказано, что эти объекты являются на самом деле гигантскими звёздными системами — галактиками [Э. Хаббл (E. P. Hubble), 1924], установлено расширение наблюдаемого мира галактик со скоростями, прямо пропорциональными их расстояниям от наблюдателя (Э. Хаббл, 1929), на основе общей теории относительности разработана теория расширяющейся Вселенной (А. А. Фридман, 1922). В 60-х гг. открыты квазизвёздные радиосточники — квазары [Т. Мэтьюз (T. A. Matthews), А. Сандидж (A. Sandage), М. Шмидт (M. Schmidt)], квазизвёздные галактики — квазаги (А. Сандидж), реликтовое радиоизлучение [Р. Уилсон (R. Wilson), А. Пензиас (A. Penzias), 1965], послужившие подтверждением модели «горячей Вселенной» (Г. Гамов, Я. Б. Зельдович и др.).

Современные проблемы астрофизики

Начиная с 60-х гг. 20 в. при помощи аппаратуры, установленной на ИСЗ и АМС, были получены важные сведения о планетах Солнечной системы и их спутниках, в частности о физ. состоянии и хим. составе атмосфер и поверхностных слоёв двух ближайших планет — Венеры и Марса, подробно исследован спутник Земли — Луна, существенно углублены представления о природе процессов, происходящих на поверхности и в недрах Солнца и др. звёзд, в межзвёздной среде и в мире галактик. Одна из важнейших проблем совр. А. — разработка теории *гидромагнитного динамо* с целью объяснения солнечного магнетизма, в т. ч. механизма генерации и усиления магн. поля во внутр. слоях Солнца, механизмов формирования и поддержания устойчивости солнечных пятен, колебания полярности с периодом в 22 года. В 60-х гг. на основе теории *токовых слоёв* удалось сделать первые шаги в объяснении солнечных вспышек, динамики протуберанцев и солнечной короны в целом. Пока нельзя считать полностью решённой проблему солнечных нейтрино, а следовательно и внутр. строения Солнца.

Располагающиеся на краях нек-рых газовых туманностей источники мощного когерентного излучения в отд. линиях молекул межзвёздного газа — космические мазеры (см. *Мазерный эффект*) — служат доказательством происходящих и в наше время процессов *звездообразования* в Галактике. С помощью быстродействующих ЭВМ удалось создать «сценарии» *эволюции звёзд* от начала сжатия фрагмента газопылевого облака (протозвезды) до её заключит. стадии — медленного сброса звёздной оболочки (стадия *планетарной туманности*) и образования белого карлика или (при большой массе звёзд) вспышки сверхновой с образованием нейтронной звёзды (или чёрной дыры). Однако пока существует полная неясность относительно деталей процесса перемешивания вещества на конвективной стадии сжа-