

## § 1. Предмет астрономии

**1. Что изучает астрономия.** Люди издавна пытались разгадать тайну окружающего мира, определить свое место в мировом порядке Вселенной, которую древнегреческие философы называли Космосом. Так человек пристально наблюдал за восходами и заходами Солнца, за порядком смены фаз Луны — ведь от этого зависела его жизнь и трудовая деятельность. Человека интересовал неизменный суточный ход звезд, но пугали непредсказуемые явления — затмения Луны и Солнца, появление ярких комет. Люди пытались понять закономерность небесных явлений и осмыслить свое место в этом безграничном мире. Астрономия исследует небесные объекты, явления и процессы, происходящие во Вселенной.

**Астрономия** (греч. *ástron* — звезда, светило, *nómos* — закон) — фундаментальная наука, изучающая строение, движение, происхождение и развитие небесных тел, их систем и всей Вселенной в целом.

Астрономия как наука — важный вид человеческой деятельности, дающий систему знаний о закономерностях в развитии природы. Цель астрономии — изучить происхождение, строение и эволюцию Вселенной.

Важными задачами астрономии являются объяснение и прогнозирование астрономических явлений, таких, как солнечные и лунные затмения, появление периодических комет, прохождение вблизи Земли астероидов, крупных метеорных тел или ядер комет. Астрономия занимается изучением физических процессов, происходящих в недрах планет, на поверхности и в их атмосферах, чтобы лучше понять строение и эволюцию нашей планеты. Восемь больших планет (среди них Земля), карликовые планеты, их спутники, астероиды, метеорные тела, кометы, межпланетная пыль и полевые формы материи вместе с Солнцем составляют гравитационно-связанную Солнечную систему. Исследование движения небесных тел позволяет выяснить вопрос об устойчивости Солнечной системы, о вероятности столкновения Земли с астероидами и ядрами комет. Не теряет актуальность открытие новых объектов Солнечной системы и изучение

их движения. Важно знание процессов, происходящих на Солнце, и прогнозирование их дальнейшего развития, так как от этого зависит существование всего живого на Земле. Изучение эволюции других звезд и сравнение их с Солнцем помогают познать этапы развития нашего светила.

Исследование нашей звездной Галактики и других галактик позволяет определить ее тип, эволюцию, место, занимаемое в ней Солнечной системой, вероятность близкого прохождения от Солнца других звезд или прохождения его самого через межзвездные облака газа и пыли.

Итак, астрономия изучает строение и эволюцию Вселенной. Под термином «Вселенная» понимается максимально большая область пространства, включающая в себя все доступные для изучения небесные тела и их системы.

**2. Возникновение астрономии.** Астрономия возникла в глубокой древности. Известно, что еще первобытные люди наблюдали звездное небо и затем на стенах пещер рисовали то, что видели. По мере развития человеческого общества с возникновением земледелия появилась потребность в счете времени, в создании календаря. Подмеченные закономерности в движении небесных светил, изменении вида Луны позволили древнему человеку найти и определить единицы счета времени (сутки, месяц, год) и высчитать наступление определенных сезонов года, чтобы вовремя провести посевные работы и убрать урожай.

Наблюдение звездного неба с древнейших времен формировало самого человека как мыслящее существо. И если ориентация в пространстве и времени по Солнцу, другим звездам и Луне доступна животным на уровне рефлексов, то только человеку свойственно предсказывать земные явления по небесным. Так в Древнем Египте по появлению на предутреннем небе ярчайшей звезды Сириус жрецы предсказывали периоды весенних разливов Нила, определявших сроки земледельческих работ (рис. 1). В Аравии, где из-за дневной жары многие работы переносились на ночное время, существенную роль играло на-



Рис. 1. Наблюдение предутреннего восхода Сириуса в Древнем Египте



Рис. 2. Стоунхендж — древняя астрономическая наблюдательная площадка

В различных местах Земли наши предки оставили сооружения из каменных глыб и обработанных столбов, ориентированные на астрономически значимые направления. Эти направления совпадают, например, с точками восхода Солнца в дни равноденствий и солнцестояний. Подобные каменные солнечно-лунные указатели найдены в Южной Англии (Стоунхендж — рисунок 2), в России на южном Урале (Аркаим) и других местах. Возраст таких древних обсерваторий — около 5—6 тыс. лет.

Аналогичные наблюдательные площадки, использовавшиеся для астрономических наблюдений и отправления культовых обрядов, обнаружены и в нашей стране. Например, культово-астрономическое каменное сооружение находится на берегу озера Яново вблизи г. Полоцка.

**3. Разделы астрономии.** Как и любая другая наука, астрономия включает ряд разделов, тесно связанных между собой. Они отличаются друг от друга предметом исследования, а также методами и средствами познания.

Рассмотрим возникновение и развитие разделов астрономии в историческом аспекте. Правильное, научное представление о Земле как небесном теле появилось в Древней Греции. Александрийский астроном *Эратосфен* в 240 г. до н. э. весьма точно определил по наблюдениям Солнца размеры земного шара. Развивающиеся торговля и мореплавание нуждались в разработке методов ориентации, определении географического положения наблюдателя, точном измерении времени исходя из астрономических наблюдений. Решением этих задач стала заниматься **практическая астрономия**.

блюдение фаз Луны. В странах, где было развито мореплавание, в особенности до изобретения компаса, особое внимание уделялось способам ориентирования по звездам.

В самых ранних письменных документах (3—2-е тысячелетия до н. э.) древнейших цивилизаций Египта, Вавилона, Китая, Индии и Америки имеются следы астрономической деятельности. В раз-



Николай Коперник  
(1473—1543)



Иоганн Кеплер  
(1571—1630)



Исаак Ньютон  
(1643—1727)

Гелиоцентрическая система мира *Николая Коперника*, изложенная в труде «Об обращениях небесных сфер» (1543 г.), дала ключ к познанию Вселенной. Однако веками укоренившееся мнение о неподвижной Земле как центре Вселенной долго не уступало места новому учению. Окончательно утвердил теорию Коперника, получив бесспорные доказательства ее истинности, итальянский физик, механик и астроном *Галилео Галилей*. Астрономические открытия Галилея были сделаны с помощью простейшего телескопа. На Луне ученый увидел горы и кратеры, открыл четыре спутника Юпитера. Обнаруженная им смена фаз Венеры свидетельствовала о том, что эта планета обращается вокруг Солнца, а не вокруг Земли.

Современник Галилея *Иоганн Кеплер* (будучи ассистентом великого астронома Тихо Браге) получил доступ к высоким по точности результатам наблюдений планет, проводившихся в течение более чем 20 лет. Особое внимание Кеплера привлек Марс, в движении которого обнаружили значительные отступления от всех прежних теорий. После длительных вычислений ученому удалось найти законы движения планет. Эти три закона сыграли важную роль в развитии представлений об устройстве Солнечной системы. Раздел астрономии, изучающий движение небесных тел, получил название **небесной механики**. Небесная механика позволила объяснить и предварительно вычислить с очень высокой точностью почти все движения, наблюдаемые как в Солнечной системе, так и в Галактике.



Галилео Галилей  
(1564—1642)

В астрономических наблюдениях использовались все более совершенные телескопы. Зрительная труба Галилея была усовершенствована Кеплером, а затем *Христианом Гюйгенсом*. *Исаак Ньютон* изобрел новый вид телескопа — телескоп-рефлектор. С помощью модернизированных оптических приборов были сделаны новые открытия, причём относящиеся не только к телам Солнечной системы, но и к миру слабых и далеких звезд. В 1655 г. Гюйгенс разглядел кольца Сатурна и открыл его спутник Титан. В 1761 г. *М. В. Ломоносов* открыл атмосферу у Вены

и провел исследование комет. Принимая за эталон Землю, ученые сравнивали ее с другими планетами и спутниками. Так зародилась **сравнительная планетология**.

Огромные и все увеличивающиеся возможности изучения физической природы и химического состава звезд предоставило открытие спектрального анализа (1859—1862). Детальные исследования темных линий в спектре Солнца, выполненные немецким ученым *Йозефом Фраунгофером*, стали первым шагом в получении спектральной информации о небесных телах. Быстрое развитие лабораторной спектроскопии и теории спектров атомов и ионов на основе квантовой механики привело к развитию на этой основе физики звезд, и в первую очередь физики звездных атмосфер. В 60-е гг.



Михаил Васильевич  
Ломоносов  
(1711—1765)

ХІХ в. спектральный анализ становится основным методом в изучении физической природы небесных тел. Раздел астрономии, изучающий физические явления и химические процессы, происходящие в небесных телах, их системах и в космическом пространстве, называется **астрофизикой**.

Дальнейшее развитие астрономии связано с усовершенствованием техники наблюдений. Большие успехи достигнуты в создании новых типов приемников излучения. Фотоэлектронные умножители, электронно-оптические преобразователи, методы электронной фотографии и телевидения повысили точ-

ность и чувствительность фотометрических наблюдений и еще более расширили спектральный диапазон регистрируемых излучений. Стал доступным для наблюдений мир далеких галактик, находящихся на расстоянии миллиардов световых лет. Возникли новые направления астрономии: звездная астрономия, космология и космогония.

Временем зарождения **звездной астрономии** принято считать 1837—1839 гг., когда независимо в России, Германии и Англии были получены первые результаты в определении расстояний до звезд. Звездная астрономия изучает закономерности в пространственном распределении и движении звезд в нашей звездной системе — Галактике, исследует свойства и распределение других звездных систем.

**Космология** — раздел астрономии, изучающий происхождение, строение и эволюцию Вселенной как единого целого. Выводы космологии основываются на законах физики и данных наблюдательной астрономии, а также на всей системе знаний определенной эпохи. Интенсивно этот раздел астрономии стал развиваться в первой половине XX в., после разработки общей теории относительности *Альбертом Эйнштейном*.

**Космогония** — раздел астрономии, изучающий происхождение и развитие небесных тел и их систем. Поскольку все небесные тела возникают и развиваются, идеи об их эволюции тесно связаны с представлениями о природе этих тел вообще. При исследовании звезд и галактик используются результаты наблюдений многих сходных объектов, возникающих в разное время и находящихся на разных стадиях развития. В современной космогонии широко применяются законы физики и химии.

Космогонические гипотезы XVIII—XIX вв. относились главным образом к происхождению Солнечной системы. Затем развитие физики и астрофизики позволило приступить к серьезному изучению происхождения и развития звезд. В 60-х гг. XX в. началось исследование происхождения и развития галактик, природа которых была выяснена только в 20-х гг. XX в.

**4. Астрономические наблюдения.** Основным способом исследования небесных объектов и явлений служат астрономические наблюдения. **Астрономические наблюдения** — это целенаправленная и активная регистрация информации о процессах и явлениях, происходящих во Вселенной. Такие наблюдения выступают основным источником знаний на эмпирическом уровне.





Рис. 3. Небольшой оптический телескоп

На протяжении тысячелетий астрономы изучали положение небесных объектов на звездном небе и их взаимное перемещение с течением времени. Точные измерения положений звезд, планет и других небесных тел дают материал для определения расстояний до них и их размеров, а также для изучения законов их движения. Результатами угломерных измерений пользуются в практической астрономии, небесной механике, звездной астрономии.

Для проведения астрономических наблюдений и их обработки во многих странах созданы специальные научно-исследовательские учреждения — **астрономические обсерватории**.

Для выполнения астрономических наблюдений и обработки полученных данных в современных обсерваториях используют наблюдательные инструменты (телескопы), светоприемную и анализирующую аппаратуру, вспомогательные приборы для наблюдений, электронно-вычислительную технику и др. (рис. 3).

**Оптические телескопы** служат для собирания света исследуемых небесных тел и получения их изображения. Телескоп увеличивает угол зрения, под которым видны небесные тела, и собирает во много раз больше света, приходящего от светила, чем невооруженный глаз наблюдателя. Благодаря этому в телескоп можно рассматривать невидимые с Земли детали поверхности ближайших небесных тел, а также множество слабых звезд.

После Второй мировой войны начала бурно развиваться радиофизика (физика радиоволн). Усовершенствованные приемники, антенны и оставшиеся после войны радиолокаторы могли принимать радиоизлучение Солнца и далеких космических объектов. Так возникла **радиоастрономия** — одна из ветвей астрофизики. Внедрение радионаблюдений в астрономию (рис. 4) обогатило ее множеством выдающихся открытий.

Новым импульсом в развитии астрономических наблюдений явился выход космических аппаратов и человека в космос. Научные приборы и телескопы, установленные на космических ап-

паратах, позволили исследовать ультрафиолетовое, рентгеновское и гамма-излучение Солнца, других звезд и галактик. Эти наблюдения за пределами земной атмосферы, поглощающей коротковолновое излучение, необычайно расширили объем информации о физической природе небесных тел и их систем.

**5. Значение астрономии.** Во все времена астрономия оказывала большое влияние на практическую деятельность человека, но самое главное ее значение заключалось и заключается в формировании научного мировоззрения. Это можно проследить, рассматривая развитие отдельных разделов астрономии.

Методы ориентировки, разрабатываемые практической астрономией, применяются в мореплавании, авиации и космонавтике. Требования к точности определения координат небесных объектов (звезд, квазаров, пульсаров) значительно возросли в связи с тем, что по ним ориентируются космические автоматические аппараты, скорости которых и покоряемые расстояния несоизмеримы с земными. В связи с освоением тел Солнечной системы возникает необходимость составления подробных карт Луны, Марса, Венеры.

Работа службы времени также связана с астрономией. В задачи данной службы входят определение, хранение и передача сигналов точного времени, что не потеряло актуальности и сейчас. Атомные часы, точность хода которых достигает  $10^{-13}$  с, позволяют изучать годовые и вековые изменения вращения Земли, а значит, вносить поправки в единицы измерения времени.

По мере освоения космического пространства увеличивается число задач, решать которые призвана небесная механика. Одна из них — изучение отклонений орбит искусственных спутников Земли (ИСЗ) от расчетных. Изменение высоты полета ИСЗ над земной поверхностью зависит от средней плотности залегающих пород, что указывает на районы поиска нефти, газа или железной руды.



Рис. 4. 100-метровый радиотелескоп обсерватории Грин Бэнк (США)

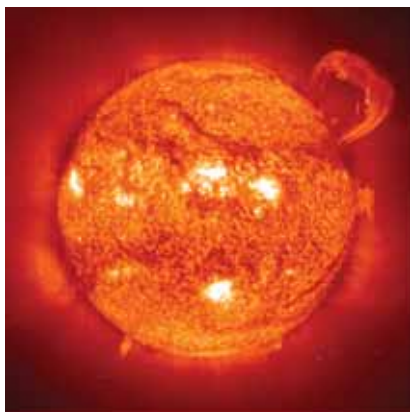


Рис. 5. Активное Солнце. Фотография, сделанная спутником SOHO

Исследование атмосфер тел Солнечной системы помогает лучше познать законы динамики атмосферы Земли, точнее, построить ее модель, а следовательно, увереннее предсказывать погоду. Практический интерес имеют для метеорологов, к примеру, вопросы образования сернистых облаков на Венере, вызывающих «парниковый эффект», или вопросы глобальных марсианских пылевых бурь, охлаждающих поверхность этой планеты.

Развитие астрофизики стимулирует разработку новейших технологий. Так, исследование источников энергии Солнца и других звезд подсказала идею создания управляемых термоядерных реакторов. В процессе изучения солнечных протуберанцев родилась идея теплоизоляции сверхгорячей плазмы магнитным полем, создания магнитогидродинамических генераторов. Результаты наблюдений Службы Солнца — международной координирующей сети по регистрации активности Солнца — используются в метеорологии, космонавтике, медицине и других отраслях человеческой деятельности (рис. 5).

Наша Земля не изолирована в пространстве, на нее воздействуют частицы и поля, идущие от Солнца и других звезд. Многие звезды в конце своей эволюции взрываются (так называемые сверхновые), выделяя огромное количество энергии в течение нескольких секунд. Так, типичная вспышка сверхновой звезды на расстоянии 60 световых лет способна уменьшить озоновый слой нашей планеты в 20 раз, что в свою очередь приведет к возрастанию в миллион раз потока ультрафиолетового излучения, достигающего Земли.

Звездная астрономия изучает частоту, пространственное распределение и типы звезд, приводящих к космическим катастрофам.

Земля — это уникальная планета, где в процессе эволюции возникла человеческая цивилизация, и если природа Земли уникальна, то и огромна ответственность людей за ее сохранение.

### Главные выводы

1. Астрономия — фундаментальная наука, изучающая физические тела, явления и процессы, происходящие во Вселенной.
2. Астрономия состоит из ряда разделов, например небесная механика, сравнительная планетология, астрофизика, космология и др.
3. Основной способ исследования небесных объектов — астрономические наблюдения, выполняемые с помощью современных наземных и космических телескопов.
4. Основное назначение астрономии — формирование научного мировоззрения людей.

### Контрольные вопросы и задания

1. Что изучает астрономия? Перечислите важнейшие особенности астрономии.
2. Как возникла наука астрономия? Охарактеризуйте основные периоды ее развития.
3. Какие объекты и их системы изучает астрономия? Перечислите их в порядке увеличения размеров.
4. Из каких разделов состоит астрономия? Кратко охарактеризуйте каждый из них.
5. Что такое телескоп и для чего он предназначен?
6. Каково значение астрономии для практической деятельности человека?