

Тема 1. Астрономія — фундаментальна наука, яка вивчає об'єкти Всесвіту та Всесвіт у цілому.

План

- 1. Предмет астрономії. Її розвиток і значення в житті суспільства**
- 2. Фундамент астрономії.**
- 3. Історія розвитку астрономії.**

1. Предмет астрономії. Її розвиток і значення в житті суспільства

Астрономія — фундаментальна наука, яка вивчає об'єкти Всесвіту та Всесвіт у цілому.

Астрономія (від грец. «астрон» — «зоря», «номос» — «закон») — наука про небесні світила, про закони їхнього руху, будови і розвитку, а також про будову і розвиток Всесвіту в цілому.

Астрономія вивчає всю сукупність небесних світил: планети та їхні супутники, комети і метеорні тіла, Сонце, зорі, зоряні скупчення, туманності, галактики, а також речовину та поля, які заповнюють простір між світилами.

Астрономія істотно відрізняється від інших галузей природознавства. В основі інших природничих наук лежить експеримент. Фізик чи хімік можуть штучно створювати ті чи інші умови і досліджувати, як зміна цих умов впливає на перебіг певного процесу.

Основа астрономії — спостереження. Вивчаючи потоки електромагнітних хвиль від небесних світил, астрономи не тільки змогли визначити відстані до них, дослідити фізичні умови в їхніх надрах, встановити хімічний склад їхніх атмосфер, з'ясувати внутрішню будову, але й намалювати шляхи їхньої еволюції впродовж мільярдів років.

2. Фундамент астрономії.

Можна сказати, що сучасна астрономія утримується на трьох «китах»:

1) потужна світлоприймальна техніка, тобто телескопи з найрізноманітнішими допоміжними приладами та світлореєструвальними пристосуваннями;

10. Large Synoptic Survey Telescope

Диаметр главного зеркала: 8,4 метра

Местонахождение: Чили, пик горы Серо-Пачон, 2682 метра над уровнем моря

Тип: рефлектор, оптический

Хотя LSST будет располагаться в Чили, это проект США и его строительство целиком финансируют американцы, в том числе Билл Гейтс (лично вложил 10 миллионов долларов из необходимых 400).



Предназначение телескопа - фотографирование всего доступного ночного неба раз в несколько ночей, для этого аппарат оснащен 3,2 гигапиксельной фотокамерой. LSST выделяется очень широким углом обзора в 3,5 градуса (для сравнения – Луна и Солнце, как они видны с Земли, занимают всего 0,5 градуса). Подобные возможности объясняются не только внушающим диаметром главного зеркала, но и уникальностью конструкции: вместо двух стандартных зеркал LSST использует три.

Среди научных целей проекта заявлены поиск проявлений темной материи и темной энергии, картографирование Млечного пути, детектирование кратковременных событий вроде взрывов новых или сверхновых, а также регистрация малых объектов Солнечной системы вроде астероидов и комет, в частности, вблизи Земли и в Поясе Койпера.

Ожидается, что LSST увидит «первый свет» (распространенный на Западе термин, означает момент, когда телескоп впервые используется по прямому назначению) в 2020 году. На данный момент идет строительство, выход аппарата на полное функционирование запланирован на 2022 год.

9. SouthAfricanLargeTelescope

Диаметр главного зеркала: 11 x 9,8 метров

Местонахождение: ЮАР, вершина холма недалеко от поселения Сутерланд, 1798 метров над уровнем моря

Тип: рефлектор, оптический



Самый большой оптический телескоп южного полушария располагается в ЮАР, в полупустынной местности недалеко от города Сутерланд. Треть из 36 миллионов долларов, необходимых для конструирования телескопа, вложило правительство ЮАР; остальная часть поделена между Польшей, Германией, Великобританией, США и Новой Зеландией.

Свой первый снимок SALT сделал в 2005 году, немногим после окончания строительства. Его конструкция довольно нестандартна для оптических телескопов, однако широко распространена среди поколения новейших «очень больших телескопов»: главное зеркало не едино и состоит из 91 шестиугольного зеркала диаметром в 1 метр, угол наклона каждого из которых может регулироваться для достижения определенной видимости.

Предназначен для проведения визуального и спектрометрического анализа излучения астрономических объектов, недоступных телескопам северного полушария. Сотрудники SALT занимаются наблюдениями квазаров, близких и далеких галактик, а также следят за эволюцией звезд.

Аналогичный телескоп есть в Штатах, он называется Hobby-Eberly Telescope и расположен в Техасе, в местечке Форт Дэвис. И диаметр зеркала, и его технология почти полностью совпадают с SALT.

8. Keck I и Keck II

Диаметр главного зеркала: 10 метров (оба)

Местонахождение: США, Гавайи, гора МаунаКеа, 4145 метров над уровнем моря

Тип: рефлектор, оптический



Оба этих американских телескопа соединены в одну систему (астрономический интерферометр) и могут работать вместе, создавая единое изображение. Уникальное расположение телескопов в одном из лучших мест на Земле с точки зрения астроклимата (степень вмешательства атмосферы в качество астрономических наблюдений) превратило Кеск в одну из самых эффективных обсерваторий в истории.

Главные зеркала Кеск I и Кеск II идентичны между собой и подобны по своей структуре телескопу SALT: они состоят из 36 шестиугольных подвижных элементов. Оборудование обсерватории позволяет наблюдать небо не только в оптическом, но и в ближнем инфракрасном диапазоне.

Помимо основной части широчайшего спектра исследований, Кеск является на данный момент одним из самых эффективных наземных инструментов в поиске экзопланет.

7. GranTelescopioCanarias

Диаметр главного зеркала: 10,4 метров

Местонахождение: Испания, Канарские острова, остров Ла Пальма, 2267 метров над уровнем моря

Тип: рефлектор, оптический

Строительство GTC закончилось в 2009 году, тогда же обсерватория и была официально открыта. На церемонию приехал даже король Испании Хуан Карлос I. Всего на проект было потрачено 130 миллионов евро: 90% профинансировала Испания, а остальные 10% поровну поделили Мексика и Университет Флориды.

Телескоп способен наблюдать за звездами в оптическом и среднем инфракрасном диапазоне, обладает инструментами CanariCam и Osiris, которые позволяют GTC проводить спектрометрические, поляриметрические и коронографические исследования астрономических объектов.



6. AreciboObservatory

Диаметр главного зеркала: 304,8 метров

Местонахождение: Пуэрто-Рико, Аресибо, 497 метров над уровнем моря

Тип: рефлектор, радиотелескоп

Один из самых узнаваемых телескопов в мире, радиотелескоп в Аресибо не раз попадал в объективы кинокамер: к примеру, обсерватория фигурировала в качестве места финальной конфронтации между Джеймсом Бондом и его антагонистом в фильме «Золотой Глаз», а также в научно-фантастической экранизации романа Карла Сагана «Контакт».

Этот радиотелескоп попал даже в видеоигры – в частности, в одной из карт сетевого режима Battlefield 4, которая называется RogueTransmission, военное столкновение между двумя сторонами происходит как раз вокруг конструкции, полностью скопированной с Аресибо.

Выглядит Аресибо действительно необычно: гигантская тарелка телескопа диаметром почти в треть километра помещена в естественную карстовую воронку, окруженную джунглями, и покрыта алюминием. Над ней подвешен подвижный облучатель антенны, поддерживаемый 18 тросами с трех высоких башен по краям тарелки-рефлектора. Гигантская конструкция позволяет Аресибо ловить электромагнитное излучение относительно большого диапазона – с длиной волны от 3 см до 1 м.

Введенный в строй еще в 60-х годах, этот радиотелескоп использовался в бесчисленных исследованиях и успел помочь сделать ряд значительных открытий (вроде первого обнаруженного телескопом астероида 4769 Castalia). Однажды Аресибо даже обеспечил ученых Нобелевской премией: в 1974 году были награждены Халс и Тейлор за первое в истории обнаружение пульсара в двойной звездной системе (PSR B1913+16).

В конце 1990-х годов обсерватория также стала использоваться в качестве одного из инструментов американского проекта по поиску внеземной жизни SETI.



5. Atacama Large Millimeter Array

Диаметр главного зеркала: 12 и 7 метров

Местонахождение: Чили, пустыня Атакама, 5058 метров над уровнем моря

Тип: радиоинтерферометр

На данный момент этот астрономический интерферометр из 66 радиотелескопов 12-и и 7-метрового диаметра является самым дорогим действующим наземным телескопом. США, Япония, Тайвань, Канада, Европа и, конечно, Чили потратили на него около 1,4 миллиарда долларов.

Поскольку предназначением ALMA является изучение миллиметровых и субмиллиметровых волн, наиболее благоприятным для такого аппарата является сухой и высокогорный климат; этим объясняется расположение всех шести с половиной десятков телескопов на пустынном чилийском плато в 5 км над уровнем моря.

Телескопы доставлялись постепенно: первая радиоантенна начала функционировать в 2008 году, а последняя – в марте 2013 года, когда ALMA и был официально запущен на полную запланированную мощность.

Главной научной целью гигантского интерферометра является изучение эволюции космоса на самых ранних стадиях развития Вселенной; в частности, рождения и дальнейшей динамики первых звезд.



4. GiantMagellanTelescope

Диаметр главного зеркала: 25,4 метров

Местонахождение: Чили, обсерватория Лас-Кампанас, 2516 метров над уровнем моря

Тип: рефлектор, оптический

Далеко к юго-западу от ALMA в той же пустыне Атакама строится еще один крупный телескоп, проект США и Австралии – GMT. Главное зеркало будет состоять из одного центрального и шести симметрично окружающих его и чуть изогнутых сегментов, образуя единый рефлектор диаметром более чем в 25 метров. Помимо огромного рефлектора, на телескоп будет установлена новейшая адаптивная оптика, которая позволит максимально устранить искажения, создаваемые атмосферой при наблюдениях.

Ученые рассчитывают, что эти факторы позволят GMT получать изображения в 10 раз более четкие, чем снимки Hubble, и вероятно даже более совершенные, чем у его долгожданного наследника – космического телескопа JamesWebb.

Среди научных целей GMT значится очень широкий спектр исследований – поиск и снимки экзопланет, исследование планетарной,

звездной и галактической эволюции, изучение черных дыр, проявлений темной энергии, а также наблюдение самого первого поколения галактик. Рабочий диапазон телескопа в связи с заявленными целями – оптический, ближний и средний инфракрасный.

Закончить все работы предполагается к 2020 году, однако заявлено, что GMT может увидеть «первый свет» уже с 4 зеркалами, как только они окажутся введены в конструкцию. В данный момент идет работа по созданию уже четвертого зеркала.



3. ThirtyMeterTelescope

Диаметр главного зеркала: 30 метров

Местонахождение: США, Гавайи, гора МаунаКеа, 4050 метров над уровнем моря

Тип: рефлектор, оптический

По своим целям и характеристикам ТМТ похож на GMT и гавайские телескопы Кеск. Именно на успехе Кеск и основан более крупный ТМТ с той же технологией разделенного на множество шестиугольных элементов главного зеркала (только в этот раз его диаметр в три раза больше), а заявленные исследовательские цели проекта почти полностью совпадают с задачами GMT, вплоть до фотографирования самых ранних галактик чуть ли не на краю Вселенной.

СМИ называют разную стоимость проекта, она варьируется от 900 миллионов до 1,3 миллиарда долларов. Известно, что желание участвовать в

ТМТ выразили Индия и Китай, которые согласны взять на себя часть финансовых обязательств.

В данный момент выбрано место для строительства, однако до сих пор ведется противодействие некоторых сил в администрации Гавайев. Гора МаунаКеа является священным местом для коренных гавайцев, и многие среди них категорически против строительства сверхкрупного телескопа.

Предполагается, что все административные проблемы уже очень скоро будут решены, а полностью завершить строительство планируется примерно к 2022 году.



2. SquareKilometerArray

Диаметр главного зеркала: 200 или 90 метров

Местонахождение: Австралия и Южная Африка

Тип: радиоинтерферометр

Если этот интерферометр будет построен, то он станет в 50 раз более мощным астрономическим инструментом, чем крупнейшие радиотелескопы Земли. Дело в том, что своими антеннами SKA должен покрыть площадь примерно в 1 квадратный километр, что обеспечит ему беспрецедентную чувствительность.

По структуре SKA очень напоминает проект ALMA, правда, по габаритам будет значительно превосходить своего чилийского собрата. На данный момент есть две формулы: либо строить 30 радиотелескопов с антеннами в 200 метров, либо 150 с диаметром в 90 метров. Так или иначе,

протяженность, на которой будут размещены телескопы, будет составлять, согласно планам ученых, 3000 км.

Чтобы выбрать страну, где будет строиться телескоп, был проведен своего рода конкурс. В «финал» вышли Австралия и ЮАР, и в 2012 году специальная комиссия объявила свое решение: антенны будут распределены между Африкой и Австралией в общую систему, то есть SKA будет размещен на территории обеих стран.

Заявленная стоимость мегапроекта – 2 миллиарда долларов. Сумма разделена между целым рядом стран: Великобританией, Германией, Китаем, Австралией, Новой Зеландией, Нидерландами, ЮАР, Италией, Канадой и даже Швецией. Предполагается, что строительство будет полностью завершено к 2020 году.



1. EuropeanExtremelyLargeTelescope

Диаметр главного зеркала: 39.3 метра

Местонахождение: Чили, вершина горы СерроАрмазонес, 3060 метров

Тип: рефлектор, оптический

Авторы проекта ThirtyMeterTelescope заявляют, что их астрономический инструмент будет крупнейшим оптическим телескопом в мире.

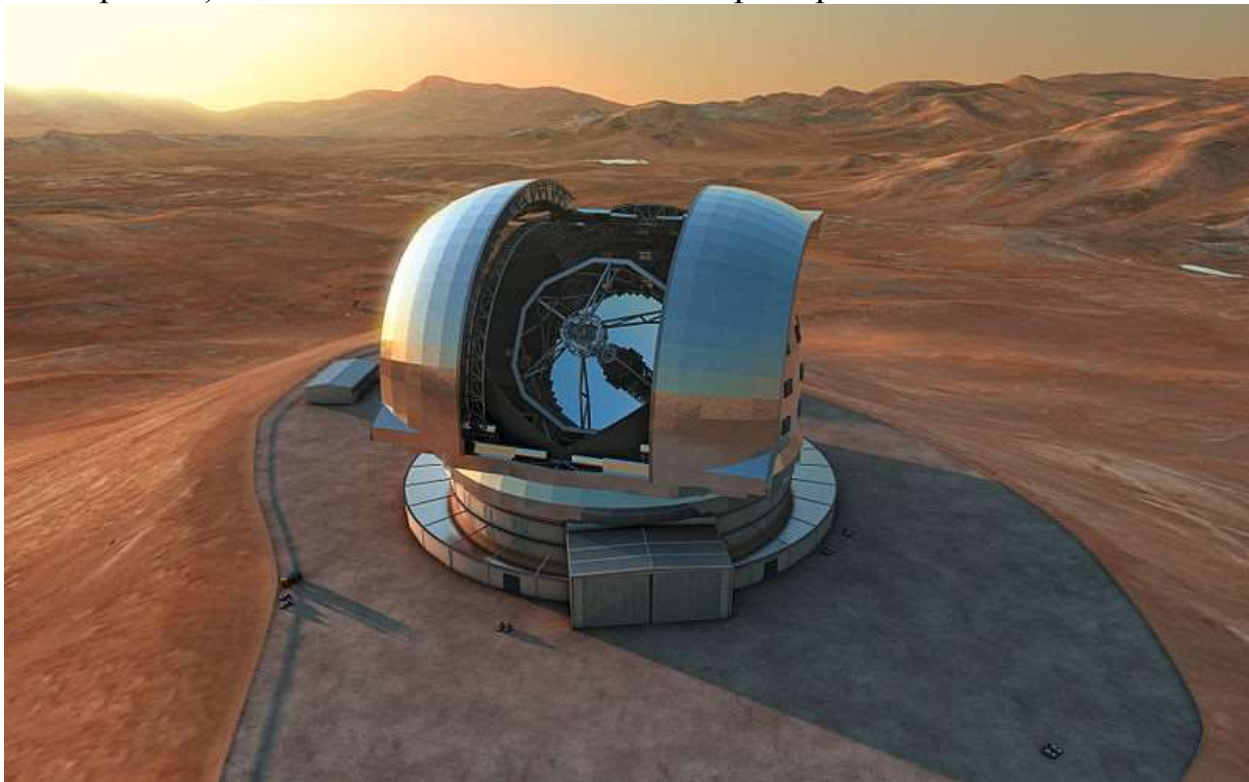
На пару лет - возможно. Однако к 2025 году на полную мощность выйдет телескоп, который превзойдет ТМТ на целый десяток метров и который, в отличие от гавайского проекта, уже находится на стадии строительства. Речь идет о бесспорном лидере среди новейшего поколения

крупных телескопов, а именно о Европейском очень большом телескопе, или E-ELT.

Его главное почти 40-метровое зеркало будет состоять из 798 подвижных элементов диаметром в 1,45 метра. Это вместе с самой современной системой адаптивной оптики позволит сделать телескоп настолько мощным, что он, по мнению ученых, сможет не только находить планеты, подобные Земле по размерам, но и сможет с помощью спектрографа изучить состав их атмосферы, что открывает совершенно новые перспективы в изучении планет вне солнечной системы.

Помимо поиска экзопланет, E-ELT займется исследованием ранних стадий развития космоса, попытается измерить точное ускорение расширения Вселенной, проверит физические константы на, собственно, постоянство во времени; также этот телескоп позволит ученым глубже чем когда-либо погрузиться в процессы формирования планет и их первичный химический состав в поисках воды и органики – то есть, E-ELT поможет ответить на целый ряд фундаментальных вопросов науки, включая те, что затрагивают возникновение жизни.

Заявленная представителями Европейской южной обсерватории (авторами проекта) стоимость телескопа - 1 миллиард евро.



2) вся сукупність законів, ідей і методів теоретичної фізики, встановлених і розроблених за останні триста років;

$$R_{\mu\nu} - \frac{R}{2}g_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4}T_{\mu\nu},$$

где γ — тензор Річі, отриманий із тензора кривизни простору-часу, R — скалярна кривизна, $g_{\alpha\beta}$ — метричний тензор, Λ — космологічна постійна, а $T_{\alpha\beta}$ — тензор енергії-імпульса матерії.

Рівняння пов'язує геометрію простору-часу (ліва частина рівняння) з матерією та її рухом (права частина).

3) весь складний і різноманітний математичний апарат у поєднанні з можливостями сучасної обчислювальної техніки.

Сучасна астрономія є настільки розвиненою наукою, що поділяється на понад десять окремих дисциплін, в кожній з яких використовуються лише її властиві методи досліджень, типи інструментів, поняттєвий апарат. Так, астрометрія розробляє методи вимірювання положень небесних світил і кутових відстаней між ними, вона ж розв'язує проблеми вимірювання часу. Небесна механіка з'ясовує динаміку руху небесних тіл. Астрофізика вивчає фізичну природу, хімічний склад і внутрішню будову зір. Зоряна астрономія досліджує будову нашої Галактики та інших зоряних систем. Питаннями походження і розвитку небесних тіл займається космогонія, а розвитком Всесвіту в цілому — космологія (від грец. «космос» — «Всесвіт», «гоне» — «походження», «логос» — «вчення»).

3. Історія розвитку астрономії.

Астрономія - одна з найдавніших наук. Перші астрономічні записи, знайдені в давньоєгипетських гробницях, датуються XXI-XVII ст. до н. е. Так, відомо, що вже за 3000 років до н. е. єгипетські жерці за першою ранковою появою найяскравішої зорі земного зоряного неба Сіріус визначали час настання розливу річки Ніл. В давньому Китаї за 2000 років до н. е. видимі рухи Сонця та Місяця були так добре вивчені, що китайські астрономи передбачали настання сонячних та місячних затемнень.

Було принаймні три причини, що обумовили і стимулювали зародження і розвиток астрономії.

Перший і, безумовно, найдавніший стимул - це практичні потреби людей. Для первісних кочових племен, які займалися мисливством, дуже важливою обставиною було чергування темних безмісячних та світлих місячних ночей, що вимагало спостережень за зміною фаз Місяця.

З ритмічною зміною пір року пов'язаний річний цикл життя землеробів. Для народів Межиріччя, Єгипту, Китаю дуже важливим було завбачення розливів великих річок, у долинах яких вони жили. А це вимагало як спостережень за висотою Сонця над обрієм упродовж року, так і зіставлення подій на Землі з виглядом зоряного неба. Спираючись на ці спостереження, люди вже з давніх давен розробили певні системи лічби часу - календарі.

Спостерігаючи схід Сонця вранці і його захід увечері, вони змогли виділити для орієнтації в просторі один із головних напрямків - напрямок схід-захід. Слово «орієнтуватися» походить від латинського «орієнс», що означає «схід», а також «схід Сонця».

Для встановлення напрямку вночі люди запам'ятовували розташування на небі яскравих зір та їхніх окремих характерних груп, з'ясовували умови видимості світил на небі впродовж року.

Другим стимулом для ретельних спостережень зоряного неба, а загалом - для нагромадження астрономічних знань і розвитку астрономії, були астрологічні завбачення.

Вже в III тис. до н. е. давні вавілоняни уважно слідкували за рухом так званих «блукаючих світил», які, на відміну від нерухомих зір, не займали постійних положень на небі, а рухались, переміщаючись із сузір'я в сузір'я. Від давніх греків до нас дійшла їхня загальна назва - планети, від римлян - власні назви: Меркурій, Венера, Марс, Юпітер і Сатурн. До числа планет у ті часи відносили ще й Сонце та Місяць, бо вони також «блукали» небом по сузір'ях.

Не знаючи справжніх причин руху планет на небі, давні спостерігачі склали уявлення, за яким Сонце, Місяць і згадані п'ять світил є «провісниками волі богів». Наприклад, на клинописних табличках, датованих 2300 р. до н. е., читаємо: «Якщо Венера з'являється на сході в місяці айяру і Великі та Малі Близнята оточують її, і всі чотири, як і вона, темні, тоді цар Елама буде уражений хворобою і не залишиться живим».

Понад 4000 років тому зародилась астрологія - необгрунтоване з позицій сучасної науки намагання за положенням планет на небі передбачати хід подій на землі: погоду та урожай, мир чи війну для держави, долю правителя, а згодом - і кожної людини

Третім, напевно, найголовнішим стимулом для розвитку астрономії було нестримне бажання людської думки проникнути в суть речей, усвідомити справжнє положення Землі й людини у Всесвіті, пізнати закони, за якими рухаються світила і які визначають їхнє народження, будову та подальший розвиток. Тобто астрономія задовольняла потребу людини в поясненні походження та розвитку навколишнього світу.

Відіграючи величезну світоглядну роль, астрономія завжди посідала чільне місце в духовному житті людства. Ось що писав з цього приводу А. Пуанкаре: «Астрономія корисна, тому що вона підносить нас над нами самими; вона корисна, тому що вона велична; вона корисна, тому що вона прекрасна. Вона показує нам, яка нікчемна людина тілом і яка велична вона духом, бо розум її у змозі досягнути сяючі безодні, де її тіло - лише темна точка, у змозі насолоджуватись їхньою безмовною гармонією. Так приходимо ми до усвідомлення своєї могутності, і це усвідомлення ... робить нас сильнішими».

Астрономія зароджувалася в різних куточках планети: у Межиріччі, Китаї, Єгипті - скрізь, де, усвідомивши себе, людина організовувала своє життя у певній спільноті. Ясна річ, у ті часи відповіді на питання про будову й походження навколишнього світу і про місце Землі у ньому люди давали на підставі своїх безпосередніх вражень та відчуттів. Тож не випадково склалось уявлення про те, що Земля нерухома і знаходиться в центрі світу.

Як очевидний факт приймалося, що Сонце, Місяць і весь небосхил обертаються навколо неї.

Довгий час у людей не було підстав сумніватись навіть у тому, що Земля плоска. Результати тривалих спостережень, зокрема видимих рухів Місяця, Сонця, планет, передавались із покоління в покоління. З часом вони допомогли змодельювати рухи цих світил і завдяки цьому обчислювати їхні положення серед зір на багато років наперед. Найдосконаліше це вдалося зробити грецькому вченому Клавдію Птолемею біля 150 р. н. е. Його геоцентрична модель світ (мал. 1.1) була так ретельно опрацьована, що її використовували майже 1500 років.

У величну будівлю сучасної астрономії вкладали цеглини сотні вчених усіх країн. Зокрема, Микола Коперник (1473-1543) «зрушив Землю, зупинивши Сонце». Йоган Кеплер (1618-1621) на підставі двадцятирічних спостережень Тіхо Браге (1546-1601) встановив закони руху планет. Галілео Галілей (1564-1642), збудувавши перший телескоп і спрямувавши його в небо, відкрив чотири супутники Юпітера, фази Венери та багато іншого. Ці відкриття утверджували геліоцентричну модель світу Коперника.

Ісаак Ньютон (1643-1727), узагальнивши закони Кеплера про рух планет, відкрив закон всесвітнього тяжіння і заклав основи небесної механіки. Вільям Гершель (1738-1822) створив модель нашої Галактики - велетенської, але скінченних розмірів системи зір. Йозеф Фраунгофер (1787-1826) вперше використав спектральний аналіз в астрономії. Едвін Габбл (1889-1953) довів, що за межами нашої Галактики є незліченне число інших таких же зоряних систем і що цей світ галактик розширюється. Альберт Ейнштейн (1879-1955) створив теорію відносності, яка стала фундаментом космології.

Сучасна астрономія, залишаючись фундаментальною наукою, має величезне прикладне значення і безпосередньо пов'язана з науково-технічним прогресом людства. Вивчення різноманітних небесних тіл, які можуть перебувати в умовах і дуже високих, і дуже низьких температур, густин і тисків, збагачує важливими даними «земні» науки - фізику, хімію тощо. Закони небесної механіки покладено в основу теорії руху космічних апаратів, а практичну космонавтику уявити без астрономії взагалі неможливо. Дослідження Місяця і планет дозволяють значно краще вивчати нашу Землю.

Крім того, астрономія є однією з найголовніших наук, завдяки яким створюється наукова картина світу - система уявлень про найзагальніші закони будови і розвитку Всесвіту та його окремих частин. І ця наукова картина світу, більшою чи меншою мірою, стає елементом світогляду кожної людини.