



# приборы и инструменты

Александр Волков



Долгое время считалось, что первым устройством, которое можно интерпретировать, как разновидность вычислительной машины, позволяющей рассчитать движение Солнца, Луны и планет, было найденное в начале прошлого века у берегов греческого острова Андикитира. Этот, довольно сложный прибор для астрономических наблюдений, не похожий ни на одно из известных древних технических устройств, состоял из множества бронзовых шестеренок, приводных рычагов и измерительных шкал.

Но поднятый со дня моря механизм, как следовало из сохранившейся надписи, был изготовлен лишь в конце II века до н.э. Тогда как из различных письменных источников Месопотамии и Египта, известно, что довольно развитой наукой астрономия была еще 3-5 тысяч лет назад. И уже в те далекие времена ученые храмовые жрецы Востока добивались точных астрономических расчетов. Наблюдая за звездным небом, записывая и анализируя движение по небу Солнца и Луны, вавилоняне и египтяне вели счет

Поднятый со дня моря механизм, как следовало из сохранившейся надписи, был изготовлен лишь в конце II века до н.э. Тогда как из различных письменных источников Месопотамии и Египта, известно, что довольно развитой наукой астрономия была еще 3-5 тысяч лет назад.

Созвездие Стенной Квадрант (Quadrans Muralis) среди других созвездий северного полушария неба.

Иллюстрация из атласа «A Familiar Treatise on Astronomy», изданного в 1825 г. Иосафатом Аспиным в Лондоне.

Созвездие в честь астрономического инструмента на звездной карте появилось в 1795 г. по предложению французского астронома Лаланда, но полтора века спустя было отменено, а его звезды включены в созвездия Волопаса, Дракона и Геркулеса.



времени, составляли точные календари, предсказывали важные для сельского хозяйства сезоны и разливы рек.

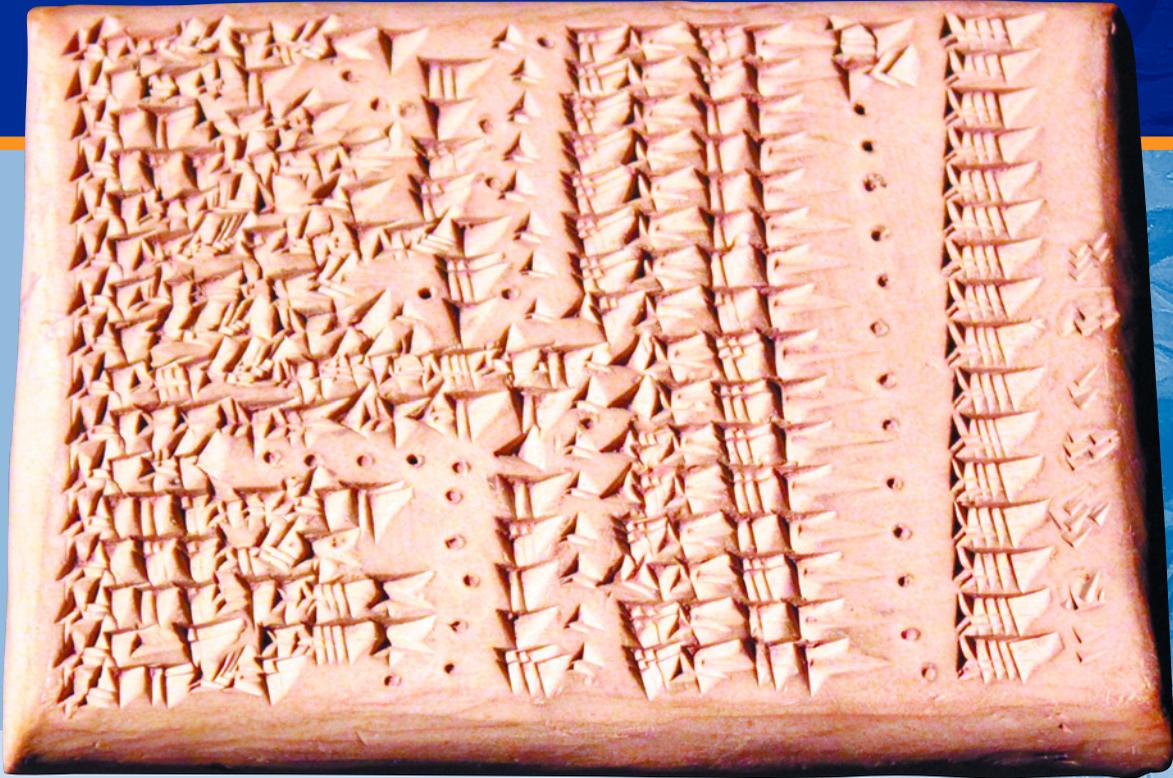
Трудно поверить, что делалось это «на глазок», но факт оставался фактом: никаких, приличных, по нашим представлениям, астрономических инструментов археологи не находили. Кроме, конечно, встречающегося на стенах египетских пирамид изображения гномона – довольно примитивного прибора представлявшего собой две взаимно перпендикулярные дощечки, из которых одна – оцифрована. Впрочем, несмотря на кажущуюся простоту, гномон позволял определять высоту Солнца и звезд над горизонтом, направление меридиана, устанавливать дни наступления равноденствий и солнцестояний.

Гномон считается не только самым древним астрономическим инструментом, но и самыми универсальными часами. С помощью прута-гномона, вертикально воткнутого в землю, люди довольно точно определяли время. Собственно, с греческого *gnomon* и переводится как «указатель перемещения солнца».

Придумка с тенью солнца оказалась столь хороша, что, и тысячелетия спустя после смерти фараонов, на гробницах которых изображалась, она пользовалась уважением народов. В Западной Европе, например, в средние века были написаны многочисленные труды по гномонике. Длинный путь эта наука прошла в России – от первых описаний в XI веке до расцвета в XVIII. Большой интерес к солнечным часам и их устройству проявлял Петр I. По

его указке в России возникают инструментальные мастерские по производству стационарных и портативных солнечных часов. Первый русский император даже написал инструкцию по их изготовлению и принимал участие в создании нескольких приборов в своей «токарне». Эти изделия вначале входили в его личное собрание, а после смерти императора были переданы в Кунсткамеру.

Есть свидетельства, что древним была известна астролябия. Образец ее был найден в середине XX века на раскопках одного из холмов в районе Евфрата. Правда, изобретение этого прибора, служившего для определения широт и долгот, приписывают греческому астроному II века до н.э. Гиппарху. Но евфратская находка, она хранится



← Древнеегипетский астрологический диск.  
Около 330 г. до н.э.  
Музей изящных искусств, Лос-Анджелес, США.

Клинописная табличка с перечнем созвездий,  
количества звезд в каждом из них, а также  
указанием расстояния между ними.  
Найдена в Месопотамии, при раскопках Урука.  
320-150 гг. до н.э.  
Пергамский музей, Берлин, Германия.

в музее сирийского города Алеппо, датируется более ранним, «догиппарховским» временем и свидетельствует, что в Месопотамии было известно, и о том, как изготовить диск, разделенный на градусы, и о самих градусах. Подтверждают это и клинописные тексты.

С помощью астролябии древние астрономы измеряли дуги на небе и определяли

угловые расстояния между звездами. Как и гномоны, астролябии использовались для определения долгот и широт в астрономии вплоть до XVIII века. Параллельно они служили при геодезической съемке местности в неисследованных и малоисследованных районах, а с усложнением астрономического инструментария, астролябия и вовсе становится чисто геодезическим прибором.

Придумка с тенью солнца оказалась столь хороша, что, и тысячелетия спустя после смерти фараонов, на гробницах которых изображалась, она пользовалась уважением народов. В Западной Европе, например, в средние века были написаны многочисленные труды по гномотике. Длинный путь эта наука прошла в России – от первых описаний в XI в. до расцвета в XVIII.

Птолемей.  
Гравюра из  
сборника «Les vrais  
portraits et vies des  
hommes illustres»,  
Париж, 1584 г.



Бесценные сведения о древних астрономических инструментах сохранились благодаря Птолемею (около 100 – оклол 170 н.э.). Вместе с другими учеными он собрал в огромной библиотеке Александрии множество разрозненных астрономических записей, сделанных в различных странах за предшествующие века. Достоянием последую-

щих поколений они стали благодаря «Альмагесту», в котором наряду с методикой и результатами астрономических наблюдений, Клавдий Птолемей приводит описание астрономических инструментов – гномона, армиллярной сферы, астролябии, квадранта, параллактической линейки – как применявшихся его предшественниками, так

Бесценные сведения о древних астрономических инструментах сохранились благодаря Птолемею. Вместе с другими учеными он собрал в огромной библиотеке Александрии множество разрозненных астрономических записей, сделанных в различных странах за предшествующие века.



и созданных им самим. Многие из этих инструментов в дальнейшем были усовершенствованы и ими пользовались на протяжении многих столетий.

Арабские мореплаватели в средние века для определения положения корабля в открытом море использовали и астролябии, и квадранты, позволявшие определить угол по вертикали от горизонта до направления на небесное светило.

Один из таких астрономических квадрантов, представляющий собой тонкую латунную пластину, вырезанную в виде четверти круга диаметром 17,6 сантиметра, хранится в коллекции научных приборов музея М.В. Ломоносова. Инструмент прекрасно сохранился, утрачены

лишь нить и грузик отвеса. Он был изготовлен, как следует из надписи на арабском языке, в Дамаске мастером Мухаммадом ибн абу ар-Рахмана в 734 году хиджры (мусульманского летоисчисления), то есть в 1354-1356 годах.

В период раннего средневековья арабские ученые усовершенствовали использовавшиеся еще в античности астрономические инструменты и разработали ряд оригинальных конструкций. Известны труды о применении астролябий, о солнечных часах и гномонах, написанные аль-Хорезми, аль-Фергани, аль-Ходженди, аль-Бируни, Улугбеком.

В XV–VI веках европейские астрономы наряду с инструментами, описанными учеными Востока, кон-

Гномон, принадлежавший Петру I.  
1710-1716 гг.  
Музей М.В. Ломоносова.  
Санкт-Петербург, Россия.

*Изготовлен по принципу солнечных часов английским мастером Джоном Бредли. О Бредли известно не много: родился в Англии, в Россию приехал в 1710 г. Работал сначала в Москве, в Артиллерийском приказе, а с 1716 г. и до своей смерти – в Департаменте артиллерии и фортификации в Петербурге.*

струировали собственные приборы. Особенно много оригинальных инструментов высокой точности создали такие знаменитые астро-



Астролябия арабского астронома Ибрагима ибн Саид аль-Сали. 1067 г.  
Национальный археологический музей, Мадрид, Испания.

**Внизу:**

Астролябия, изготовленная в 1568 г. известным фламандским мастером Гуалтериусом Арсениусом.  
Музей М.В. Ломоносова Санкт-Петербургского отделения Института истории естествознания и техники Российской Академии наук, Санкт-Петербург, Россия.

*Астролябия Арсениуса – одна из одиннадцати сохранившихся в музеях мира. Она имеет три сменных диска с выгравированными планисферами. Решетка астролябии содержит изображения 44 фундаментальных звезд. Годовой путь Солнца по эклиптике размечен в соответствии с юлианским календарем.*



Астролябия Петра I, изготовленная немецким мастером Иоганном Эрнстом Эслингом в 1716 г. в Берлине. Учебно-геодезический музей Московского государственного университета геодезии и картографии, Москва, Россия.

*Эта астролябия была заказана, когда царь-реформатор задумал экспедицию для установления северных и восточных границ России, вплоть до Тихого океана.*



номы, как Тихо Браге, Ян Гевелий, Иоганн Кеплер.

Начало телескопической астрономии обычно связывают с именем Галилео Галилея. В 1609 году Галилей начал использовать свой первый самодельный телескоп, открыв, тем самым, эру визуальных исследований небесных светил. Вскоре телескопы распространились по Европе, в богатых домах стали устраиваться небольшие личные обсерватории.

Телескоп Галилея назвали рефрактором, поскольку лучи света в нем преломляются (*refractus* – по латыни «преломленный»), проходя сквозь несколько стеклянных линз. В простейшей конструкции передняя линза-объектив собирает лучи в фокусе, создавая там изображение объекта, а расположенную у глаза линзу-окуляр используют как лупу для рассматривания этого изображения.

К древнейшим астрономическим инструментам относится также армиллярная сфера – название восходит к латинскому слово *armilla* – кольцо. На образующих сферу металлических кругах находились

передвигающиеся диоптры, с помощью которых фиксировалось положение небесного светила. К концу XVI века армиллярные сферы утратили функции измерительного прибора и получили распространение

Начало телескопической астрономии обычно связывают с именем Галилео Галилея. В 1609 г. Галилей начал использовать свой первый самодельный телескоп, открыв, тем самым, эру визуальных исследований небесных светил. Вскоре телескопы распространились по Европе, в богатых домах стали устраиваться небольшие личные обсерватории.



в качестве наглядных моделей Солнечной системы. Одновременно их изображение стало в Европе символом науки. В это время искусство изготовления сфер достигало высокой степени совершенства. Сделанные из латуни или бронзы, они декорировались

литыми или гравированными украшениями, часто позолоченными или из серебра и даже золота. Некоторые сферы были снабжены механизмом, позволявшим демонстрировать движение планет солнечной системы.

**Вверху:**

Астрономические инструменты на портрете св. Августина. Худ. Сандро Боттичелли. Около 1480 г. Фреска в церкви Всех Святых, Флоренция, Италия.



Астрономический квадрант, изготовленный около 1354 г. в Дамаске мастером Мухаммадом ибн Ахмад ол-Муса.

*Музей М.В.Ломоносова Санкт-Петербургского отделения Института истории естествознания и техники Российской Академии наук, Санкт-Петербург, Россия.*

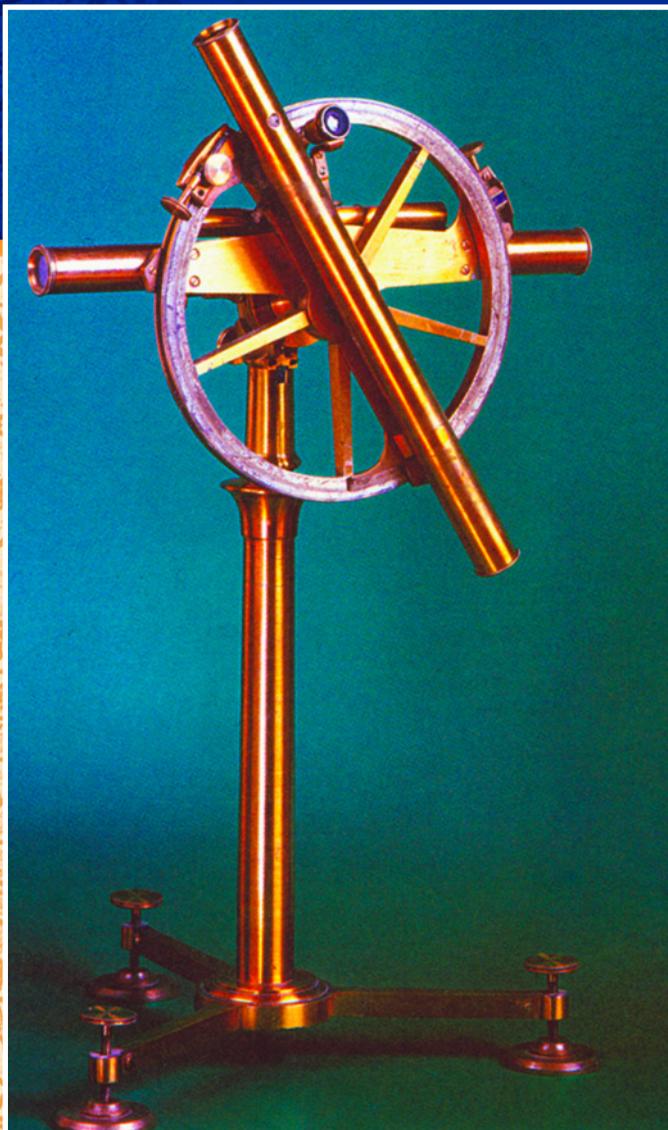
нет и период их обращения вокруг Солнца. На одном из кругов, составляющих конструкцию сферы, следует надпись, указывающая высшую точку эклиптики. На специальной небольшой дуге, закрепленной на оси вращения Земли, установлено изображение Луны, причем система зубчатых передач при вращении механизма вручную обеспечивала вращение планет вокруг Солнца и Луны вокруг Земли.

В России первые армиллярные сферы появились из Западной Европы в конце XVII века. В самом начале XVIII века была привезена и армиллярная сфера, изготовленная в Париже мастером Делюром, которой суждено было стать одним из первых экспонатов Кунсткамеры. Сделана она из латуни, и укреплена на деревянной точенной стойке с круглым основанием. На оси вращения сферы размещены дуги с латунными шариками на концах. Эти шарики изображают шесть планет Солнечной системы (к настоящему времени их сохранилось только пять: Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн). На дугах на французском языке выгравированы названия пла-



Армиллярная сфера, изготовленная в 1701-1720 г. в Париже мастером Делюром. Один из первых экспонатов Кунсткамеры.

*Музей М.В.Ломоносова Санкт-Петербургского отделения Института истории естествознания и техники Российской Академии наук, Санкт-Петербург, Россия.*



Повторительный круг Борда. На подставке указана фамилия оптика и механика Ленуара, мастерская которого находилась на Вандомской площади в Париже. XVIII в. Учебно-геодезический музей Московского государственного университета геодезии и картографии, Москва, Россия.

Армиллярная сфера →  
в коллекции Франца I Стефана, императора Священной Римской империи германской нации с 1745 г. Худ. Иоганн Цоффани. Около 1776 г. Музей истории искусств, Вена, Австрия.

Изобретателем секстанта был Исаак Ньютон, хотя прежде изобретение приписывалось известному конструктору и изготовителю точных астрономических приборов начала XVIII века Гадлею. Однако после смерти Гадлея в его бумагах было найдено описание конструкции секстанта, сделанное собственноручно Ньютоном.

Самые большие секстанты были у Улугбека и Тихо Браге, а позже у Галлея в Гринвиче. Прекрасный образец секстанта изготовил в 1658 году Гевелий. С его помощью он составил всемирно известный каталог звезд. Но когда в 1679 году в доме Гевелия случился пожар, в число сгоревших вещей попал и секстант. Гевелий был очень огорчен, и в память о любимом инструменте назвал в его честь одно из выделенных им созвездий. С исторической точки зрения это более чем справедливо – сотни лет секстант верой и правдой служил астрономам и до сих пор используется в навигации и геодезии.

В середине XVIII века известным астрономом Т. Майером (1732-1762 гг.), основателем современной фундаментальной

К морским астрономическим навигационным инструментам для измерения высоты светила над горизонтом для определения места корабля или судна в открытом море, то есть широты и долготы, относится и *секстант* (в морской терминологии: *секстан* – без буквы «т»).

В середине XVIII в. известным астрономом Т. Майером, основателем современной фундаментальной астрономии, был изобретен астрономический инструмент – повторительный круг, который, по сути, был предшественником обычных теодолитов. По странному стечению обстоятельств, этот прибор носит имя не своего изобретателя, а известного французского военного моряка Жана-Шарля Борда.



Астрономический универсал.  
Изготовлен в 1899-1904 г. в оптико-механической мастерской Пулковской обсерватории инженером-конструктором Г.А.Фрайберг-Кондратьевым.  
Учебно-геодезический музей Московского государственного университета геодезии и картографии, Москва, Россия.

*Фрайберг-Кондратьев сконструировал и изготовил ряд универсальных астрономических инструментов, превосходивших зарубежные аналоги, которые позволяли выполнять все виды астрономических вычислений.*

астрономии, был изобретен астрономический инструмент – повторительный круг, который, по сути, был предшественником обычных теодолитов. По странному стечению обстоятельств, этот прибор носит имя не своего изобретателя, а известного французского военного моряка Жана-Шарля Борда (1733-1799 гг.). Жан-Шарль Борда был не только замечательным капитаном, но и опытным астрономом и математиком, занимал должность главного астронома французского флота. Одновременно Борда занимался усовершенствованием геодезических инструментов и внес в конструкцию повторительного круга, предложенную Майером, некоторые модификации.

Его конструкция предусматривала возможность измерения углового расстояния между двумя светилами, что было необходимо для определения долготы места по так называемым «лунным расстояниям» – по угловому расстоянию какой-либо звезды или Солнца от Луны.

Жизнь повторительного круга оказалась не слишком долгой – он вышел из употребления уже в 30-е годы XIX века, не послужив людям даже ста лет, и уступив место хронометру.

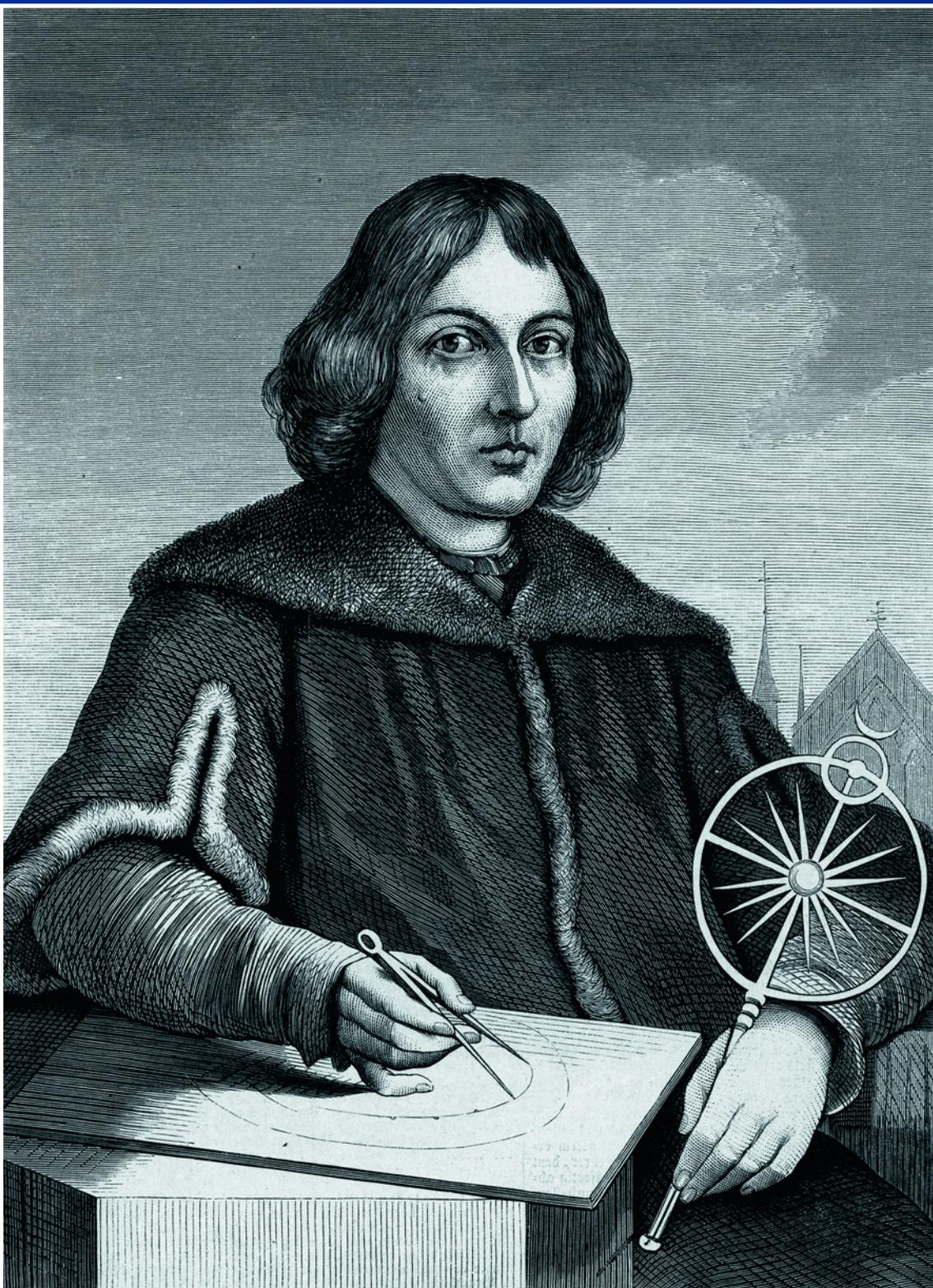
Таким образом, в истории астрономии можно отметить четыре основных этапа, характеризующихся различными средствами наблю-



дений. На 1-м этапе, относящемся к глубокой древности, люди с помощью специальных приспособлений научились определять время и измерять углы между светилами на небесной сфере. 2-й этап относится

к началу XVII века и связан с изобретением телескопа и повышением с его помощью возможностей глаза при астрономических наблюдениях. С введением в практику астрономических наблюдений спектраль-

Астрографы и спектрографы дали возможность получить сведения о химических и физических свойствах небесных тел и их природе. Развитие радиотехники, электроники и космонавтики в середине XX в. привело к возникновению радиоастрономии и внеатмосферной астрономии, ознаменовавших 4-й этап.



Польский астроном, создатель гелиоцентрической системы мира Николай Коперник с символом гелиоцентризма в руке. Гравюра неизвестного художника. XVI в.

ного анализа и фотографии в середине XIX века начался 3-й этап. Астрографы и спектрографы дали возможность получить сведения о химических и физических свойствах небесных тел и их природе.

Развитие радиотехники, электроники и космонавтики в середине XX века привело к возникновению радиоастрономии и внеатмосферной астрономии, ознаменовавших 4-й этап.