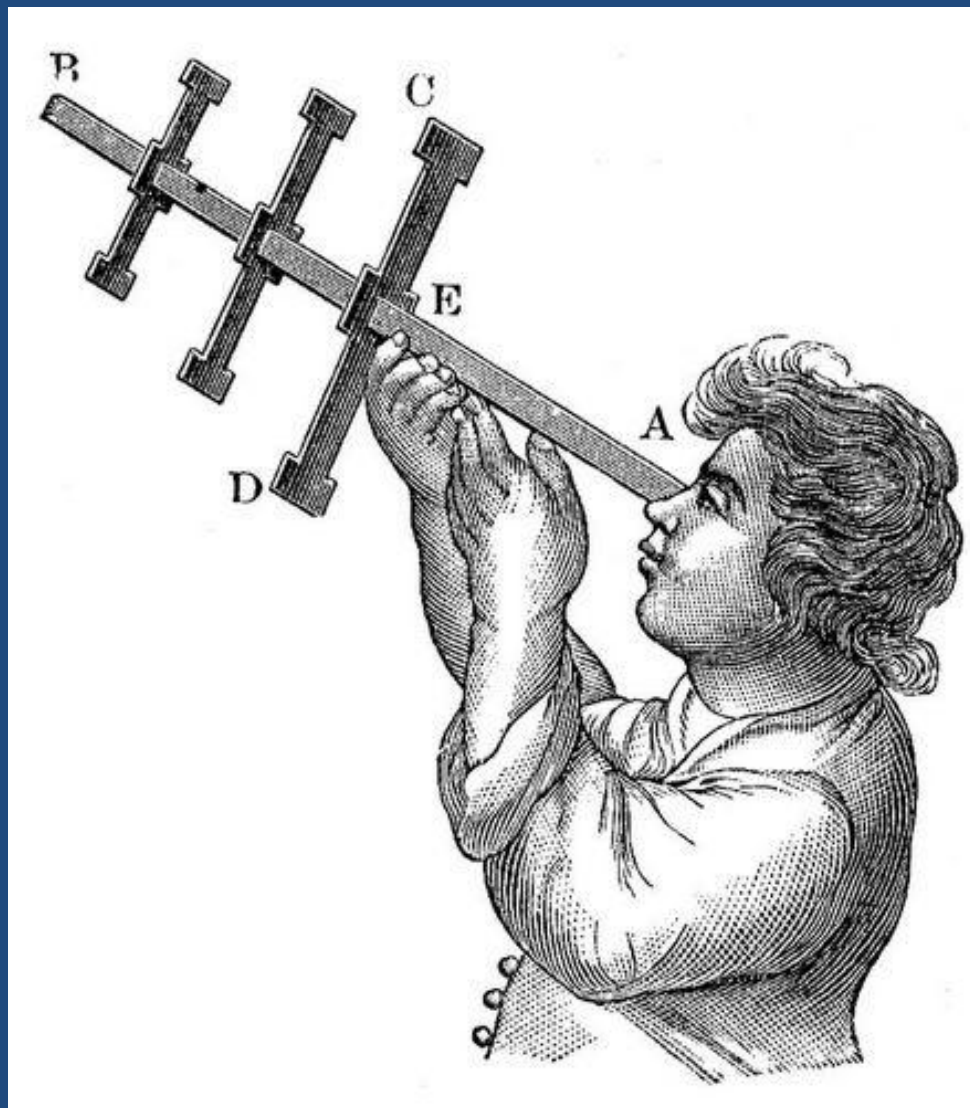


Л_10 Геодезическая астрономия



Задачи геодезической астрономии

Геодезическая астрономия (ГА), раздел практической астрономии, наиболее тесно связанный с геодезией и картографией.

ГА изучает:

- теорию и методы определения широты j и долготы l точек местности, направления на земной предмет
- определение местного звёздного времени s из астрономических наблюдений при геодезических и картографических работах.

Так как наблюдения производятся в полевых условиях, то ГА часто называют полевой астрономией.

Точка земной поверхности, в которой широта, долгота и азимут определены из астрономических наблюдений, называется астрономическим пунктом.



Задачи геодезической астрономии

Предмет Г. а. состоит в изучении:

- переносных астрономических инструментов
- теорий наблюдения небесных светил
- методов определения j , l , a и s
- методов обработки результатов астрономических наблюдений.

В Г. а. применяются малые, или переносные, астрономические инструменты, позволяющие измерять зенитные расстояния и направления на небесные светила, а также горизонтальные углы между различными направлениями.

Основными инструментами в Г. а. служат: универсальный инструмент, полевой хронометр и радиоприёмник для приёма сигналов времени.

Общие принципы определения географических координат

- Высота полюса мира над горизонтом равна географической широте места наблюдения. Приблизительно географическую широту можно определить, измерив высоту Полярной звезды.
- Можно определить широту места наблюдения по высоте светила в верхней кульминации (Кульминация – момент прохождения светила через меридиан) по формуле:

$$j = d \pm (90 - h),$$

в зависимости от того, к югу или к северу она кульминирует от зенита. h – высота светила, d – склонение, j – широта.

Общие принципы определения географических координат

- Земля разделена на 24 часовых пояса, разница во времени – 1 час. Разница местных времён равна разнице долгот

$$T_1 - T_2 = \lambda_1 - \lambda_2$$

Поэтому узнав разность времен в двух пунктах, долгота одного из которых известна, можно определить долготу другого пункта.

- Местное время – это солнечное время в данном месте Земли. В каждой точке местное время различно, поэтому люди живут по поясному времени, т. е. по времени среднего меридиана данного пояса.

Инструменты используемые для астрономических наблюдений

Астрономические теодолиты.

Зенит-телескоп.

Призменная астролябия.

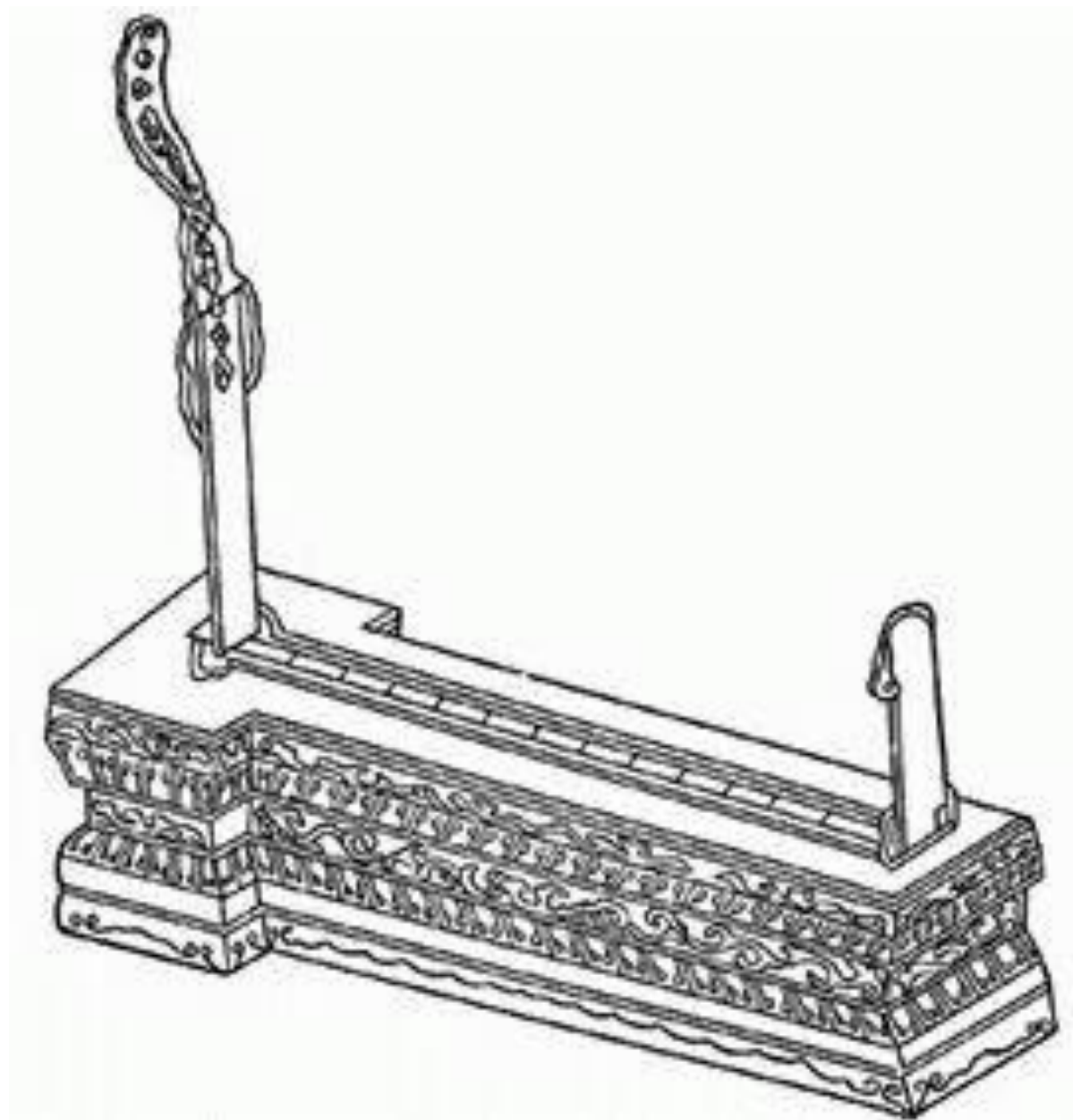
Пассажный инструмент.

Приборы для измерения и регистрации времени.

Из истории астрономических наблюдений

- Первым астрономическим инструментом можно считать вертикальный шест, закрепленный на горизонтальной площадке, - гномон, позволявший определять высоту Солнца, многих столетий. Зная длину гномона и тени, можно определить не только высоту Солнца над горизонтом, но и направление меридиана, устанавливать дни наступления весеннего и осеннего равноденствий и зимнего и летнего солнцестояний.
- Развитие конструкций астрономических инструментов в Китае с древнейших времён шло, по-видимому, независимо от аналогичных работ на Бл. и Ср. Востоке и на Западе. Так, в 7 в. до н.э. в Китае в царстве Лу уже применяли гномон.
- В древней Греции на несколько десятилетий позже гномон использует Анаксимандр (610-540 гг. до н. э.). Древнекитайский гномон представлял собой вертикально установленный шест высотой около 1,5-2 м с вытянутой прямоугольной площадкой в основании, на которой были нанесены деления, необходимые для измерений. По длине полуденной тени на этой площадке определяли моменты солнцестояний, равноденствий.

Древнекитайский гномон



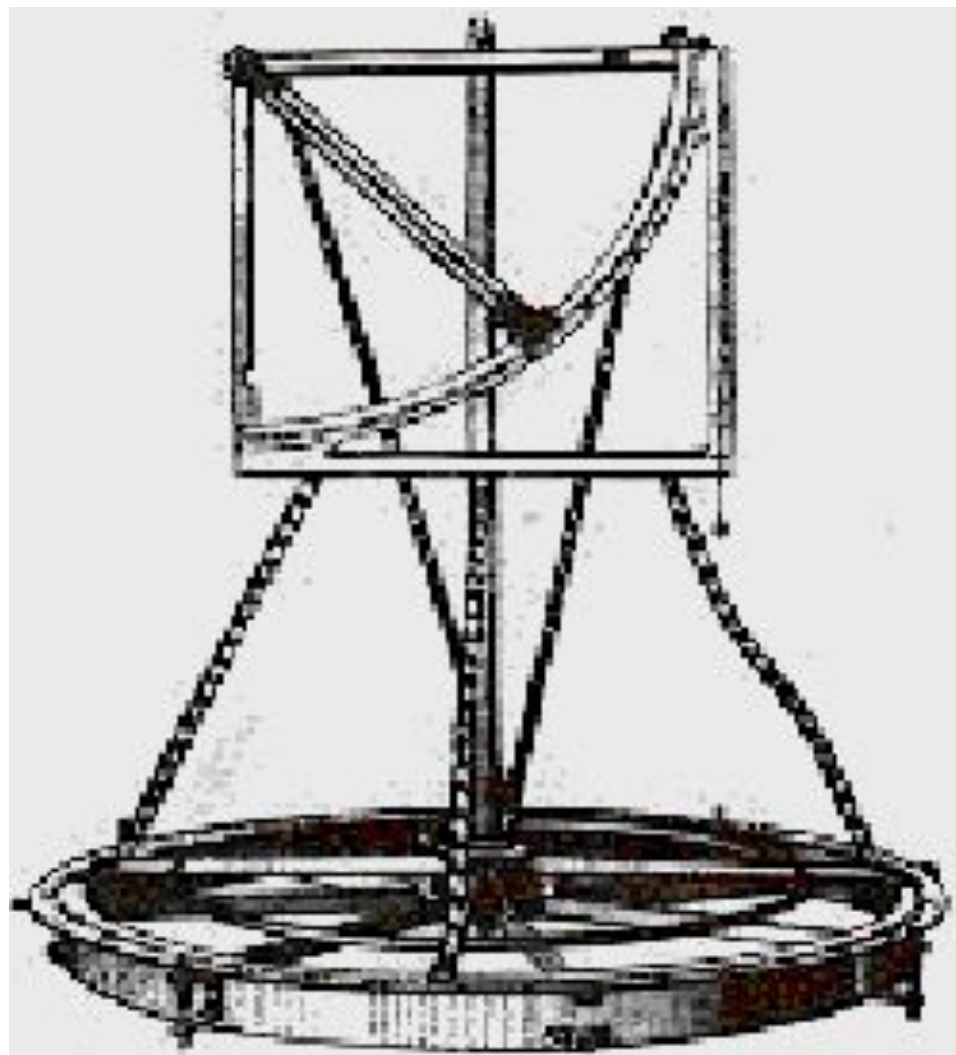
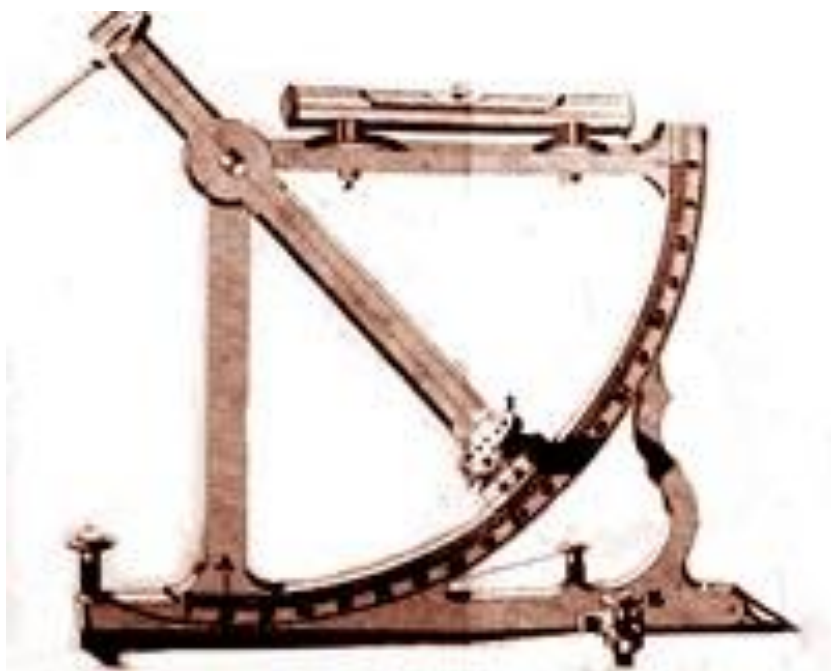
Древнекитайский гномон



Из истории астрономических наблюдений

- Достоверные сведения о древнегреческих астрономических инструментах стали достоянием последующих поколений благодаря "Альмагесту", в котором наряду с методикой и результатами астрономических наблюдений К. Птолемей приводит описание астрономических инструментов - гномона, армиллярной сферы, астролябии, квадранта, параллактической линейки, - применявшихся как его предшественниками (особенно Гиппархом), так и созданных им самим.
- К старинным угломерным инструментам принадлежат и квадранты. В простейшем варианте квадрант - плоская доска в форме четверти круга, разделенного на градусы. Около центра этого круга вращается подвижная линейка с двумя диоптрами.

Квадрант



Сектант



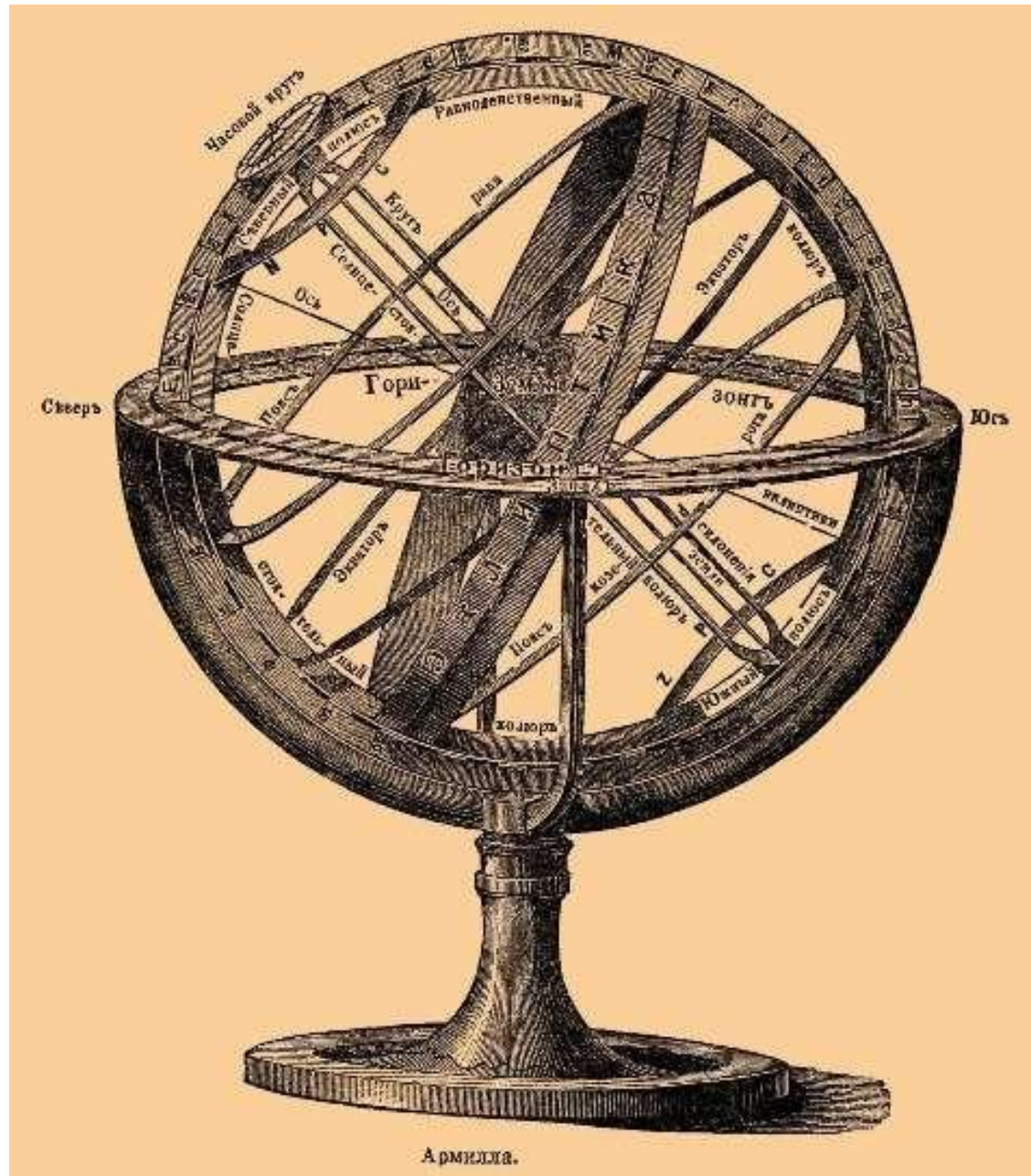
Астролябия



Из истории астрономических наблюдений

- Широкое распространение в древней астрономии получили армиллярные сферы - модели небесной сферы с ее важнейшими точками и кругами: полюсами и осью мира, меридианом, горизонтом, небесным экватором и эклиптической.
- В конце XVI в. лучшие по точности и изяществу астрономические инструменты изготовлял датский астроном Т. Браге. Его армиллярные сферы были приспособлены для измерения как горизонтальных, так и экваториальных координат светил.
- Самая ранняя из известных наиболее полных армиллярных сфер - это созданный в Александрии в 140 г. н.э. метеороскоп с девятью кольцами. Однако более простые типы армиллярных сфер существовали на Западе и раньше.

Армилярная сфера



Из истории астрономических наблюдений

- Известны труды о применении астролябий и о их конструкциях, о солнечных часах и гномонах, написанные аль-Хорезми, аль-Фергани, аль-Ходженди, аль-Бируни и др. Существенный вклад в развитие астрономических инструментов внесли астрономы Марагинской обсерватории (Насирэддин Туей, 13 в) и Самаркандской обсерватории (Улугбек, 15 в), на которой был установлен гигантский секстант радиусом около 40 м.
- В 15-16 вв. европейские астрономы использовали наряду с инструментами собственной конструкции также и описанные учёными Востока. Широкую известность получили инструменты Г. Пурбаха, Региомонтана (И. Мюллера) и особенно Тихо Браге и Я. Гевелия, которые создали много оригинальных инструментов высокой точности.

Из истории астрономических наблюдений

- Коренной переворот в методах астрономических наблюдений произошел в 1609 г., когда итальянский ученый Г. Галилей применил для обозрения неба зрительную трубу и сделал первые телескопические наблюдения. Поэтому, начало телескопической астрономии обычно связывают с именем Галилео Галилея, который с помощью изготовленной им самим зрительной трубы (зрительная труба была изобретена незадолго перед этим в Голландии) сделал выдающиеся открытия и дал им правильное научное объяснение.
- В совершенствовании конструкций телескопов-рефракторов, имеющих линзовые объективы, большие заслуги принадлежат И. Кеплеру.

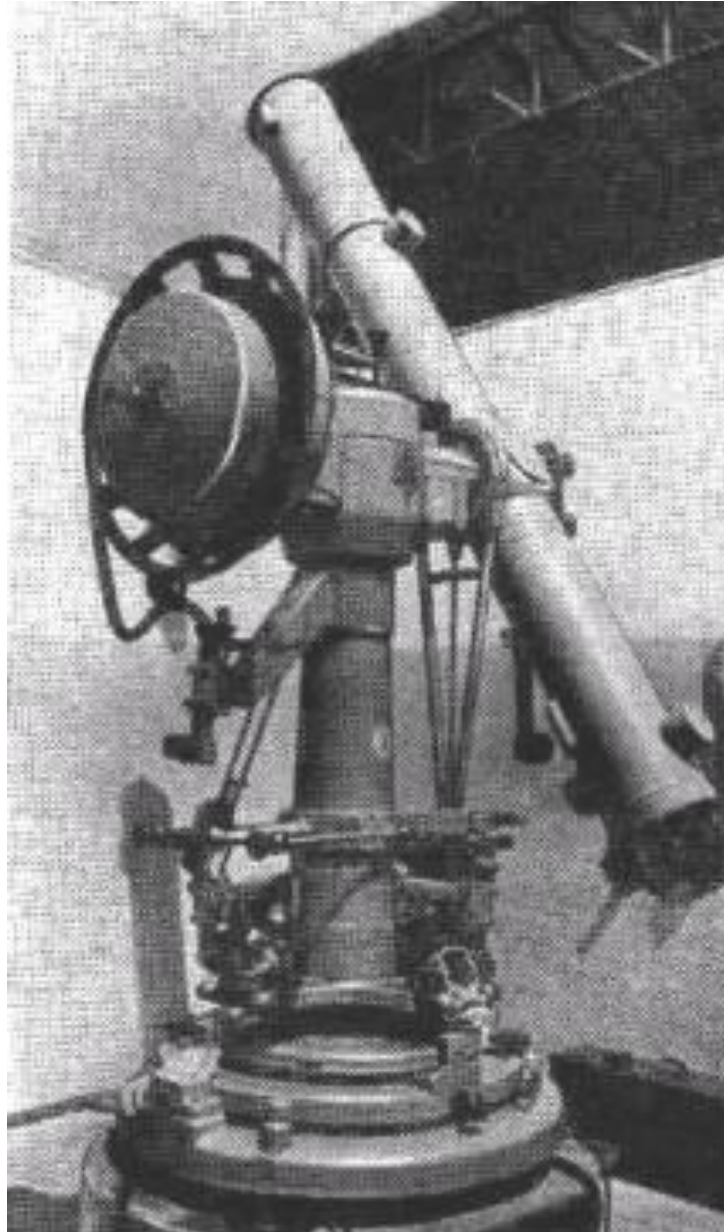
Астрономические теодолиты



Зенит-телескоп

- Зенит-телескоп служит для точного измерения малых разностей зенитных расстояний звезд вблизи зенита.
- Систематические наблюдения на зенит-телескопах ведутся главным образом для определения точных значений географической широты места наблюдения, с целью изучения движений полюсов Земли.

Зенит-телескоп



Призменная астролябия

Призменная астролябия, астрономо-геодезический инструмент для определения широты места и поправки часов по наблюдаемым моментам прохождения звёзд в различных азимутах через некоторый альмукуантарат (малый круг НС для которой горизонтальная высота светил постоянна).

ПА может быть использована также для определения экваториальных координат звёзд и планет.

ПА изобретена в начале 20 в. Наибольшее распространение получила высокоточная модификация П. а., предложенная в 1951—53 французским астрономом А. Данжоном (призменная астролябия Данжона); она применяется в службах времени и широты.

Призменная астролябия

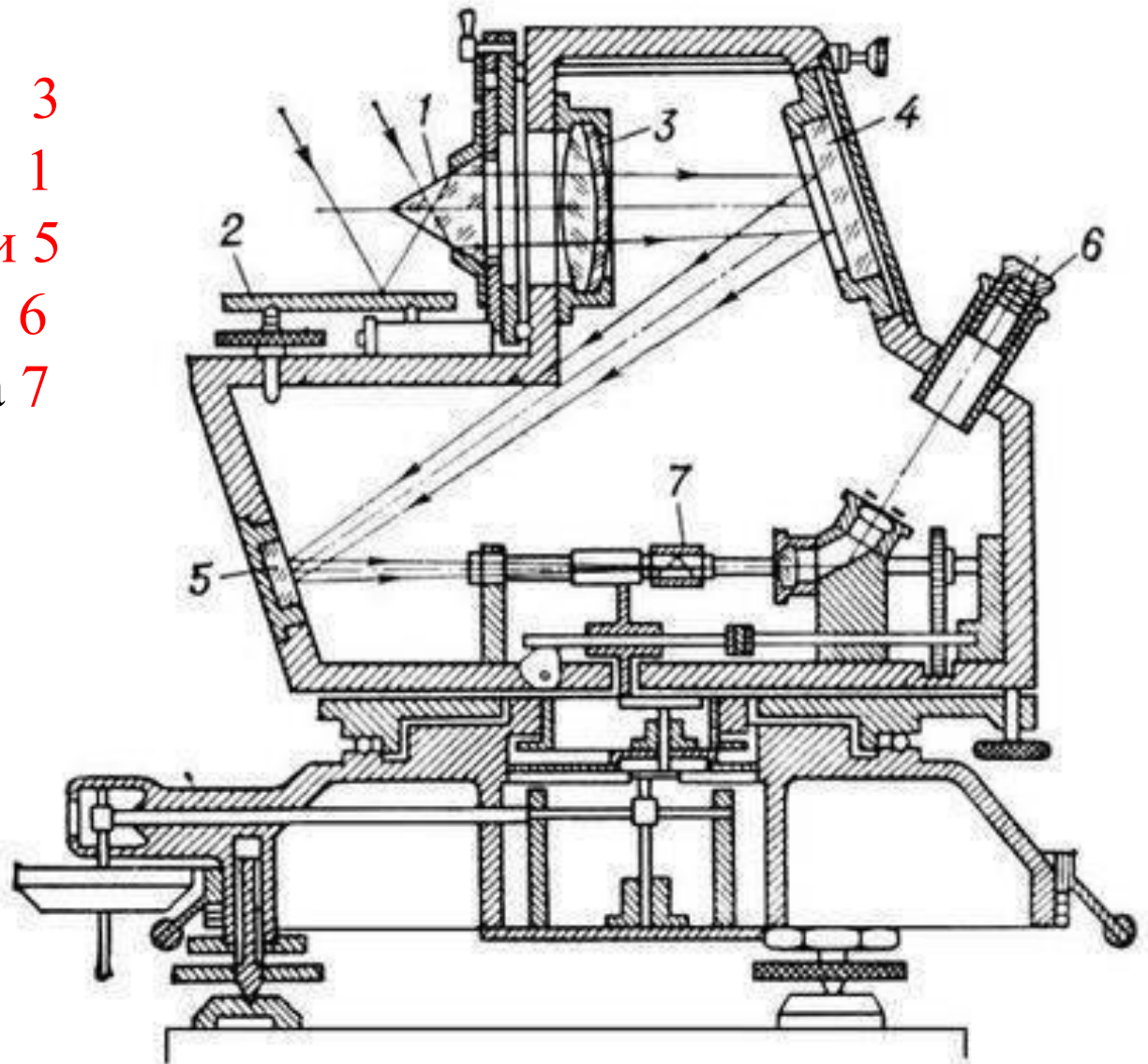
Перед объективом **3** горизонтально расположенной астрономической трубы (для компактности оптическая ось трубы изломана с помощью двух зеркал **4** и **5**) помещается равносторонняя стеклянная призма **1** с ребрами, параллельными горизонту, и одной гранью — перпендикулярной оптической оси трубы.

Под призмой устанавливается ртутный горизонт **2**.

Свет от наблюдаемой звезды, падая на верхнюю грань призмы и преломляясь, даёт её изображение в фокальной плоскости объектива; второе изображение этой же звезды получается от её света, проходящего через нижнюю грань призмы после отражения от ртутного горизонта.

Призменная астролябия

- Объектив 3
- Стеклянная призма 1
- Зеркала 4 и 5
- Окуляр 6
- Призма Волластона 7



Вследствие видимого суточного движения звезды оба изображения приближаются друг к другу и совпадают; в момент прохождения звезды через альмукантарат с зенитным расстоянием, близким к 30° , изображения рассматриваются в окуляр 6.

Для регистрации момента микрометр инструмента имеет специальную призму Волластона 7, перемещая которую микрометрическим винтом, снабженным контактным барабаном, записывают на хронографе серию моментов, что позволяет повысить точность окончательного результата. Точность определений на П. а. сопоставима с точностью, получаемой на классических меридианных инструментах служб времени и широты.

Пассажный инструмент

Переносный пассажный инструмент, установленный в меридиане, используется главным образом для определения точного времени по звездам.

Во время наблюдений отмечаются моменты прохождения звезд не только через одну центральную (среднюю) вертикальную нить, расположенную точно в меридиане, но и через ряд нитей до и после нее. Затем по известным расстояниям боковых нитей от центральной приводят все моменты времени к моменту прохождения звезды через центральную нить и берут среднее арифметическое из всех чисел, получая, таким образом, более точное значение момента кульминации звезды.

Пассажный инструмент

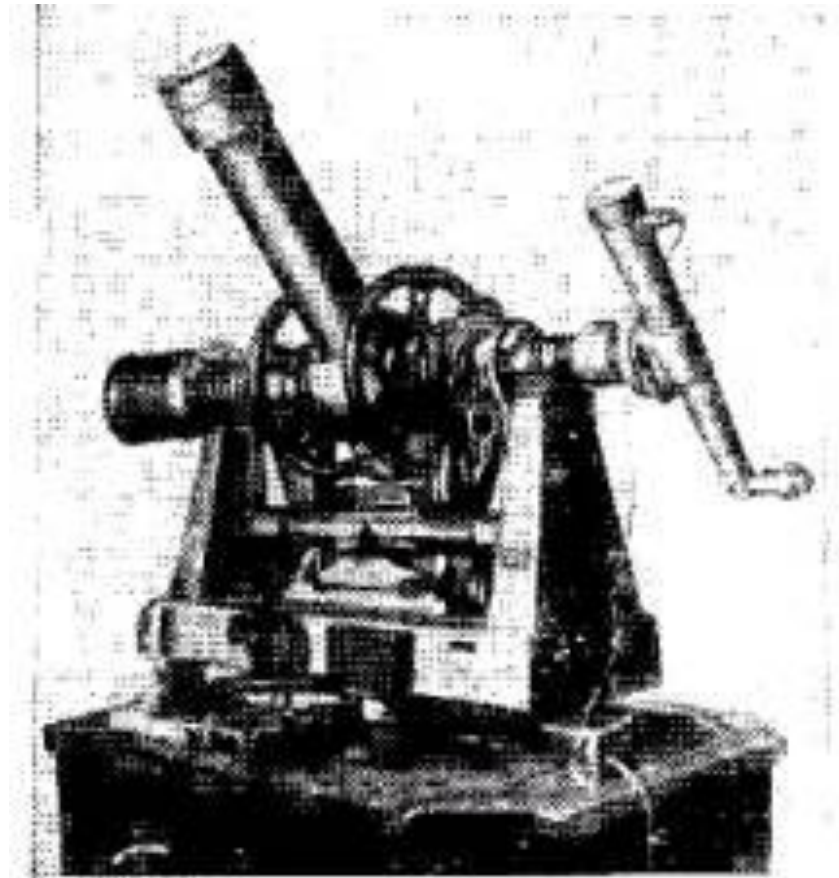


Рис. 75. Фотоэлектрический пассажный инструмент.

Астрономические часы и хронометры



Астрономические часы и хронометры

При всех астрономических наблюдениях необходимо регистрировать моменты наблюдаемых явлений. Для этой цели служат астрономические часы и хронометры самых разнообразных конструкций.

Маятниковые часы основаны на свойстве маятника сохранять в идеальных условиях постоянным период своего колебания, который зависит от длины маятника.

В астрономических часах маятники делаются секундные, т.е. совершающие одно колебание (справа налево, или слева направо) за одну секунду. Длина такого маятника около 1 м.

Циферблат имеет часовую, минутную и секундную стрелки. Часовой механизм устроен так, что каждое колебание маятника сопровождается четким ударом, хорошо слышимым на расстоянии нескольких метров. Это позволяет считать секунды, не глядя на часы, и отмечать моменты по часам с точностью до десятой доли секунды.

Маятниковые часы

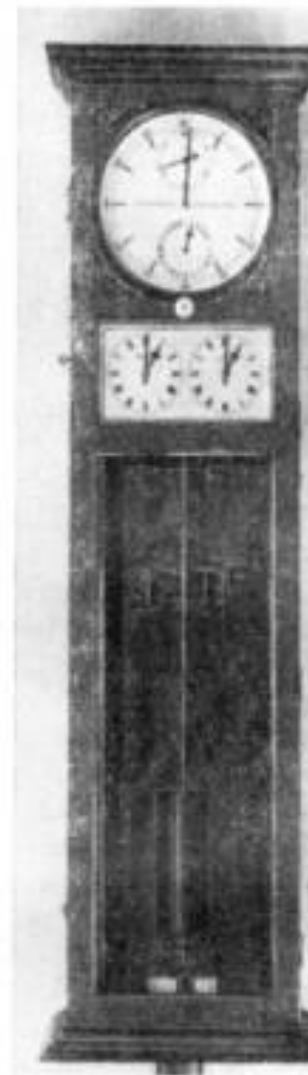
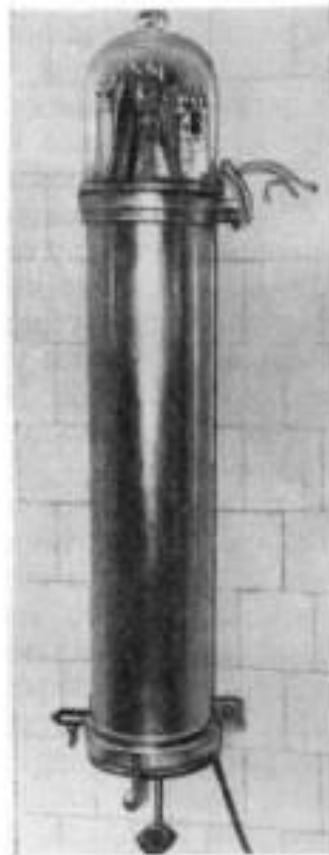
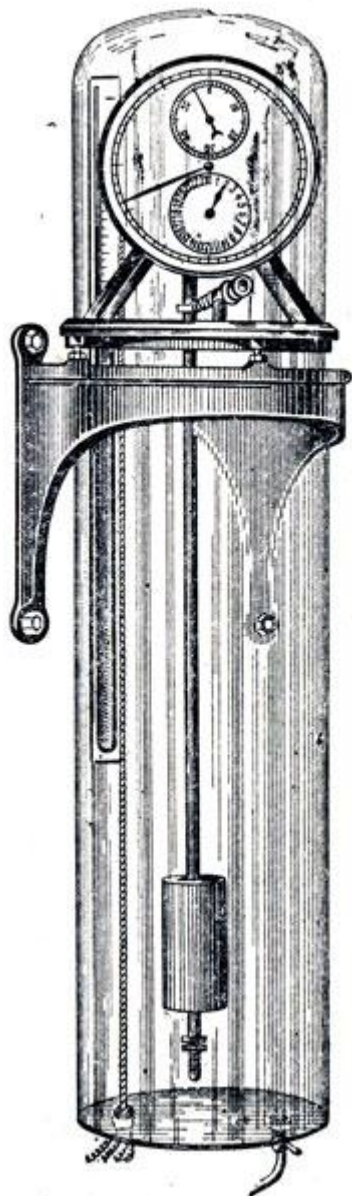


Рис. 80. Часы Шорта: слева — свободный маятник, справа — вторичный маятник.

Маятниковые часы

- Наиболее совершенными маятниковыми часами являются часы Шорта и часы Федченко.

Часы английского инженера Шорта (рис. 80) состоят из двух маятников — свободного и вторичного, колебания которых автоматически синхронизируются.

- Свободный маятник не связан непосредственно с часовым механизмом и помещается в герметическом цилиндре, находящемся в подвале или в термостатированном помещении.
- С помощью электрической связи свободный маятник управляет колебаниями вторичного маятника, который связан с часовым механизмом и помещается в обычных условиях.

Маятниковые часы

- Маятниковые часы советского конструктора Федченко (рис. 81) состоят из одного свободного маятника и часового механизма с циферблатом, связанных между собой только электрической цепью. Свободный маятник в герметическом цилиндре помещается в подвале, или в термостатированном помещении, а часовой механизм с циферблатом может находиться в обычных условиях.

Хронометры (переносные часы) используются главным образом в экспедициях и в мореплавании (рис. 82). Устройство хронометра аналогично устройству карманных часов. Движущей силой в них является сила упругости сильной спиральной пружины, а регулятором движения стрелок — баланс (балансир), колеблющийся то в одну, то в другую сторону под действием слабой спиральной пружины. От карманных часов хронометры отличаются большими размерами и большей точностью механизма. Размер циферблата хронометра около 10 см. На нем имеются часовая, минутная и секундная стрелки.



Рис. 81. Часы Федченко.



Рис. 82. Хронометр.

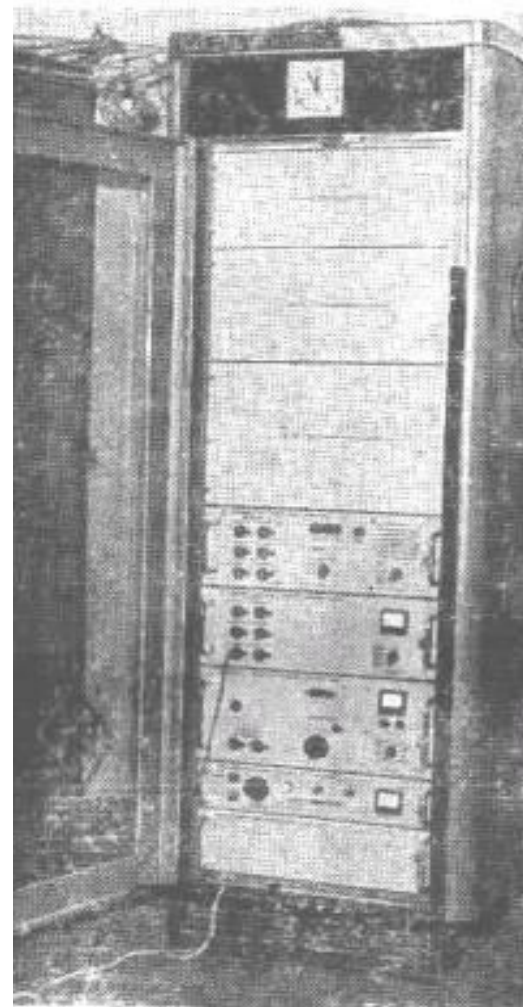


Рис. 83. Кварцевые часы.

Спасибо за внимание!

