



# ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ

Авторы: Х. К. Ямбаев

---

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ, приборы для решения научных, инженерно-технич. и производственных задач в [геодезии](#). Г. и. применяются для измерения расстояний, углов, превышений; для вертикального и наклонного проектирования; для определения соосности, створности, задания направлений и др. Г. и. используют также в качестве контрольно-измерит. приборов при выпуске, эксплуатации и испытаниях др. технич. средств.

Г. и. применялись ещё в 13–12 вв. до н. э. при строительстве оросительных каналов в Вавилоне, Египте и Китае. [Герон](#) Александрийский (1 в. до н. э.) предложил угломерный прибор с [диоптрами](#) и поворотной линейкой; [Гиппарх](#) создал [астролябию](#), которая по праву считается прообразом [теодолита](#). Ко 3–2 вв. до н. э. относятся первые инструментальные определения окружности Земли, выполненные [Эратосфеном](#) при помощи [гномона](#).

В 1576 И. Габермель (Германия) разработал угломерный прибор, снабжённый [буссолю](#) и действовавший по принципу теодолита. В 1609 Г. [Галилей](#) создал зрительную трубу, содержащую стеклянные линзы. В 1611 И. [Кеплер](#) предложил два варианта зрительной трубы с сеткой нитей: с прямым (земная труба) и обратным (астрономич. труба) изображением. В 1631 П. Вернье (Франция) изготовил верньер. В сер. 18 в. Дж. Рамсден (Великобритания) изобрёл отсчётный микроскоп с винтовым микрометром для снятия отсчётов по лимбу. В 1810 нем. оптик-механик Г. Рейхенбах ввёл в зрительную трубу Г. и. дальномерные нити для определения наклонных расстояний по вертикальной рейке. В нач. 19 в. появились оптич. дальномеры с базисом у прибора (безреечного типа), работающие на основе принципа двойного изображения. В создание новых Г. и. большой вклад внесли рос. учёные, инженеры, изобретатели: М. В. [Ломоносов](#), В. Я. Струве (см. [Струве](#)), В. Ф. Гербст, Д. Д.

Гедеонов, К. И. Теннер и др.

В основу классификации совр. Г. и. положены следующие признаки: функциональное назначение, область применения, физич. природа носителей информации, устойчивость к транспортированию, конструктивные особенности. По точности измерений Г. и. разделяют на прецизионные (высокоточные), точные и технические.

Работа с Г. и. может выполняться при установке их на штатив, столик [геодезического знака](#), столб (тур). Для некоторых Г. и. необходимо применение экрана, защищающего от прямого воздействия солнечной радиации и атмосферных осадков.

Осн. требования, предъявляемые к Г. и., сводятся к обеспечению заданной точности и скорости измерений, стабильности результатов измерений в разл. условиях, простоте и удобству в обращении, компактности, оптимальной материал- и энергоёмкости, транспортабельности, пригодности к ремонту, эстетичности и эргономичности.

## Приборы для измерения расстояний

Приборы для измерения расстояний наиболее многочисленны и разнообразны по конструкции. К ним относятся мерные приборы, основанные на принципе откладывания рабочей меры (проволоки, ленты, рулетки, жезлы, нутромеры, метрштоки), оптико-механич. [дальномеры](#) визуального типа (оптические и двойного изображения), [светодальномеры](#), радиодальномеры. Определять расстояния можно путём геометрич. построений на местности (напр., [триангуляции](#)), когда измеряют одну или несколько из сторон геометрич. построения, углы между всеми сторонами, а затем вычисляют все остальные стороны, определяя таким образом расстояния до недоступных объектов. Оптич. дальномеры используют решение вытянутого треугольника, с известным коротким базисом и измеренным малым параллактическим углом. Принцип действия светодальномеров сводится к измерению времени прохождения светового импульса до отражателя и обратно и вычислению расстояний с учётом знания скорости света в реальной среде. В качестве источника света используются полупроводниковые лазеры.

## Приборы для измерения превышений

К таким приборам относятся оптич. [нивелиры с уровнем](#) и самоустанавливающейся визирной линией, электронные нивелиры, бадометрич. нивелиры, гидростатич. и гидродинамич. нивелиры, микронивелиры и др. Сконструированы лазерные нивелиры, в которых визирная линия задаётся пучком лазерного излучения, и нивелиры типа «лазерная плоскость» с автоматич. развёрткой луча в горизонтальной или вертикальной плоскости. В сочетании с электронными датчиками на рейках или др. визирных устройствах эти приборы обеспечивают высокую эффективность геодезич. измерений.

Гидростатич. нивелиры стационарного и переносного типов используются при наблюдении за положением технологич. оборудования и строительных конструкций в период наладки и эксплуатации сооружений. Выпускаются электронные (цифровые) нивелиры с кодовыми рейками, позволяющие свести к минимуму субъективные погрешности наблюдателя, накапливать результаты полевых измерений в памяти прибора и передавать их в компьютер.

## Приборы для измерения углов



Фото С. В. Хлебнова  
Нивелир (1952).

Приборы для измерения углов включают в себя оптические, электронные и гироскопич. теодолиты, [тахеометры](#), экеры, эклиметры, буссольные приборы и гониометры. Теодолиты позволяют определять направления, горизонтальные и вертикальные углы. При этом используется рабочая мера – горизонтальный и вертикальный лимбы с градусными ( $360^\circ$ ) или десятичными (градусными) ( $400^g$ ) делениями. Созданы электронные тахеометры и лазерные рулетки, с помощью которых в полевых условиях

можно измерять горизонтальные и вертикальные углы и расстояния, автоматически выполнять необходимые вычисления по плановому и высотному положению

определяемых точек местности.

## Другие геодезические инструменты

Расширение объёмов работ в прикладной геодезии привело к созданию ряда специализир. приборов. Так, для геодезич. обеспечения строительства и эксплуатации инж. сооружений разработаны приборы вертикального проектирования точек с одного горизонта на другой, используемые при многоэтажном строительстве и монтаже технологич. оборудования.



Двухчастотный приёмник GPS.

Принцип действия створных приборов (алиниметров) и приборов для контроля прямолинейности и соосности основан на законе прямолинейного распространения света. Референтной прямой является визирная ось зрительной трубы, ось симметрии лазерного пучка света или вертикальная плоскость, в которой располагается ось натянутой струны.

Альтернативный подход к выполнению геодезических измерений состоит в использовании пространственных методов

измерений с применением в качестве опорных точек мгновенных положений искусственных спутников Земли. Измерительные комплексы, базирующиеся на этих принципах, называют [спутниковыми системами позиционирования](#) (GPS и др.).

## Литература

Лит.: Васютинский И. Ю., Рязанцев Г. Е., Ямбаев Х. К. Геодезические приборы при строительно-монтажных работах. М., 1982; Спиридонов А. И., Кулагин Ю. Н., Крюков Г. С. Справочник-каталог геодезических приборов. М., 1984.