

УДК 550.831(479.25)(091)

Э. Б. АДЖИМАМУДОВ, Ж. И. ГАНИН

ПЕРВЫЕ ГРАВИМЕТРИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ
В АРМЕНИИ

Изучение распределения силы тяжести в различных регионах Земного шара представляет большую научную и практическую ценность. В развитии гравиметрической науки определенная заслуга принадлежит русскому ученому, руководителю первой араратской экспедиции Ф. Парроту [3]. Активное участие в ней великого армянского просветителя Х. Абовяна в наши дни обретает особую значимость.

После установления Г. Галилеем законов свободного падения тел и законов колебания маятника, ускорение силы тяжести в ряде пунктов, расположенных под различными географическими широтами, измерялось нитяным маятником. Величина g определялась из наблюдений пе-

риода колебания маятника $T = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$, где l — длина маятника.

При абсолютных определениях с помощью такого маятника необходимо измерять как период колебаний T , так и длину маятника. Способ сложный, требует особых условий для наблюдений и в экспедициях не пригоден. Наиболее полное определение абсолютного значения g при помощи нитяного маятника удалось произвести немецкому геодезисту Ф. Бесселю в 1825—1826 гг. в Кенигсберге. Заметным преимуществом отличается оборотный (поворотный) маятник, который впервые был сконструирован английским физиком Г. Кэтером в 1818 г.

При относительном способе наблюдают колебания одного и того же маятника в различных пунктах, считая, что длина его остается неизменной. В результате получают не абсолютное значение ускорения силы тяжести, а разность или отношение значений в изучаемом и исходном пунктах. С начала 19 в. маятник стал применяться учеными уже и в экспедиционных условиях. В России таким маятником производили определения g адмирал Ф. П. Литке и гидрограф М. Ф. Рейнеке в различных концах страны в 1826—1831 гг.: в Петербурге, Каидалакше, Петропавловске на Камчатке, на Аляске и других местах, а также и в южном полушарии [3].

Вслед за заключением Туркменчайского договора и вхождением Восточной Армении в состав Российской Империи (1828 г.), профессор Ф. Паррот, в то время возглавлявший кафедру физики Дерптского университета, берется за подготовку к экспедиции. Для относительных определений ускорения силы тяжести в южных широтах страны он задался

целью создать удобный портативный прибор, пригодный для работы в длительных путешествиях и в сложных для наблюдений условиях. Сконструированный им прибор был изготовлен механиком университета Брюккером зимой 1829 г. и имел сравнительно простую конструкцию (рис. 1). Практически в нем гравиметрический маятник сочетался с маятником часов. Общая длина прибора около 1 м. Для наблюдений он должен был прикрепляться к стене с помощью жесткого крепления в вертикальном положении. Основная часть прибора — гравиметрический маятник длиной в 61 см, состоял из латунной линзы *a* весом около 800 г, прочно соединенной со штангой маятника двумя заклепками и латунной пайкой. Осью колебаний служила опорная призма из твердой стали, опирающаяся на две халцедоновые пластинки. Период колебания определялся путем сопоставлений с колебаниями расположенного перед ним маятника часов *m*. Вся эта часть прибора была защищена от нежелательных посторонних воздействий специальными створками. В процессе измерений за колебаниями маятников можно было следить через трубку *v*, а за показаниями двух термометров (со шкалой Реомюра), прикрепленных к задней стенке, через небольшие окошечки *o*. Прибор Ф. Паррота действительно оказался весьма надежным и удобным. После столь длительного путешествия из Дерпта на Арарат, через Псков, Смоленск, Харьков, Черкасск, Моздок, Владикавказ, Тифлис, Эчмиадзин и обратно и двухкратного перехода через Кавказские горы по Дарьяльскому ущелью, причем при транспортировке в экипаже без рессор, прибор не показал каких-либо следов повреждений. По прибытии на место работы в течение самого короткого времени его можно было укрепить на стене и подготовить к наблюдениям. Также быстро его можно было упаковать и подготовить к транспортировке. Точность определений была высокой [4].

Ф. Паррот знал, что в каждом данном пункте ускорение силы тяжести всегда постоянно, но при изменении высоты *H* над уровнем моря и географической широты φ места, оно непременно изменяется. Вначале маятниковые измерения были выполнены в Дерпте (в марте 1829 г.) перед выездом в путешествие. Для сравнений и с целью приближения к температурным режимам во время работы в экспедиции, они поочередно проводились в отопленном и неотопленном помещениях университетского здания. Второй комплекс наблюдений состоялся уже в июле в Тифлисе. Прибор был укреплен в двухэтажном кирпичном доме купца Хухутова в возвышенной части города на Сардарабадской площади (вблизи католической церкви). Наблюдения проходили при температуре в 24—28° по Реомюру. Третий наиболее важный комплекс наблюдений был проведен в октябре на склоне Б. Арарата, обращенном к Еревану, в церкви Св. Акопа (Св. Якова) на высоте более 1800 м над уровнем моря и при температуре от 8 до 15,4°. По возвращении из путешествия наблюдения дважды были повторены в Дерпте в марте 1830 г. и в марте 1833 г.

В главной квартире экспедиции на Б. Арарате — в церкви Св. Акопа, поначалу прибор был укреплен на наружной не солнечной (теневой)

стене. Наблюдения велись на открытом воздухе в течение 30 часов. Затем из-за дождливой и ветреной погоды прибор пришлось перенести во внутрь и вновь прикрепить в одном из темных углов помещения. Изнут-

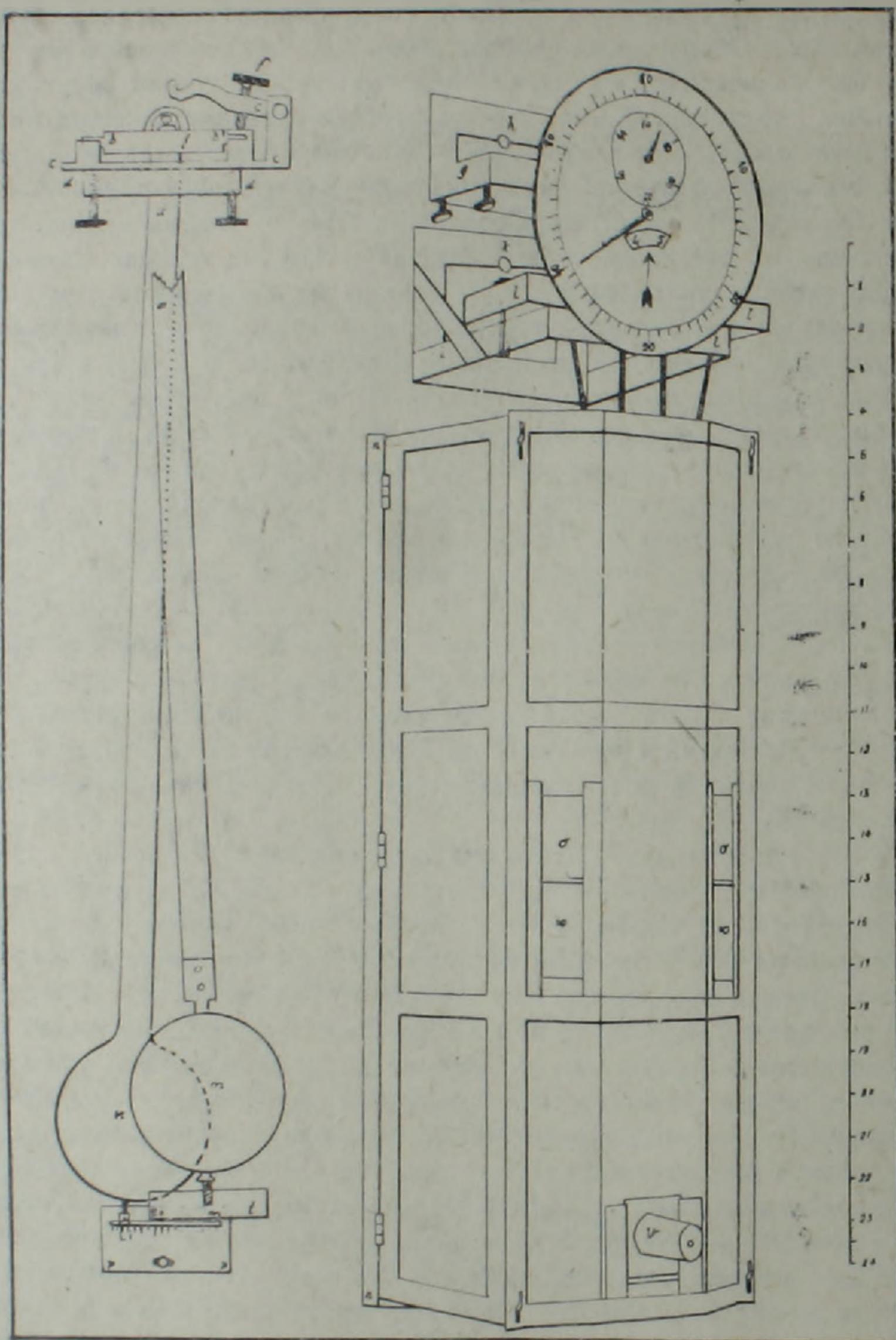


Рис. 1. Маятниковый прибор, сконструированный Ф. Парротом.

ри стены монастыря были оштукатурены и побелены известкой. Прибор был установлен в течение одного часа, но наблюдать теперь уже пришлось только при искусственном освещении. Наблюдения состояли

из нескольких десятков серий (более 25) и проводились как в дневные, так и в ночные часы, в сутки от двух до пяти раз. Как подчеркивал впоследствии В. Я. Струве, гравиметрические наблюдения на такой высоте в то время вообще были большой редкостью. Поэтому исследования Ф. Паррота представляли значительный научный интерес, который увеличивался еще и тем, что Б. Арарат является сравнительно изолированной горой на окружающей ее долине, а это дает возможность судить о влиянии огромной горной массы, занимающей совместно с М. Араратом 970 км^2 , на величину ускорения силы тяжести [4].

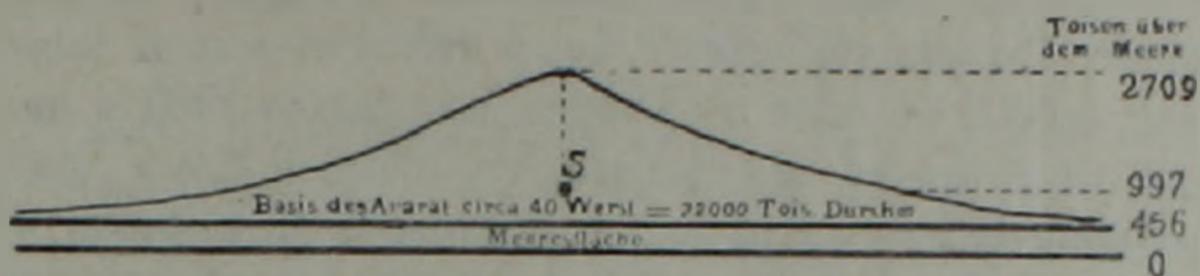


Рис. 2. Чертеж Б. Арарата, выполненный В. Я. Струве.

Полученные гравиметрические данные Ф. Паррот намеревался использовать в двух целях: как для определения фигуры Земли, так и для изучения внутреннего строения Б. Арарата. К тому времени ему уже было известно, что на величину силы тяжести влияет центробежная сила суточного вращения нашей планеты и что она, хотя и ничтожно мала, но уменьшает силу тяжести. Наибольшее влияние она оказывает на экваторе, а на полюсах равна нулю. Помимо этого он знал, что влияет и особенность формы Земли, у которой полярный радиус меньше экваториального. Она влияет больше, нежели центробежная сила, в результате чего сила тяжести увеличивается в том же направлении, т. е. опять же от экватора к полюсам. Величина сжатия (сплюснутости) Земли вы-

ражается формулой $K = \frac{a-c}{a}$, где a — экваториальный радиус, а

c — полярный. Она может быть получена на основании теоремы А. Клеро, связывающей фигуру Земли и силу тяжести. Теоретически для этого необходимо знать значение ускорения силы тяжести по меньшей мере в двух пунктах. Так по результатам наблюдений в Дерпте и Тифлисе Ф. Парроту удалось установить, что величина

сжатия $K = \frac{1}{312,5}$, а по наблюдениям в Дерпте и на Б. Арарате

$K = \frac{1}{279,3}$. Определенная к тому времени по градусным (геодези-

ческим) измерениям величина $K = \frac{1}{302,0}$. Современное значение

принимается равным $\frac{1}{295,2}$. Обработывая гравиметрические дан-

ные, добытые Ф. Парротом, впоследствии В. Я. Струве пришел к важному выводу о том, что величина силы тяжести в глубине старых континентов, почти точно такая же, как это наблюдалось до сих пор вблизи океанов [4].

Данные гравиметрических измерений Ф. Паррота были использованы и для некоторых геологических выводов. Он знал, что на величину силы тяжести влияет также распределение плотностей внутри Земли. Породы, слагающие кору, имеют неодинаковую плотность. Это нарушает нормальное распределение величины силы тяжести в различных районах и создает аномалии. Значит сила тяжести над различными глубинными породами не одинакова. Так, например, над участками, сложенными из более плотных пород, она больше, а над участками, сложенными из менее плотных пород, она меньше нормальной величины. В. Я. Струве произвел расчет величины притяжения конуса Б. Арарата на точку, лежащую на склоне. По его расчетам, центр тяжести массы конуса лежит на высоте около 1000 м над его базисом, или около 1800 м над уровнем моря, т. е. почти точно на той высоте, на которой была расположена церковь Св. Агопа (на рис. 2 приведен чертеж В. Я. Струве). Поскольку на силу тяжести действует только вертикальная составляющая притяжения, масса горы, возвышающаяся над базисом, почти не влияет на величину силы тяжести в церкви. Установленное здесь увеличение силы тяжести (с учетом высоты точки наблюдения) должно быть объяснено действием масс, залегающих ниже базиса. По этому поводу В. Я. Струве писал, что Ф. Парроту было известно вулканическое строение Б. Арарата, и что Б. Арарат раньше был действующим вулканом. Если бы под этим вулканом были бы большие пустоты (дефект масс), то сила тяжести должна была бы уменьшиться. Полученное Ф. Парротом увеличение силы тяжести для Св. Агопа противоречило бытовавшему в те годы в науке предположению о наличии значительных пустот под Б. Араратом.

За истекшие после измерений Ф. Паррота 150 лет геофизика прошла большой путь эволюции. Широкое развитие получил гравиметрический метод изучения глубинного строения Земли и разведки полезных ископаемых. Развились также магнитный, сейсмический, электрический и другие методы. В большом объеме геофизика применяется и на территории Армянской ССР. В современной геофизической аппаратуре используются новейшие достижения науки и техники.

Как известно, Х. Абовян в то далекое время был переводчиком и сотрудником первой араратской экспедиции [1, 2, 4]. Правда, в опубликованных трудах и архивных материалах нам не удалось обнаружить прямых упоминаний об этих наблюдениях и участии в них Х. Абовяна, однако зная его необыкновенно пытливый ум и беспримерную жажду к научным знаниям, с полной уверенностью можно утверждать, что такое важное для науки исследование, каким было измерение ускорения силы тяжести на Б. Арарате, не могло пройти мимо него и не быть им замеченным. Он, несомненно, видел этот прибор в действии, многочисленные таблицы результатов наблюдений, а в 1833 г., в период обучения в Дерпте, надо полагать, участвовал и в повторных наблюдениях, проведенных с целью дополнительных сопоставлений полученных данных. Наконец, в 1835 г. Х. Абовян перевел на армянский язык первый том знаменитого труда Ф. Паррота, посвященного этому путешествию, во вто-

ром томе которого приводятся исчерпывающие данные о маятниковых наблюдениях в Дорпте, Тифлисе и на Б. Арарате.

Гравиметрия, на заре своего становления, делала первые шаги в России и в Армении, очевидцем чего стал будущий просветитель.

Армянский государственный
педагогический институт
им. Х. Абовяна
Ереванский государственный
университет

Поступила 29 XII 1980

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Արսլյան Խ. Ճանապարհորդություններ պարոն պրոֆեսոր Պարրոտի և Խաչատուր դպրի Ապս-վան, Երկերի լիակատար ժողովածու, հատոր 7-րդ, ՀՍՍՀ ԳԱ հրատարակչություն, 1956
2. Պարրոտ Զ. Ուղևորություն դեպի Արարատ, հատոր 1-ին, Թարգմանեց Խ. Արսլյան (1835), Երկերի լիակատար ժողովածու, հատոր 7-րդ, ՀՍՍՀ ԳԱ հրատարակչություն, 1956
3. Михайлов А. А. Курс гравиметрии и теории фигуры Земли, Изд 2-ое, Москва, 1939
4. Parrot Fr. Reise zum Ararat, B. I—II, Berlin, 1834.