

**П. Мешен, Ж. Делаамбр**

**Основы метрической  
десятичной системы или  
измерение дуги меридиана,  
заключенной между  
параллелями Дюнкерка и  
Барселоны**

**Серия "Классики  
естествознания".**

**Москва  
«Книга по Требованию»**

УДК 50  
ББК 22  
П11

- П11 **П. Мешен**  
Основы метрической десятичной системы или измерение дуги меридиана, заключенной между параллелями Дюнкерка и Барселоны: Серия "Классики естествознания". / П. Мешен, Ж. Делабр – М.: Книга по Требованию, 2022. – 151 с.

**ISBN 978-5-458-50359-4**

В России метрическая система мер и весов вводится как обязательная с 1926 года. Поэтому небезынтересно познакомить русских читателей с научными основами этой системы и с той огромной работой, которая была произведена французскими учеными в самый разгар великой революции для определения длины метра и массы килограмма. Отчет об этой работе, в которой принимали участие наиболее выдающиеся французские астрономы, физики и математики, опубликован в трех больших томах. Издавать полностью перевод этого большого труда не представлялся возможным, да и нужным. Большая часть этих томов заполнена числовым материалом и непосредственного интереса не имеет. Поэтому в книге приведено полностью лишь введение Делабра, повествующее о ходе градусного измерения. Далее в извлечениях даны главные моменты определения длины метра и массы килограмма вместе с протоколами соответствующих комиссий.

**ISBN 978-5-458-50359-4**

© Издание на русском языке, оформление  
«YOYO Media», 2022

© Издание на русском языке, оцифровка,  
«Книга по Требованию», 2022

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



## О Г Л А В Л Е Н И Е

---

	Стр.
От редактора . . . . .	VII
Предварительное рассуждение . . . . .	1
Определение метра . . . . .	65
Отчет об измерении дуги меридиана между параллелями Дюнкерка и Барселоны и о длине выведенного отсюда метра . . . . .	95
Последние замечания о метре . . . . .	107
О единстве веса в десятичной метрической системе по работам Лефевра-Жино . . . . .	117
Окончательный метр . . . . .	132

---



## ОТ РЕДАКТОРА.

Одной из первых потребностей человека является необходимость измерять величину окружающих предметов. При постройке первобытной хижины, при кройке грубой одежды из шкуры убитого зверя, при изготовлении примитивного оружия, нашим предкам приходилось так или иначе измерять или оценивать величину применяемых материалов. С развитием культуры потребность измерения возросла и распространялась с основных и простейших объектов измерения, каковыми являются длина, время и вес, на более сложные величины, как, например, плотность, скорость, сила и т. п. Но кроме увеличения числа измеряемых свойств физического мира увеличивалась также потребность в точности измерения. И если было время, когда глазомер или самое примитивное сравнение величины измеряемого предмета с размерами части человеческого тела, например длиной ступни, было достаточно, то в наше время бывают случаи, когда точность измерения длины с ошибкою в одну миллионную часть всей длины, то-есть 1 мм на 1 км еще не вполне удовлетворительна.

Для возможности производить такие измерения нужны прежде всего подходящие единицы меры. Они должны быть удобны по своей величине, то-есть не слишком велики и не слишком малы, для того, чтобы результаты измерения выражались по возможности простыми, понятными числами. Они должны также быть постоянными и строго фиксированными по своей величине. Уже давно явилось стремление заимствовать эти единицы из самой природы, прежде всего из размеров человеческого тела: отсюда такие единицы, как фут (англ. foot — нога), локоть, аршин (равный одному шагу), гран (франц. grain — зерно) и т. д. В этом отношении лучше всего обстоит дело с единицами времени, так как природа дает нам благодаря суточному вращению земли и движению ее вокруг солнца две основных, в высокой степени постоянных единицы — сутки и год, которые легли в основу почти всех систем измерения времени.

Менее просто обстояло дело с выбором основных единиц длины (и производных от них — площади и объема) и единицы массы. Размеры предметов, окружающих нас, весьма разнообразны, и повидимому нигде природа не повторяет одну и ту же длину или массу с таким постоянством, с которым она повторяет продолжительность суток. Лишь в недавнее время физики нашли в длине волны монохроматического света, излучаемого некоторыми химическими элементами, достаточно постоянные эталоны длины, но к сожалению столь малых размеров, что непосредственно они совершенно непригодны для практической жизни. Поэтому в поисках за эталоном длины пришлось вместо много раз повторяемого в одних и тех же размерах предмета или явления положить в основу размеры хотя и единственного в природе, но зато весьма мало изменяемого предмета, величину нашей планеты — земли. Отсюда произошла метрическая система мер, введенная сперва во Франции в 1795 году, а затем мало-по-малу и в большинстве других культурных странах. Правда, ее ныне уже нельзя считать, как основанной на самой природе: метр, установленный законом 25 июня 1800 года в 443,296 парижских линий и долженствующий равняться одной десяти-миллионной части четверти парижского меридиана, оказался приблизительно на 0,2 мм короче своей идеальной длины, а килограмм, который должен представлять массу одного кубического дециметра воды при наибольшей плотности, оказался на 27 миллиграмм с лишком тяжелее.

Мысль, которая руководила французскими учеными при установлении метрической системы, что в случае потери длины метра его можно будет всегда восстановить со всею точностью путем измерения длины меридиана, конечно иллюзорна, так как всякое измерение, а тем более такое сложное, всегда сопряжено с ошибками и не даст прежнего результата. Со времен Мешена и Деламбра длина дуги меридиана определялась неоднократно, и вот важнейшие результаты:

Автор	Год	Сжатие земного сфероида	Длина чет- верти мери- диана в м
Деламбр	1800	1 : 334	10 000 000
Бессель	1841	1 : 299,2	10 000 856
Кларк	1880	1 : 293,5	10 001 868
Гельмерт	1906	1 : 298,3	10 002 067.
Хэйфорд	1909	1 : 297,0	10 002 286



Конечно было бы совершенно недопустимым менять эталон длины после каждого нового градусного измерения, и поэтому согласились, изменив первоначальной идее, считать за метр просто длину при  $0^0$  платиновой линейки, хранящейся в парижском архиве. К сожалению конструкция этой линейки оказалась мало удобной для снятия с нее точных копий: она легко прогибалась и, как концевая мера, затрудняла сравнение. Поэтому международный комитет мер и весов решил в 1872 г. изготовить ряд других нормальных эталонов метра, а также и килограмма, более совершенной формы. Эталоны метра были сделаны из платины с примесью 10% иридия для придания твердости и упругости. Поперечное сечение эталонов, изображенное на рис. 1, рассчитано на то, чтобы даже при прогибании длина в нейтральной плоскости  $ab$  оставалась неизменной. Вся длина эталона составляет 102 см, а длина метра отмечена в плоскости  $ab$  очень тонкими штрихами. Из всех 31 изготовленных по этому образцу нормальных метров был выбран один (№ 6), который с точностью до 0,0001 мм равнялся старому архивному прототипу и назван нормальным прототипом метра. Он обозначен готической буквой W и сохраняется в Международном Бюро Мер и Весов близ Парижа в железном шкапу, в глубоком подвале, три ключа от которого хранятся у трех разных должностных лиц.

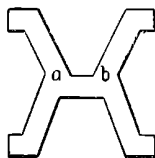


Рис. 1.

Длина, отмеченная на этом международном эталоне, и принимается за метр.

Остальные эталоны были распределены среди разных государств по жребию, при чем № 11 и 28 достались на долю России. Из них первый хранится в Академии Наук, а второй в Главной Палате Мер и Весов в Ленинграде. Их длины при  $0^0$  оказались следующие:

эталон № 11 равен	999,9995 мм
» № 28 »	1000,0005 »;

таким образом среднее из них равно в точности международному нормальному метру.

Ныне, даже при потере всех эталонов метра, длину его можно будет восстановить с точностью до 0,001 мм благодаря исследованию американского физика Майкельсона, определившего его длину в единицах длины волны трех спектральных линий кадмия.

Что касается килограмма, то от его определения, как массы 1 куб. дециметра воды при наибольшей плотности, также пришлось отказаться. Измерение объема даже цилиндрических тел сопряжено с такими трудностями, а потому и ошибками, что повторные определения массы нормального архивного килограмма в единицах массы куб. дециметра воды расходились между собою на 100 и больше миллиграммов и в среднем дали величину на несколько центиграммов большую, чем 1000 граммов, в то время как само взвешивание производится с точностью несравненно большею и доходящей до 0,002 миллиграмма на килограмм. Поэтому, отступив от первоначального определения, международная комиссия в 1872 году приняла за массу одного килограмма массу архивного прототипа, с которого затем были изготовлены 40 копий, также из сплава 90% платины и 10% иридия, имеющие форму цилиндров со слегка закругленными краями. Из них один также оставлен в Международном Бюро Мер и Весов в качестве прототипа, остальные были распределены среди главнейших государств.

Таким образом и килограмм не удовлетворяет своему идеальному определению, хотя и очень близок к нему. В среднем из различных определений можно считать, что масса 1 куб. дециметра воды равна  $0,999973 \pm 0,000010$  килограмм, обстоятельство, которое приходится учитывать только в исключительных случаях, требующих высшей точности.

Изложенные обстоятельства, однако, не умаляют достоинства метрической системы, которые заключаются главным образом в однообразии ее и в десятичном подразделении различных единиц. Кроме того, нужно признать, что сама длина метра очень удачно выбрана: 1000 *м* весьма удобная единица для измерения больших расстояний, близкая к нашей версте, а 0,001 *м* очень подходит для тонких ремесл и техники, например, столярного дела, проектирования машин и т. п., в то время как 0,1 *мм* — предел точности для невооруженного глаза.

В России метрическая система мер и весов вводится как обязательная с 1926 года. Поэтому небезынтересно познакомить русских читателей с научными основами этой системы и с той огромной работой, которая была произведена французскими учеными в самый разгар великой революции для определения длины метра и массы килограмма. Отчет об этой работе, в которой принимали участие наиболее выдающиеся французские

астрономы, физики и математики, опубликован в трех больших томах под заглавием: *Base du Système métrique décimale, ou Mesure de l'arc du Méridien compris entre les parallèles de Dunkerque et Barcelone, exécutée en 1792 et années suivantes, par MM. Méchain et Delambre. Paris 1806, 1807, 1810.* Издавать полностью перевод этого большого труда не представлялся возможным, да и нужным. Большая часть этих томов заполнена числовым материалом и непосредственного интереса не имеет. Поэтому ниже приведено полностью лишь введение Деламбура, повествующее о ходе градусного измерения. Далее в извлечениях даны главнейшие моменты определения длины метра и массы килограмма вместе с протоколами соответствующих комиссий<sup>1)</sup>. По поводу этих рассуждений нужно заметить, что их чрезвычайная подробность объясняется неизвестным в то время способом наименьших квадратов, который был приложен к геодезии в полном объеме лишь Бесселем тридцатью годами позже. Поэтому-то, что ныне называется увязкою тригонометрической сети, авторам пришлось делать не строго выработанными математическими методами, а путем детального обсуждения всех наблюдений и тонкого отбора результатов. Эта часть работы свидетельствует о большом чутье и такте исследователей.

Язык подлинника довольно своеобразен, и переводчик стремился по возможности близко держаться оригинала. Да простят читатели, если при этом местами пострадала литературность перевода. Пояснительные примечания, которыми мы в некоторых местах снабдили текст, обозначены маленькими цифрами, в то время как сноски авторов обозначены звездочками. Большинство географических названий, которыми так богата первая часть, оставлены во французском начертании, тем более, что прилагаемая карта северной части дуги меридиана составлена на французском языке. Лишь немногие названия в роде Парижа, Барселоны и т. д. приведены по-русски, при чем для большей близости к подлиннику *Dunkerque* переведен, как Дюнкерк, вместо более употребительной немецкой транскрипции Дюнкирхен. Остается еще сообщить некоторые биографические сведения об авторах.

---

<sup>1)</sup> В выборе материала мы следовали немецкому переводу в *Ostwald's Klassiker*, Nr. 181, при чем статья Borda и Cassini о длине секундного маятника, как не имеющая непосредственно отношения к вопросу, опущена.

Pierre-François-André Méchain родился 16 августа 1744 года в Лаон; он был сначала домашним учителем в Пикардии. Затем был астрономом-гидрографом в Версале. В 1782 году избран членом Академии Наук, а затем астрономом парижской обсерватории. Здесь он в течение семи лет состоял вычислителем и редактором французского астрономического календаря *Connaissance des Temps*, открыл несколько комет и вычислил их орбиты. С 1795 года принимал участие в измерении дуги меридиана, во время которого пострадал от несчастного случая, попав в передачи водокачки, при чем получил несколько переломов костей. Это обстоятельство, а также крайнее переутомление повлекли за собою смерть 20 сентября 1804 года. Он умер в поле, вблизи тригонометрической точки, до последних дней продолжая наблюдения.

Jean-Baptiste-Joseph Delambre родился в Амьене 19 сентября 1749 года. Занимался сначала литературой и начал изучение астрономии лишь в возрасте 36 лет по курсу Лаланда, преемником которого он затем стал. Первая его работа заключалась в составлении таблиц спутников Юпитера из 1500 затмений этих светил. В 1792 году эти таблицы были премированы Академией и открыли ее двери для автора. Он усовершенствовал старые звездные каталоги, исследовал астрономическую рефракцию и определил величину прецессии и наклонность эклиптики. Он написал также весьма интересную и подробную историю астрономии, изданную в четырех томах. После его смерти, последовавшей 19 августа 1822 года в Париже, остались в рукописях „История астрономии в XVIII столетии“ и „История измерения земли“, опубликованные — первая в 1827 г., вторая лишь в 1912 году.

*А. Михайлов.*

---

## ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ РАССУЖДЕНИЕ <sup>1)</sup>

Вопросы о величине и фигуре земли, так давно занимающие астрономов и математиков, повидимому такого свойства, что они никогда не смогут быть вполне исчерпаны. Древние занимались главным образом первым из этих вопросов; второй им казался решенным уже сразу, как только он был поставлен. С того самого момента, как заметили кривизну земли и выпуклость морей, поспешили заключить, что земля есть шар. В то время, когда на небе желали видеть только круги, когда могли допустить движения только прямолинейные или круговые, не могло возникнуть ни малейшего сомнения в справедливости предположения, объединявшего простоту теории с достаточною для практики точностью. Поэтому до Гюйгенса и Ньютона считалось несомненным, что земля имеет сферическую форму. По этой гипотезе достаточно было измерить дугу какого-нибудь меридиана, чтобы получить возможность построить глобус, который мог бы служить уменьшенным изображением земли и на котором можно было бы начертить, в их истинных пропорциях, различные страны, на которые разделяется ее поверхность. Эратосфен <sup>2)</sup> повидимому первый указал, как должно выполнять это основное географическое измерение. Не выходя из своей обсерватории, он дал первую идею того пути, по которому нужно было следовать, чтобы определить величину земли. Он читал или слышал, что в Сиенне, в день солнцестояния, колодцы освещались до самого дна и что в полдень предметы с отвесными сторонами не отбрасывали никакой тени. Из этого он заключил, что Сиенна лежит под самым тропиком. Высота солнца во время солнцестояния, которую он мог сам наблюдать в Александрии, дала бы ему разницу широт, или же число градусов меридиана,

<sup>1)</sup> В оригинале — Discours préliminaire.

<sup>2)</sup> Эратосфен — греческий геометр, живший в III веке до нашей эры.

закрывающихся между параллелями этих двух городов. Дорога, ведущая от одного из них до другого имела в длину около 5 000 стадий; направление ее почти что совпадало с направлением меридиана: он предположил, что отклонение ее от меридиана совершенно незначительно. Разница широт была им принята равной одной пятидесятой части большого круга. Поэтому окружность земли должна была бы иметь 250 000 стадий: он увеличил ее до 252 000, чтобы получить для одного градуса длину в 700 стадий в круглых цифрах. Как видно эти результаты не отличаются большой точностью; но они были достаточными для географии того времени. Для того чтобы расположить, по отношению к Александрии, на его глобусе или же картах, те места, которые он желал бы описать, ему достаточно было знать, в какой они находятся точке горизонта и на каком расстоянии; или иначе, если даны широты двух мест и их взаимные расстояния, то их можно нанести на соответственные места на глобусе. Это была существенная услуга, которая могла быть оказана географии только человеком, с большим остроумием объединившим все сведения, которые можно было собрать в то время. Некоторые из современных ученых желали приписать ему точность, на которую он не мог претендовать. Эти древние выкладки, о которых до нас сохранилась только неясная передача, в высшей степени удобны для любителей систем. Все они заключают в себе какую-либо неопределенность, которую оценивают уже после современных наблюдений, или после допущения некоторой гипотезы. В них находят все, что угодно, но в них нельзя прочесть ничего, кроме известного уже из других источников; отсюда нельзя извлечь ничего, что хоть скольконибудь могло бы продвинуть наши знания. Если бы ученые новейших времен не выполнили того, что Эратосфен лишь только наметил, то его столь знаменитое и столько раз комментированное измерение не научило бы нас ничему другому, кроме как тому, что расстояние между Александрией и Сиенной составляло приблизительно одну пятидесятую часть окружности. Что же касается до его разделения градуса на 700 стадий, то для нас оно не имеет никакого значения, так как отсутствует определение длины стадии, которой он пользовался. Другие географы делили градус на другое число стадий, т. е. они выражали числа данные Эратосфеном в других равнозначущих долях, совершенно так, как это делаем мы сами, когда, для