

БИБЛИОТЕКА ШКОЛЬНИКА

И. Я. ДЕПМАН

**ВОЗНИКНОВЕНИЕ
СИСТЕМЫ МЕР И СПОСОБОВ
ИЗМЕРЕНИЯ ВЕЛИЧИН**



УЧПЕДГИЗ • 1956

БИБЛИОТЕКА ШКОЛЬНИКА

И. Я. ДЕПМАН

ВОЗНИКНОВЕНИЕ СИСТЕМЫ МЕР И СПОСОБОВ ИЗМЕРЕНИЯ ВЕЛИЧИН

ВЫПУСК I



ГОСУДАРСТВЕННОЕ
УЧЕБНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА ПРОСВЕЩЕНИЯ РСФСР
Москва — 1956

ОТ ИЗДАТЕЛЬСТВА

Вопросы об измерении величин (об именованных числах) составляют существенную часть курса арифметики младших классов школы. Школьник должен знакомиться с этими вопросами не только на уроках, но и путём чтения доступных ему книг. Для обеспечения этой возможности в серии «Библиотека школьника» издаётся настоящая книга. Она представляет дополненное издание книги «Меры и метрическая система» того же автора для детей (Детиздат, Ленинград, 1953), удостоенной премии на конкурсе научно-популярной книги для детей (1954—1955 гг.). Все замечания и пожелания просим направлять по адресу: Москва, Чистые пруды, 6. Учпедгиз, редакция математики.



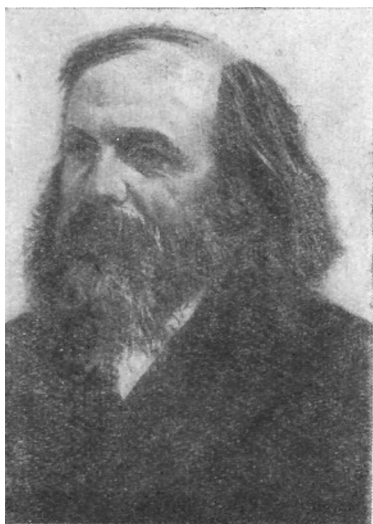
Scan AAW

ВВЕДЕНИЕ

Введение метрической системы мер сначала в РСФСР и затем в СССР является одним из важных достижений Великой Октябрьской социалистической революции.

Усилия многих лучших русских учёных, доказывавших необходимость реформы старой системы мер, при царском правительстве остались безрезультатными. То, что не удалось при царском правительстве, было осуществлено в первые годы после революции. В настоящее время мы так привыкли к удобствам метрической системы, что становится непонятным и невероятным противодействие царского правительства и церкви введению в употребление этой системы.

Введение метрической системы мер не только создало удобства в нашем быту, оно облегчило и работу школы. В дореволюционных учебниках арифметики большое место занимала глава «Действия над именованными числами». Учащийся должен был заучивать единичные отношения разных мер, лишённые общей системы.



Д. И. Менделеев 1834—1907.
(Снимок сделан в год перехода
его на работу в Главную палату
мер и весов.)

В настоящее время из учебников эта глава исключена за её ненадобностью.

Но отсутствие основательного изложения основ метрической системы мер влечёт за собой и ряд отрицательных явлений. Например, большинство учащихся по окончании школы имеют о метрической системе мер неправильное представление, на вопрос,



Б. С. Якоби
1801—1874.

что называется метром, очень нередко можно слышать ответ учащегося: это десятиmillionная часть четверти парижского меридиана. С таким ответом иногда соглашается учитель. Между тем такой ответ уже много десятилетий является неверным. Благодаря нашей Академии наук и деятельности Дмитрия Ивановича Менделеева (1834—1907) и Бориса Семёновича Якоби (1801—1874)—при участии и содействии многих других учёных — почти 100 лет тому назад было установлено другое определение метра. Незнание этого является не только ошибкой, но и забвением очень яркой и славной

страницы русской науки, указавшей всему миру правильный путь в вопросах метрологии (о мерах и измерениях). Отсутствие в программе арифметики средней школы темы «Метрическая система» привело к необходимости создания настоящей книги. Книга даст возможность учащимся самостоятельно познакомиться с историей возникновения разных мер и их систем, и среди них с самой важной системой мер — метрической. Она более подробно знакомит читателя со старой русской системой мер.

Автор стремился писать так, чтобы книгу могли без труда читать учащиеся V и VI классов, не говоря об учащихся старших классов. Большая часть страниц

вполне доступна и учащимся IV классов, которых автор имел все время в виду и, исходя из их потребностей, поместил в книгу ряд иллюстраций. Для учащихся старших классов и любознательных читателей V—VI классов указываются книги, в которых они могут найти или более серьезное изложение отдельных вопросов, или подробности, которые не могли быть включены в настоящую книгу. Вот небольшой список их, расположенных в порядке трудности изложения:

Горячкин Е. Н., Из истории мер и весов, М., 1953.

В этой книге большое внимание уделяется физической стороне вопроса о мерах, некоторые иллюстрации из неё использованы в нашей книге.

Черепнин Л. В., Русская метрология, М., 1944. (Подробные сведения о старых русских мерах.)

«Сто лет государственной службы мер и весов в СССР», М. — Л., 1945.

Мешен и Деламбр, Основы метрической десятичной системы, М — Л., 1926.

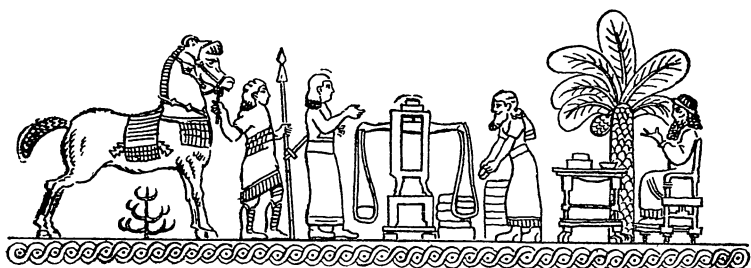
Рассказ двух французских академиков о событиях и приключениях, которые они пережили при измерении дуги меридиана для первого и основного определения длины метра.

Петрушевский Ф. И., Общая метрология, СПб, 1848.

Подробнейший обзор систем мер всех народов всех времён. Книга была премирована Петербургской академией наук.

Маликов М. Ф., Основы метрологии, М., 1949.

Изложение технической стороны современных способов измерения.



I. ВОЗНИКНОВЕНИЕ МЕР МЕРЫ ДЛИНЫ

*Без меры и лаптя не сплетёшь.
Русская пословица.*

Нельзя представить себе жизнь человека, который не производил бы какие-нибудь, хотя бы самые простые, измерения. Уже для первобытного человека, строившего себе жилище, изготовлявшего простейшие орудия и посуду, применение мер длины, веса и объёмов было необходимо.

Многие авторы ещё в конце прошлого века утверждали, что жители некоторых районов Средней Азии не имеют никакого представления о мерах и деньгах, производя торговлю исключительно меновую. М. Р. Рахимов («Сборник статей по истории и филологии народов Средней Азии», изд. Академии наук Таджикской ССР, Сталинабад, 1953) убедительно показывает, что у народов Таджикистана с древних времён существовала весьма сложная система мер веса и сыпучих тел.

Первым счётным прибором человека были пальцы рук и ног. Те же пальцы руки, ноги и размеры некоторых других частей тела (ладони, пяди, суставов пальцев) и движений их — шаг, размах рук — послужили образцами первых мер длины. Очевидно, потребовалось много веков, чтобы выработались основные навыки приближённого измерения размеров предметов

и расстояний. Некоторые из этих первобытных приёмов сохранились до настоящего времени, а другие дали основание возникновению мер, в дальнейшем уточнённых, употреблявшихся ещё в недалёком прошлом (дюйм, локоть, сажень).

Небольшие расстояния мы и в настоящее время нередко определяем шагами. Оказывается, что эта мера у человека довольно постоянная, если он шагает без мысли о том, что делает это для измерения. Поэтому рекомендуется при определении расстояния шагами занять чем-либо внимание; например, распевать песенку. Для счёта шагов имеется особый прибор — педомётр. Он представляет собой механизм вроде карманных часов. При каждом шаге — стуке ноги о землю — стрелка пedomётра проходит по одному делению, и на циферблате пedomётра можно прочесть число сделанных шагов от начального момента, когда стрелки были поставлены на нулевое деление. Произведённые таким образом измерения расстояний или съёмки небольших участков земли дают достаточно удовлетворительные по своей точности результаты.



Мера ладонь.

Для измерения полей шаг оказался слишком малой мерой. Возникли новые меры: двойной шаг или трость, а затем — двойная трость. В Римском государстве, существовавшем в течение ряда веков до начала нашего летосчисления в Италии, а затем покорившем почти всю Европу и многие страны Азии и Африки, для измерения больших расстояний употреблялась мера, равная тысяче двойных шагов, или тростей; отсюда произошло название русской меры расстояний — милья, от латинского слова *milīa* — тысяча. Большие расстояния измерялись перехода-

ми (за определённый период времени), привалами, днями передвижения. В рассказе Джека Лондона индеец на вопрос о расстоянии до некоторого места отвечает: «Едешь 10 снов, 20 снов, 40 снов» (т. е. суток).

«Печенегия отстояла от хазар на пять дней пути, от алан на шесть дней, от Руси на один день, от мадьяр на четыре дня и от болгар дунайских на полдня пути», — читаем в старинном историческом документе.



Мера палец.

По сообщению знаменитого русского путешественника по Средней Азии Николая Михайловича Пржевальского, именем которого назван город Пржевальск, кочующие монголы определяли расстояния только в верблюжьих или лошадиных переходах, не зная иных, более точных мер. Единственное уточнение их заключается в прибавлении

слов: «при хорошей езде», «при плохой езде».

В старинных русских договорных грамотах о пожаловании земли можно встретить такое определение размеров даруемого участка: «От такого-то места во все стороны на бычий рёв», т. е. на такое расстояние, с которого ещё можно слышать рёв быка.

В этнографической литературе известны другие аналогичные меры расстояний: «коровий крик» — у индийских племён (корова у них священное животное), «петушиный крик» — у других народов. Расстояние измеряется ещё по промежутку времени, нужному человеку для прохождения его или для совершения какого-нибудь действия. Такова мера «пока закипает котёл воды».

В Сибири была в употреблении мера расстояния буква: это расстояние, на котором человек перестаёт видеть раздельно рога быка.

Пишущий настоящий очерк в детстве был удивлён, когда его земляки, эстонские моряки, сказали,

что до конца плавания остаётся ещё три трубки: так называлось у моряков расстояние, проходимое судном при нормальной скорости за время, пока курится набитая табаком трубка, которую моряк не выпускает изо рта.

В Испании такой же мерой расстояния служит сигара, в Японии — лошадиный башмак, т. е. путь, проходимый лошадью, пока износится привязываемая к её ногам соломенная подошва, заменяющая в Японии подкову.

У многих народов была мера расстояния стрела — дальность полёта стрелы. Наши выражения: *не подпускать на ружейный выстрел*, позднее — *на пушечный выстрел* — напоминают о подобных единицах расстояний.

ЧТО ПРИНЯТЬ ЗА МЕРУ ДЛИНЫ?

Влияние на выбор меры длины оказывала не только величина измеряемых расстояний. Длину верёвки или ткани было неудобно мерить шагами. Для этого оказалась гораздо удобнее встречающаяся у всех древних и новых народов мера локоть — расстояние от конца пальцев до локтевого сгиба руки. Измеряемую ткань или ленту удобно наматывать на такой эталон (материальный образец меры). Полный оборот ткани около локтя назывался двойным локтем, мерой длины, встречавшейся также у разных народов.



Мера локоть,

Обхват ствола дерева удобно было мерить раскинутыми руками: расстояние между концами пальцев вытянутых в противоположных направлениях рук есть маховая сажень русских крестьян.

Высоту предмета такой саженью измерять было бы неудобно. Отсюда возникла другая мера — ко с а ж е н ь. Некоторые исследователи считают, что это — расстояние от каблука правой (или левой) ноги до кончиков вытянутой вверх левой (или правой) руки. Косая сажень обычно больше маховой. В сказках о великанах говорят, что у них косая сажень в плечах.

Но существует и другое объяснение термина «ко с а ж е н ь».

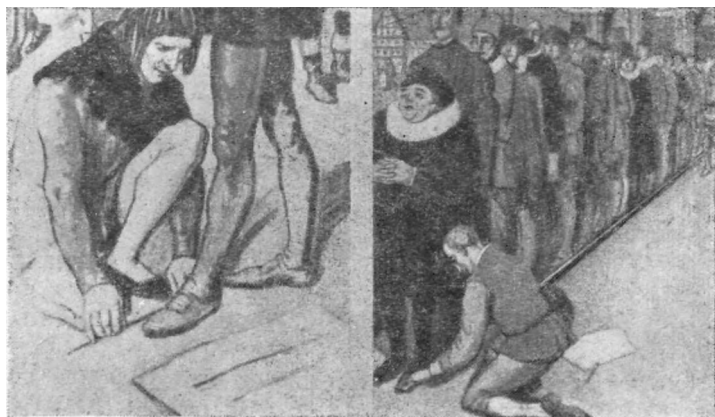
В грамоте 1502 года князя Фёдора Борисовича Волоцкого имеется место: «А сажень с ноги на руку косая, от земли до земли». Профессор Б. А. Рыбаков даёт этим словам такое толкование. «Такая косая сажень определялась верёвкой, один конец которой находился у ступни на земле, а другой конец перекидывался через согнутую в локте руку человека в стоячем положении и опускался снова к земле. Для человека ростом в 182 см подобная косая сажень даёт длину 248 см. Такая мера длины известна в Риме и средневековой Италии в качестве архитектурной меры, носившей название «архитектурной трости» (см. Л. Б. Альберти, Десять книг о зодчестве, М. 1936, стр. 757). Конечно, не может быть и речи о заимствовании русской народной меры «косая сажень» от западных народов. На независимость происхождения обеих этих мер указывает, между прочим, то обстоятельство, что итальянская архитектурная трость делилась на десять частей, а русская косая сажень подчинялась обычному в русских мерах длины принципу последовательного деления на два».

Делением указанной косой сажени на два и половину её ещё раз на два получаем меру «литовский локоть» (248 см : 4 = 62 см). Такой локоть был в употреблении на Украине и в соседних с Литвой областях России.

Для измерения меньших расстояний употреблялась л а д о н ь — ширина кисти руки. В английских повестях и рассказах нередко можно встретить описание того, как крестьянин или любитель лошадей определяет высоту лошади числом ладоней.

Ещё меньшей единицей длины является дюйм, который первоначально был длиной сустава большого пальца. На это указывает само название этой меры: *duim* — голландское название большого пальца.

Длина дюйма была уточнена в Англии, где в 1324 году королём Эдвардом II был установлен «законный дюйм», равный длине трёх ячменных зёрен, вынутых из средней части колоса и приставленных одно к другому своими концами. В английском быту и языке до сих пор сохранилась мера «ячменное



Происхождение меры фут.

зерно», равная одной трети дюйма. В русский быт мера дюйм и самое слово вошли при Петре I, когда были установлены отношения русских и английских мер, по словам петровского указа «лучшего ради согласия с европейскими народами в трактатах и контрактах», т. е. для облегчения политических и торговых сношений народов.

Одновременно с дюймом была уточнена длина другой меры — фута, употреблявшейся с древних времён многими народами. Фут — это средняя длина ступни человека (английское слово foot — ступня). Длина фута была уточнена через установление длины меры шток, которая определена как «длина ступней 16 человек, выходящих от заутрени в воскресенье». При таком определении длины фута имелось в виду при обмере ступней случайно взятых шестнадцати лиц разного роста получить более постоянную величину — среднюю длину ступни, деля длину штока на 16 равных частей.

В XVI веке математик Клавий, один из главных участников создания нашего нынешнего (григорианского) календаря, определяет геометрический фут как ширину 64 ячменных зёрен. Такое определение

длины фута представляет большое уточнение этой меры, так как ширина зерна гораздо более постоянна и определённа, чем его длина. Большое число зёрен (64), укладываемых рядом для получения фута, лучше выравнивает отклонения отдельных зёрен от средней величины.

Как иногда случайная длина могла быть принята за меру, видно из рисунка.

Указом короля Генриха I (1101 год) за основную в английской системе меру длины —

Происхождение меры ярд.

ярд — было установлено расстояние от носа короля до конца среднего пальца вытянутой его руки. Длина ярда в настоящее время равна 0,9144 метра.

Впрочем, документальных свидетельств об упомянутом здесь происхождении ярда не сохранилось. По другому преданию прообразом длины ярда явилась длина меча Генриха I.

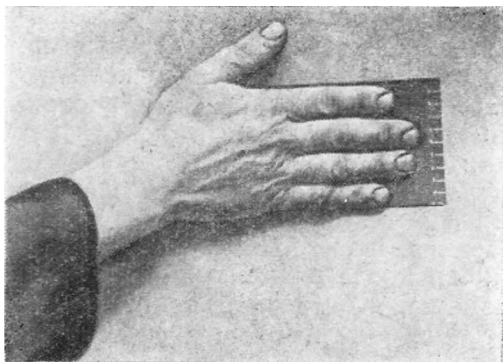
МЕРЫ, НЕ ТРЕБОВАВШИЕ ЭТАЛОНОВ

Приведённые примеры единиц длины основаны на размерах частей человеческого тела или некоторых движений. Возникли эти меры в трудовой деятельности человека, в борьбе его за существование. С развитием общества, появлением частной собственности, обмена продуктами производства и разделения труда первоначальные примитивные способы измерения перестали удовлетворять требованиям человека.



Уточнялись меры, совершенствовались способы измерения.

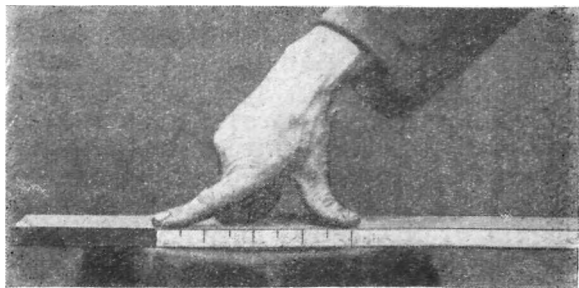
Очевидно, что первый период истории мер, в течение которого человек не нуждался в других материальных образцах мер (эталонах), кроме частей



Мера ладонь, равная четырём пальцам.

своего тела, продолжался очень долго. До нашего времени сохранились выражения: *считай по пальцам; другого на свою меру не меряй.*

И теперь иногда мы применяем первобытные способы измерения. Если, например, нужно купить бумагу для стола, то, весьма вероятно, мы не станем точно измерять размеры стола, а сделаем это пядью, одной



Пядь или „четверть“.

из первобытных мер длины, определяемой расстоянием между концами пальцев, большого и указательного или среднего.

Различали: пядь малую (расстояние между концами раздвинутых большого и первого пальцев) и пядь великую (расстояние между концами раздвинутых большого пальца и мизинца). Длина малой пяди в среднем 19 см, великой пяди 22—23 см.

Человек на ранней ступени развития понял значение более точных измерений и необходимость их. В раннем сборнике поучений сыну восточного царя «Кабус-Намэ» (изд. Академии наук СССР, 1953, стр. 151) читаем:

„Если ты будешь землемером или измерителем, будь силен в расчётах, берегись, и часу не проводи без повторения их, ибо наука математика — наука свирепая... И когда будешь измерять... не говори, что это измеряю, а остальное прикину, ибо в измерении может получиться большая разница“ и т. д.

ОБ ОДНОЙ ЗАМЕЧАТЕЛЬНОЙ МЕРЕ ДЛИНЫ ДРЕВНИХ НАРОДОВ

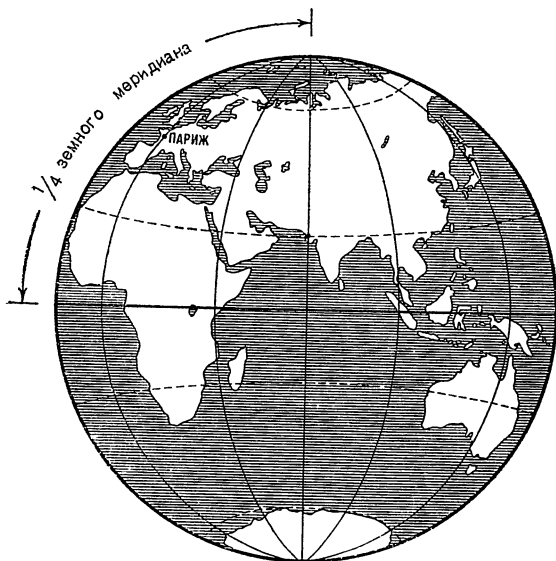
Из сказанного мы уже знаем, что за меру расстояния принимались, между прочим, и расстояния, проходимые в определённый промежуток времени. Эта идея привела к возникновению ещё одной меры длины, которая в древности имела очень большое распространение у разных народов.

Древнейший культурный народ вавилоняне, жители страны к югу от Армении, ввели в употребление меру длины, получившую впоследствии греческое название стадий. Стадий равнялся расстоянию, которое человек проходит спокойным шагом за промежуток времени от появления первого луча солнца, при восходе его, до того момента, когда весь солнечный диск целиком окажется над горизонтом. Из астрономии известно, что такой «выход» солнца продолжается 2 минуты. За это время человек может пройти при средней скорости от 185 до 195 метров. Это расстояние и называлось стадием.

Стадий как единица расстояния употреблялся, кроме вавилонян, другими древними народами — егип-

тянами, греками, римлянами. Римский стадий был равен 185 метрам, греческий 192 метрам.

Длина вавилонского стадия, который делился на 360 локтей, считается равной приблизительно 194 метрам; отсюда длина вавилонского локтя приблизительно равна 54 сантиметрам.



Меридианы.

Великий греческий историк Геродот (V век до нашего летосчисления) утверждает, что египетский локоть был равен локтю греческому. В той и другой стране Геродот проживал подолгу, поэтому слова его заслуживают доверия.

До нас дошёл целый ряд эталонов египетских локтей, как высеченных на камне, так и в виде палочек. Длина египетского локтя 52,7 сантиметра, т. е. почти равна длине вавилонского локтя. Можно думать, что общность длины локтя у народов древности есть следствие того, что на достигнутом этими народами уровне развития мера локоть уже не бралась непосредственно от человеческой руки, длина которой

слишком переменна, а выводилась из стадия, определяемого по продолжительности восхода солнца.

Знание, хотя и приближённое, длины единиц мер древних народов даёт возможность решить некоторые интересные вопросы.

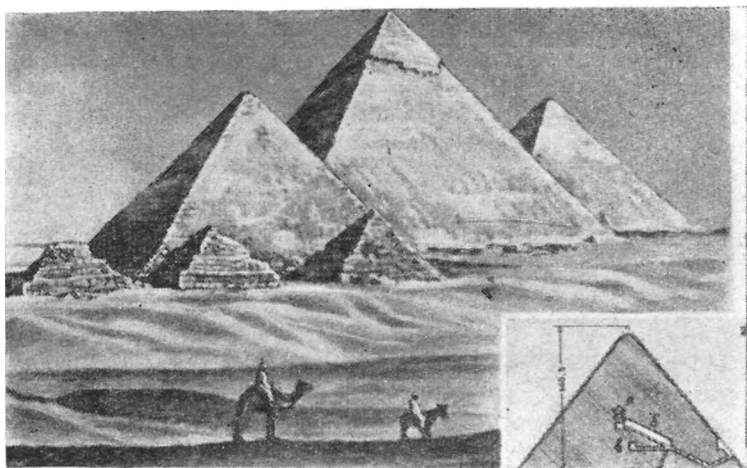
Длина земного меридиана, как определяющая размеры земного шара, всегда интересовала учёных. Длину эту измеряли неоднократно. Самая ранняя попытка такого измерения была сделана около 200 года до нашего летосчисления греческим географом и математиком Эратосфеном. Он вычислил длину меридиана Земли, которая оказалась равной 250 000 стадиям. Если длину египетского локтя принять равной 52,7 сантиметра (0,527 м), то, по Эратосфену, длина меридиана приблизительно равна:

$0,527 \times 250\,000 \times 360 = 47\,400\,000$ метрам (вместо 40 000 000).

Эратосфен по наблюдениям положения солнца в один и тот же полдень в двух египетских городах, лежащих почти на одном меридиане, определил, что дуга меридиана между городами равна $\frac{1}{50}$ части всего меридиана. Умножив расстояние между городами, которое приблизительно было известно, на 50, он получил длину меридиана. Так как приближённое расстояние между названными городами, которым воспользовался Эратосфен, было на 15% больше действительного, то результат вычислений должен был оказаться также больше действительной длины меридиана на 15%. Пятнадцать процентов от действительной длины меридиана, которая, как мы теперь знаем, равна приблизительно 40 000 000 метрам, составляют 6 000 000 метров. На столько метров полученная Эратосфеном длина меридиана должна была оказаться больше истинной длины его. На результат повлияло и то обстоятельство, что упомянутые города, вопреки предположению Эратосфена, не лежат точно на одном меридиане. Если это обстоятельство также повлияло на увеличение результата вычислений Эратосфена, то результат его надо считать весьма хорошим. Современная наука для определения длины меридиана пользуется приёмом Эратосфена. Она получает более точные результаты вследствие более точного измерения

расстояний на земной поверхности. Эратосфен считается одним из крупнейших греческих учёных своего времени.

Отметим ещё, что речь идёт о том же Эратосфене, имя которого мы встречаем в учебнике арифметики («решето Эратосфена» для составления таблицы простых чисел).



Египетские пирамиды: общий вид и разрез; высота 146,5 метра.

Из данных, обычно лишь приближённых, о древних мерах и способах измерения нередко делались необоснованные выводы. Так, например, написано много книг о «математике великих пирамид Египта». Пирамиды — это памятники над могилами египетских царей, огромные каменные постройки. Некоторые из существующих в настоящее время пирамид были возведены более чем за три тысячи лет до начала нашего летосчисления. Измеряя в настоящее время то или иное расстояние на пирамидах и производя над полученным числом разные, соответственно подобранные арифметические действия, некоторые авторы прошлого и настоящего времени находили значения разных природных величин (скорости распространения света, длину маятника, отбивающего секунды, числа π (пи) —

отношения длины окружности к её диаметру — и других).

Утверждалось, например, что сторона основания большой пирамиды первоначально была равна $\frac{1}{500}$ части градуса ($\frac{1}{360}$ часть) меридиана Земли, и в этом видели предвосхищение египтянами идеи метрической системы.

Подобные утверждения не имеют никакого значения, так как совпадение результата действий над значением измеряемой величины с той или иной природной величиной получается после ряда соответственно выбранных действий. Всегда можно выбрать такую последовательность действий, что от данного результата измерения можно прийти к какому угодно произвольно взятому числу. Поэтому «математика великих пирамид», о которой были в разное время статьи и заметки и в наших журналах, не заслуживает никакого внимания или доверия.

МЕРЫ ПЛОЩАДЕЙ

Исчисление расстояния по промежутку времени, необходимому для его прохождения, было использовано и для измерения величины площади.

В рассказе Л. Н. Толстого «Много ли человеку земли нужно?» башкиры продают кулаку Пахому землю по цене «тысяча рублей за день». Под этим подразумевался участок земли, который можно обойти за день. Толстой рассказывает, как жадный Пахом, желая охватить как можно больше земли за свои 1000 рублей, побежал с такой скоростью, что к концу дня упал мёртвым.

Способ измерения площадей по длине обхода предполагает, что равные по площади фигуры имеют и равные границы (периметры) и что равные периметры охватывают равные площади. Это предположение, как легко проверить, неверно, однако это неверное правило применяли не только башкиры, но и другие народы. Уже римские писатели 2000 лет назад упрекали своих современников за то, что они придерживались этого ложного взгляда. На основании сведений школьного курса математики можно доказать, что из всех прямоугольников, имеющих равные площади, квадрат

имеет наименьший периметр, что равносильно утверждению: из прямоугольников, имеющих равные периметры, квадрат имеет наибольшую площадь. Проверить это можете вы и сейчас.

Начертите на клетчатой бумаге квадрат со стороной в 12 клеток, затем несколько прямоугольников, стороны которых 16 и 9 клеток, 24 и 6 клеток, 36 и



Древнейшая древнеегипетская математическая запись, написана около 1800 лет до начала нашего летосчисления. На ней трапеция почти прямоугольная. Хранится в Музее изобразительных искусств в Москве (московский папирус).

4 клетки. Площади у всех этих фигур равные — 144 клетки. Подсчитав длины границ (периметров), мы найдём, что у квадрата наименьший периметр.

Если бы Пахом в рассказе Толстого вздумал вырезать себе участок земли в виде прямоугольного поля, он захватил бы наибольшее количество земли, обходя квадратный участок. Из всех фигур, имеющих равные периметры, наибольшую площадь имеет круг; он же из всех фигур, имеющих равные площади, имеет наименьший периметр.

В Риме мерой полей служила ещё единица югер. Слово это происходит от латинского слова «югум» — *ярмо*, т. е. деревянная рама, которую надевали на шею пары волов, впряжённых в телегу или плуг. Югер означал участок земли, вспахиваемый за день плугом, в который впряжена пара волов. В главе о старых русских мерах мы узнаем, что аналогичный приём измерения земли существовал и у славян.

Вавилоняне, египтяне и греки вычисляли площади фигур по правилам, сходным с нашими правилами или

близким к ним. Так, например, египтяне определяли площадь треугольника и трапеции умножением половины основания на боковую сторону, а не на высоту, как учит наша геометрия.



М. В. Остроградский
1801 — 1861.

Однако треугольники и трапеции, которые встречаются в египетских текстах, бывают или прямоугольные — тогда египетское правило даёт точный результат, — или почти прямоугольные, тогда египетское правило даёт приближённый, но достаточно точный для практики ответ. Правило вычисления площадей, аналогичное египетскому, встречается и в русских рукописных математических руководствах XVI—XVII веков.

Знаменитый русский математик Михаил Васильевич Остроградский (1801—1861) рассказывает, что он ещё

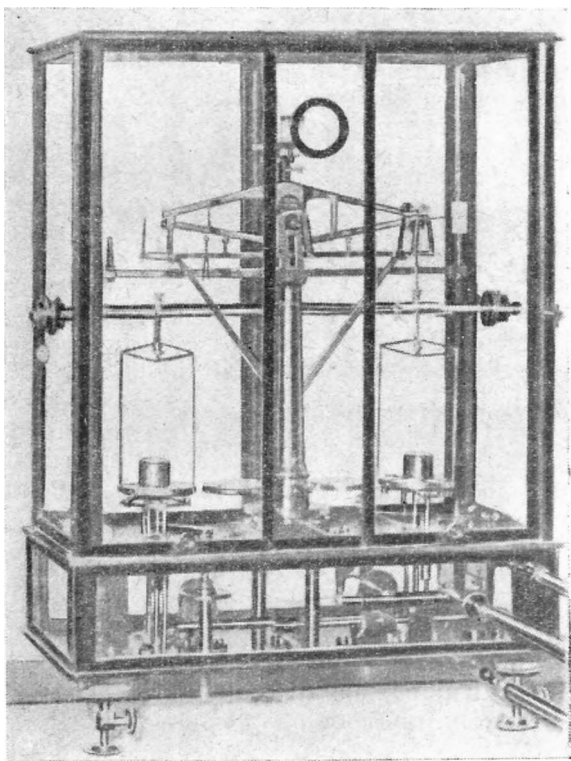
в первой половине XIX века встречал на Украине «землемеров», вычислявших величину треугольного поля египетским способом, т. е. умножением длины основания не на половину высоты, а на половину боковой стороны. Своих учеников, плохо учивших математику, он в шутку называл «землемерами» в отличие от успевающих в математике, которых называл «геометрами».

Применявшийся согласно рассказу Остроградского неточный способ вычисления площадей в то время удовлетворял потребностям хозяйства. В настоящее время он, конечно, уже недопустим.

МЕРЫ ВЕСА (МАССЫ)

С развитием обмена продуктов в обществе возникла необходимость в измерениях количеств разных веществ.

Для одних веществ количество их можно было определить по объёму. Так, например, сыпучие тела и жидкости можно было мерить, наполняя ими сосуды определённой вместимости. Однако к другим веще-



Точные весы.

ствам такой способ измерения неприменим. Древесную массу, строительные материалы, волокнистые вещества и многие другие продукты нельзя или неудобно измерять таким образом. В связи с этими затруднениями человек изобрёл способ измерения количеств веществ по тяжести или весу при помощи рычажных весов. Рычажными весами определяется количество вещества, или масса, взвешиваемого предмета.

В этом параграфе речь идёт собственно о мерах массы. Однако в быту эти меры называются мерами веса, что будем делать и мы в этой книге.

Какой народ и когда впервые ввёл в употребление весы, мы не знаем. Весьма вероятно, что изобретение их было сделано многими народами независимо друг от друга.

До нас дошёл целый ряд изображений весов в памятниках древних обитателей Египта, относящихся ко II тысячелетию, и очень много изображений применения

весов в греческих картинах I тысячелетия до начала нашего летосчисления.

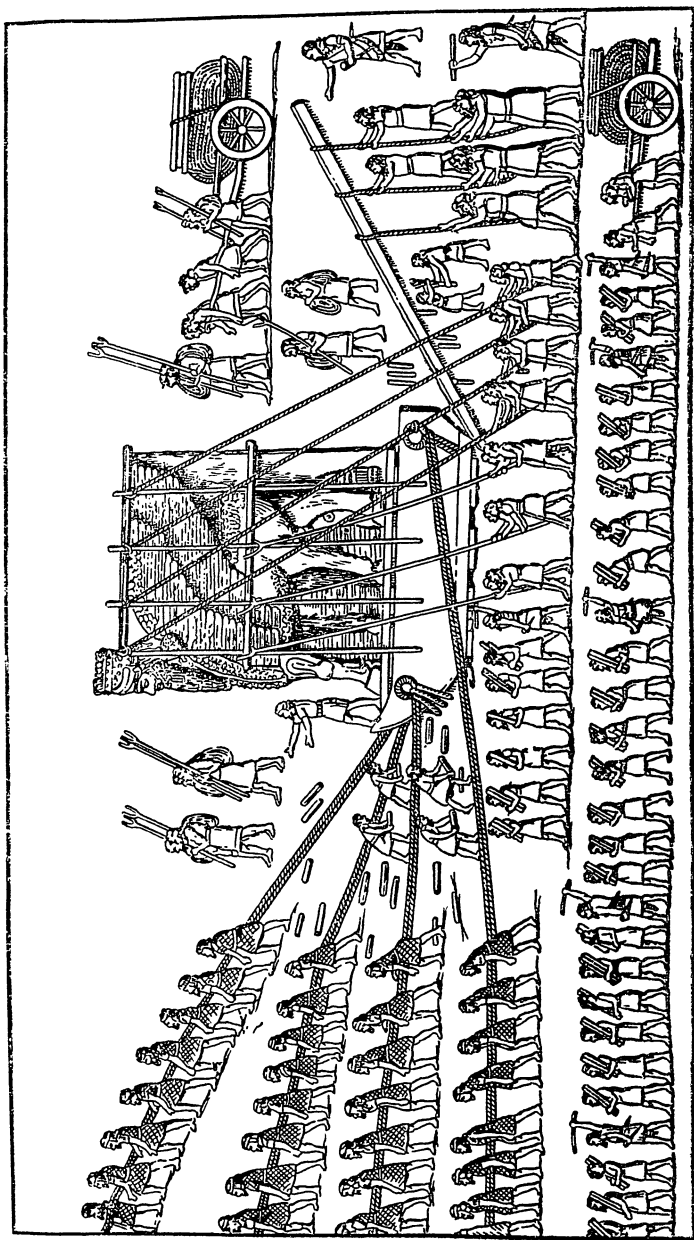
В вавилонских памятниках изображения весов встречаются редко; помещённый в нашей книге снимок принадлежит к немногим из таких. Но вавилонянам уже в III тысячелетии до нашего летосчисления было известно применение рычага, как показывают дошедшие до нас изображения. Знание применения рычага лежит в основе построения весов.



Египетское изображение весов.

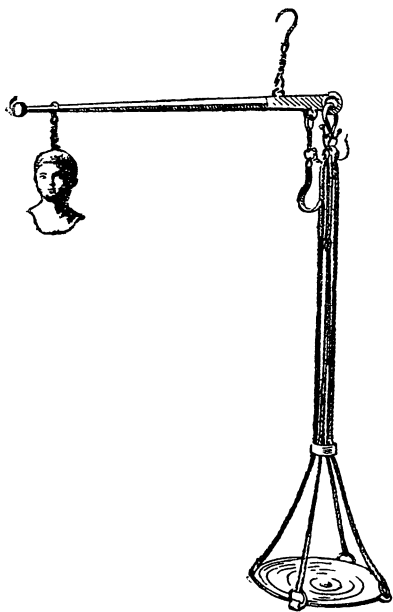


Изображение весов в вавилонских памятниках.



Использование рычага вавилонянами.

Для взвешивания тел на рычажных весах нужно иметь меры веса в виде образцовых гирь (эталонов веса). Зёрна растений, которые были использованы



Римские весы
(Ленинград, Эрмитаж).

для получения некоторых мер длины, сослужили человеку службу и при выборе единиц веса (массы). Человек заметил, что вес зерна обладает постоянством, тем более средний вес его, выводимый в результате взвешивания большого числа зёрен. Единица аптекарского веса до последнего времени называлась *граном*, что значит *зерно*.

Единицей веса драгоценных камней является *карат* — вес семени одного из видов бобов. Один карат приближённо равен 0,2 грамма.

Отметим, что стоимости драгоценных

камней одного и того же качества не пропорциональны весу их: стоимости таких камней (одного и того же качества) относятся как квадраты их весов: камень весом в два карата в среднем в четыре раза дороже камня того же качества, весящего один карат.

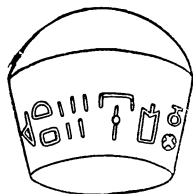
Позднее за единицу веса стали принимать вес воды, наполняющей сосуд определённого объёма.

Образцовые гири, как и образцовые меры длины, у древних народов хранились или в храмах (Египет), или в правительственных учреждениях (Рим). Копии с них выставлялись в местах публичных собраний, как это делалось и делается до настоящего времени. В Риме, в Капитолии — так назывался холм, на котором находились высшие правительственные и религиозные учреждения Римского государства, — имелись доступ-

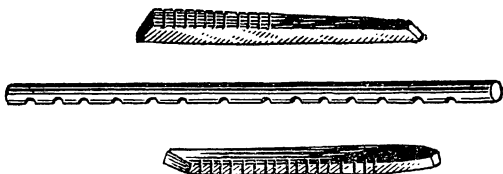
ные для обозрения и сравнения образцы мер. В стену здания английского парламента были вделаны единицы мер длины, а в настоящее время такие же образцы мер длины выставлены на одной из площадей в Лондоне, где происходят собрания и митинги (Трафальгарский сквер).

Образцы старых французских мер длины были изображены на стене одного из правительственных зданий в Париже. То же самое имеет место в настоящее время с эталонами мер длины метрической системы.

Здесь следует сказать о судьбе старой английской единицы длины и пожаре, её уничтожившем, о котором пишет не кто иной, как величайший английский писатель Диккенс.



Египетская гиря
в 5 единиц веса.



Бирки.

Для неграмотного крестьянского населения Англии налоговые и долговые обязательства фиксировались на так называемых бирках. Это деревянные палочки, на которых соответственными надрезами обозначалась сумма обязательства. Палочка раскалывалась на две половины, одна оставалась на руках у должника, другая хранилась в казначействе. При ликвидации долга сопоставлением палочек устанавливалась личность плательщика и сумма долга.

В тридцатые годы XIX века было решено ликвидировать прежние обязательства и «документы» на них в виде бирок. Их перевезли в здание парламента, но вместо того, чтобы раздать их на топливо бедному населению этого района Лондона, власти решили их сжечь в печах здания парламента. Однако бирок было так много и они представляли такой хороший горючий материал, что от накаливания печи зажглось здание парламента и вместе с ними погиб вделанный

в стену здания образец меры длины. Постройка нового (современного) здания парламента обошлась в 20 миллионов золотых рублей, восстановить точно прежнюю единицу длины оказалось очень трудно. Лишь в конце XIX века это было сделано трудами целой группы учёных, потрудившихся в течение многих лет, при участии ближайшего помощника Д. И. Менделеева по нашей Главной палате мер и весов профессора Ф. И. Блумбаха. По окончании работ англичане соблазняли Ф. И. Блумбаха перейти на английскую службу. По рассказу самого Ф. И. Блумбаха (умершего в 1949 году в звании почётного члена Академии наук Латвийской ССР), Д. И. Менделеев, которому Блумбах сообщил о своём отказе от предложения англичан, был очень этим доволен.

II. ПОПЫТКИ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ МЕР У ДРЕВНИХ НАРОДОВ

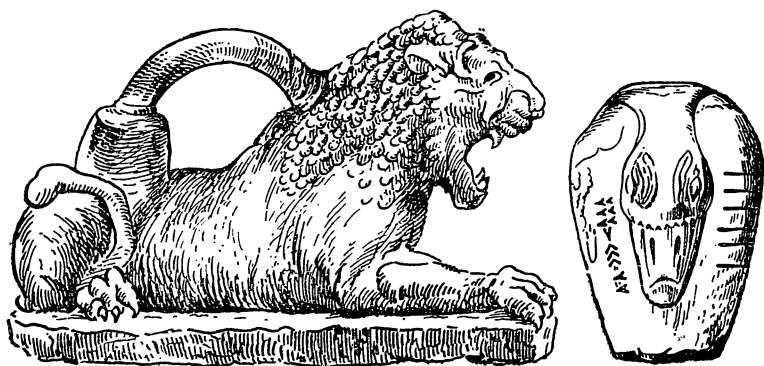
ОСНОВНОЕ УСЛОВИЕ УДОБСТВА СИСТЕМЫ МЕР

Приведённые на предыдущих страницах сведения о возникновении мер и способах измерения относятся почти ко всем народам на первоначальном этапе их развития. У всех народов необходимость в мерах и измерениях вызывалась одинаковыми причинами, и основные шаги в удовлетворении возникших потребностей были одинаковыми. Поэтому на данной стадии развития почти не приходится говорить о заимствовании мер одним народом у другого. Лишь на более высоких ступенях развития, при возникновении международной торговли, появляется необходимость в единообразных мерах или установлении соотношения между мерами разных народов. Всё же у некоторых древних народов можно видеть попытки упорядочения существующих первоначальных мер и приведения их в некоторую систему. Наибольшего развития эти попытки получили у народов, носящих название шумеро-вавилонских.

К югу от Кавказа, на равнине между реками Тигр и Евфрат, ныне занимаемой государством Ирак, уже в IV тысячелетии до нашего летосчисления, следо-

вательно, 5—6 тысяч лет назад, началось развитие культуры, достигшей сравнительно высокого уровня.

Шумеро-вавилонские государства соприкасались с Кавказом, а временами охватывали части Закавказья. Древняя Армения в течение нескольких веков входила в состав государств, являвшихся преемниками шумеро-вавилонян, составляя временами их существенную часть. Из всех советских народов армяне имеют самую древнюю математику, первые по времени памят-



Вавилонская бронзовая гиря.

Вавилонская гиря в виде утки, полость которой одновременно служила мерой жидкости; деления по правому краю дают меру длины.

ники которой имели общие корни с вавилонской математикой.

Первоначально у шумеров была десятичная нумерация. Позднее из неё развивалась рядом с десятичной нумерация с основанием 60. Параллельно с этим шумеро-вавилоняне создали систему мер, в которой единичным отношением мер служило также число 60 (иногда делитель, 30), или кратное его (180, 360).

Выбор одинаковых оснований для системы счисления и системы мер даёт большие удобства и был, конечно, подсказан практикой. Эти удобства можно иллюстрировать примерами вычислений в старой русской и в метрической системах мер. Основным преимуществом последней перед всеми другими существующими системами мер и является совпадение осно-

вания десятичной системы счисления и единичного отношения мер. Вследствие этого совпадения оснований обеих систем в нашей арифметике уже нет утомительного раздела старых учебников арифметики о составных именованных числах, о их преобразованиях. По подсчёту одного из главных деятелей превращения метрической системы в международную, нашего знаменитого академика Б. С. Якоби, от замены прежней системы мер метрической преподавание арифметики в школе выиграло ровно третью часть времени, отводившегося в старой школе на арифметику.

СРАВНЕНИЕ ВЫЧИСЛЕНИЙ В РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМАХ МЕР

Для иллюстрации того, насколько метрическая система упрощает вычисления, приведём решение одинаковых по смыслу примеров в старой русской системе и в метрической системе мер.

Пример 1.

Вопрос. Сколько раз 22 пуда 11 фунтов 1 золотник содержатся в 155 пудах 37 фунтах 2 лотах 1 золотнике?¹

Такой же вопрос в метрической системе: Сколько раз 85 килограммов 537 граммов содержатся в 5 центнерах 98 килограммах 759 граммах?

Поставленный вопрос решается делением. Делимое и делитель нужно раздробить в наименьшие содержащиеся в них единицы.

В русской системе мер нужно выполнить следующие выкладки:

$$\begin{array}{r}
 22 \times 40 = 880 \text{ (фунтов),} \\
 880 + 11 = 891 \text{ (фунт),} \\
 \begin{array}{r}
 \times 891 \\
 \quad 96 \\
 \hline
 5346 \\
 8019 \\
 \hline
 85536 \\
 + \quad 1 \\
 \hline
 85537 \text{ (золотников),}
 \end{array}
 \end{array}$$

¹ Пуд равен 40 фунтам, фунт 32 лотам, лот 3 золотникам.

$$155 \times 40 = 6200 \text{ (фунтов),}$$

$$6200 + 37 = 6237 \text{ (фунтов),}$$

$$\begin{array}{r} \times 6237 \\ 32 \\ \hline 12474 \\ 18711 \\ \hline 199584 \\ + \quad 2 \\ \hline 199586 \end{array} \text{ (лотов),}$$

$$199586 \times 3 = 598758 \text{ (золотников),}$$

$$598758 + 1 = 598759 \text{ (золотников),}$$

$$598759 : 85537 = 7.$$

О т в е т. 7 раз.

Решение в метрической системе:

$$85 \text{ кг } 537 \text{ г} = 85537 \text{ г,}$$

$$5 \text{ ц } 98 \text{ кг } 759 \text{ г} = 598759 \text{ г,}$$

$$598759 : 85537 = 7.$$

В последнем решении первые две строки нет необходимости писать, так как в метрической системе составное именованное число, состоящее из центнеров, килограммов и граммов, можно сразу писать в граммах.

Пример 2.

Найти вес чугунной линейки в 1 фут 2 дюйма длины, 2 дюйма ширины и 4 линии толщины, если удельный вес чугуна равен 7¹.

Р е ш е н и е.

$$1 \text{ фут } 2 \text{ дюйма} = 14 \text{ дюймам,}$$

$$4 \text{ линии} = 0,4 \text{ дюйма.}$$

Объём линейки:

$$14 \times 2 \times 0,4 = 11,2 \text{ куб. дюйма.}$$

Вес воды того же объёма: $3,84 \times 11,2 = 43,008$ золотника.

(Для вычисления веса нужно было знать, что вес 1 куб. дюйма воды равен 3,84 золотника.)

¹ Фут равен 12 дюймам, дюйм 10 линиям.

Вес линейки:

$43,008 \times 7 = 301,056$ золотника $= 3$ фунтам $13,056$ золотника.

Такой же вопрос в метрических мерах:

Найти вес чугунной линейки длиной в 3 дециметра 5 сантиметров, шириной в 4 сантиметра и толщиной в 7 миллиметров; удельный вес чугуна 7.

Решение.

$$35 \times 4 \times 0,7 = 98 \text{ куб. сантиметрам.}$$

Число 98 выражает вместе с тем в граммах вес воды того же объёма, как линейка.

Вес линейки: $98 \times 7 = 686$ граммам.

Эти примеры показывают, в какой мере упрощаются вычисления в том случае, когда отношение единиц мер совпадает с основанием системы счисления.

БАВИЛОНСКАЯ СИСТЕМА МЕР

Удобство, вытекающее из совпадения оснований системы счисления и системы мер, понимали вавилоняне. Меры времени и углов у них построены полностью на основании 60:

$$\begin{aligned} 1 \text{ час} &= 60 \text{ минутам,} \\ 1 \text{ минута} &= 60 \text{ секундам,} \\ 1 \text{ секунда} &= 60 \text{ терциям и т. д.} \end{aligned}$$

Все преобразования результатов, выражаемых в часах, минутах, секундах, делаются в шестидесятиричных дробях совершенно так же, как мы преобразовываем данные, выраженные в метрической системе, в десятичных дробях. В качестве основы системы счисления и системы мер число 60 удобнее, чем 10, так как от 10 только половина и пятая доля, т. е.

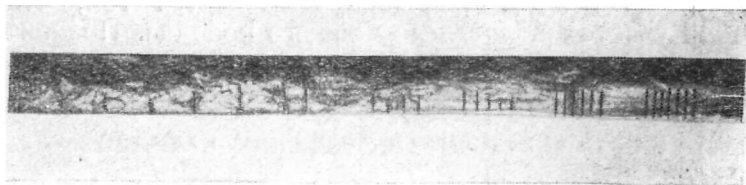
$\frac{1}{2}$ и $\frac{1}{5}$, выражаются целым числом; от 60 же целыми числами выражаются доли: $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{12}$, $\frac{1}{15}$, $\frac{1}{30}$.

Нельзя отрицать высокого совершенства системы мер и математической культуры вавилонян для своего времени.

Меры длины вавилонян

1 миля	= 30 двойным стадиям,
1 двойной стадий	= 60×12 локтям,
1 локоть	= 30 пальцам, около 54 сантиметром.

В восьмидесятых годах прошлого века археологами в местности Телло (Ирак) была найдена статуя без головы из синего камня диорита, изображающая царя Гудеа, правившего в древнем вави-



Статуя вавилонского царя Гудеа и мерная линейка, вырезанная на доске, лежащей на коленях фигуры.

лонском городе Уре около 2000 лет до начала нашего летосчисления. На коленях царя доска, на которой вырезана масштабная линейка (изображённая на отдельном чертеже). Длина масштаба приближённо равняется половине вавилонского царского локтя. Линейка разделена, как это видно и на снимке, на 16 равных частей, из которых вторая, считая от правой руки, разделена на 6, четвёртая на 5, шестая на 4, восьмая на 3 и десятая на 2 равные части.

Каждая шестая часть второго подразделения линейки на краях линейки разделена ещё на 2 и на 3 равные части. Таким образом, на масштабе имеются двенадцатые и восемнадцатые доли основных подразделений масштаба, и наименьшие деления масштаба доходят до миллиметра.

Меры веса

1 талант = 60 минам,

1 мина = 60 сиклям,

1 сикль = 180 зёрнам, около 10 граммов.

Единицами площадей и объёмов у вавилонян служили квадраты и кубы, стороной или ребром которых являлись единицы длины. Иногда, впрочем, у вавилонян единицей объёма служил объём квадратной пластинки, толщина которой составляла одну двенадцатую часть единицы длины, служащей стороной квадрата.

Нужно отметить, что в народном обиходе у вавилонян сохранились более ранние меры, носящие названия некоторых конкретных величин и не связанные с шестидесятиричным счислением. Эти названия лишней раз показывают нам возникновение мер из практических надобностей человека. Так, например, для измерения полей существовали народные меры:

1 грядка — основная мера,

1 поле = 100 грядкам,

1 колодец = 18 полям.

В современных мерах грядка приблизительно равна 35,25 кв. метра.

Название меры «колодец» объясняется тем, что такой участок поливался из общего колодца. Поливка поля в Вавилоне, в сухой и жаркой стране, являлась необходимым условием земледелия.

СИСТЕМЫ МЕР ДРУГИХ ДРЕВНИХ НАРОДОВ

Меры других древних народов Европы, Азии и Африки в большинстве случаев обнаруживают сходство с вавилонской системой.

Египетские меры нам хорошо известны по большому числу дошедших до нас эталонов. На острове Элефантина (на реке Ниле против нынешнего города Ассуана) сохранился так называемый ниломер — система сообщающихся сосудов, показывающих изменение высоты воды в Ниле.

Знание высоты воды в Ниле было необходимо для возможности предвидения высоты и ширины наводнений и предсказания ожидаемого урожая по высоте уровня воды во время разлива. Дело в том, что Египет питался урожаем лишь с той полосы земли, которая ежегодно орошалась и удобрялась Нилом. Нил, по-египетски Хапи, являлся кормильцем Египта, а сам Египет назывался «Страна большого Хапи».



В стене в помещении элевантинского ниломера высечен локоть в 52,7 сантиметра. Система мер длины в Египте следующая:

- 1 ладонь = 4 пальцам (около 2,2 см),
1 локоть = 6 ладоням (рукам).

Исаак Ньютон
1642—1727.

Для истории учения о мерах (метрологии) интересен факт, что в Египте существовали два локтя:

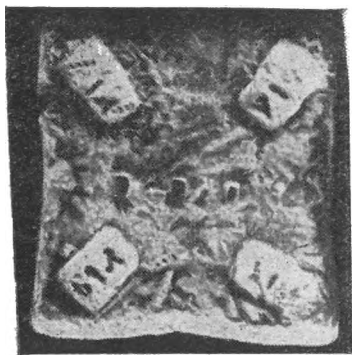
Локоть народный = 6 ладоням = 24 пальцам,
локоть царский = 7 ладоням = 28 пальцам.

Этот факт установил величайший учёный Ньютон (1642—1727), который выяснил не только величины употреблявшихся египтянами единиц мер, но и тот факт, что строители пирамид применяли разные системы мер для внешних и внутренних частей пирамид: внешние размеры пирамид определялись по короткому, или народному, локтю, внутреннее помещение пирамиды, где устанавливался гроб египетского царя (фа-

раона), по царскому, или священному локтю. Эта двойная система мер очень усложняла понимание египетской системы мер.

Эталоны локтя, дошедшие до нас, имеют длину около 525 миллиметров; это царский локоть. Кирпичи пирамид имеют длину 450 миллиметров; это народный локоть. Таким образом, в Египте существовали две меры под названием «локоть». Это давало возможность использовать меры для той эксплуатации народных масс, которая получила распространение у всех народов в феодальный период, когда владелец земли получал плату большими мерами, сам же платил рабочим меньшими.

Образцы греческих и римских мер имеются в большом числе в наших музеях (в Государственном Эр-



Греческая гиря, найденная на юге России.



Греческая свинцовая гиря в 2 унции; греческая буква β (бета) означала цифру 2 (Государственный Эрмитаж).

митаже в Ленинграде и Музее изобразительных искусств в Москве). Помещённые в нашей книге снимки дают о них представление.

В истории мер римская система мер имеет большее значение, чем греческая. В единичных отношениях мер у римлян чаще других чисел фигурирует число 12. Это частое употребление числа 12 в качестве единичного отношения объясняется тем, что при таком

единичном отношении $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ и $\frac{1}{6}$ части большей меры выражались целым числом меньших мер.

Систему счисления с основанием 12 неоднократно предлагали разные учёные, а в настоящее время существует международная организация, которая агитирует за её введение, хотя, явно, без надежды на успех. Если бы римляне имели такую систему счисления и если бы все единичные отношения их мер были равны 12, то их система мер была бы безупречно выдержанной.

Египетский локоть XVII века до нашего летосчисления

Поперечный разрез эталона локтя — трапеция; в четырёх полосках надписи и деления четырёх граней.

В первой полосе помещены деления локтя на 28 «пальцев» и части их.

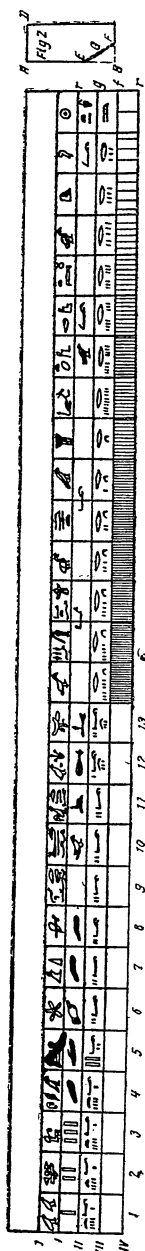
На второй полосе даются числовые обозначения долей пальца, на третьей названия частей локтя, на четвертой похоронная надпись в честь лица, которому, очевидно, был посвящён заготовленный локоть.

В первой грани эталона «пальцы» (деления), считая справа налево, разделены: первый пополам, второй на три равные части, третий на четыре и т. д. до 15-го деления, который разделён на 16 равных частей.

На следующей полосе (границы) записаны соответствующие делениям дроби $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, ... до $\frac{1}{16}$; особый знак употреблялся для $\frac{1}{2}$, остальные доли обозначались единообразно: знак дроби, в виде чечевицы, под ним знаменатели: 111, 1111, .. $v = 10, 1n = 11$ и т. д.

В 16-м делении поставлен знак локтя, перед которым две чёрточки, под ним три чёрточки. Это означало, что с 16-м делением оканчивается $\frac{2}{3}$ народного локтя, состоявшего из 24 пальцев.

На следующей грани счёт пальцев идёт слева направо, причём для изображения чисел употребляется изображение руки (на чертеже ясно видно обозначение шести: рука и один вытянутый палец).



Для общей истории мер имело значение то обстоятельство, что римская власть принудительно ввела единую систему своих мер в самых отдалённых областях, подчинённых Риму. Так как в некоторые пе-

риоды римская власть распространялась на большую часть известных в то время стран, то римляне оказали положительное влияние на эволюцию систем мер многих покорённых народов, хотя их собственная система мер и не была совершенной.



Керманский камень.

На трёх боковых сторонах гири надписи одного и того же содержания на языках древнеперсидском, эламском¹ и вавилонском.

«Я, Дарий², великий царь, царь царей, царь провинций, царь этой земли, сын Гистаспа, Ахеменид³».

В шестидесятых годах прошлого столетия камень находился на могиле некоего «святого» близ города Кермана в Иране и служил предметом поклонения. В 1905 году он был получен Россией в подарок от персидского инспектора почт. В 1906 году камень был послан в Тегеран по просьбе больного шаха, но камень больному не помог. Шах умер, и камень в 1908 году был возвращён в Азиатский музей Академии наук.

III. СТАРЫЕ РУССКИЕ МЕРЫ НАЧАЛО ГОСУДАРСТВЕННОГО НАДЗОРА ЗА МЕРАМИ В РОССИИ

Русский народ создал свою собственную систему мер в отдалённом прошлом, о котором не сохранилось письменных памятников. Памятники X века го-

¹ *Элам* — современный Хузистан — страна к востоку от Персидского залива, процветавшая в III тысячелетии до нашего летоисчисления.

² Персидский царь Дарий правил от 521 до 485 года до начала нашего летоисчисления.

³ Ахемениды — династия персидских правителей.

ворят уже не только о существовании системы мер в Киевской Руси, но и о государственном надзоре за правильностью их. Надзор этот был возложен на духовенство. В одном из уставов Владимира Святославовича (X век) говорится: «... еже искони установлено есть и поручено есть епископам градские и везде всякие мерила и спуды и весы... блюсти без пакости, ни умножити, ни умалити...» (издавна установлено и поручено епископам наблюдать за правильностью мер, не допускать ни умаления, ни увеличения их). Вызвана была эта необходимость надзора потребностями как внутреннего рынка, так и торговли с зарубежными странами Запада (Византия, Рим, позднее германские города) и Востока (Средняя Азия, Персия и др.), откуда приезжали с товарами купцы. На церковной площади происходили базары, в церквях стояли лари для хранения договоров по торговым сделкам, при церквях находились верные весы и меры, в подвалах церквей хранились товары. Взвешивания производились в присутствии представителей духовенства, получавших за это пошлину в пользу церкви.

Об обширности торговых сношений Руси со странами Западной Европы говорят очень многие свидетельства.

Арабские писатели X века сообщают, что через Краков и Прагу ездят «русы и славяне с товарами». На торговые связи Руси с Германией в X—XI веках указывают ранние уставы (пример — устав 903 года), в котором устанавливались пошлины для русских купцов. В Регенсбурге (в Баварии на Дунае) даже образовалась особая корпорация купцов, торговавших с Русью, так называемых «русариев». Русь привлекала немецких купцов роскошью и обилием товаров как русского, так восточного и византийского происхождения. Особенно славились русские изделия из эмали.

Многие исторические документы рисуют нам картину оживлённых торговых сношений Руси с Западом в IX и X веках. Ещё более оживлённой была торговля Руси с Востоком, о чём свидетельствует, между прочим, установление ряда единых мер и денежных единиц русского народа с народами восточными.

Новгородский князь Всеволод Мстиславович в грамоте 1134—1135 годов наблюдение за верностью мер поручает церкви Ивана Предтечи на Опоках, к которой принадлежали новгородские купцы, торговавшие воском с заграницей. Эта церковь со временем сделалась как бы законодателем мер: в старых памятниках упоминается, рядом с московским локтем, локоть «еваньский или иваньской». В подвалах Иваньской церкви хранились проверенные эталоны длины и веса «скалвы вощены¹, пуд медовый и гривенка рублёвая и локоть еваньский».

Археологическая экспедиция Академии наук СССР при раскопках старого Новгорода в 1953 году в слое X века нашла клад среднеазиатских монет и наборы гирь, которые позволяют уточнить весовую систему того времени. Эта находка указывает на древнюю связь новгородцев со Средней Азией и объясняет совпадение ряда мер и денежных единиц русского и среднеазиатских народов, о чём будет речь в дальнейшем.

Прежде чем рассказать о дальнейших многочисленных мероприятиях русских правительств по упорядочению системы мер, познакомимся сначала с главнейшими старыми русскими мерами.

Древнейшие русские монеты



«Златник» Владимира (XI век), весом в 1 золотник, на лицевой стороне монеты изображение великого князя в головном уборе с жезлом в руке и круговая надпись: «Владимир а се его злато» или «Владимир на столе».

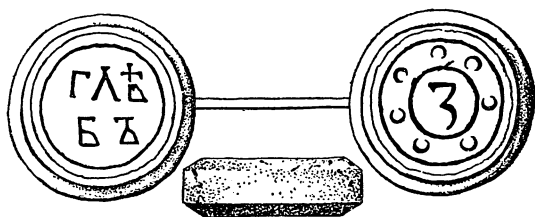
На лицевой стороне серебряной монеты изображение почти такое же, как и на золотой монете, и те же надписи (вместо «злато» — «сребро»).

На оборотной стороне — окончание надписи с лицевой стороны и особый знак.

Медная гирька князя Глеба (XII век), найденная в киевских пещерах при обвале стен.

¹ Весы для взвешивания воска. (В. Даль.)

На одной стороне вырезано имя «Глеб», на другой буква З, которая в славянской нумерации обозначала цифру 7; вокруг неё 7 точек. Вес гирьки $516\frac{1}{2}$ долей. Вероятно, эта гирька времён княжения Глеба Юрьевича в Киеве 1170—1172 годов. Гирька, по-видимому, служила для проверки веса монет. Известна серебряная



монета времён Ярослава (XI век) весом в 74 доли. Этот вес, повторенный 7 раз, даёт 518 долей, т. е. почти вес гири Глеба. Значение числа 7 при проверке веса монет соответствует законам Владимира и Ярослава («Русская Правда»), в которых число 7 является множителем при уплате судье: 7 вёдер солоду, 7 уборов пшена, 7 голвяжень соли, 7 хлебов, 7 кун, 7 лукоч овса и т. д.

Обычай поверять вес монет при помощи гири был весьма распространён и на Востоке, и на Руси.

На основании этой гирьки петербургский академик Круг впервые в 1805 году в научной литературе высказал утверждение о существовании у русских монет до монгольского ига.

РУССКИЕ МЕРЫ ДЛИНЫ

Древнейшими из них являются локоть и сажень.

Точной первоначальной длины той и другой меры мы не знаем. Путешествовавший по России в 1554 году англичанин свидетельствует, что русский локоть равнялся половине английского ярда. Согласно «Торговой книге», составленной для русских купцов на грани XVI и XVII веков, три локтя были равны двум аршинам.

Первое упоминание сажени встречается в старинных памятниках 1017 года и приписывается киевскому монаху Нестору («летописцу»).

В разных книгах приводятся объяснения, что слово «сажень» английского происхождения. Однако нет надобности искать корень слова «сажень» (произносится: сажень или сажень) в иностранных языках. В старину, согласно «Толковому словарю живого велико-

русского языка» Владимира Даля, слово «сажень» имело форму «сяжень». Глагол «сягать» означает доставать до чего-либо, откуда выражения: *рука не сягает; разум сягает, да воля не владает* и т. д. Формы «досягаемый», «недосягаемый» от глагола «сягать» употребляются и в современном языке. Отсюда естественное объяснение слова «сажень», или «сяжень»: достигаемое (рукой, например, при косой сажени) расстояние.



Надпись на Тмутараканском камне 1068 года
(Государственный Эрмитаж в Ленинграде).

Что касается длины сажени, то некоторые письменные памятники как будто давали основание думать, что старинная сажень состояла не из трёх аршин, а из трёх локтей и составляла лишь $\frac{2}{3}$ позднейшей сажени. Сторонники такого взгляда ссылались на одну из древнейших надписей на русском языке, надпись на так называемом Тмутараканском камне.

В 1792 году отряд черноморских казаков, прибывших в станицу Тамань на берегу Керченского пролива, соединяющего Азовское море с Чёрным, обнаружил в развалинах бывшей турецкой крепости, взятой русскими в 1787 году, камень с надписями, имеющий более сажени длины и свыше 50 пудов весом. После неоднократных перемещений камень этот в 1851 году был перевезён в Петербург и помещён в средневековом отделении Эрмитажа.

Очень крупные археологи и языковеды высказывались как за, так и против подлинности надписей Тмутараканского камня. Нас интересует надпись на камне лишь с точки зрения истории мер.

Она гласит:

«В лето 6576... Глеб князь мерил море по лёду от Тьмутароканя до Кърчева (Корчева — Керчи) 10 000 и 4000 сажень».

Надпись относится к князю Глебу Святославовичу, который в 1066 году по приглашению тмутараканцев явился к ним, но, однако, в 1069 году уже оказывается новгородским князем.

Ширина пролива в 14 000 саженей, указанная в надписи, даёт приблизительную современную ширину пролива, если считать старинные сажени трёхлокотными, а локоть равным $\frac{2}{3}$ аршина. Однако новейшими исследованиями существование трёхлокотной сажени не подтверждается. В различные периоды употреблялись разной длины сажени, делившиеся не на 3, а на 2, 4, 8 частей, и измерение Глеба в 1068 году могло быть произведено такой короткой саженью.

Для измерения больших расстояний установилась мера верста, приравненная 500 саженям. В древних памятниках верста называется поприщем и приравняется иногда 750 саженям. Это также может быть объяснено существованием в древности более короткой сажени. По многим данным, верста имела величину более постоянную, чем сажень. Окончательно верста в 500 саженей установилась только в XVIII веке.

В эпоху раздробленности России (феодалный период), как и в киевский период, не было единой системы мер. В XVI и XVII веках происходит объединение русских земель вокруг Москвы. С возникновением и ростом общегосударственной торговли и с установлением для казны сборов со всего населения объединённой страны встаёт вопрос о единой системе мер для всего государства. Мера аршин, возникшая при торговле с восточными народами, окончательно входит в употребление. Законы 1649 года («Соборное уложение») устанавливают: «а сажень, чем мерить земли или иное что — делать в 3 аршина, а больше и меньше трёх аршин сажени не делать». Название «аршин» производится от персидского слова «арш» — *локоть*.

Из всех мер длины в быт русского народа прочнее всех внедрился аршин. Об этом свидетельствует прежде всего большое количество поговорок и оборотов народной речи: *мерить на свой аршин; словно аршин проглотил; видеть на аршин под землю; аршинный товар* (красный товар); *семь аршин говядины да три фунта лент* (о бессмыслице); *аршин на кафтан, два на заплаты* (вычинка дороже вещи), и т. д. С другой стороны, деление аршина на 16 вершков, или 4 пяди, является показателем того, что эти меры в очень раннюю эпоху вошли в употребление. Очевидно, что чаще всего на практике употреблялись половинные доли основной меры, затем половина от половины — четверть, или четь, затем полчети, или восьмая. Деление аршина на 16 вершков отвечает требованию, чтобы $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$ доли выразились в целых числах вершков.

Такая двоичная система деления основной единицы ясно выражена ещё в старой русской системе мер полей и некоторых других величин. Очевидно, что меры с двоичным делением возникли ранее мер с иными единичными отношениями.

В XVIII веке усилия правительства были направлены главным образом на уточнение существующих мер. Пётр I указом установил равенство трёхаршинной сажени семи английским футам. Прежняя русская система мер, дополненная новыми мерами, получает окончательный вид:

миля	=	7	верстам,	
верста	=	500	саженим	$\approx 1,0668$ километра ¹ ,
сажень	=	3	аршинам	= 7 футам $\approx 2,1336$ метра,
аршин	=	4	четвертям	= 16 вершкам = 28 дюймам
				$\approx 71,12$ сантиметра,
четверть	=	4	вершкам	$\approx 17,77$ сантиметра,
фут	=	12	дюймам	$\approx 30,48$ сантиметра,
дюйм	=	10	линиям	$\approx 2,54$ сантиметра,
линия	=	10	точкам	$\approx 2,54$ миллиметра.

Последние данные каждой строки дают величину старых единиц длины в метрических мерах.

¹ \approx знак приближённого равенства.

Отметим попутно, что знак $=$ для обозначения точного равенства двух выражений ввёл англичанин Роберт Рикорд в 1557 году. Свой учебник алгебры, первый на английском языке, он посвящает компании купцов, ведущих торговлю с Москвой.

МЕРЫ ПЛОЩАДЕЙ

В «Повести временных лет» уже к IX веку отнесено упоминание об единице обложения дым и плуг, т. е. об отдельном хозяйстве, облагаемом налогами. Историк прибалтийских славян XII века определяет плуг как «два вола или конь», т. е. как хозяйство, где запахивается количество земли, которое может обрабатываться одним конём.

В «Русской правде», законодательном памятнике, разные списки которого относятся к XI—XIII векам, также употребляется земельная мера плуг, как хозяйственная единица, с которой платили дань и налоги. Есть некоторое основание считать плуг равным 8—9 гектарам. В XVI—XVII веках мерой полей уже служит десятина (равная $1\frac{1}{10}$ гектара) и четверть, равная $:\frac{1}{2}$ десятины (поле, на котором высевали четверть хлеба).

В «Книге сошного письма», составленной в 1629 году в качестве руководства для учёта налогов с земли, упоминается десятина, равная $80 \times 30 = 2400$ кв. саженям. Налоговой единицей земли была соха, которая имела различные размеры, в зависимости от качества земли и социального положения владельца (служилые, духовенство, крестьяне и т. д.)

Десятина, которая местами имела и другие размеры, делилась, как указано, на 2 четверти (чети), четверть в свою очередь — на две осьмины, осьмина — на 2 полуосьмины, полуосьмина — на 2 четверика и так далее по двоичной системе: четверик содержал 2 полчетверика, 4 полполчетверика, 8 полполполчетвериков и т. д.

«Книга сошного письма» даёт ряд примеров вычислений с дробями:

«полполтрети и полполполтрети—итого: полчетверти сохи». Это значит: $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} + \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} = \frac{1}{3} \times \frac{1}{4} + \frac{1}{6} \times \frac{1}{4} = \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{6}\right) \times \frac{1}{4} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{4}$.

В землемерной рукописи XVI или XVII века имеем аналогичную задачу: «полсохи, да четь, да полтрети, да полполтрети, итого в своде соха», т. е.:

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{2 \cdot 3} + \frac{1}{2 \cdot 2 \cdot 3} = 1.$$

МЕРЫ СЫПУЧИХ ТЕЛ

В Киевской Руси была мера зерна кадь, которая вмещала 14 пудов (около 230 кг) ржи и делилась на 2 половника, или 4 четверти, или 8 осьмин. Кадь называлась ещё оковом, так как «орлёную» (проверенную властями и снабжённую печатью) кадь обивали (оковывали) по краям железным обручем, чтобы устранить возможность срезывания края.

К XVIII веку система мер сыпучих тел приняла вид:

четверть = 8 четверикам \approx 2,0991 гектолитра,
 четверик = 8 гарнцам \approx 26,239 литра,
 гарнец \approx 3,279 литра.

Гарнец указом 1835 года установлен равным 200,15 куб. дюйма или объёму 8 фунтов перегнанной воды при наибольшей её плотности (около 4°C).

МЕРЫ ЖИДКОСТИ

Первоначальные величины древних мер бочка и ведро остаются неустановленными в точности. Есть основание полагать, что ведро вмещало 33 фунта воды.

Указом 1835 года объём ведра был установлен в 750,5 куб. дюйма или равным объёму 30 фунтов перегнанной воды при её наибольшей плотности.

Система мер жидкости получила вид:

бочка = 40 вёдрам \approx 4,9196 гектолитра,
 ведро = 10 штофам \approx 12,99 литра,
 штоф = 2 бутылкам \approx 1,2299 литра,
 бутылка = 2,5 сотки (чарки) \approx 0,3074 литра,
 сотка (чарка) = 2 шкаликам \approx 0,123 литра.

МЕРЫ ВЕСА (МАССЫ)

Древнейшей русской весовой единицей является гривна. В настоящее время можно считать установленным, что нормальный вес гривны был 409,512 грамма, что составило позднее фунт в 96 золотников (малая гривна или гривенка $= \frac{1}{2}$ фунта). Гривна равна единице веса арабских народов ротль. Такое приравнивание единиц веса произошло в результате оживлённой торговли с Востоком. Происхождение терминов гривна, пуд (встре-



Старинные русские орлёные гири.



Гиря 1632 года.

чается уже в XII веке), фунт, золотник нельзя считать установленным.

Термин «пуд» употреблялся в смысле «вес» или «тяжесть», как и латинское слово *pondus*. Должностные лица, проверявшие весы, назывались «пудовщиками, или весцами». В одном из рассказов М. Горького в описании амбара кулака читаем: «На одном засове два замка — один другого пудовей» (тяжелей).

К концу XVII века сложилась система русских мер веса в следующем виде:

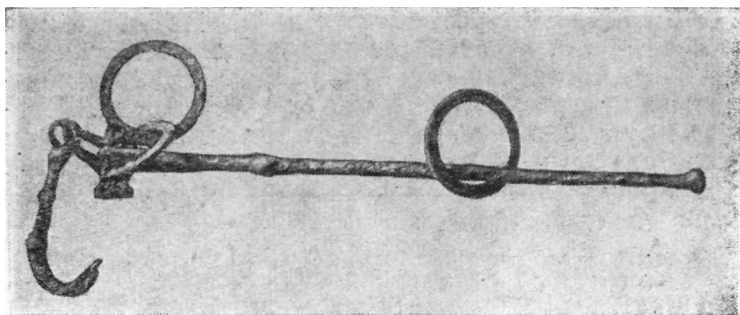
ласт	= 72 пудам,
берковец	= 10 пудам,
пуд	= 40 большим гривенкам, или фунтам,
пуд	= 80 малым гривенкам,
пуд	= 16 безменам $\approx 16,38$ килограмма,
безмен	= 5 малым гривенкам $= \frac{1}{16}$ пуда ≈ 1 килограмму,

большая гривенка, или фунт, = 2 малым гривенкам = 4 малым полугривенкам = 96 золотникам \approx 409,512 грамма, золотник = 24 почкам \approx 4,266 грамма.

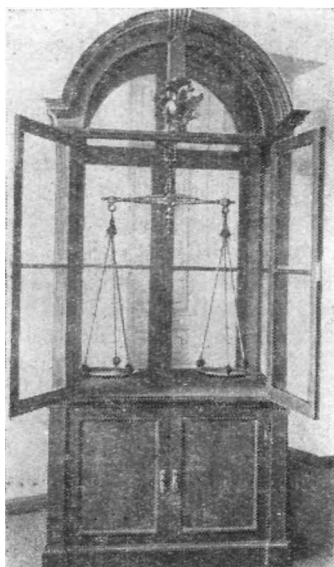
Безменом назывались и ручные весы с подвижной опорной точкой. Метки на безмене показывают сначала доли фунта (четверти, осьмушки), потом целые фунты, до 10; затем по два фунта, до 20; далее по пяти фунтов, до 40; далее на больших безменах счёт шёл десятками фунтов. «Вес на безмене не точен, поэтому он был в торговле запрещён», — пишет В. Даль в своём «Толковом словаре живого великорусского языка». Однако в начале нынешнего столетия автор книги в эстонской деревне, где он рос, видел в каждой избе такой безмен, как единственный вид употреблявшихся крестьянами весов.

По Далю же, на севере и в Сибири безменом ещё в XIX веке назывался вес в $2\frac{1}{2}$ фунта при купле некоторых товаров: масла, икры, рыбы, хмеля и т. д. Рядом с этим слово безмен означает весы в поговорке о безмене: «Кто ни крещён, ни рождён, а правдой живёт». Безменником назывался прасол, скупщик льна, масла в щетины.

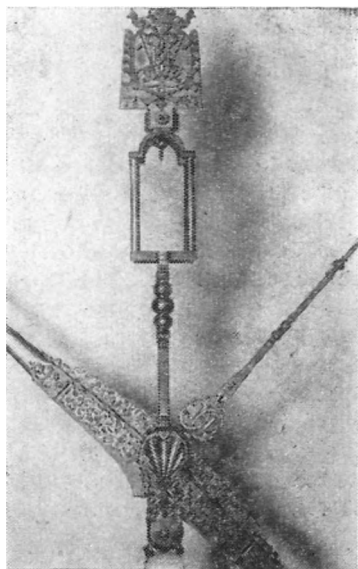
В XVIII веке был уточнён вес фунта (гривенки) как вес 25,019 куб. дюйма воды при её наибольшей плотности и введено деление фунта на 32 лота, лота — на 3 золотника, золотника — на 96 долей.



Железный безмен XIII века, обнаруженный при раскопках в старой Рязани (Государственный исторический музей).



Весы Сестрорецкого завода
1747 года.



Украшение весов 1747 года.

Наряду с торговым фунтом, с XVIII века в России употреблялся аптекарский, или нюрнбергский, фунт, равный римской либре (фунту) в 84 золотника. Аптекарский фунт делился по образцу римского:

фунт = 12 унциям,	скрупул = 20 грамам (зёрнам) (вес
унция = 8 драхмам,	грانا $\approx \frac{1}{16}$ грамма).
драхма = 3 скрупулам,	

В России аптеки уже к началу XX века, ранее чем в западноевропейских странах, перешли на метрическую систему веса.

ДЕНЕЖНАЯ СИСТЕМА РУССКОГО НАРОДА

Меры веса у многих народов совпадали с денежными единицами. Причина этого совпадения заключается в том, что до употребления чеканных монет денежными единицами служили весовые единицы металла. Названия французской монеты «ливр» (livre —

название монеты в 25 копеек серебром и в то же время фунт, равный 500 граммам) и английской денежной единицы «фунт стерлингов» свидетельствуют о том же явлении.

В качестве металлической денежной единицы уже с X века на Руси встречаются «серебряные гривны» весом в весовую гривну. Иностранные серебряные монеты, поступавшие в Россию, перечекались в гривны.

Вес первоначальной денежной гривны в точности не известен. Возможно, что гривна в разных местностях имела не вполне одинаковый вес. Хотя гривна как денежная единица давно вышла из употребления, однако слово «гривна» в литературе сохранилось. Например у Н. А. Некрасова в поэме «Кому на Руси жить хорошо» рассказывается, как крестьяне поддерживают бедняка Ермила, у которого богач отбивает мельницу. Ермил обращается за помощью к крестьянам на площади, в результате чего

На всей базарной площади,
У каждого крестьянина,
Как ветром полу левую
Заворотило вдруг!
Крестьянство раскошело,сь,
Несут Ермилу денежки,
Дают, кто чем богат...

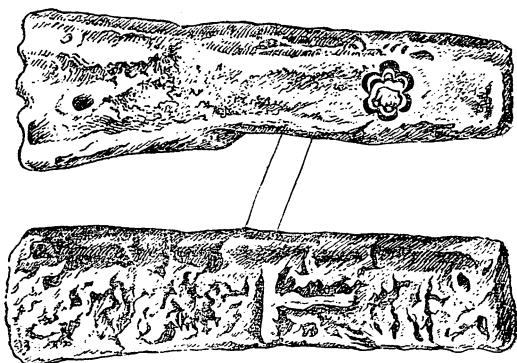
Ермилу брал — не брезговал
И медным пятаком,
Ещё бы стал он брезговать,
Когда тут попадался
Иная гривна медная
Дороже ста рублей!..

В летописях, относящихся к 1381 году, впервые встречается слово «дѣньга». Слово это происходит от индийского названия серебряной монеты танка, которую греки называли данака, татары — тенга. От татар же идёт слово «алтын», означающее число 6 (алтын равнялся 6 тенгам).

Употребляемое в разговорной речи слово «деньга́» есть слово собирательное, означающее «много денег».

Первое употребление слова «рубль» относится к XIV веку. Слово это, очевидно, происходит от глагола «рубить». В XIV веке прежнюю большую весовую гривну стали рубить пополам, и серебряный слиток весом в половину гривны, или в гривенку (в 204,756 г или в $\frac{1}{2}$ фунта), и получил название рубля, или рублёвой гривенки.

Чеканка монет на Руси была в руках частных мастеров. Они стали «портить монету», уменьшая содержание драгоценного металла. На этой почве происходили бунты населения, например восстание 1447 года в Новгороде («бысть в граде мятеж велик»). Денежники были преданы смерти, создан монетный двор и «весь Новгород уставиша 5 денежников и начаша переливати старые деньги» (весь Новгород установил 5 денежников — монетных мастеров — и на-



Рубль тверской: на одной стороне (верхний снимок) — клеймо, на другой (нижний снимок) — место разруба.

чал переливать старые деньги). При Иване III (1462—1505) удельные князья лишаются права выпуска собственных денег: чеканка монет становится правом одного только московского великого князя. Содержание серебра в рубле вместо 48 золотников оказалось уже только $16\frac{2}{3}$ золотника.

В 1535 году, в малолетство Ивана IV, вновь происходили казни денежников за порчу монет. Чеканка денег была окончательно передана правительственному денежному двору. В этом же году были выпущены монеты-новгородки, с рисунком всадника с копьем в руках, получившие название копейных денег. Летопись отсюда производит слово «копейка». Однако этот термин встречается и в XV веке для обозначения татарской монеты копеки.

Рядом с копейными деньгами (новгородками) чеканились ещё некоторое время половинного веса

«моск овки» с изображением на них великого князя с мечом в руках — мечевые деньги. Выпуск их к концу XVI столетия прекратился, и остались лишь рубли и их сотые доли — копейки. При Петре I в 1698 году содержание серебра в рубле было снижено до $6\frac{2}{3}$ золотника. Снижения содержания серебра в рубле не одобрял даже такой преданный Петру человек, каким был И. Т. Посошков, автор разных проектов, направленных к укреплению русского государства и власти его царя Петра. Столько же серебра содержали обращавшиеся в большом количестве в России с XVI века ефимки (серебряные монеты-талеры, чеканившиеся в Богемии владельцами серебряных рудников в Иоахимстале).

При Петре I были впервые выпущены серебряные гривенники (в 10 копеек), полтинники (в 50 копеек); кроме того, продолжалась чеканка копеек, равных двум деньгам, и алтынов, равных 3 копейкам или 6 деньгам (откуда их название «алтын»). При Екатерине II содержание серебра в рубле было установлено в 4 золотника 21 долю; этот вес русский серебряный рубль сохранил до 1917 года.

Первые русские бумажные деньги (ассигнации) были выпущены в 1769 году. Реальная стоимость бумажного рубля с первоначальных 100 копеек серебром к 1810 году дошла до 25 копеек. В 1839 году закон приравнял серебряный рубль к 3 рублям 50 копейкам ассигнациями.

Червонец XVIII века был золотой монетой стоимостью около 3 рублей или около 10 рублей ассигнациями. «Триста золотых червонцев — ведь это тысяча рублей» (Н. С. Лесков, Обман). У того же Лескова находим название монеты — «Лобанчики — по два рубля семи гривен за штуку». Так называлась монета «французский золотой», на котором было изображение головы. Отсюда становятся понятными слова Н. А. Некрасова: «Барину лобанчиков полшапки поднесли».

В 1897 году в основу русской денежной системы был принят золотой рубль, содержащий 17,424 доли золота. К концу XIX века установился неограниченный свободный обмен бумажных денег на звонкую монету.

С оживлением внутренней и внешней торговли надзор за мерами от духовенства перешёл к специальным органам гражданской власти — к Приказу большой казны. В 1550 году рассылаются «медные печатные вёдра», при Иване Грозном предписывается взвешивать товары только у пудовщиков. «Новоторговый устав» 1667 года разрешает иметь в домах лишь «малые» весы (которые поднимают только до десяти пудов), добавляя: «однако на этих малых весах никому ничего ни продавать, ни покупать». Иноземным купцам строго предписывалось «весить всякие заморские и русские товары в таможенных» — в правительственных учреждениях для пропуска товаров за границу и из-за границы внутрь страны. За неверные, «воровские», весы и гири товары купцов отписывались «на великого государя бесповоротно», а сами торговцы с их семьями подвергались ссылке. В конце XVII века применение «неорлёных» (не проверенных чиновниками) мер запрещалось под страхом смертной казни. В 1685 году по жалобе иностранных купцов на неправильность гири, по которой с них взимали пошлину золотом, в Приказе большой казны в присутствии жалобщиков были взвешены «100 золотых, добрых и правдивых», изготовлена «заорлёная» гиря и послана «к Архангельскому городу» (город Архангельск) для произведения расчётов с иностранными купцами. В Москве существовала Померная изба с образцами мер.

Злоупотребление мерами имело место не только в торговле. Меры и веса оказались средством для эксплуатации.

В России в княжеских, боярских и монастырских владениях с древних времён употреблялись свои дворовые меры, во владениях великого князя — казённые. Однако в XVI и XVII веках усердно вводились единые государственные, или таможенные, меры. Дворовые и казённые меры были значительно меньше таможенных, иногда составляя только половину последних. Владельцы земель выдавали довольствие служилым людям своими меньшими мерами и извлекали этим дополнительную прибыль. Сохранились жалобы войск XVII века на применение

УКАЗЪ ЕГО ВЕЛІЧЕСТВА ІМПЕРАТОРА И САМОДЕРЖЦА ВСЕРОССІЙСКОГО

Объявляется во всенародное извѣстіе.

ПО Его Імператорского Велічества указу, состоявшему въ Правительствующемъ Сенатѣ. Декабря 24 дня, мѣнуваго 1724 Года, по доношенію Каморъ Колегіи и главной Полціімейстерской Канцеляріи, и главного Магістрата, велѣно во всѣхъ Губерніяхъ и Провінціяхъ, Городѣхъ и мѣстахъ муку, крупу, солодъ, толокно, и всякой молотой и толченой всякого званія хлѣбъ продавать въ вѣсѣ а не намѣру, по чему пудъ надлежитъ умѣренными цѣнами и въ заорелные вѣсы И того смотрѣть въ таможенныхъ, и въ Провінціяхъ Магістратамъ неослабно, для того въ мѣрахъ а наипаче въ молотые между крупной и мѣлкой муки противъ вѣсу немалое бываесть различіе и обманъ И того ради сімъ Его Імператорского Велічества указомъ публикуется во всенародное извѣстіе, чтобъ отомъ всякого чѣна люди вѣдали, и чѣнили по вышеписанному нспремѣнно

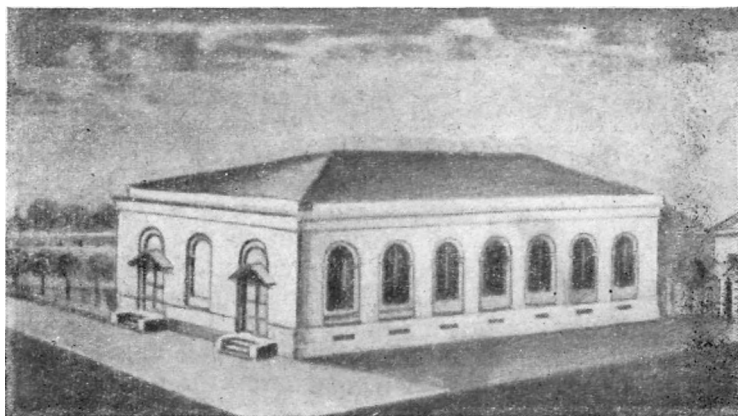


Печатанъ въ САНКТЪПІТЕРБУРХѢ при Сенатѣ,
Генваря 16 дня, 1725 Года.

Указ Петра I о мерах.

при выдачах уменьшённых мер (жалобы иверских стрельцов 1622 года, новгородских 1672 года).

Развитие производительных сил страны и приобретение промышленностью фабричного характера при Петре I привлекли внимание правительства к дальнейшему упорядочению поверочного дела: бургомистрам (городским властям) поручается надзор за мерами



Здание Депо мер в Петропавловской крепости.

(1700 год), контролёрам адмиралтейств и верфей вменяется в обязанность каждое полугодие осматривать меры и весы в магазинах, «дабы упредить в том воровские умыслы» (1722 год).

После смерти Петра I (1725 год) последовал целый ряд правительственных мероприятий по урегулированию системы мер в России.

Комиссия о весах и мерах 1736 года установила образцы русских единиц мер, среди них точную длину аршина по сохранившемуся в личном кабинете Петра полуаршину в 14 английских дюймов. В 1747 году на основании материалов 1736 года был изготовлен тот «бронзовый золочёный фунт 1747 года», который сохранился до сих пор и по которому в 1835 году был изготовлен платиновый фунт, равный 0,40951241 килограмма, основа наших мер веса до революции.



А. Я. Купфер.

В 1797 году вышел Закон о мерах и весах, предписывавший изготовить гири весом в 1 и 2 пуда, в 1, 3, 9 и 27 фунтов и в 1, 3, 9, 27 и 81 золотник.

В 1835 году была узаконена «Система Российских мер и весов», действовавшая до введения метрической системы.

Тем же законом учреждалось Депо образцовых и иностранных мер и весов, для которого было построено в 1841 году специальное здание в Петропавловской крепости

и начальником назначен профессор Казанского университета академик А. Я. Купфер, имеющий большие заслуги в деле развития нашей системы мер.

Д. И. МЕНДЕЛЕЕВ — МЕТРОЛОГ

В 1892 году гениальный русский химик Дмитрий Иванович Менделеев (1834—1907) покинул Петербургский университет после более чем тридцатилетней работы в нём. Причиной выхода Менделеева из университета послужило то, что он передал министру народного просвещения протест студентов против политики правительства. С того же года Менделеев стал во главе Главной палаты мер и весов, в которую было преобразовано прежнее Депо мер, и оставался на этом посту до своей кончины.

Интерес Д. И. Менделеева к вопросам метрологии возник задолго до 1892 года. Он уже в 1867 году выступил с заявлением о необходимости введения в России метрической системы.

Передовые русские учёные поддержали его выступление. Большая работа академика Бориса Семёновича Якоби в пользу проведения в жизнь метрической системы началась после выступления Менделеева.

Когда из числа деятелей Международного бюро мер и весов выбыл Б. С. Якоби, оставшиеся иностранные члены бюро обратились к русскому правительству с просьбой назначить от России новым членом бюро Д. И. Менделеева. Царское правительство не исполнило этой просьбы.

Руководя работой Главной палаты мер и весов, Д. И. Менделеев произвёл полную реорганизацию метрологического дела в России, наладил научно-исследовательскую работу в Палате и решил все вопросы о мерах, которые вызывались ростом капитализма в России. Так, были возобновлены (1893 — 1896) прототипы русских аршина и фунта и выражены в метрических мерах с исключительной для того времени точностью (килограмм с точностью до тысячных долей миллиграмма). Работа обошлась в 35 000 рублей золотом и была выполнена за 6 лет. Подобная же работа по возобновлению английских прототипов в прошлом столетии продолжалась свыше 20 лет.



Работники Главной палаты мер и весов (слева направо):
Ф. И. Блумбах с эталоном аршина; профессор Н. Г. Егоров;
Д. И. Менделеев; Ф. П. Завадский с эталоном фунта; А. И. Кузнецов — перед отправлением для замурования в стене Сената образцов мер.



Главная палата мер и весов, ныне Всесоюзный научно-исследовательский институт метрологии имени Д. И. Менделеева.



Уголок Д. И. Менделеева в институте метрологии. На столе принадлежавшие Менделееву вещи и ваза из синего севрского фарфора, поднесённая в 1872 году делегату от России Б. С. Якоби от Международной комиссии метра.

В 1899 году был издан разработанный Д. И. Менделеевым новый закон о мерах и весах.

Важнейшим вещественным метрологическим памятником деятельности Д. И. Менделеева в Главной палате мер и весов на все времена остаётся созданная под его наблюдением и по его идее «полусажень P_4 ». Это, по словам самого Менделеева, «единственный в мире, драгоценный во множестве отношений комбинированный эталон метра, ярда и аршина» из сплава платины (90%) с иридием (10%). Значение этого эталона в том, что он даёт точнейшее соотношение между ярдом, метром и аршином и сохраняет эти отношения для истории.

При возобновлении прототипов и установлении в целях подготовки к введению метрической системы соотношения между аршином и международным метром сразу обнаружилось, что в Англии не существует точного соотношения между метром и английским дюймом и футом. Этот пробел был восполнен Д. И. Менделеевым и Ф. И. Блумбахом.

Изготовленная с исключительной точностью полусажень 1894 P_4 является высшим достижением метрологической техники XIX века и «хранителем для грядущих веков соотношений между ярдом, аршином и метром»¹.

В первые годы революции Главная палата мер и весов, продолжая традиции Менделеева, провела колоссальную работу по подготовке введения метрической системы в СССР. Главная палата мер и весов в настоящее время существует в виде Всесоюзного научно-исследовательского института метрологии имени Д. И. Менделеева в Ленинграде.

«Для обеспечения единообразия, верности и правильного применения мер и измерительных приборов во всех отраслях народного хозяйства СССР» с 1953 года существует Главная палата мер и измерительных приборов СССР Министерства финансов СССР.

¹ М. Н. Младенцев, Полусажень P_4 , созданная по идее Д. И. Менделеева. Труды Института истории науки и техники Академии наук СССР, серия 1, выпуск 9.

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО УЧРЕЖДЕНИЯ В НАШИ ДНИ

Какой характер имеет деятельность метрологических учреждений в наши дни, читатель узнает из очерка о Московском государственном институте мер и измерительных приборов, появившегося в журнале «Огонёк», № 16 за апрель 1954 года (статья В. Матвеева).

У пределов точности

«... Грузовик осторожно лавирует в густом потоке автомашин. Пропетляв по лабиринту переулков, он пристраивается к очереди перед каменным забором с чугунной решёткой. С автомобиля бережно снимают ящики и несут их в старинный дом. Это Московский государственный институт мер и измерительных приборов. В ящиках — маленькие, как ручные часы, манометры, огромные (в несколько сот килограммов) трансформаторы, весы различных конструкций. Предприятия столицы и области присылают сюда измерительные приборы для того, чтобы установить правильность и единообразие их показаний.

Метр на заводе «Уралмаш» должен в точности равняться ленинградскому; если свердловчане и ленинградцы будут мерить выпускаемую продукцию каждый на свой аршин», то мотор завода «Электросила» не сядет в приготовленное ему гнездо уральского экскаватора. Килограмм, градус, метр во Владивостоке должны соответствовать тем же мерам в Минске, во всей стране, во всём мире. За этим ревностно следит метрологическая служба.

Лаборатория мер длины находится под землёй: нужен абсолютный покой, постоянная температура.

В компаратор — прибор для точнейших линейных измерений — зажата железная линейка. Перекрестие микроскопа наведено на одно из её делений. Приблизьте к линейке руку, и деление поплывёт в сторону: от тепла руки линейка удлинилась!

Стены комнаты опоясаны чёрным жёлобом с электрическими лампочками, которые то загораются, то

разом гаснут. Излучая тепло, они поддерживают постоянную температуру. Едва она понизится на одну десятую градуса против требуемых двадцати, чёткое реле — термометр — включит обогреватель, который будет гореть до тех пор, пока в лаборатории не станет на одну десятую градуса теплее.

По всей лаборатории установлены массивные каменные тумбы. Они глубоко врыты в землю, чтобы вздрагивающий под ногами пол не покачнул стоящие на них капризные приборы.

В двух деревянных футлярах со стеклянными крышками покоится металлический брусок, похожий (в разрезе) на букву Н. На бруске тончайшим резцом нанесены штрихи, расстояние между которыми равно одному метру. Брусок изготовлен из сплава — инвара, который почти не реагирует на изменение температуры.

Ежегодно с большими предосторожностями его возят в Ленинград на сверку с платиновым метром в хранилище государственных образцов-эталонов. За последние 12 лет московский метр стал короче на 0,65 микрона.

Московский институт — единственное учреждение в СССР, которому принадлежит право аттестовать вновь создаваемые нашей промышленностью измерительные приборы.

Недавно здесь проводились испытания универсального микроскопа. При его помощи с точностью до одного микрона можно измерить любые расстояния на деталях самых сложных конфигураций.

В одном из подвалов находится лаборатория мер массы. Почти всё её оборудование состоит из весов и гирь. Весы стоят на массивных фундаментах. Не только эталонные меры — гири — укрыты стеклянными колпаками, в стеклянные футляры спрятаны и приборы — весы. А весы здесь всякие: маленькие, с чашечками в пяточок, и большие, выше человеческого роста.

При сравнении эталонных гирь в один килограмм пользуются весами, которые управляются рычагами из соседней комнаты: присутствие человека в лаборатории помешает точному измерению. На коромысле весов вместо обычной стрелки — зеркальце. В нём

наблюдатель видит отражение шкалы, находящейся в нескольких метрах от весов. Гиря в один килограмм взвешивается с точностью до двадцатитысячной доли грамма. При взвешивании замечают краткое положение стрелки и по формуле, при помощи арифмометра, вычисляют вес. Весы настолько чувствительны, что пришлось бы слишком долго ждать, пока коромысло успокоится.

При точных измерениях метрологам приходится считаться с тем, что по мере приближения к центру Земли вес тела увеличивается. Паровоз в Мурманске, например, весит на 270 килограммов больше, чем в Ташкенте: Земля сплюснута у полюсов — и Мурманск ближе к центру Земли, чем Ташкент.

В лаборатории весоизмерительных приборов испытываются весы, предельная нагрузка которых — пять миллиграммов. Внешне они напоминают настольные часы, и лишь когда приглядишься, замечаешь сбоку от циферблата маленький стеклянный шкафчик. В нём на тонкой нити висит чашечка величиной с копейку. На этих весах можно взвесить... чернильную точку. Для этого на чашечку весов кладут маленький клочок бумаги и замечают положение стрелки на циферблате. На бумаге ставят точку. Чаша сначала пошла вниз, а через некоторое время начинает подниматься: чернила высыхают. Но до верхнего положения она так и не доходит: это и есть вес высохшей точки.

В институте не только хранят образцовые меры и испытывают новые приборы, но и проводят научно-исследовательскую работу.

Центральное помещение института занимает отделение электрических и тепловых измерений. Пол и стены заняты приборами, щитами с рубильниками, а высоковольтный конденсатор висит даже под потолком. В лаборатории тишина, подчёркнутая комариным гудением трансформатора. У электриков есть свой подвал, где хранится рабочий эталон электродвижущей силы — батарея гальванических элементов. Её так берегут, что никому не показывают, и как она выглядит, известно немногим.

Обеспечивая единство мер и точность измерительных приборов, метрологическая служба помогает на-

шей промышленности создавать новую, могучую технику».

Этот прекрасный очерк даёт ясную картину работы современного метрологического учреждения. Чрезвычайно поучительно сравнить это описание с состоянием метрологического дела в царское время, когда доведение числа работников единственного в России метрологического учреждения до шести человек — это удалось профессору С. В. Глухову после долгих ходатайств — считалось большим достижением.

IV. ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАЗВИТИЕ СИСТЕМ МЕР В НОВОЕ ВРЕМЯ

НЕДОСТАТКИ СТАРЫХ СИСТЕМ МЕР

С развитием общества росли требования к точности мер и измерений. Товарообмен обогатился разными предметами, требовавшими специальных мер. Усилилась торговля с соседними народами, и в связи с этим вошли в употребление наряду со своими мерами чужие. В результате появляются меры с весьма неудобными отношениями. Примерами таких отношений могут служить наши старые меры длины: вершок равнялся $1\frac{3}{4}$ дюйма, а фут $6\frac{6}{7}$ вершка.

Вопрос о мерах усложнялся ещё тем, что в каждом государстве существовало по несколько исторически сложившихся систем мер и под одним и тем же названием понимались в разных местностях зачастую разной величины меры.

В России в разных местностях почти все меры имели различные значения. Сажень, например, имела разную длину внутри России, в Польше, в Прибалтике, в Финляндии, на Кавказе. В учебниках арифметики до революции помещали подробные таблицы мер как отечественных, так и зарубежных стран. В дореволюционном справочнике для строителей (инженера Н. И. Липина) мы находим до 100 различных футов, 46 различных миль, 120 различных фунтов и т. д. Имелись футы: рабочий, десятичный, двадцатичный, землемерный, ткацкий, портняжный, старый, новый, архитектурный, инженерный, геометрический, мате-



Заглавный лист «Арифметики» Магницкого 1703 года, первого подробного русского печатного руководства математики. В ней содержится подробный обзор мер всех народов.



Начало «Арифметики» Магницкого.

Арифметика — в образе женщины с ключами в руке, она ключ к другим наукам — сидит на троне, основание которого составляют: счисление, сложение, вычитание, умножение, деление. Вверху надписи: «тщанием, учением» (должно ею заниматься).

Внизу подписи: «арифметика что деет, на столпах то всё имеет»; на столпах названия тех наук, для которых арифметика нужна: геометрия, стереометрия, астрономия, оптика, меркатория (кораблевождение), география, фортификация (укрепление крепостей), архитектура.

матический. В разделе о фунте находим фунты: большой, малый, старый, новый, обыкновенный, казённый, монетный, торговый, тройский, городской, горный, нюрнбергский, артиллерийский, медицинский, аптекарский, метрический, фунт для мяса, фунт для железа и т. д. Часто одна и та же мера даже в разных губерниях имела разную величину. Мера полей — десятина — употреблялась: законная, равная $60 \times 40 = 2400$ кв. сажень; казённая, равная $80 \times 30 = 2400$ кв. сажень; хозяйственная, или экономическая (она же дворцовая), равная $80 \times 40 = 3200$ кв. сажень; бах-

ровая, равная $10 \times 80 = 800$ кв. сажень; двадцатая, равная $100 \times 20 = 2000$ кв. сажень; наконец, в Астраханской губернии была своя десятина, равная $100 \times 10 = 1000$ кв. сажень. В Средней Азии мера веса ман, или батман (последний термин встречается в числе старых русских мер) в XIX веке имел вес: в Хиве 1 пуд 7 фунтов, в Самарканде 8 пудов, в Ходженте (Ленинабад) 12 пудов, в Ура-Тюбе 16 пудов (указанная выше работа М. Р. Рахимова).

В Соединённых Штатах Америки и Англии по настоящее время существует подобное положение с мерами. Там, например, мера зерна — бушель — в настоящее время имеет 56 различных значений!

ПРОТИВНИКИ РЕФОРМЫ СИСТЕМЫ МЕР

Казалось бы, что описанная выше неупорядоченность системы мер противоречила здравому смыслу и что ей нужно было положить конец. Однако она продолжалась во Франции до конца XVIII века, а во многих других странах ещё дольше. Бессистемность мер использовалась для ещё большего ограбления бедного крестьянства. Во Франции (да и в других странах) одной из привилегий, ведущих начало с древности, было право крупного землевладельца иметь в пределах своих владений собственные меры. Такой владелец, измеряя поступающие ему уплаты от угнетаемого им населения, в буквальном смысле слова своим собственным аршином и собственным фунтом, получил широкую возможность извлекать максимальную прибыль для себя.

К. Маркс указывает, что крупные землевладельцы на некотором уровне развития разделения труда и производства начинают заменять труд крепостных крестьян, который является малопродуктивным и невыгодным, поставкой крестьянами продуктов земледелия и домашнего производства. В этих обстоятельствах право владельца применять свои меры позволяло значительно увеличить поступления от крестьян. Понятно, что такие землевладельцы цепко держались за охрану этих своих прав. Как мы видели в главе о старых русских мерах, нечто подобное этим феодальным правам имело место и в России. Особенно

резкую форму приняла борьба между феодальными собственниками и массой населения вокруг вопроса о реформе системы мер во Франции. Острота этой борьбы и привела именно во Франции к созданию новой системы мер.

Попытки введения общегосударственных мер во Франции начались очень давно. Первое подобное мероприятие относится к 650 году. Многие короли Франции после этого продолжали попытки введения общегосударственных мер, но феодальные землевладельцы были сильнее центральной власти. Генеральные штаты (представители отдельных сословий населения) Франции неоднократно вынуждены были затрагивать вопрос о реформе системы мер, так как наказы крестьян депутатам своего округа содержали требование, чтобы были «единые законы, единые меры» во всём королевстве. Однако старый феодальный строй Франции, заботясь об интересах крупных землевладельцев, не хотел и не мог ввести единые меры.

ЗЛОУПОТРЕБЛЕНИЯ МЕРАМИ В ТОРГОВЛЕ

Введение общегосударственных мер и строгий контроль правительства за мерами были нежелательны и купцам, и мелким торговцам. «Продашь» и «обманешь» в старые времена считались близкими понятиями.

Среднеазиатский поэт XII века пишет:

Боятся надсмотрщика жулик и лжец,
Чьи гири неверны, — мошенник купец.

В составленной в XI веке книге восточной мудрости «Кабус-Намэ» среди советов отца сыну имеется и такой: «О сын, знай и будь осведомлён, что торговля на базарах не такое ремесло, которое можно было бы назвать добрым искусством...» («Кабус-Намэ», изд. Академии наук СССР, 1953, стр. 134).

Русский писатель второй половины XVII века Симеон Полоцкий заявляет, что «Чин купецкий без греха едва может быти...», и разъясняет:

Ибо они купуют во меру велику,
А егда продавати, ставят не толику.
Иныи, аще меру и праву имеют,
Но неправо мерити вся вещи сумеют

(т. е. купец едва ли может быть честным, так как покупает на большую меру, а продавая, заменит меру другой; иные же, употребляя правильную меру, сумеют неправильно отмерить покупателю).

Писатель начала XVIII века, автор «Книги о скудности и богатстве» (1724 год) И. Т. Посошков много раз указывает на зло, которое народу причиняют купцы тем, что «неискусных людей обманом вельми изъянят и в весах обвешивают и в мерах обмеривают и в цене облыгают».

Поэт середины XIX века И. С. Никитин в поэме «Кулак» рисует бытовую сцену обмеривания и последующую за этим расправу.

Кулак Лукич покупает у бабы холст:

— Почём аршин-то? говори.
— По гривне, я тебе сказала;
Вон и другие так берут.
— Не ври! куда ты указала!
Там по три гроша отдают!
— И, що ты! аль я одурела!
Поди-ко, цену объявил!
Купец четыре мне сулил,
Да я отдать не захотела...
Вон он стоит... — Ха-ха! ну так!
Отдай! и ты не догадалась!
Эх, дура, с кулаком связалась!
Ведь он обмеряет! кулак!
А я на совесть покупаю...

.....
И снова с бабою заспорил,
Голубушкою называл,
Раз десять к чёрту посылал,
И напоследок урезонил,
Из-под полы аршин достал,
Раз!.. раз!.. и смерена холстина.
— Гляди вот: двадцать три аршина.
— Ох-ма! Тут двадцать семь как раз!
— Что, у тебя иль нету глаз?
Аршин казённый, понимаешь!
Вот на... не видишь, два клейма!
— Да как же так!
— Не доверяешь?
— Я дома мерила сама.
— Тьфу! провались ты! Я сумею
Без краденой холстины жить!

.....
И кошелёк он развязал,
На гривну бабу обсчитал.

Но нашлась на кулака Лукича расправа. Далее в поэме читаем описание свалки:

Бедняк Лукич посереде,
Мужик с курчавой бородою,
Взбешённый, жилистой рукою
Его за шиворот держал,
И больно бил, и повторял:
— Вот эдак с вами! Эдак с вами!

.....
Кричал народ: «тряхни его!
Тряхни получше! Ничего!»

.....
Но вдруг столяр рукою смелой
Толпу раздвинул: «Стой! За что?»
«А не обвешивай! За то... —
Мужик ответил: — «Наше дело!
Я продал шерсть, а он того...
Обвесил — вон що!»

* * *

Всё изложенное показывает, что вопреки мнению некоторых авторов статей о реформе мер реформа эта не была результатом только научных интересов, хотя последние и играли немаловажную роль в реформе. Основной движущей силой реформы были материальные интересы народных масс, которые страдали от путанности всей системы мер, от права феодальных владельцев вводить свои собственные меры, от отсутствия правительственного контроля за мерами, от фальшивых гирь «мошенника-купца». Об этом красноречиво говорят и наказания крестьян депутатам Генеральных штатов 1789 года, того собрания представителей сословий во Франции, которому суждено было впервые дать ход этим наказаниям. Реформа системы мер в конце XVIII века могла осуществиться лишь благодаря тому, что французскому крестьянству и молодой буржуазии Франции, одинаково страдавшим от феодальных порядков, удалось убрать с пути прогресса обветшалую государственную организацию и королевскую власть со всеми изжившими себя органами и средствами эксплуатации, в числе которых была и безобразная система мер.

КАКИМ ТРЕБОВАНИЯМ ДОЛЖНА УДОВЛЕТВОРЯТЬ СИСТЕМА МЕР?

Сообщённые нами сведения о мерах разных народов показывают, что первоначальными мерами служили размеры частей человеческого тела, результаты простых действий человека и вес часто встречающихся предметов. Такие меры были удобны в том отношении, что образцы этих мер (эталон) были у человека всегда с собой. Неудобство заключалось в их непостоянстве: они зависели от роста человека и других его личных особенностей.

Каким требованиям должна удовлетворять разумная система мер? Прежде всего требованию, чтобы каждая мера имела вполне определённую величину. Неудобство существования разных мер для измерения ясно. Когда герой рассказа американского писателя О' Генри обнаруживает у себя температуру в 101° и радостно замечает, что «сильный жар прошёл», то читатель может стать в тупик, если не знает, что в Америке и Англии в обиходе употребляются градусы, отличные от наших.

Международные торговля и сношения были бы очень затруднены, если бы каждое государство или, как это часто имело место, чуть ли не каждый город имели свои особые меры. Необходима общая система мер, если не для всего мира, что являлось бы идеалом, то по крайней мере для большей части мира.

Необходимо, чтобы меры были постоянны. Это требование было бы удовлетворено, если бы основные меры разных величин были взяты непосредственно из природы. В таком случае при надобности можно было бы вновь восстановить ту или иную меру или проверить ставшую сомнительной.

Так как непосредственная проверка меры по природному эталону может оказаться сложной, то необходимо, чтобы для каждой меры существовал образец (эталон), который проверен по природному его значению, засвидетельствован властью и хранится в государственном учреждении, производящем проверку употребляемых в обиходе мер.

Необходимо ещё, чтобы меры разных величин (длин, площадей, объёмов, веса и т. д.) были

друг с другом удобным образом связаны. Так, например, было неудобно, когда мерой площади был югер, а не квадрат со стороной, равной единице длины, или когда единицей массы была масса какого-нибудь случайного предмета, а не масса кубического сантиметра воды.

Такая взаимная связь между мерами разных величин, как мы видели уже на примерах, очень упрощает решение вопросов, ставящихся на каждом шагу производством и бытом.

Наконец, имеет очень большое, решающее значение для системы мер выбор так называемых единичных отношений мер. Приведённые нами выше выкладки показывают, насколько упрощаются вычисления, если система мер имеет единичные отношения, совпадающие с основанием системы счисления (десять — основа в метрической системе мер в наше время, шестьдесят — основа в системе мер у вавилонян).

Из нашего рассказа о мерах древних народов видно, что стремление упорядочить систему мер частично осуществлялось этими народами. Дальнейшая история мер в новое время показывает, сколько усилий потребовалось для того, чтобы прийти к системе мер, более или менее отвечающей перечисленным выше требованиям. Такой системой является метрическая система мер.

ПОТРЕБНОСТИ НАУК В РЕФОРМЕ СИСТЕМЫ МЕР

Единицей длины для дореволюционной Франции был королевский фут, равный, согласно новейшим определениям, 0,32484 метра. Парижский туаз, равный 6 футам (1,94904 м), имел эталон в виде железного стержня, вделанного в лестницу дворца Шатле в 1668 году¹. В 1766 году астроном Лакондамин, готовясь к отправлению в экваториальные области Перу для измерения градуса меридиана, заменил обветшавший эталон туаза дворца Шатле уточнённым и лучше сделанным. Одновременно были

¹ Grand Châtelet — укрепление, защищавшее парижские мосты. Разрушено в 1802 году.

сделаны 80 копий этого туза и разосланы по главным городам Франции. Требования практики получили в известной мере удовлетворение.

Однако независимо от потребностей практической жизни в более строгом уточнении основных единиц мер и упорядочении всей системы их были крайне заинтересованы представители всех естественных наук и техники. В течение веков учёные работали над изысканием средств к улучшению системы мер.

«Нет столь малого, от которого не зависело бы крупнейшее», — указывает, говоря о значении точных измерений при изучении явлений природы, Д. И. Менделеев, главный деятель реформы системы мер в России. Это положение признаёт каждый естествоиспытатель. Ясно, что дело упорядочения системы мер нужно было начинать с установления эталонов мер разных величин. Уже с XVII века этот вопрос горячо обсуждался учёными.

Учёные XVII века считали, что новые единицы мер нужно взять от реальных предметов, сохраняющих постоянную величину. Необходимо было, чтобы новые эталоны удовлетворяли требованиям точности, неизменности, возможности восстановления в случае пропажи прежних, чтобы отношения отдельных мер были десятичные и чтобы единицы разных величин были между собой связаны.

Исследования над маятником голландца Гюйгенса, астрономические работы датчанина Рёмера и точные для своего времени определения длины дуги градуса земного меридиана французом Пикаром создали во второй половине XVII века предпосылки для попыток осуществления научной реформы систем мер в интересах опытных наук. Пикар и Рёмер и другие учёные предлагали принять за единицу длины длину маятника, отбивающего секунды, а малоизвестный в науке астроном Мутон рекомендовал в качестве единицы длины морскую милю, равную длине дуги в $1'$ земного меридиана, т. е. $\frac{1}{360 \cdot 60}$ часть меридиана. Мутону же принадлежит идея построения всей системы мер на десятичной основе. Так как в 1673 году было открыто, что длина секундного маятника зависит от широты места, в котором производится опыт, то от идеи

Пикара и Рёмера в первоначальном её виде пришлось отказаться.

В основу реформы, приведшей к метрической системе, легли идеи Мутона.

Так во всех книгах излагается начало истории метрической системы. Однако здесь необходима существенная поправка.

Предложение длины маятника в качестве единицы длины впервые было высказано польским учёным XVII века Станиславом Пудловским (1597—1647), профессором Краковского университета. После ранней смерти Пудловского эта идея была разработана его другом Титом Бураттини (1615—1682) и опубликована в подробном изложении в Вильне в 1675 году в книге «Универсальная мера». Бураттини в этой книге вводит термин «метр» для обозначения единицы длины, за которую принимает длину секундного маятника. Книга Бураттини в 1897 году переиздана в Кракове. В настоящее время приоритет польских учёных Пудловского и Бураттини в этом вопросе установлен совершенно неоспоримо и признаётся авторитетнейшими историками точных наук.

V. СОЗДАНИЕ МЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

РАЗРАБОТКА ОСНОВ МЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Итак, начинается повесть о метре,
О сантиметре и миллиметре...

В 1789 году в Генеральные штаты Франции (в собрание представителей сословий страны) поступило большое число проектов реформы системы мер. Только один из этих проектов дошёл до обсуждения в Национальном собрании. Автором этого проекта был епископ князь Талейран, впоследствии министр иностранных дел французского правительства 1795—1799 годов (Директории), Наполеона и восстановленного на престоле короля Людовика XVIII. В своём предложении «о мерах и весах», представленном в 1790 году, Талейран предлагает принять за единицу длины длину секундного маятника на широте 45° , т. е. он повторяет в общем старую идею учёных XVII века.

Однако в проекте Талейрана содержалось нечто новое, именно предложение: просить английский парламент принять участие в создании новой системы мер. Для этого предлагалось составить комиссию учёных на равных началах из членов Лондонского королевского общества (Английской академии наук) и членов Парижской академии наук, и этой комиссии поручить решение вопроса о новой системе мер. В проекте Талейрана, таким образом, вопрос о системе мер получил международный характер.

Талейран горячо выступал за принятие его проекта. Это, на первый взгляд, не совсем понятно. Талейран — князь по происхождению, крупный деятель церкви по общественному положению. Позднее, будучи министром, он всеми презирався как человек, который продавал и предавал всех и всё. Горячие речи его в пользу проекта международной системы мер вызывались надеждой получить заграничный паспорт для участия в предполагаемой комиссии мер и стряхнуть с ног пыль накалявшейся для него почвы революционной Франции. Позднее, в 1792 году, Талейран действительно получил заграничный паспорт для ведения переговоров с английскими учёными о новой системе мер, а через два месяца, когда обнаружилось предательство Талейрана, он был обвинён и объявлен изгнанным из своей родины. Вернулся он во Францию, когда там революция была уже задушена Наполеоном¹.

Проекты реформы мер, в общем совпадающие с предложением Талейрана, возникли одновременно в Англии и Соединённых Штатах Америки. В той и другой стране в парламенты были представлены проекты, предлагавшие принять за единицу протяжения длину секундного маятника в некотором определённом месте. Таким образом, те две страны, которые в настоящее время почти единственные не признали ещё обязательной у себя метрическую систему, в 1790 году обе были близки к её принятию. Дальнейшая судьба проектов новой, естественной системы мер оказалась различной во Франции и англо-американских странах. По-видимому, в последних из названных стран злоупотребления феодалов мерами не достигли той сте-

¹ О Талейране см. приложение к настоящей книге.

пени эксплуатации широких масс населения, какая имела место во Франции. Кроме того, что весьма важно, в Англии и Соединённых Штатах Америки отсутствовал тот революционный порыв, которому приписывал успех завершения реформы системы мер один из активнейших деятелей этой реформы во Франции Делабэр. Революционный дух, воодушевлявший Францию и на реформу системы мер, ярко выражен в обращении правительства к населению.

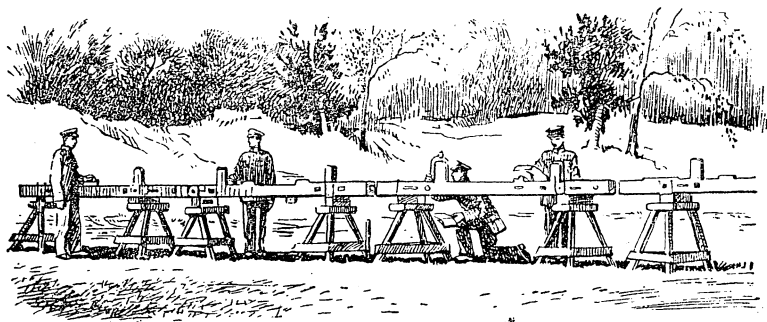
«Как могут друзья равенства терпеть пестроту и неудобство мер, хранящих ещё память о позорном феодальном рабстве... в то время, как они клялись уничтожить самое наименование тирании, каково бы оно ни было?.. Закон приглашает граждан дать доказательства своей преданности единству и неделимости республики, пользуясь уже теперь (т. е. до окончательной разработки новой системы мер) новыми мерами в своих расчётах и торговых сделках... Для создания истинно философской системы мер, которая была бы достойна просвещённого века, нельзя допускать ничего, что не покоилось бы на прочных основаниях, что не связано теснейшим образом с предметами неизменными, ничего, что могло бы впоследствии зависеть от людей и от событий; надо обратиться к самой природе, почерпнув основу системы мер в её недрах, и суметь найти в ней же способы проверки...»

Эти лозунги, воодушевлявшие деятелей реформы мер, представляют частные положения той просветительной философии XVIII века, общая система которой была изложена в сочинениях французских писателей — Руссо, Монтескьё, Вольтёра и других.

Великие достижения точных наук XVII и XVIII веков — установление точных законов механики, физики и астрономии — заставляли искать естественной и точной системы мер. Среди учёных, которые не всегда были в такой мере революционны, как угнетённые старым феодальным строем массы простых людей, достижения точных наук вызвали горячую поддержку реформе системы мер. Кроме того, отдельные учёные, не разделявшие взгляда о том, что можно создать идеальную во всех отношениях систему мер, всё же поддерживали реформу, так как она обещала попутно

дать важные для науки результаты, например уточнить наши сведения о форме и размерах земного шара.

8 мая 1790 года Национальное собрание¹ приняло декрет о реформе системы мер. Он был утверждён королём 22 августа, ещё до ликвидации старого строя Франции. Декрет в основном воспроизводит проект Талейрана и поручает Академии наук выполнение необходимых подготовительных работ. Одна комиссия Академии, во главе с крупнейшим математиком конца XVIII века Лагранжем, рекомендует десятичную систему единичных отношений для всех мер. Другая комиссия (Лаплас, Лагранж, Монж, Борда, Кондорсё) предлагает в качестве единицы длины одну сорока-миллионную долю меридиана. Представленный Национальному собранию доклад Академии подчёркивает,



Измерение базиса по точно горизонтальному подмосту.

что в проекте нет ничего произвольного, кроме десятичной основы, и нет ничего местного: «Если бы память об этих работах утратилась и сохранились бы лишь одни результаты, то в них не нашлось бы никакого признака, по которому можно было узнать, какая нация задумала план этих работ и осуществила их», — говорилось в докладе. Как видно, комиссия Академии стремилась к тому, чтобы новая система мер не дала повода какой-нибудь нации отвергать систему потому, что она французская. Комиссия стремилась оправдать лозунг: «На все времена, для всех народов», который был позднее провозглашён.

¹ Собрание народных представителей Франции.

градусов измеряемой дуги меридиана и вычисления ряда треугольников, почему самый приём называется триангуляцией, или способом треугольников.

Астрономия с большой точностью определяет широту точки на земной поверхности, т. е. число градусов, минут и секунд дуги меридиана от экватора до данной точки. Эти сведения содержатся в географических справочниках. Число градусов дуги между двумя точками, находящимися на одном меридиане, равно разности их широт. Сущность триангуляции заключается в следующем. Пусть отрезок AL изображает часть меридиана, которую надо измерить. Выбирают какие-нибудь высокие предметы: B, C, D, E, F, I, K , например вершущки колоколен, специально построенные башенки и т. д. так, чтобы из каждой такой точки были видны следующие две. Измеряется возможно точно расстояние AB , называемое базисом.

Соединяя мысленно выбранные точки («станции») прямыми, получаем сеть треугольников (по-латыни «триангулус» — треугольник, откуда и появилось слово «триангуляция»). При помощи угломерных приборов, снабжённых зрительными трубами, можно весьма точно измерить углы образовавшихся треугольников; по правилам тригонометрии вычисляются стороны и углы остальных треугольников. Переходя от треугольника к треугольнику, можно, опираясь на длину базиса, найти расстояние между крайними станциями A и K , а на этом основании и длину дуги меридиана



Измерение парижского меридиана.

AL. Зная, сколько градусов содержит дуга *AL*, можно по её длине вычислить и длину меридиана.

Измерение дуги меридиана от Дюнкерка до Барселоны ($9^{\circ}40'$ — около 1000 км) представляло чрезвычайно трудную работу (нужно было измерить 115 треугольников). Руководителями работ по измерению



Деламбр.



Мешен.

дуги меридиана были французские академики Мешен и Деламбр. После основательной подготовки необходимых для работ приборов — многие из них пришлось изобретать, так как такого размаха работы до того не выполнялись, — 25 июня 1792 года астрономы отправились в экспедицию.

К физическим трудностям работы астрономов присоединились сразу другие.

Франция была охвачена революционными событиями. Местное население, не понимая смысла и цели работ астрономов, не раз принимало их за королевских или иностранных шпионов. Они не раз арестовывались властями на местах или местным населением, имевшим достаточно оснований проявлять бдительность. Удостоверения центральных правительственных

учреждений, выданные предполагаемым «шпионам», спасали их от более крутых последствий. Мешен, который работал в Испании, подвергся также аресту после того, как Франция объявила войну Испании. И здесь дело ограничилось лишь временным задержанием учёного.

ВРЕМЕННАЯ МЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Работа астрономов с самого начала была рассчитана на несколько лет. Но уже с весны 1792 года революционные круги начали проявлять нетерпение по поводу слишком медленного осуществления реформы системы мер. Продовольственные трудности страны в связи с войнами и революцией население приписывало, между прочим, и отсутствию общегосударственных мер.

В августе 1793 года была упразднена Академия наук, осуществлявшая реформу мер. Для продолжения работ была создана Временная комиссия мер, в которую вошли почти все члены комиссии Академии наук.

Осенью того же года состав комиссии был обновлён: из неё были удалены все прежние члены её, кроме Лагранжа, и назначены новые, которым предписывалось немедленно сообщить правительству, «в каких людях комиссия имеет необходимую нужду», и изложить свои взгляды «на средства в возможно наискорейшем времени ввести новые меры в употребление для всех граждан».

Было решено не ожидать окончания работ по измерению дуги меридиана, а воспользоваться ранее установленной длиной её и ввести временный метр.

7 апреля 1795 года (18 жерминаля III года республики по новому календарю, введённому революцией) был утверждён закон о новых мерах, которым устанавливается в качестве единицы длины метр, как одна десятиmillionная часть четверти парижского меридиана, заключающейся между северным полюсом и экватором. Для всей республики введён единый эталон: платиновая линейка, на которой начертан

метр. Закон называет новые меры республиканскими. Срок введения в обязательное употребление новых мер ставился в зависимость от изготовления достаточного числа их образцов. Гражданам рекомендовалось проявить свою революционность переходом к пользованию новыми мерами до объявления их обязательными. Таким образом, возникли латунные эта-



Приёр-Дювернуа.

лоны временного метра, длина которого была определена учёными Борда и Бриссоном, на основании прежних измерений дуги меридиана, в 3 фута 11,44 линии.

Главным деятелем по проведению временного закона о метрической системе в этот период являлся член Законодательного собрания инженер Приёр-Дювернуа. Ему принадлежит и окончательная редакция системы названий новых мер, которая была принята и имеется в употреблении в настоящее время.

Комиссия Академии наук с самого начала работ по разработке новой системы мер установила, что каждая мера новой системы должна быть в 10 раз больше следующей меньшей меры этой же величины. Для каждой величины (длина, масса, площадь, объём) от названия основной единицы этой величины образуются другие названия мер одинаковым образом (за исключением названий «микрон», «центнер», «тонна»); для образования названий мер, больших основной единицы, к названию последней спереди прибавляются греческие слова: «дека» — десять, «гекто» — сто, «кило» — тысяча, «мириа» — десять тысяч; для образования названий мер, меньших основной единицы, к названию основной единицы прибавляются, также спереди, латинские слова: «деци» — десять, «санτι» — сто, «милли» — тысяча. Таким образом получилась система:

Меры длины

Основная мера — метр. От него образованы названия мер:

1 декаметр	= 10 метрам,
1 гектометр	= 10 декаметрам = 100 метрам,
1 километр	= 10 гектометрам = 100 декаметрам = 1000 метрам,
1 дециметр	= 0,1 метра,
1 сантиметр	= 0,1 дециметра = 0,01 метра,
1 миллиметр	= 0,1 сантиметра = 0,01 дециметра = 0,001 метра,
1 микрон	= 0,001 миллиметра = 0,000 001 метра,
1 миллимикрон	= 0,001 микрона = 0,000 000 001 метра,
1 метр	= 10 дециметрам = 100 сантиметрам = 1000 миллиметрам.

Меры веса (массы)

Основная мера — килограмм, однако основным названием является грамм.

1 декаграмм	= 10 граммам,
1 гектограмм	= 10 декаграммам = 100 граммам,
1 килограмм	= 10 гектограммам = 100 декаграммам = 1000 граммам,
1 дециграмм	= 0,1 грамма,
1 сантиграмм	= 0,1 дециграмма = 0,01 грамма,
1 миллиграмм	= 0,1 сантиграмма = 0,01 дециграмма = 0,001 грамма,
1 грамм	= 10 дециграммам = 100 сантиграммам = 1000 миллиграммам.

Кроме указанных мер веса (массы) и их наименований, употребляются ещё следующие меры:

1 центнер	= 100 килограммам,
1 тонна	= 1000 килограммам.

Меры площадей

1 ар	= 100 кв. метрам,
1 гектар	= 100 арам = 10 000 кв. метрам,
1 кв. дециметр	= 0,01 кв. метра,
1 кв. сантиметр	= 0,0001 кв. метра,
1 кв. миллиметр	= 0,000 001 кв. метра.

Меры объёмов

1 куб. дециметр	= 0,001 куб. метра,
1 куб. сантиметр	= 0,000 001 куб. метра,
1 куб. миллиметр	= 0,000 000 001 куб. метра.

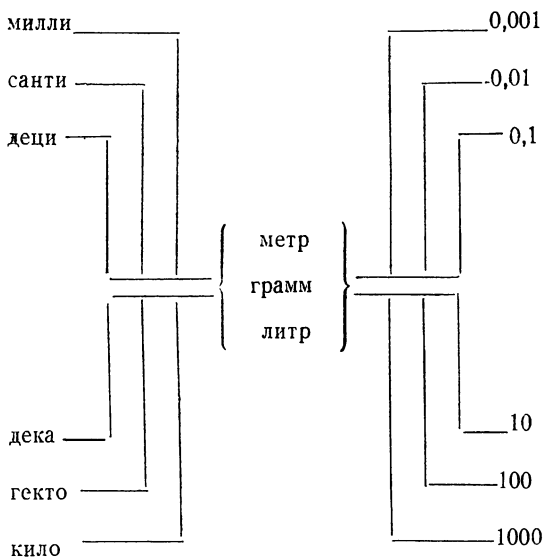
Меры вместимости

Основная мера — литр. От него образованы:

- 1 декалитр = 10 литрам,
- 1 гектолитр = 100 литрам,
- 1 килолитр = 1000 литрам,
- 1 децилитр = 0,1 литра,
- 1 сантилитр = 0,01 литра.

Эти соотношения единиц мер метрической системы существуют в настоящее время.

Система названий метрических мер



Одновременно с установлением десятичной метрической системы было предложено деление прямого угла не на 90 равных частей (градусов), а на 100 частей, названных градами. Такое деление принял Н. И. Лобачевский (1792—1856) в своей «Геометрии» 1823 года, чем вызвал резкие возражения академика Н. И. Фуса.

Деление угла на градусы ведёт своё начало от вавилонян. Они знали, что шесть правильных треугольников заполняют плоскость вокруг точки. Угол

такого треугольника вавилоняне делили на 60 равных частей, названных градусами угла. Согласно своей системе счисления и системе мер они и градус угла разделили на 60 частей; первые шестидесятые доли (наши минуты) они делили опять на 60 вторых шестидесятых долей (наши секунды), те на 60 третьих шестидесятых долей (наши терции). Названиями первые, вторые и т. д. шестидесятые доли пользовался ещё греческий астроном Птолемей (I и II века нашего летосчисления), называя доли лептами (лепта — греческое слово «часть») или мойрами.

Термины «минута», «секунда», «терция» появились позднее из латинского языка. Греческое слово «лепта» — мелочь, мелкая доля — по-латыни называется «минута» (*minuta*). По-латыни первые, вторые, третьи лепты назывались соответственно:

minuta prima — первая лепта (доля),
minuta secunda — вторая лепта,
minuta tertia — третья лепта.

Со временем для первой лепты сохранилось в названии только первое слово *minuta* — долька, для второй только второе слово *secunda* — вторая, для третьей лепты слово *tertia* — терция, третья.

Слово «градус» производят от арабского корня, означающего «ступенька». На употребление такого названия для меры угла навело наблюдение за солнцем, которое как бы поднимается и опускается на небесном своде по 180 ступенькам (градусам) полукруглости.

Обозначение градуса символом $^{\circ}$ возникло у Птолемея. Он, называя угол в один градус по-гречески мойра, для сокращения писал лишь первые две буквы слова «мо», позднее m° . От этого обозначения впоследствии сохранилась лишь вторая буква в виде кружка, который ставится у верхнего края цифры.

Введение в употребление града, как сотой части прямого угла, в качестве угловой единицы, несмотря на неоднократные предложения в старое и новое время, не увенчалось успехом. Одним из препятствий к этому является, по-видимому, возникающая в случае введения града необходимость перевычисления всех употребляемых в науке таблиц и создания множества

новых измерительных приборов. В отдельных книгах, в том числе в книгах для школьников, деление прямого угла на 100 частей применялось и применяется. Так, например, поступает передовой французский методист Шарль Лезан в своей книге «Введение в математику», много раз издававшейся на русском языке.

Для названий мер метрической системы установлены сокращённые (стандартные) обозначения — международные и русские, употребление которых обязательно.

СОКРАЩЁННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ МЕТРИЧЕСКИХ МЕР

Наименование мер	Сокращённые обозначения	
	русские	международные
Килограмм	кг	kg
Тонна	т	t
Центнер	ц	q
Грамм	г	g
Декаграмм	дкг	dkg
Дециграмм	дг	dg
Сантиграмм	сг	cg
Миллиграмм	мг	mg
Метр	м	m
Декаметр	дкм	dkm
Гектометр	гм	hm
Километр	км	km
Дециметр	дм	dm
Сантиметр	см	cm
Миллиметр	мм	mm
Микрон	мк или ммк	μ
Миллимикрон	ммк или мммк	μμ
Квадратный метр	кв. м или м ²	m ²
Квадратный километр	кв. км или км ²	km ²
Ар	а	a
Гектар	га	ha
Кубический метр	куб. м или м ³	m ³
Куб. сантиметр	куб. см или см ³	cm ³
Литр	л	l
Декалитр	дкл	dkl
Гектолитр	гг	hl
Децилитр	дл	dl
Сантилитр	сл	cl
Миллилитр	мл	ml

При письме и чтении названий метрических мер нужно соблюдать следующие правила:

1. Все сокращённые названия пишутся без точки в конце. Лишь в том случае, когда сокращённое название меры является последним словом предложения, ставится точка.

2. Нельзя прочесть запись «5 га» — «пять га», а нужно говорить «пять гектаров».

3. Также нельзя говорить: «пять грамм», «сто грамм», надо произносить: «пять граммов», «сто граммов» и т. д.

4. Записи

$$\begin{aligned} 1 \text{ кг} &= 1000 \text{ г}, \\ 1 \text{ ц} &= 100 \text{ кг}, \\ 1 \text{ гл} &= 100 \text{ л и т. д.} \end{aligned}$$

нельзя читать так:

один килограмм равен тысяча грамм,
один центнер равен сто килограмм,
один гектолитр равен сто литров и т. д.,

а надо читать следующим образом:

один килограмм равен тысяче граммам, или тысяче граммов,
один центнер равен ста килограммам,
один гектолитр равен ста литрам и т. д.

5. Записи

$$\begin{aligned} 1 \text{ дм} &= 0,1 \text{ м}, \\ 1 \text{ мг} &= 0,001 \text{ г} \end{aligned}$$

следует читать:

один дециметр равен одной десятой метра,
один миллиграмм равен одной тысячной грамма и т. д.

6. Ударения в названиях метрических мер надо ставить следующим образом: гекта́р, килогра́мм, кило́ — сокращённое название килогра́мма (кило — греческое *chilioi* — тысяча, без ударения); килогра́ммовая (гиря), килова́тт, киломе́тр, киломе́тровый или киломе́тровый, микро́н, миллигра́мм, миллиме́тр, миллиме́тровка — бумага с миллиме́тровой сеткой; миллимикро́н, сантигра́мм, санти́м — французская монета, сотая часть франка; сантиме́тр, сантиме́тровое деление линейки, пятисантиме́тровый и т. д.

7. При письме чисел как отвлечённых, так и именованных надо соблюдать рекомендуемые международной комиссией правила:

Следует писать:

Нельзя писать так:

Числа { $1\,000\,000$
 $0,000\,001$
 $42,8$
 $1\,432,659\,87$
 $\frac{1}{10}$ или $0,1$

$1\,000.000$
или 1 миллион
 $0.000,001^1$
 $42,8^2$
 $1.432,659,87$
 10-я или $\frac{1}{10}\text{-я}$

Следует писать:

Нельзя писать так:

Именованные числа { 1 м
 $12,3\text{ см}$
 1 мм
 $4^{\circ}27'35''$
 $3\text{ ч. }12\text{ м. }30\text{ с.}$

1 м.
 $12\text{ см }3\text{ мм, или см }12,3$
 1 м/м
 $4^{\circ}, 27', 35''$ или
 $4^{\circ} 27\text{ м }35\text{ с}$
 $3\text{ ч. }12' 30''.$

В наших книгах допускается для квадратных и кубических единиц двоякая запись:

1 дм^2 , или 1 кв. дм
 1 см^3 , или 1 куб. см.

В международных обозначениях применяется только первый способ записи.

Отметим здесь, что по решению Генеральной конференции весов и мер 1948 года градусы температуры по термометру Цельсия рекомендуется писать: 10°С и произносить: « 10° Цельсия», а не « 10° стоградусной шкалы».

АРХИВНЫЙ МЕТР

Закон 7 апреля 1795 года, установив временный метр, указывает, что работы комиссии 1791 года будут продолжаться. Измерительные работы были закончены лишь к осени 1798 года и дали окончатель-

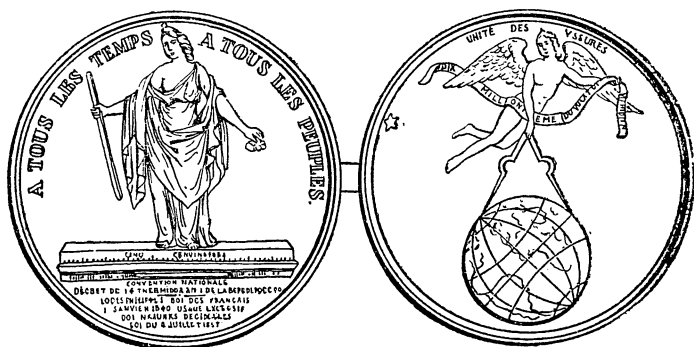
¹ В Англии и Америке употребляют для отделения разрядов целых от десятичных долей точку, тройки разрядов отделяют друг от друга запятой. Так поступать не следует, надо писать согласно указанному выше правилу.

² Последнюю цифру числа можно писать выше строки и пети́том, если хотят указать, что эта цифра сомнительна.

ную длину метра в 3 фута 11,296 линии вместо 3 футов 11,44 линии, каковую длину имел временный метр 1795 года (старинный французский фут равнялся 12 дюймам, дюйм — 12 линиям).

В это время власть в Париже была уже в руках нового правительства — Директории, министром иностранных дел которой был Талейран, докладчик первого проекта реформы системы мер. Он предложил созвать представителей союзных с Францией и нейтральных стран для обсуждения новой системы мер и весов для придания ей международного характера. В сентябре 1798 года открылся международный конгресс; 25 мая 1799 года конгресс окончил работы по проверке определения длины основных эталонов. 22 июня того же года (4 мессидора VII года республики) изготовленные окончательные прототипы метра и килограмма были сданы в Архив французской республики на хранение, поэтому эталоны и получили название архивных.

Через полгода, уже при новом французском правительстве — консульстве, во главе которого стоял Наполеон, — законом 10 декабря 1799 года (19 фримера VIII года республики) был отменён временный метр, введённый в 1795 году, и вместо него единицей длины признан архивный метр. Статья 4 закона говорит: «Будет изготовлена медаль, чтобы передать памяти потомства время, когда система мер была доведена до совершенства, и операцию, которая



Проект медали с надписью: «На все времена, для всех народов».

послужила ей основой. Надпись на лицевой стороне медали будет: «На все времена, для всех народов», а внизу: «Французская республика, VIII год».

Медаль эта не была выбита. Лишь в 1837 году, когда французское правительство окончательно решило ввести метрическую систему с 1 января 1840 года во всеобщее и обязательное употребление, одно частное лицо заказало проект такой медали, по-видимому, оставшийся неосуществлённым.

Законом 10 декабря 1799 года основой метрической системы признан архивный метр, т. е. длина металлического эталона. Так же был определён килограмм, как вес определённого прототипа. Эти архивные эталоны лишь через 90 лет уступили своё место новым, конкретным же прототипам, получившим название международных.

ПРИЧИНЫ, МЕШАВШИЕ ПРОВЕДЕНИЮ В ЖИЗНЬ МЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Население Франции встретило новые меры без особого восторга. Крестьянство нуждалось в защите от произвола феодалов и в устранении путаницы существующей системы мер. Метрическая система, удовлетворив этим требованиям, вместе с тем ввела новые, идущие в разрез с вековыми привычками меры и непонятные населению названия их. Сдержанно отнеслись к новой системе мер и господствующие слои населения. Власть к 1799 году перешла в руки крупной буржуазии, которая стремилась к соглашению с остатками прежней знати и церковью. Революционные реформы, в том числе метрическая система, вызвали к себе подозрительное отношение этой буржуазии. Не революция задержала полное проведение в жизнь реформы системы мер, как об этом пишут буржуазные историки, а реакция, которая началась в 1794 году.

Среди лиц, относящихся к новым мерам без восторга, был и Наполеон, вскоре ставший французским императором. Декретом 1812 года он наряду с метрической системой ввёл «обиходную» систему мер для употребления в торговле. Правда, на другой стороне «обиходных» мер была обозначена их величина

в метрических мерах, но население на практике пользовалось лишь «обиходными» мерами.

Восстановление во Франции в 1815 году королевской власти содействовало забвению наряду с другими достижениями революции и метрической системы. Революционное происхождение метрической системы равным образом мешало распространению её в других странах. В 1799 году известный берлинский астроном Бёде отказывается писать в своём журнале о метрической системе, так как он-де «имеет честь и счастье писать в стране с монархическим правительством». Петербургский академик Н. И. Фус бракует руководство геометрии Н. И. Лобачевского в 1823 году, между прочим, по той причине, что Лобачевский в своей книге «принимает французский метр за единицу при измерении прямых линий и сотую часть четверти круга, под именем градуса, за единицу при измерении дуг круга».

Академик Фус пишет далее: «Известно, что сие разделение выдуманно было во время французской революции, когда бешенство нации уничтожать всё прежде бывшее распространилось даже до календаря и деления круга; но сия новина нигде принята не была и в самой Франции давно уже оставлена по причине очевидных неудобств».

Академик Н. И. Фус в приведённых словах своего отзыва проявляет полное незнание с историей вопроса о делении углов. Уже в 1585 году фламандский инженер Симон Стевин ратовал за введение в употребление десятичного деления всех мер¹. Деление градуса на 100 частей проводилось в первых логарифмических таблицах начала XVII века (Бриггс, Аутрид и др.). Лагранж в бытность директором Берлинской академии наук и астрономической обсерватории в 1782 году указал на необходимость в астро-

¹ Симону Стевину буржуазные историки приписывают открытие десятичных дробей, что является ошибочным, так как более 150 лет до опубликования Стевиным брошюры, агитирующей за введение в употребление десятичных дробей, употребление их было введено и разъяснено самаркандским астрономом Гияездином Джемшидом ал-Каши. К сожалению, приписывание заслуги открытия десятичных дробей Стевину встречается и в советской литературе, в частности, в комментариях к «Геометрии» Н. И. Лобачевского (II том сочинений Лобачевского, 1949, стр. 112.).

номических справочниках делить прямой угол на 100 частей, что и было осуществлено в изданных после этого немецких таблицах 1792 года, т. е. к тому времени, когда французские учёные ещё только горячо ратовали за переход к делению прямого угла на 100 частей. Можно сказать, что слова Н. И. Фуса о «бешенстве нации», которое якобы ввело деление прямого угла на 100 частей вместо 90, лишены всякого основания. С 1850 года, благодаря международным выставкам, на которых особенно отчётливо выступало неудобство существования многочисленных национальных систем мер, передовые учёные по почину Б. С. Якоби начинают энергичную агитацию в пользу метрической системы. Особенно плодотворна в этом направлении была деятельность Петербургской академии наук и её члена Бориса Семёновича Якоби. В семидесятых годах эта деятельность увенчалась действительным превращением метрической системы в международную.

VI. МЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА СТАНОВИТСЯ МЕЖДУНАРОДНОЙ БЛАГОДАРЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РУССКИХ УЧЁНЫХ

На всемирной выставке 1867 года в Париже в организованном там международном комитете мер, весов и монет Б. С. Якоби выступал с докладом, в котором сформулировал преимущества метрической системы как экономически самой выгодной вследствие её десятичной основы.

ПРИЗЫВ ПЕТЕРБУРГСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

В 1869 году Петербургская академия наук обратилась к научным учреждениям всего мира с призывом заняться пересмотром оснований метрической системы для того, чтобы она могла стать международной. Достижения науки, говорилось в обращении, привели к необходимости отказаться от определения метра как десятимиллионной доли четверти меридиана: архивный метр не был равен этой естественной длине в конце XVIII века, он не совпадает и ни

с одним из результатов позднейших измерений¹. Эти измерения каждый раз давали отличные друг от друга результаты, доходящие для четверти меридиана до 10 002 286 метров вместо 10 000 000 (наиболее точны результаты 1936 года Ф. Н. Красовского). Но так как немыслимо после каждого более совершенного измерения меридиана менять длину метра, то Петербургская академия наук предложила принять архивные эталоны за прототипы и изготовить с них возможно точные и устойчивые образцы для разных стран, сделав этим метрическую систему фактически международной.

Это предложение было поддержано рядом крупнейших научных учреждений. По приглашению французского правительства 8 августа 1870 года представители двадцати четырёх государств собрались в Париже на заседание Международной конференции метра. Комиссия в основу своей предстоящей работы положила принципы, высказанные в обращении Петербургской академии наук и сводящиеся к тому, что основная единица системы мер должна быть определена посредством материального эталона, который наиболее точно воспроизводит длину архивного метра.

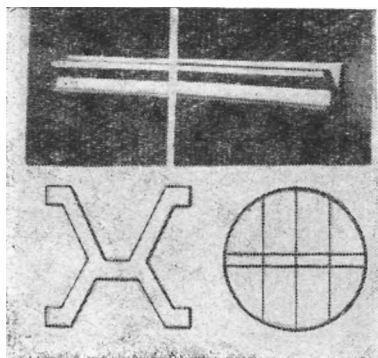
Осада Парижа немцами прервала работы комиссии. В начале 1872 года работы были возобновлены в составе представителей уже тридцати стран. Комиссия, подтвердив указанные выше принципы, утвердила эталон метра, изготовленный из сплава 90% платины и 10% иридия, в виде стержня, поперечный разрез которого напоминает букву Х. Принятый в качестве материала эталона сплав обладает большой стойкостью и прочностью, а приданная эталону форма сечения обеспечивает стержню наибольшую сопротивляемость изгибу при наименьшем весе. Такой эталон воспроизводит длину архивного метра с точностью до 0,001 миллиметра.

¹ По современным уточнённым данным международный метр, как и архивный метр, копией которого является международный эталон, короче одной десятимиллионной доли четверти меридиана приблизительно на 0,2 мм. Международный килограмм на 0,027 г тяжелее куб. дециметра чистой воды при максимальной её плотности.

За величину килограмма комиссия приняла архивный килограмм, т. е. массу 1,000028 куб. дециметра воды при 4°C, а не уточнённый вес кубического дециметра воды.

Эволюция степени точности современных способов взвешивания характеризуется следующим примером.

В 1905 году самые точные весы могли из двух визитных карточек по весу определить ту, на которой имя «Леопольд» было написано без последней буквы. Иными словами, можно было взвесить букву *d*, написанную заострённым карандашом. В 1953 году можно было взвесить точку над *i*, сделанную очень хорошо заострённым карандашом № 2: была обнаружена разница в весе двух карточек, из которых на одной была



Международный эталон метра и его поперечное сечение.

написана *i* с точкой, на другой *i* без точки. Чернильная точка оказалась в среднем в 10 раз тяжелее и взвешивалась без труда.

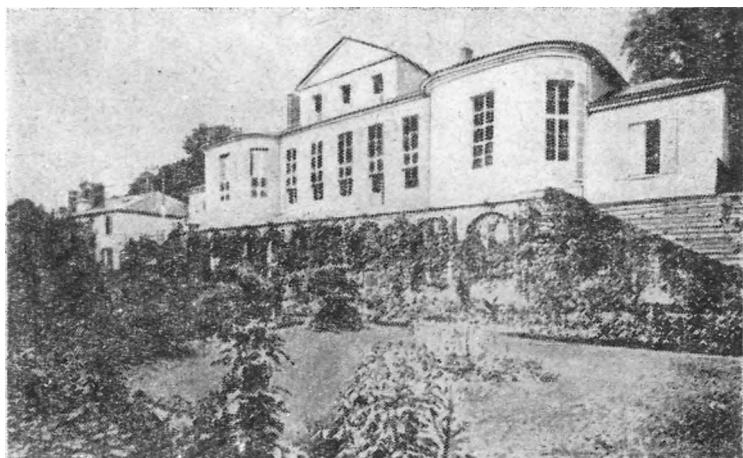
Международная комиссия метра постановила изготовить необходимое число возможно точных копий архивных эталонов метра и килограмма, один из эталонов той и другой меры признать за международный прототип, а остальные по жребию распределить между государствами-заказчиками как национальные прототипы.

ОРГАНИЗАЦИЯ МЕЖДУНАРОДНОГО БЮРО МЕР И ВЕСОВ

В 1875 году в Париже дипломатическая конференция метра из представителей двадцати государств 20 мая подписала «конвенцию метра для обеспечения международного единства и совершенствования метрической системы». Было учреждено Международное бюро мер и весов, подчинённое только

генеральной конференции, состоящей из представителей стран, примкнувших к конференции метра.

Генеральная конференция метра собирается через каждые шесть лет. Последняя, девятая по счёту, заседала в октябре 1948 года. Постановления генеральной конференции осуществляет Международный постоянный комитет из представителей разных



Бретейльский павильон — помещение Международной комиссии мер и весов.

стран. Комитет этот собирается через каждые два года.

Международное бюро мер и весов состоит из научных и технических работников и административного персонала.

Вёдению перечисленных международных органов подлежат все мероприятия, необходимые для распространения и усовершенствования метрической системы. Французское правительство предоставило в распоряжение международных учреждений метрической системы Бретейльский павильон в парке Сен-Клу, в окрестностях Парижа¹. Расходы по содержанию Меж-

¹ См. приложение.

Дународного бюро мер и весов покрываются взносами подписавших конвенцию метра государств (в 1948 году их было 33) по развёрстке, основанной на численности их населения. В настоящее время максимальный взнос делают СССР и Соединённые Штаты Америки (около 8000 рублей золотом), минимальный — Дания, Ирландия, Финляндия, Норвегия и Уругвай (около 300 рублей золотом).

К 1889 году под наблюдением международной комиссии были изготовлены 34 эталона метра и 43 эталона килограмма. В этом же году, в столетие французской революции, выдвинувшей лозунг создания системы мер «для всех народов», международным комитетом мер и весов были утверждены международные прототипы и эталоны для государств — участников метрической конвенции. России достались эталоны метра № 28 и № 11 и эталон килограмма № 12. Эталон метра № 28 и эталон килограмма № 12, хранящиеся во Всесоюзном научно-исследовательском институте метрологии имени Д. И. Менделеева в Ленинграде согласно положению о мерах и весах СССР от 6 июня 1924 года являются основными эталонами мер длины и веса нашей родины.

В сентябре 1889 года международные прототипы метра и килограмма вместе с двумя контрольными к каждому прототипу были сданы в Бретейльский павильон. Этим актом кончилась роль архивных метра и килограмма, которые доныне лежат в Государственном архиве Франции как исторические памятники. С этого момента метром и килограммом нужно называть длину и вес международных эталонов, хранящихся в Бретейльском павильоне.

Для практического применения метрической системы мер является безразличным, называем ли мы метром длину $1/40\,000\,000$ доли меридиана, или длину хранящегося в Париже платинового эталона, или, как будет указано в дальнейшем, длину некоторого числа волн определённого светового луча. Существенны лишь неизменность прототипа, его возможно точная воспроизводимость и десятичные единичные отношения. Научная мысль продолжает работать в направлении наиболее лучшего удовлетворения первым двум

требованиям. Усовершенствование методов воспроизведения эталона сделало возможным отрыв метра от меридиана. Практические преимущества метрической системы обеспечивают ей в ближайшем будущем полное осуществление по крайней мере второй половины лозунга: «На все времена, для всех народов».

Тот факт, что современное определение метра оторвало метр от $1/40\,000\,000$ доли меридиана, не означает бесполезности колоссальных трудов, затраченных на измерение меридиана французскими учёными. Измерение дуги меридиана Деламбром и Мешеном имеет большое значение в истории науки о Земле. Для того времени оно было самым большим по охвату дуги меридиана.

Лишь начатое в 1816 году Василием Яковлевичем Струве русское градусное измерение дуги меридиана от Северного Ледовитого океана до Дуная, простиравшейся на $25\frac{1}{3}$ градуса



В. Я. Струве
1793—1864.

в $2\frac{1}{2}$ раза превысило дугу Деламбра и Мешена.

В заключение приведём характеристику старой и новой системы мер, данную академиком А. Н. Крыловым (1863—1945):

«Про английскую систему, или, лучше сказать, бессистемность мер, великий физик Томсон сказал, что она была бы самой нелепой из всех, если бы английская монетная система не была ещё более нелепа.

Такова была и старая французская система, да притом ещё в каждой провинции своя.

Комиссия, назначенная французским революционным правительством, в которой участвовал Лаплас, разработала изумительную по простоте и удобству

систему. Оставалось выбрать основную единицу длины.

Тут сказались хитроумие Лапласа. Ему надо было знать с возможной точностью размеры и форму Земли для других очень важных теоретических его работ.



А. Н. Крылов
1863—1945.

Лаплас прекрасно понимал, что для системы мер сделают определённой длины стержень, назовут его «метр» и от него произведут остальные единицы мер.

Однако Лапласу нужны были истинные размеры и форма меридиана.

Это требовало больших геодезических работ. Кто в тогдашнее военное время дал бы денег на измерение какого-то там меридиана, хотя бы и парижского, а вот на введение столь превосходно разработанной системы мер деньги всегда найдутся».

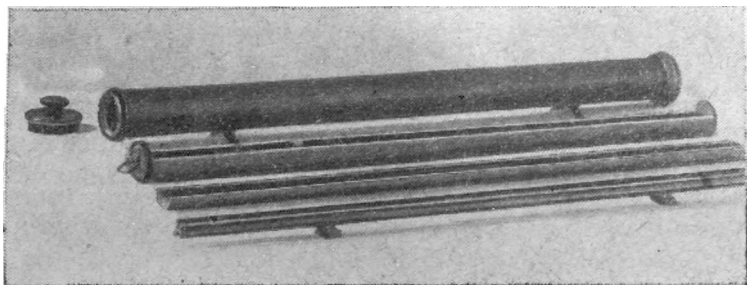
Как известно, средства действительно были отпущены. Дуга меридиана была измерена, и полученные результаты широко использованы в науке.

* * *

Вернёмся к международным эталонам мер. Как было уже рассказано, копии эталонов, розданные участвующим в метрической конвенции государствам, воспроизводят архивные эталоны с той же точностью, как и международный эталон и его контрольные копии, находящиеся в Бретейльском павильоне. Они хранятся в метрологических учреждениях соответственных стран с соблюдением таких же мер предосторожности, как в Бретейльском павильоне. Время от времени они сравниваются с международными эта-

лонами, что и составляет одну из задач Международного бюро мер и весов.

Как употреблённый для изготовления эталонов сплав, так и приданная эталону форма оправдали возлагавшиеся на них надежды учёных. Высокие качества сплава, употреблённого для эталонов, признал Д. И. Менделеев, который в 1894 году приобрёл от фирмы, изготовившей материал для эталонов, остаток сплава для изготовления описанной выше полусаженни — эталона тогдашней русской системы мер длины.



Прототип метра и футляры, в которых он хранится.

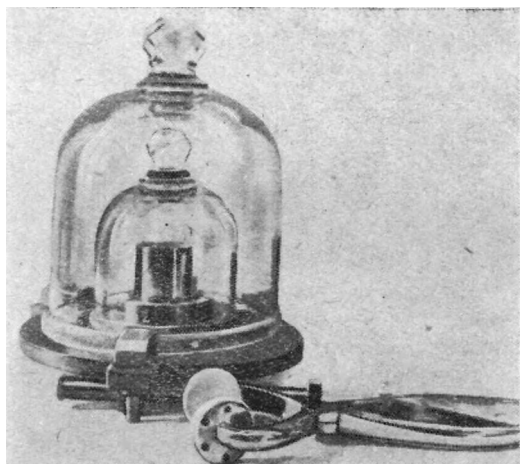
Доказательство устойчивости материала эталонов даёт судьба эталона, принадлежавшего Сербии (ныне Югославии).

Сербские эталоны метра и килограмма в 1915 году, во время первой мировой войны, когда австрийские войска приближались к Белграду, были эвакуированы оттуда на осле. Вместо хранения в неизменном покое и при постоянной температуре эталоны подверглись тряске и перемене температуры. В 1920 году проведено сравнение их с парижскими. По сравнению с данными 1889 года было обнаружено изменение длины метра не более чем на 0,0002 миллиметра и килограмма в пределах 0,00001 грамма.

Отметим, что вместо сплава платины и иридия изобретались и другие, обладающие большой устойчивостью. Таков, например, инвар, сплав 64% железа и 36% никеля. Само название «инвар» («неизменяющееся») выражает его основное свойство. Инвар по де-

шевизне своих составных веществ (в сравнении с платиной) находит широкое применение при изготовлении эталонов. Это становится понятным, если иметь в виду, что эталон метра весит в среднем 3300 граммов и что платина в несколько раз дороже золота.

Осмотр в 1946 году подвалов, где хранятся эталоны мер в Париже, показал, что укрепленные своды



Способ хранения эталона килограмма.

подвалов охранили эталоны от повреждений, которые могли бы произвести падавшие поблизости бомбы. Было произведено сравнение международных эталонов с употребляемыми их копиями и обнаружено совпадение с точностью до $0,05 \text{ мг}$ для эталона килограмма и с точностью до $0,1 \text{ мк}$ для эталона метра.

Эталон метра № 28, полученный Россией, имел в 1888/89 году длину $1 \text{ м} + 0,47 \text{ мк}$. Повторное сличение его с парижским эталоном в 1936 году дало длину $1 \text{ м} + 0,71 \text{ мк}$.

Вообще за годы 1920—1935, т. е. спустя 30—45 лет после первоначального сравнения национальных эталонов, была проведена проверка их в 24 случаях. Только один эталон оказался сохранившим полностью свою длину. Для всех других были обнаружены изменения, доходившие у некоторых до $0,7 \text{ мк}$. Однако

никакой закономерности в этих изменениях не обнаружилось. По мнению метрологов, наблюдающиеся расхождения длин эталонов объясняются не только возможными молекулярными изменениями в материале эталонов, но и несовершенством методов сравнения металлических эталонов между собой.

Программа работ Международного бюро мер и весов чрезвычайно расширилась сравнительно с планом этих работ, намеченным при учреждении бюро почти три четверти века тому назад. Пережитые за это время две мировые войны, нарушившие нормальную работу бюро, не лишили народы уверенности в том, что деятельность этого международного учреждения необходима и полезна, что оно работает согласно старому лозунгу: «На все времена, для всех народов».

* * *

Из нашего рассказа о превращении метрической системы в международную ясна исключительная роль в этом деле русской науки. Эту заслугу России подчеркнул французский министр иностранных дел, открывая в 1889 году в Париже международную конференцию метра признанием, что это важное международное мероприятие было начато по почину Петербургской академии наук и при активнейшем её участии доведено до благополучного конца.

Делегаты Петербургской академии на этой конференции имели полное основание констатировать в своём отчёте, что «учёный мир обязан России тем, что реформа метрических прототипов была предпринята в благоприятное к тому время, а академия наша вправе гордиться тем, что упомянутая реформа проведена на основаниях, ею выработанных с самого начала, и всё время поддерживаемых ею против расходившихся иной раз мнений».

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРА ПРИ ПОМОЩИ ДЛИНЫ ВОЛНЫ

История метрической системы началась с поисков природной длины для единицы расстояний. В конце XVIII века за такую природную длину метра приняли одну сорокамиллионную долю парижского меридиана.

В конце XIX века метр по почину Петербургской академии наук стал определяться как длина хранящегося в Париже эталона. Метр стал длиной конкретного предмета.

Наблюдения обнаружили, что и платино-иридиевый эталон не обладает полной неизменностью. Появилась необходимость увязать длину эталона с какой-нибудь природной, более постоянной величиной. Такая постоянная должна была бы играть роль контрольной величины и дала бы возможность судить, не изменилась ли длина эталона.

Ещё знаменитый физик Максвелл в середине XIX века указал, что такой устойчивой природной величиной, которая могла бы быть использована для контролирования эталонов длины, является длина световой волны.

Работу сравнения длины метрового эталона с длиной световой волны начал известный физик Майкельсон. Оказалось, что в метре укладывается 1553 163,5 длины волны красной линии кадмия. Майкельсон по сути дела измерял не метр в длинах волны кадмия, а, наоборот, неизвестную длину этой волны измерил в метрах. Длина международного метра ещё много раз сравнивалась с указанной длиной волны.

За последние 20 лет было произведено изучение длины многих национальных эталонов метра всё более и более совершенными методами. Новый способ для такого сравнения предложил академик А. А. Лебедев. На основании девяти измерений (во Франции, Германии, Японии, Англии и СССР) оказалось, что число волн линии кадмия в метре 1553 164,13. Конференция по мерам и весам 1927 года признала длину волны красной линии кадмия за новую природную единицу длины, преимуществом которой является большое постоянство и лёгкая воспроизводимость. Вместе с тем возникает новое определение метра:

Метр есть 1553 164,13 длины красной кадмиевой линии в сухом воздухе при температуре в 15°C при давлении воздуха в 760 мм ртутного столба и нормальном содержании углекислого газа (CO_2) в воздухе 0,03% по объёму, при показателе преломления воздуха, в указанных условиях равном 1,000 276 47 и при ускорении земной тяжести, равном 980,665 см/сек².

По этому определению длина метра может быть восстановлена в любое время в любом месте, хотя бы погибли все прототипы его. Точность сравнения длин волны между собой значительно выше точности сравнения металлических эталонов длины. Пользование длиной волны для определения метра технически удобнее как по самому процессу сравнения, так и в смысле переноса установки.

На 1939 год была намечена Международная конференция по мерам и весам, которая должна была заняться вопросом об установлении нового определения метра. Начавшаяся наступлением гитлеровской Германии война помешала этому. Первое после войны пленарное заседание Международной комиссии мер и весов было посвящено восстановлению нормальной работы Международного бюро мер и весов. Лишь в наши дни вопрос об установлении и утверждении нового определения метра становится в полне назревшим.

Имеет ли какое-нибудь практическое значение такая точность определения длины метра, к которому стремится современная метрология?

Для современной промышленности, особенно в нашей стране, характерно широчайшее развитие массового производства. Массовое изготовление взаимозаменяемых изделий и частей сложнейших механизмов современного производства требует создания исключительно точных калибров, шаблонов, мерительных скоб и других стандартов. Кооперирование заводов, изготавливающих детали сложных машин, требует самого точного соответствия стандартов, применяемых на заводах. Детали самолёта или сложного заводского агрегата, изготавливаемые на разных заводах, требуют исключительной точности. Точные, более того, сверхточные линейные измерения вошли широким потоком в современную технику и в промышленность—машиностроение, станкостроение, моторостроение, самолётостроение, приборостроение.

Современные научные исследования в разных областях требуют точности, превышающей ту, которая достигалась метрологией в последние десятилетия. Переход на новый, более точный метод определения длины метра является вопросом дня. Метрологи СССР за последние 20—25 лет пришли к выводу, что пре-

дельная точность измеренной $0,1 \text{ мк}$ уже является недостаточной. Микрон и его десятые и сотые доли превратить ныне в реальные величины в цехах многих заводов. Для обеспечения реальности этих величин на практике и воспроизведения самой единицы длины лаборатория должна обращаться с тысячными и даже десятитысячными долями микрона. Всё это привело к убеждению, что длина световой волны является наиболее совершенным природным эталоном длины, которому человечество может доверить хранение единицы длины; она обладает постоянством в высшей степени и воспроизводима с исключительной степенью точности.

Генеральной конференции метра в 1960 году предстоит дать новое определение длины метра в длинах волн светового луча.

ВИИ. МЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА МЕР В РОССИИ И СССР

В России передовые учёные с начала XIX века подчёркивали значение метрической системы и выступали за внедрение её в практику. Знаменитый русский геометр Н. И. Лобачевский в своём руководстве «Геометрия» в 1823 году ввёл некоторые элементы метрической системы. Это обстоятельство послужило одной из причин, почему книга в то время не была напечатана. Она появилась в печати лишь в 1909 году.

Профессор Д. М. Перевошиков, впоследствии член Академии наук, в своей «Арифметике» (1826 год) даёт очерк о метрических мерах, в котором пишет:

«Для совершенства мер необходимы следующие качества:

- 1) они должны быть постоянны;
- 2) все меры должны зависеть от одной из них;
- 3) их высшие и низшие деления не могут быть произвольны, но надобно принять такие, которые представляли бы наименьшие затруднения при выкладках; наконец,

4) названия сих мер, при возможной простоте, должны показывать их отношения к основной мере.

Нетрудно усмотреть, что все меры, употребляемые европейскими народами, не имеют сих достоинств, и по свойству своему, особенно же по бесконечному разнообразию, должны затруднять не токмо учёных, но даже людей всякого звания.

Меры пространства суть важнейшие. Но кто знает, от какого предмета в природе взяты оные? Например, употребительнейшая из них фут? Слово сие означает человеческую ступню... Прекрасный выбор! Ступня великана и ступня карлика суть футы! Скажут, что тут берётся ступня человека среднего роста. А чем определяется этот средний рост? Теми же футами. Итак, всякий должен согласиться, что надобно было исправить столь важный недостаток. Французский Конвент (революционный правительственный орган) предписал составить особенный комитет из славнейших учёных Франции: Лаплáса, Лагранжа, Мёнжа, Борда́, Лефёвра-Жино́ и прочих. Сии великие умы исполнили желание правительства так, как надобно было ожидать от их обширной учёности».



Н. И. Лобачевский
1792 — 1856.

Дав общие сведения о метрической системе и показав её преимущества, Д. И. Перевощиков заключает свой очерк словами:

«Из сего сказанного можно усмотреть, что метрические меры имеют все желаемые совершенства. Если существуют ещё препятствия для принятия их во всеобщее употребление, то по крайней мере учёные

должны уважать сие изобретение, дорожить им и навсегда остаться признательными к трудам мужей, желавших принести истинную пользу для всех народов и для всех времён».

В указанном параграфе учебника Д. М. Перевощикова совершенно точно сформулировано то, что нужно говорить и в настоящее время о метрической системе. Мы не встречали в литературе начала прошлого века ни у одного автора такой отчётливой оценки метрической системы, какую дал русский учёный.



Д. М. Перевощиков.

В 1849 году была издана большая книга Ф. И. Петрушевского «Общая метрология», содержащая на 825 страницах полное описание мер всех стран. Книга эта, премированная Петербургской академией наук и изданная на её средства, не потеряла интереса и до сих пор и служит полезным справочником.

Автор книги — Фома Иванович Петрушевский — известен как передовой русский учитель и писатель, первый переводчик математических трудов великих греческих математиков Евклида и Архимеда с греческого подлинника на русский язык. Передовые взгляды этого русского учителя выразились и в его взглядах на метрическую систему. Он пишет:

«Французские учёные, занимавшиеся во время революции, по поручению правительства, составлением метрической системы для Франции, имели в виду сделать её всемирною; но это предположение не состоялось по многим причинам, между коими важною была и та, что они преобразовали и меру времени, освящённую тысячелетиями¹... Но это нисколько не умень-

¹ Во время французской революции был введён, как уже упомянуто нами, и новый календарь, отменённый вскоре Наполеоном.

шило достоинства всей остальной системы... Многие государства Западной Европы и некоторые американские области мало-помалу вводят у себя эту систему.

Мнение тех, которые полагают, что во всей Европе и даже на всём земном шаре могла бы существовать только одна метрическая система, не может назваться нелепым... Переходу на общую систему мер мешают политические расчёты (мнимые или действительные), привычка и невежество со множеством других дельных и неделных причин...»

Эти слова были написаны в годы самой чёрной реакции царствования Николая I. Какой контраст между взглядами русских учёных Перевощикова, Петрушевского и многих других с приведёнными на стр. 89 словами известного берлинского астронома Бёде! Взгляды Перевощикова и Петрушевского являются яркой иллюстрацией передового характера по крайней мере части русских учёных.



Ф. И. Петрушевский.

Ф. И. Петрушевский при каждом удобном случае подчёркивал преимущества метрической системы. Так, ещё в 1817 году в переведённом им учебнике арифметики, дав правила деления составных именованных чисел, он замечает:

«Сравнение способов, по порядку предложенных мною, есть без сомнения вернейшее доказательство великого преимущества и удобства, кои бы можно было получить от десятичных мер; и какой бы мы навык ни приобрели в вычислении составных количеств (т. е. именованных чисел в старой системе мер), нельзя однакож не чувствовать преимущества десятичной системы. Пример, выше предложенный, о превращении копеек ясно сие показывает». (В упомяну-

том примере копейки переводились в рубли в виде десятичной дроби.)

В годы от 1860 до 1870, после энергичных выступлений Д. И. Менделеева, кампанию в пользу метрической системы ведут академик Б. С. Якоби, профессор математики А. Ю. Давидов и академик А. В. Гадолин. К учёным присоединились инженерно-технические круги. Указывалось, что переход на метрическую систему легче осуществим в России, чем в других странах. В России у населения есть привычка к десятичному счёту благодаря делению рубля, ведра и сажени на сотые доли; основные единицы русской системы мер и метрической системы близки по величине (верста и километр, десятина и гектар, полсажени и метр); наконец, повсеместное употребление в торговле и конторах торговых счётов сделает понятным и для народа преимущества десятичной метрической системы, все расчёты в которой могут удобно быть выполнены на счётах.

Изданный в 1899 году закон о мерах и весах, разработанный Д. И. Менделеевым, включал § 11:

«Международные метр и килограмм, их подразделения, а равно и иные метрические меры дозволяется применять в России, наравне с основными российскими мерами...» Этим законом был подготовлен путь к введению метрической системы в России.

Окончательное решение вопрос о метрической системе в России получил уже после Великой Октябрьской социалистической революции.

14 сентября 1918 года Советом Народных Комиссаров под председательством В. И. Ленина было издано постановление, в котором предлагалось:

«Положить в основание всех измерений международную метрическую систему мер и весов с десятичными подразделениями и производными.

Принять за основу единицы длины метр, а за основу единицы веса (массы) — килограмм. За образцы основных единиц метрической системы принять копию международного метра, носящую знак № 28, и копию международного килограмма, носящую знак № 12, изготовленные из иридийстой платины, переданные России I Международной конференцией мер и весов в

Париже в 1889 году и хранимые ныне в Главной палате мер и весов в Петрограде».

В первое послереволюционное десятилетие рядом со старыми мерами употреблялись и метрические. Лишь с 1 января 1927 года, когда переход промышленности и транспорта на метрическую систему был подготовлен, метрическая система стала единственно допускаемой в СССР системой мер и весов.

Неоднократно отмечалось в литературе, что ни в одной стране переход на метрическую систему мер не совершался в такой краткий срок, как в обширнейшем многонациональном Союзе Советских Социалистических Республик.

VIII. ЗАДАЧА Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА О НАИЛУЧШЕЙ СИСТЕМЕ ГИРЬ

ПОСТАНОВКА ВОПРОСА

Лабораторные гири для точных измерений стоят очень дорого. Изготовление их требует огромного труда самых опытных мастеров. Немало стоит и металл, из которого готовятся гири большой точности. Поэтому представляет практический интерес вопрос: какая система гирь является наивыгоднейшей?

Пусть имеем четыре гири в a , b , c , d граммов. Очевидно, наибольший груз, который при помощи этих гирь можно отвесить, будет равен $a + b + c + d$ граммам. Наивыгоднейшей будет такая система гирь a , b , c , d , при помощи которой при наличии только одного набора гирь можно отвесить любое число граммов, не превышающее числа $a + b + c + d$.

Легко видеть, что не всякая система гирь позволяет это сделать.

Пусть, например, мы имеем гири в 1, 5, 10, 20 граммов. Наибольший груз, который можно отвесить при помощи одного набора таких гирь, будет равен $1 + 5 + 10 + 20 = 36$ граммам. Но при помощи этих гирь мы не можем отвесить многих грузов, меньших 36 граммов, даже в том случае, если гири класть на обе чашки весов. Например, мы не можем отвесить 2, 3, 7, 8 и так далее граммов. Возникает вопрос:

существует ли вообще такая система гирь, при помощи которой можно отвесить любой груз, не превышающий $a + b + c + d$ граммов?

Этот вопрос возник несколько столетий назад. Д. И. Менделеев в бытность директором Главной палаты мер и весов вновь поставил этот вопрос в связи с лабораторной практикой.

Старые авторы решали задачу длинными рассуждениями, основанными на знании алгебры. Решение иногда занимало целую книгу. Однако вопрос решается гораздо проще при помощи самых элементарных сведений из арифметики. Напомним их и дадим затем решение задачи о гирях.

РАЗНЫЕ СИСТЕМЫ СЧИСЛЕНИЯ

Мы пользуемся десятичной системой счисления. По нашей системе счисления в записи числа на первом месте справа стоят единицы, на втором месте — десятки, на третьем месте — сотни, т. е. десятки десятков, на четвёртом месте — тысячи, т. е. десятки сотен, и т. д. Единицы, десятки, сотни, тысячи и т. д. называются соответственно единицами первого, второго, третьего, четвёртого и т. д. разрядов десятичной системы счисления. В этой системе десять единиц какого-нибудь разряда составляют одну единицу следующего, высшего, стоящего от него влево разряда: десять единиц первого разряда составляют единицу второго разряда — десяток; десять единиц второго разряда, т. е. десять десятков, составляют единицу третьего разряда — сотню; десять единиц третьего разряда, т. е. десять сотен, составляют одну тысячу, и т. д. Число в десятичной системе, например 5372, можно представить так:

$$5372 = 5 \times 1000 + 3 \times 100 + 7 \times 10 + 2 \times 1,$$

или

$$5372 = 5 \times 10^3 + 3 \times 10^2 + 7 \times 10 + 2 \times 1.$$

Число 10 есть основание нашей системы счисления.

За основание системы счисления можно взять любое другое натуральное число r . В такой системе четырёхзначное число N , у которого цифры, стоящие

на первом, втором, третьем и четвёртом местах, считая от правой руки, будут a_1, a_2, a_3, a_4 , может быть представлено так:

$$N_r = a_4 \times r^3 + a_3 \times r^2 + a_2 \times r + a_1 \times 1.$$

Если $r=2$ (двоичная система) или $r=3$ (троичная система), то соответственная запись четырёхзначного числа будет:

$$\begin{aligned} N_2 &= a_4 \times 2^3 + a_3 \times 2^2 + a_2 \times 2 + a_1 \times 1, \\ N_3 &= a_4 \times 3^3 + a_3 \times 3^2 + a_2 \times 3 + a_1 \times 1. \end{aligned}$$

В числе, написанном по десятичной системе, число единиц любого разряда не может быть больше девяти, так как десять единиц любого разряда дают единицу следующего, высшего разряда. Если число написано в системе с основанием r , то все его цифры $a_1, a_2, a_3, a_4 \dots$ будут меньше r : в двоичной системе они меньше 2, в троичной меньше 3. Поэтому в десятичной системе счисления для письма всех чисел необходимы цифры: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 и, кроме того, 0. В двоичной системе нужны только 1 и 0, в троичной системе 1, 2 и 0.

Число, написанное в десятичной системе, можно перевести в систему счисления с любым иным основанием, например в двоичную или троичную. Пусть, например, требуется число десятичной системы 743 написать в двоичной системе. Имеем 743 единицы. Разделив это число на 2, получим частное 371 и остаток 1.

Итак, данное число 743 состоит из 371 единицы второго разряда двоичной системы и 1 единицы первого разряда. Разделив 371 единицу второго разряда на 2 и получив частное 185 и остаток 1, мы находим, что данное число 743 содержит 185 единиц третьего, 1 единицу второго и 1 единицу первого разряда двоичной системы. Из 185 единиц третьего разряда делением на 2 выделим единицы четвёртого разряда, из них единицы пятого разряда и так далее, пока при делении на 2 в частном получится 0. Остатки при произведённых делениях на 2 дают по порядку цифры, считая остатки справа налево, для числа двоичной

системы, получаемого от выражения числа 743 в двоичной системе.

Обращения числа 743 в двоичную систему:

$$\begin{array}{r}
 743 \overline{) 2} \\
 \underline{1} \\
 371 \overline{) 2} \\
 \underline{1} \\
 185 \overline{) 2} \\
 \underline{1} \\
 92 \overline{) 2} \\
 \underline{0} \\
 46 \overline{) 2} \\
 \underline{0} \\
 23 \overline{) 2} \\
 \underline{1} \\
 11 \overline{) 2} \\
 \underline{1} \\
 5 \overline{) 2} \\
 \underline{1} \\
 2 \overline{) 2} \\
 \underline{0} \\
 1 \overline{) 2} \\
 \underline{1} \\
 0
 \end{array}$$

Остатки от деления, написанные в порядке, обратном их получению при делении, дают нам результат обращения числа 743 в двоичную систему:

$$743_{10} = 1011100111_2$$

(запись 743_{10} означает: 743 в десятичной системе).

При обращении числа 743 в троичную систему надо его последовательно делить на 3. Имеем:

$$\begin{array}{r}
 743 \overline{) 3} \\
 \underline{2} \\
 247 \overline{) 3} \\
 \underline{1} \\
 82 \overline{) 3} \\
 \underline{1} \\
 27 \overline{) 3} \\
 \underline{0} \\
 9 \overline{) 3} \\
 \underline{0} \\
 3 \overline{) 3} \\
 \underline{0} \\
 1 \overline{) 3} \\
 \underline{1} \\
 0
 \end{array}$$

$$743_{10} = 1000112_3.$$

Произведённые нами для обращения числа в двоичную и троичную системы действия можно записать

короче, выполняя деления в уме и записывая только частные и остатки.

X	IX	VIII	VII	VI	V	IV	III	II	I		№ частного от деления на 2
0	1	2	5	11	23	46	92	185	371	743	Начиная со второго числа от правой руки частные от деления на 2 в десятичной системе
	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	Остатки от деления на 2. Они же цифры числа в двоичной системе
X	IX	VIII	VII	VI	V	IV	III	II	I		Номера разрядов числа в троичной системе
$743_{10} = 101110011_2$											

VII	VI	V	IV	III	II	I		№ частного от деления на 3
0	1	3	9	27	82	247	743	Начиная со второго числа справа частные от деления на 3 в десятичной системе
	1	0	0	0	1	1	2	Остатки от деления на 3, они же цифры числа в троичной системе
	VII	VI	V	IV	III	II	I	Номера разрядов числа в троичной системе
$743_{10} = 1000112_3$								

При таком расположении вычислений остатки от делений (третьи строки наших таблиц) дают в порядке их расположения в таблице данное число в новой (двоичной или троичной в нашем примере) системе.

ВЗВЕШИВАНИЕ ПРИ ПОМОЩИ ОДНОГО НАБОРА ГИРЬ

Пусть требуется взвесить груз в 93 грамма.

Всякое число можно выразить в двоичной системе. При этом каждый разряд в двоичной системе будет иметь цифру 1 или 0.

$$\begin{array}{r} 0 \ 1 \ 2 \ 5 \ 11 \ 23 \ 46 \ 93 \text{ десятичная система} \\ \hline 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \text{ двоичная система} \end{array}$$

$$93_{10} = 1011101_2 = 1 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2 + 1 \times 1 = 1 \times 64 + 0 \times 32 + 1 \times 16 + 1 \times 8 + 1 \times 4 + 0 \times 2 + 1 \times 1.$$

Отсюда ясно, что если иметь систему гирь:

1 г, 2 г, 4 г, 8 г, 16 г, 32 г, 64 г,

то груз в 93 грамма может быть уравновешен гирями:

$$1 + 4 + 8 + 16 + 64.$$

Имея один набор гирь двоичной системы, т. е. гири в 1, 2, $2^2=4$, $2^3=8$, $2^4=16$, $2^5=32$, $2^6=64$ и так далее граммов, мы можем отвесить любой груз, кладя на одну чашку весов груз, на другую гири. Чтобы найти, какие именно гири надо положить на чашку весов, надо данное число граммов выразить в двоичной системе, что всегда возможно единственным образом, указанным выше способом повторного деления на 2. Цифры числа в двоичной системе в порядке от правой руки к левой показывают, какие гири надо положить на чашку весов для уравновешивания, идя в системе гирь от меньших к большим.

Приведём ещё пример. Пусть надо взвесить груз в 117 граммов.

Обратим число в двоичную систему.

$$\begin{array}{r} 0 \ 1 \ 3 \ 7 \ 14 \ 29 \ 58 \ 117 \text{ десятичная система} \\ \hline 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \text{ двоичная система} \end{array}$$

$$117_{10} = 1110101_2$$

$$117_{10} = 1 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2 + 1 \times 1 = 1 \times 64 + 1 \times 32 + 1 \times 16 + 0 \times 8 + 1 \times 4 + 0 \times 2 + 1 \times 1 = 64 + 32 + 16 + 4 + 1.$$

Приведёнными рассуждениями доказано, что всякое целое число может быть представлено в виде суммы чисел: 1, 2, $4=2^2$, $16=2^4$, $32=2^5$, $64=2^6$, $128=2^7$ и т. д.; иными словами, всякое целое число можно представить в виде суммы степеней числа 2 или степе-

ней числа 2 и единицы. На этом свойстве числа 2 и основывается возможность уравновесить на весах всякий груз, равный целому числу граммов, гирями двоичной системы, кладя гири только на одну чашку весов.

Пусть имеем троичную систему гирь, т. е. гири в 1, 3, $3^2=9$, $3^3=27$, $3^4=81$ и так далее граммов.

При помощи таких пяти гирь можно на весах уравновесить наибольший груз в $1+3+9+27+81=121$ грамм.

Можно ли одним набором таких гирь уравновесить любой меньший груз, если класть гири на одну чашку весов?

Пусть имеем груз в 112 граммов.

Выразим число 112 в троичной системе

$$\begin{array}{r}
 0 \ 1 \ 4 \ 12 \ 37 \ 112 \text{ десятичная система} \\
 \hline
 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \text{ троичная система} \\
 112_{10} = 11011_3 = 1 \times 3^4 + 1 \times 3^3 + 0 \times 3^2 + 1 \times 3 + 1 \times \\
 \times 1 = 1 \times 81 + 1 \times 27 + 0 \times 9 + 1 \times 3 + 1 \times 1 = 81 + \\
 + 27 + 3 + 1.
 \end{array}$$

Груз в 112 граммов можно уравновесить, кладя на другую чашку весов по одной гире троичной системы, так как сумма весов гирь:

$$1 + 3 + 27 + 81 = 112 \text{ граммам.}$$

Однако не всякое целое число граммов может быть уравновешено таким образом гирями троичной системы; иногда при взвешивании приходится класть гири на обе чашки весов. Так, например, чтобы уравновесить груз в 2 грамма, надо класть на одну чашку груз и гирю в 1 грамм, на другую чашку гирю в 3 грамма.

ВСЕ ЧИСЛА ТРОИЧНОЙ СИСТЕМЫ МОГУТ БЫТЬ ЗАПИСАНЫ ПРИ ПОМОЩИ ДВУХ ЦИФР: 0 или 1

Числа, написанные по троичной системе, могут содержать цифры 0, 1 и 2. Покажем, что число троичной системы, содержащее цифру 2, всегда может быть записано при помощи цифр 0 и 1.

Пусть имеем число троичной системы 102_3 . В нём имеется 2 единицы первого разряда. Прибавим к этому разряду одну единицу и вычтем из него одну единицу. От этого наше число не изменится по величине. Запишем это преобразование числа надписыванием над цифрой первого разряда прибавляемой и вычитаемой единицы, ставя над первой из них знак $+$, над второй знак $-$ (минус), имеем:

$$\begin{array}{c} + - \\ 1 1 \\ 102_3 = 102_3. \end{array}$$

2 и 1 дают вместе 3 единицы первого разряда, которые составляют одну единицу второго разряда в троичной системе счисления; эту единицу второго разряда пишем на втором месте справа, на первом же месте пишем оставшуюся отнимаемую единицу со знаком минус над ней:

$$\begin{array}{c} + - \\ 1 1 \\ 102_3 = 102_3 = 11\bar{1}_3 \end{array}$$

Правильность равенства легко проверить:

$$\begin{aligned} 102_3 &= 1 \times 3^2 + 0 \times 3 + 2 = 9 + 0 + 2 = 11; \\ 11\bar{1}_3 &= 1 \times 3^2 + 1 \times 3 - 1 = 9 + 3 - 1 = 11. \end{aligned}$$

Вычитаемую единицу назовём отрицательной единицей и введём в употребление отрицательные единицы в различных разрядах чисел, отмечая отрицательные разряды единицы знаком минус над цифрой. Такая постановка знака (минус) над цифрой употребляется в логарифмических вычислениях.

Дадим ещё пример «уничтожения» цифры 2 в числе троичной системы.

$$\begin{aligned} &\begin{array}{c} + - \\ 1 1 \end{array} \\ 743_{10} &= 1000112_3 = 1000112_3 = 100012\bar{1}_3 = \\ &\begin{array}{c} + - \\ 1 1 \end{array} \quad \begin{array}{c} + - \\ 1 1 \end{array} \\ &= 100012\bar{1}_3 = 10002\bar{1}\bar{1}_3 = 10002\bar{1}1_3 = 100\bar{1}\bar{1}\bar{1}\bar{1}_3. \end{aligned}$$

Проверка:

$$1000112_3 = 1 \times 3^6 + 0 \times 3^5 + 0 \times 3^4 + 0 \times 3^3 + 1 \times 3^2 + 1 \times 3 + 2 = 729 + 9 + 3 + 2 = 743;$$

$$1001\bar{1}\bar{1}\bar{1}_3 = 1 \times 3^6 + 0 \times 3^5 + 0 \times 3^4 + 1 \times 3^3 - 1 \times 3^2 - 1 \times 3 - 1 = 729 + 27 - 9 - 3 - 1 = 743.$$

Употребление отрицательных (вычитаемых) разрядных единиц бывает иногда полезно. Всякое число, не кратное 3, при делении на 3 даёт остаток 1 или 2. В последнем случае можно частное увеличить на единицу и тогда остаток будет $\bar{1}$:

$$\begin{aligned} 26 &= 3 \times 8 + 2 = 3 \times 9 + \bar{1}; \\ 29 &= 3 \times 9 + 2 = 3 \times 10 + \bar{1}. \end{aligned}$$

Итак, всякое число можно представить в одном из видов:

$$1) n = 3k, \quad 2) n = 3k + 1, \quad 3) n = 3k + \bar{1}.$$

Если учащиеся знакомы с употреблением отрицательных разрядных единиц, то выкладки по набору гирь троичной системы при взвешивании делаются просто. Но можно обойтись без отрицательных единиц, поступая так, как изложено в дальнейшем. Рассмотрение вопроса о взвешивании является желательным. Перевод числа из одной системы в другую, рассматриваемый в учебниках арифметики, обычно не получает какого-либо реального применения. Решение задачи о гирях должно повысить интерес к теоретическому вопросу о переводе чисел из одной системы счисления в другую.

Вот как можно при выражении чисел в троичной системе избежать введения отрицательных (вычитаемых) разрядных единиц.

Чтобы уравновесить груз в 64 грамма, выразим число 64 в троичной системе:

$$\begin{array}{r} 0 \ 2 \ 7 \ 21 \ 64 \text{ десятичная система} \\ \hline 2 \ 1 \ 0 \ 1 \text{ троичная система} \end{array}$$

$$64_{10} = 2101_3 = 2 \times 3^3 + 1 \times 3^2 + 0 \times 3 + 1 \times 1 = 2 \times 27 + 1 \times 9 + 0 \times 3 + 1 \times 1.$$

Для уравнивания груза на другую чашку весов надо положить две гири по 27 граммов, 1 гирю в 9 граммов и 1 гирю в 1 грамм. Нельзя ли обойтись и в этом случае одним набором троичных гирь?

$$64 = 2 \times 27 + 1 \times 9 + 1 \times 1.$$

Из последнего равенства можем получить новое:

$$64 + 27 = 2 \times 27 + 1 \times 27 + 1 \times 9 + 1 \times 1,$$

или

$$64 + 27 = 3 \times 27 + 1 \times 9 + 1 \times 1,$$

или

$$64 + 27 = 1 \times 81 + 1 \times 9 + 1 \times 1.$$

Для весов это равенство означает: если на левую чашку приложить к грузу гирю в 27 граммов, то на правую для равновесия надо положить по одной гире в 81, 9 и 1 грамм.

Имеем на правой чашке $81 + 9 + 1 = 91$ грамм, на левой груз в 64 грамма и гирю в 27 граммов, и если бы мы не знали веса груза, мы нашли бы его, вычитая из 91 грамма 27 граммов. Взвешивание выполнено при помощи одного набора троичных гирь, но гири при этом пришлось класть на обе чашки весов. Такое взвешивание можно выполнить для любого груза, весащего целое число граммов.

Пусть имеем груз в 113 граммов. Поступаем так.

$$\begin{array}{r} 0 \ 1 \ 4 \ 12 \ 37 \ 113 \text{ десятичная система} \\ \hline 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 2 \text{ троичная система} \end{array}$$

$$113_{10} = 11012_3 = 1 \times 3^4 + 1 \times 3^3 + 0 \times 3^2 + 1 \times 3 + 2 \times 1; \\ 113 = 1 \times 81 + 1 \times 27 + 1 \times 3 + 2 \times 1;$$

$$113 + 1 = 1 \times 81 + 1 \times 27 + 1 \times 3 + 2 \times 1 + 1 \times 1;$$

$$113 + 1 = 1 \times 81 + 1 \times 27 + 1 \times 3 + 3 \times 1;$$

$$113 + 1 = 1 \times 81 + 1 \times 27 + 2 \times 3;$$

$$113 + 1 + 3 = 1 \times 81 + 1 \times 27 + 2 \times 3 + 1 \times 3;$$

$$113 + 1 + 3 = 1 \times 81 + 1 \times 27 + 3 \times 3;$$

$$113 + 1 + 3 = 1 \times 81 + 1 \times 27 + 1 \times 9.$$

Последнее равенство показывает, что если на левой чашке будет груз в 113 граммов и гири в 1 грамм и 3 грамма, то для равновесия на правую чашку надо положить гири троичной системы в 9, 27 и 81 грамм: груз в 113 граммов можно взвесить при помощи одного набора троичных гирь.

Так как указанные выше преобразования можно выполнить для любого числа граммов, то можно утверждать, что любой груз, весящий целое число граммов, может быть взвешен при помощи одного набора гирь троичной системы, если положить гири на обе чашки весов. Троичная система гирь выгоднее, чем двоичная, так как одно и то же число гирь, например 5 гирь, даёт возможность взвешивать грузы в двоичной системе до $1 + 2 + 4 + 8 + 16 = 31$ грамма, в троичной же системе до $1 + 3 + 9 + 27 + 81 = 121$ грамма.

В других системах гирь такое взвешивание при помощи одного набора гирь невозможно, поэтому троичная система гирь является самой выгодной.

При уравнивании груза гирями двоичной системы гири пришлось положить только на правую чашку весов: поэтому вес груза, например 117 граммов, представлялся в виде суммы

$$117 = 1 + 4 + 16 + 32 + 64 = 1 + 2^2 + 2^4 + 2^5 + 2^6.$$

При пользовании гирями троичной системы гири пришлось положить на обе чашки весов и вес груза, например, 113 граммов представлялся равенством: $113 + 1 + 3 = 9 + 27 + 81 = 3^2 + 3^3 + 3^4$.

Это равенство можно переписать так:

$$113 = 3^2 + 3^3 + 3^4 - 1 - 3.$$

Такие равенства можно составить для любого целого числа N . Мы установили предложения (теоремы):

Всякое целое число может быть представлено в виде суммы степеней числа 2 и 1 или в виде суммы и разности степеней числа 3 и 1.

Эти теоремы выражают особые свойства чисел 2 и 3.

Зная установленные свойства чисел 2 и 3, мы могли бы без приведённых рассуждений сказать, что при помощи одного набора гирь двоичной системы можно отвесить любое целое число граммов, кладя гири только на одну чашку весов, а при помощи одного набора гирь троичной системы, кладя гири на обе чашки. Вместе с тем очевидно, что троичная система гирь выгоднее.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАИБОЛЕЕ УДОБНОЙ СИСТЕМЫ ГИРЬ В РОССИИ

В 1797 году, в то время, когда во Франции вырабатывалась метрическая система мер, в России был издан закон «Об учреждении повсеместно в Российской империи верных весов питейных и хлебных мер». В законе устанавливается «для избежания всякого обмана» как допустимый вид весов, так и единообразная форма гирь, с подчёркиванием: «применяя непременно лишь как можно менее разнообразных гирь».

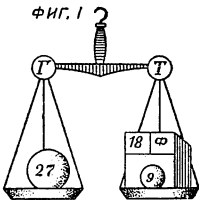
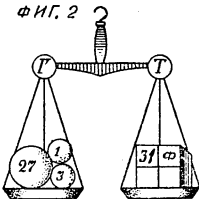
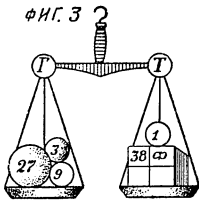
Для взвешивания товаров допускались только гири следующих весов: в 1 и 2 пуда, в 1, 3, 9, 27 фунтов и в 1, 3, 9, 27 и 81 золотник.

Как приложение к закону была издана таблица для взвешивания товаров от 1 фунта до 40 фунтов при помощи гирь в 1, 3, 9 и 27 фунтов и для взвешивания товаров от 1 золотника до 96 золотников при помощи гирь в 1, 3, 9, 27 и 81 золотник. Эту таблицу купцы и разносчики должны были всегда иметь при себе.

Вот часть этой таблицы, относящаяся к взвешиванию гирями в 1, 3, 9 и 27 фунтов товара весом до 1 пуда, и иллюстрация к ней, помещённая в правительственном издании.

Таблица для развеса гирь с надлежащим толкованием указанных гирь; имеет быть всего 6, а именно: 2-пудовая, 1-пудовая, 27-фунтовая, 9-фунтовая, 3-фунтовая и 1-фунтовая

Товар фунты	Г Гири	Т Гири и товар	П р и м е ч а н и е
1	1 — — —	0 — —	<p>Каждое весовое коромысло будет иметь на одном конце коромысла, где навешиваются чашки, букву Г (гири), а на другом Т (товар). Под первую буквою полагается в чашку одни только гири, а под буквою Т — товар и гири для довеса, следующим образом:</p>
2	3 — — —	1 — —	
3	3 — — —	0 — —	
4	1, 3 — —	0 — —	
5	9 — — —	1, 3 —	
6	9 — — —	3 — —	
7	1, 9 —	3 — —	
8	9 — — —	1 — —	
9	9 — — —	0 — —	
10	1, 9 — —	0 — —	
11	3, 9 — —	1 — —	
12	3, 9 — —	0 — —	
13	1, 3, 9 —	0 — —	<p>Пример I. Фигура 1-я (см. стр. 120).</p> <p>Потребно купить 18 фунтов товара. Приискав в 1-й графе число 18 фунтов, отыскать следует против сего гири, показанные в графах под буквою Г, а именно, 27-фунтовую; потом явствует в графах под буквою Т, что следует положить в чашку вместе с товаром 9-фунтовую гирию, к которой уже прибавлять должно столько товара, сколько потребуется в покупке. В доказательство сему следующее расчисление: из 27-фунтовой гири вычитаем 9-фунтовую, остаётся 18 фунтов — вес продаваемого товара.</p> <p>Пример II. Фигура 2-я.</p> <p>Если надобно взвесить 31 фунт, то следует положить в чашку под буквою Г 1-, 3- и 27-фунтовую гирию, а в чашку под буквою Т — один только товар:</p>
14	27 — — —	1, 3, 9	
15	27 — — —	3, 9 —	
16	1, 27 — —	3, 9 —	
17	27 — — —	1, 9 —	
18	27 — — —	9 — —	
19	1, 27 — —	9 — —	
20	3, 27 — —	1, 9 —	
21	3, 27 — —	9 — —	
22	1, 3, 27 —	9 — —	
23	27 — — —	1, 3 —	
24	2, 7 — — —	3 — —	
25	1, 27 — —	3 — —	
26	27 — — —	1 — —	
27	27 — — —	0 — —	
28	1, 27 — —	0 — —	
29	3, 27 — —	1 — —	
30	3, 27 — —	0 — —	
31	1, 3, 27 —	0 — —	
32	9, 27 — —	1, 3 —	
33	9, 27 — —	3 — —	
34	1, 9, 27 —	3 — —	
35	9, 27 — —	1 — —	
36	9, 27 — —	0 — —	
37	1, 9, 27 —	0 — —	
38	3, 9, 27 —	1 — —	
39	3, 9, 27 —	0 — —	
40	1, 3, 9, 27	0 — —	

Товар фунты	Г Гири	Т Товар и гири	Примечание
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <p>Фиг. 1</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Фиг. 2</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Фиг. 3</p>  </div> </div>			
<p>1-, 3- и 27-фунтовые гири составляют 31 фунт — вес покупаемого товара.</p> <p>Пример III. Фигура 3-я.</p> <p>Если нужно кому купить 38 фунтов товара, то, сыскав против сего числа гири под буквою Г, а именно: 3-, 9- и 27-фунтовую, и положи их в следующую им чашку, а 1-фунтовую гирию с товаром в довесе, получить должно желаемое количество, ибо в сложности 3, 9 и 27 фунтов составляют 39 фунтов.</p> <p>Вычитая 1 фунт, остаётся 38 фунтов — вес покупаемого товара.</p>			

После сказанного о троичной системе гирь вам ясен смысл и способ составления приведённой таблицы. Наш закон о весах 1797 года осуществлял на практике наиболее экономную систему гирь. Он же свидетельствует о том, что ещё в ту отдалённую эпоху наша наука о мерах (метрология) стояла на высоком научном уровне. Мы не знаем у других народов ни одной попытки применять на практике троичную систему гирь, хотя авторы разных народов доказывали её преимущества.

Высокий научный уровень нашей науки о мерах уже в XVIII веке был обеспечен участием в работе



Леонард Эйлер
1707 — 1783.



С. Я. Румовский.
1734—1812.

комиссии мер и весов знаменитого нашего математика, члена Петербургской академии Леонарда Эйлера и его учеников — С. Я. Румовского, С. К. Котельникова, М. Е. Головина (племянника М. В. Ломоносова) и других.

Установленная законом 1797 года наиболее экономная система гирь была у нас в употреблении до 1842 года. В торговой практике она в дальнейшем была оставлена, так как употребляемые в магазинах гири как по материалу, так и по точности изготовления дешёвы и их всегда можно иметь несколько наборов.

Наш закон о мерах 1797 года показывает, что во время разработки метрической системы во Франции русская мысль шла своим оригинальным путём, выработав и претворив в жизнь построенную на научной основе систему мер. И в области науки о мерах, как во многих других областях, мы имеем основание гордиться достижениями оригинальной русской мысли.

IX. УПРАЖНЕНИЯ В УСТНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЯХ В СВЯЗИ С ПРОХОЖДЕНИЕМ МЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В ШКОЛЕ

Привитие навыков устных вычислений является важной задачей преподавания математики в школе. Эти навыки должны усваиваться и закрепляться при изучении любой темы курса. Вопрос о соотношениях между старыми русскими и метрическими мерами даёт хороший материал для привития навыков устных вычислений. Рассмотрим некоторые простейшие случаи этих упражнений.

ПРОСТЫЕ СООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ РУССКИМИ И МЕТРИЧЕСКИМИ МЕРАМИ

Соотношения между мерами разных систем определяются с различной степенью точности. Различают: 1) предельную метрологическую точность, 2) практическую точность и 3) обиходную точность.

Предельная метрологическая точность, согласно Д. И. Менделееву, допускает для мер веса погрешность одну стомиллионную, для мер длины — одну миллионную, для мер жидких и сыпучих тел — одну стотысячную измеряемой величины. Для надобностей практической жизни эта точность является чрезмерной.

Практическая точность при изготовлении метрических мер и измерительных приборов нашими метрологическими учреждениями составляет вообще одну тысячную, а для мер жидких и сыпучих тел — одну сотую. В житейском обиходе, при мелочной покупке и продаже, достаточна обиходная точность, которая допускает погрешность в несколько процентов, интересуясь главным образом простотою и лёгкостью соотношений.

1. Меры длины

Пётр I установил соотношение между русской саженью и английскими мерами: 1 ярд = 3 футам = 3×12 дюймам. По обследованиям профессора Ф. И. Блумбаха в Лондоне в 1894—1895 годах с полной метрологической точностью имеем:

1 ярд = 0,914400 метра,
откуда 1 дюйм = 25,4 миллиметра.

Для обиходной точности достаточно при-
нять:

1 дюйм = 25 миллиграмм,
1 дециметр = 4 дюймам.

Погрешность при этом равна — 1,6%, т. е. мы имеем приближение с недостатком, отличающееся от истинного результата не более чем на $\frac{1}{63}$ часть изме-
ряемой длины.

Из обиходного соотношения дюйма с миллиметром получаем дальнейшие обиходные соотноше-
ния:

1 фут (12 дюймов) = 3 дециметрам = 30 санти-
метрам,

1 аршин (28 дюймов) = 7 дециметрам = 70 санти-
метрам (с погрешностью — 1,6%).

Поправку в 1,6% для перевода приближённого со-
отношения между дюймом и миллиметром в соотно-
шение метрологически точное можно сделать на
основании равенства.

1 дюйм = 25,4 миллиметра = $\left(\frac{100}{4} + \frac{1}{10} \times 4\right)$ милли-
метра.

Итак, для перевода n дюймов в миллиметры надо
вычислить:

$$n \times \left(\frac{100}{4} + \frac{1}{10} \times 4\right) = \frac{n \times 100}{4} + \frac{n \times 4}{10}.$$

Правило. Чтобы точно перевести дюймы в мил-
лиметры, надо к числу дюймов приписать два нуля
и результат разделить на четыре; затем в числе дюй-
мов отделить одну цифру справа и результат помно-
жить на четыре; оба полученных числа сложить.

Пример.

Перевести 2 сажени 7 дюймов в миллиметры:
2 саж. 7 дм. = 2×7 фут. + 7 дм. = $2 \times 7 \times 12$ дм +
+ 7 дм. = 175 дюймам.

$$\frac{175 \cdot 100}{4} \dots\dots\dots 4375$$

$$17,5 \cdot 4 \dots\dots\dots 70$$

Ответ. 2 сажени 7 дюймов = 4445 миллиметрам, притом метрологически точно.

Для других мер длины не имеет места такое простое соотношение, дающее метрологическую точность. Из соотношения 1 аршин = 0,7112 метра устанавливается практически точное соотношение:

$$1 \text{ аршин} = \frac{32}{45} \text{ метра},$$

$$1 \text{ метр} = \frac{45}{32} \text{ аршина, оба с погрешностью } - 0,013\%.$$

Последнему соотношению можно придать следующую, легко запоминаемую форму:

$$1 \text{ метр} = \frac{3}{2} \times \frac{15}{16} \text{ аршина} = \frac{3}{2} \left(1 - \frac{1}{16}\right) \text{ аршина:}$$

«метр равен полутора аршинам без полутора вершков».

Обиходными соотношениями метра, аршина, сажени, километра и версты являются:

$$1 \text{ метр} = 1 \frac{1}{2} \text{ аршина (с погрешностью } + 6,7\%),$$

$$1 \text{ аршин} = \frac{2}{3} \text{ метра (с погрешностью } - 6,7\%),$$

$$1 \text{ сажень} = 2 \text{ метрам (с погрешностью } - 6,7\%),$$

$$1 \text{ верста} = 1 \text{ километру (с погрешностью } - 6,7\%).$$

Практическую точность дают соотношения:

$$1 \text{ сажень} = \frac{32}{15} \text{ метра} = 2 \times \left(1 + \frac{1}{15}\right) \text{ метра},$$

$$1 \text{ верста} = \frac{16}{15} \text{ километра} = \left(1 + \frac{1}{15}\right) \text{ километра}.$$

В обоих случаях погрешность — 0,013% и очевидно простое правило перевода числа сажень или вёрст в метры или километры.

С той же погрешностью 0,013% имеем обратное соотношение:

$$1 \text{ метр} = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{1}{16}\right) \text{ сажени},$$

$$1 \text{ километр} = 1 - \frac{1}{16} \text{ версты},$$

$$1 \text{ вершок} = \frac{40}{9} \text{ сантиметра} = 4 \left(1 + \frac{1}{9}\right) \text{ сантиметра},$$

$$1 \text{ сантиметр} = \frac{9}{40} \text{ вершка} = \frac{1}{4} \left(1 - \frac{1}{10}\right) \text{ вершка}.$$

Точное соотношение длины:

1 вершок = 4,445 сантиметра, откуда обиходное соотношение:

1 вершок = 4,5 сантиметра (с погрешностью $+1,2\%$),

1 метр = 3 футам 3 дюймам 3 линиям.

2. Квадратные меры

Точное соотношение:

1 десятина = 1,09254 гектара,

приближённое соотношение:

1 десятина = $\frac{12}{11}$ гектара = $\left(1 + \frac{1}{11}\right)$ гектара, или

11 десятин = 12 гектарам (с погрешностью $-0,15\%$).

Отсюда с той же погрешностью имеем:

1 гектар = $\frac{11}{12}$ десятины,

1 ар = 22 кв. сажень.

Из простейших других соотношений квадратных мер укажем:

1 кв. аршин = $\frac{1}{2}$ м^2 (с погрешностью $-1,1\%$).

3. Кубические меры

Точное соотношение:

1 куб. сажень = 9,71268 м^3 ,

откуда обиходные соотношения:

1 куб. сажень = 10 м^3 (с погрешностью $+3,2\%$),

1 куб. дюйм = 16 см^3 (с погрешностью $-2,4\%$).

4. Меры веса (массы)

Точное соотношение:

1 фунт = 0,40951241 килограмма (с точностью до одной стомиллионной),

обиходное соотношение:

1 фунт = 400 грамм = $\frac{4}{10}$ килограмма (с погрешностью $-2,3\%$),

практическое соотношение:

1 фунт $= 409,50 \text{ г} = \frac{43}{105} = 0,4 \left(1 + \frac{1}{42}\right)$ килограмма
(с погрешностью $+0,0028\%$):

$$n \text{ фунтов} = 0,4 n \left(1 + \frac{1}{42}\right) = \frac{4n}{10} + \frac{0,4n}{42}.$$

Правило. Чтобы обратить фунты в килограммы *приблизённо*, надо число фунтов помножить на 4 и полученное произведение разделить на 10; чтобы обратить фунты в килограммы *практически точно*, надо в полученном результате на каждые 42 килограмма прибавить 1.

С той же погрешностью имеем:

$$1 \text{ килограмм} = 2,5 \times \left(1 - \frac{1}{43}\right) \text{ фунта},$$

$$1 \text{ пуд} = 16 \times \left(1 + \frac{1}{42}\right) \text{ килограмма}.$$

Обиходную точность имеет соотношение
1 золотник $= 4$ граммам (с погрешностью $-6,2\%$).

5. Меры жидкостей

Обиходные соотношения:

$$1 \text{ ведро} = 12 \text{ литрам},$$

обычный стакан равен объёму $\frac{1}{2}$ фунта воды, откуда
1 литр $= 5$ стаканам.

Из данных выше уточнённых соотношений можно вывести удобные практические приёмы перевода числа мер одной системы в меры другой системы, как это было показано для перевода длины, данной в русских мерах, в миллиметры. Так, например, для точного перевода n килограммов в фунты, надо число килограммов n умножить на 2,5 и уменьшить полученное число на $\frac{1}{43}$ часть его.

ПРИЛОЖЕНИЯ

В помещаемых ниже статьях даются некоторые подробности по затронутым в тексте книги вопросам; они дополняют некоторые её страницы.

ТАЛЕЙРАН

В подкрепление характеристики Талейрана на стр. 72 приведём выдержку из книги акад. Е. В. Тарле, Талейран, изд. «Молодая гвардия», 1939, стр. 46 и след.

«10 августа 1792 года пала французская монархия после полуторатысячелетнего своего существования.

Наступали такие грозные времена, когда всей ловкости бывшего епископа (Талейрана) могло не хватить для того, чтобы спасти свою голову. Конечно, Талейран тотчас же взял на себя поручение составить ноту, извещающую великобританское правительство о провозглашении республики. «Король нечувствительно подкапывался под новую конституцию, в которой ему было отведено такое прекрасное место. С самой скандальной щедростью из рук короля лилось золото и расточались подкупы, чтобы погасить или ослабить пламенный патриотизм, беспокоивший его». С таким праведным революционным гневом изъяснялся в этой ноте князь Талейран, оправдывая низвержение Людовика XVI перед иностранными державами, и прежде всего перед Англией.

И буквально чуть не в тот же самый день, как он писал эту проникнутую суровым революционным пафосом ноту, Талейран уже предпринял первые шаги для получения возможности немедленно бежать без оглядки за границу. Он явился к Дантону (вождь революционеров) просить заграничный паспорт под предлогом необходимости войти в соглашение с Ан-

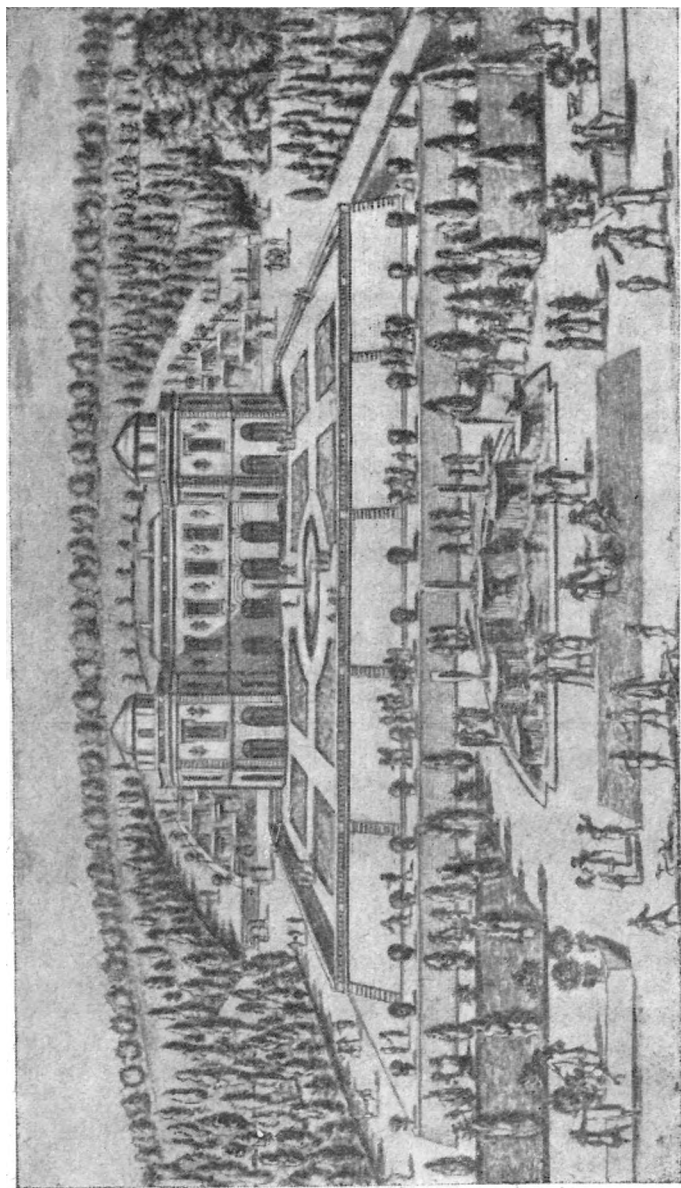
глией о принятии общих мер длины и веса. Предлог был до курьёза явственно придуманный и фальшивый. Но не мог же Дантон заподозрить, что эмигрировать в Англию собирается тот самый человек, который пять дней тому назад за полной подписью писал Англии ноту о совершеннейшей необходимости низвержения монархии и о самой безусловной правоте и обоснованности того углубления революции, которое произошло. Дантон согласился. Паспорт был окончательно оформлен к 7 сентября, а спустя несколько дней Талейран ступил на английский берег.

Опоздай он немного и голова его скатилась бы с эшафота ещё в том же 1792 году. Это можно утверждать совершенно категорически; дело в том, что в знаменитом «железном шкафу» короля, вскрытом по приказу революционного правительства, оказались два документа, доказывавшие, что ещё весной 1791 года Талейран тайно предлагал королю свои услуги; дело было сейчас же после смерти Мирабб, и Талейран имел тогда все основания рассчитывать, что именно ему пойдёт приличное вознаграждение, которое за подобные же тайные услуги получил Мирабб. Конечно, Талейран имел в виду обмануть короля. Сделка почему-то расстроилась, но следы остались, хотя и очень слабые (он был крайне осторожен), и, как сказано, обнаружились. 5 декабря 1792 года декретом Конвента было возбуждено обвинение против Талейрана. Присланное им объяснение не помогло, и он официально был объявлен эмигрантом».

БРЕТЁЙЛЬСКИЙ ПАВИЛЬОН

В тексте книги было сказано, что Международное бюро мер и весов и все его учреждения помещаются в так называемом Бретёйльском павильоне, находящемся в парке Сен-Клу, в окрестностях Парижа. Павильон был отведён французским правительством в собственность Международной организации метра и является интернациональной областью внутри французской территории.

Бретёйльский павильон расположен на опушке парка Сен-Клу, рядом с знаменитой французской национальной Севрской фарфоровой мануфактурой,



Брегёйский павильон в конце XVII века.

вдали от городской тряски и железнодорожных линий. История павильона начинается с середины XVII века, когда король Людовик XIV подарил его своему брату Филиппу Орлеанскому. Последний принял большие работы по украшению дворца. Парк разбит знаменитым архитектором Ленотром, который в то же время разработал и Версальский парк. Глядя на план парка, созданного Ленотром, невольно вспоминаешь стихи В. Маяковского:

По этой	в шелках
дороге,	золочёных каретц
спеша во дворец,	телес
бесчисленные Людовики	десятипудовики.
трясли	

В 1743 году павильон был куплен маркизом Бретейлем и получил своё теперешнее название.

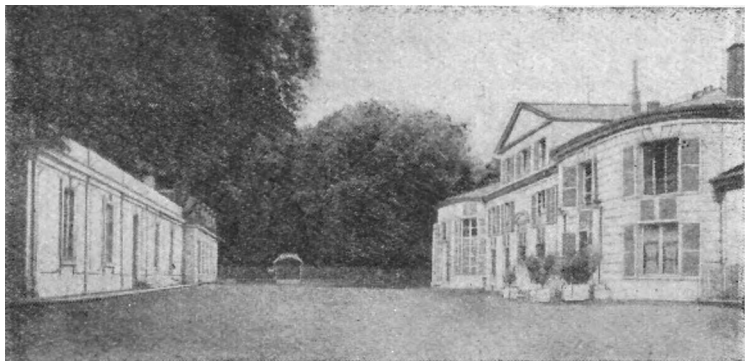
Во время правления Наполеона I во дворце проживали императрицы Жозефина и Мария-Луиза, сёстры Наполеона и королева Гортензия со своими детьми, среди которых здесь подрастал и будущий Наполеон III. В 1815 году прусский генерал Блюхер занял и опустошил павильон.

Покинутый во время реставрации дворец при Наполеоне III служил местом жительства принцесс. Во время франко-прусской войны 1870 года дворец сильно пострадал от французской артиллерии, которая стремилась нейтрализовать германскую батарею, находившуюся в непосредственной близости от Бретейльского павильона.

Здание в 1875 году было передано Международному комитету мер и весов в весьма обветшалом состоянии. Новый владелец произвёл необходимый ремонт и выстроил новое здание, в котором были помещены научные лаборатории бюро. В 1930 году в связи с расширением деятельности бюро были построены новые лаборатории.

Во время второй мировой войны от бомбардировок Парижа Бретейльский павильон в общем пострадал немного. Лишь воздушные атаки на автомобильные заводы Рено, находящиеся в этом районе, нанесли некоторые повреждения зданиям, не причинив, однако, вреда научным аппаратам.

В подвалах Бретейльского павильона (на глубине 8 метров) хранятся при постоянной температуре международные эталоны и их копии-свидетели. Вход в этот подвал запирается тремя замками, ключи от которых находятся у трёх различных лиц. Директор бюро может войти в подвал только с разрешения Международного комитета мер и весов и в присутствии по меньшей мере одного его члена.



Бретейльский павильон в настоящее время.

Этот порядок хранения международных эталонов мер очень напоминает указ Петра I 1719 года «О подлежащих государству вещах».

«Государству принадлежащие вещи, а именно государственное яблоко (держава), корона, скипетр, ключ и меч имеют в царской рентереи (казне) в большом сундуке за тремя замками в сохранении быть, к чему камер-президенту, одному камер-советнику и царскому рентмейстеру каждому по одному ключу иметь подлежит, и когда торжественное какое действие случится, то президенту вместе с двумя камер-советниками идти в рентерею и оный сундук отпереть и подлежащие такие вещи вынять и через двух камерных советников к царскому двору отсылать. А после бывшего торжества взять и велеть оные паки в рентереи сохранить» (А. Е. Ферсман, акад., Очерки по истории камня, т. I, изд. Академии наук СССР, М., 1954, стр. 123).

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОТИВНИКИ МЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МЕР

Известно, что Соединённые Штаты Америки и Англия пока не только не ввели у себя метрической системы мер, но принципиально возражают против её введения.

Естественно спросить, какие же принципиальные соображения могут быть приведены против метрической системы? На этот вопрос даёт ответ президент американского института весов и мер в брошюре, изданной в 1946 году названным институтом.

«Американский институт весов и мер, организованный в 1916 году, является противником пропаганды в пользу обязательного введения в Соединённых Штатах метрической системы мер. Институт не возражает против употребления этой системы теми, кто найдёт её для себя полезной. Пользование этой системой допускается в Соединённых Штатах законом с 1866 года, в Великобритании — почти с того же времени. Из того, что за истекшее с этого момента время лишь немногие коммерсанты этих стран приняли метрическую систему, можно заключить, что она не представляет преимуществ вне сферы научных лабораторий.

Ни со стороны экспортёров, ни со стороны зарубежных покупателей нет явных требований о том, чтобы мы отказались от нашей теперешней системы мер в пользу метрической. Конечно, перевод мер одной системы в меры другой системы представляет некоторые затруднения, но такую же трудность представляет перевод денег и различие языков. Пока народы не перешли на единый язык и на общую денежную систему, мы выиграли бы немного от унификации мер и весов.

Хотя наш институт не против употребления метрической системы мер, однако он не рекомендует распространения её в Соединённых Штатах вне научных лабораторий, так как введение её внесло бы путаницу в производство, коммерцию и быт, где этой путаницы ныне нет. Это убеждение подкрепляется ещё и тем обстоятельством, что английская система весов и мер в практическом отношении стоит выше

метрической¹, которая в некоторых областях, например в морском деле, оказалась непрактичной и не применяется в чистом виде даже в самой Франции.

С другой стороны, английская система, подобно английскому языку, оказалась практичной и способной к развитию в необходимых направлениях. Американский институт весов и мер и ставит своей целью выяснение и разъяснение этого».

Все выставленные доводы против введения метрической системы не новы, они приводились в своё время и в России. Сам автор брошюры признаёт «несчастьем английской системы весов существование двух различных тонн» (малая тонна 2000 фунтов — в США, Канаде, Южной Африке, большая тонна 2240 фунтов — в Англии и Австралии и для некоторых продуктов в США), равно как существование 56 различных бушелей.

Против метрической системы в 1906 году выступил английский философ Герберт Спенсер специальной брошюрой, чтобы помешать парламенту ввести эту систему в Англии. Автор заявляет, что «десять тысяч человек хотят заставить двадцать миллионов менять свои привычки. Эти десять тысяч суть учёные (при том не все), торговые палаты и некоторые тред-юнионы, двадцать миллионов — мужчины и женщины Англии». Спенсер считает, что реформу системы мер можно предпринять лишь после опроса населения.

Далее Спенсер воспроизводит возражения астронома Джона Гершеля в 1863 году против выбора длины метра. Метр, говорит Гершель, есть известная доля парижского меридиана, следовательно, мера местная и национальная, а не универсальная. Земная ось могла бы дать более приемлемую единицу длины². Несколько изменённый ярд, приравненный некоторой части длины земной оси, был бы, по мнению Гершеля, более приемлемой единицей длины. К доводам Гершеля Спенсер добавляет критику стоградусного термометра, уверяя, что для метеорологии нельзя придумать менее

¹ Это мнение американского автора ничем не подтверждено — И. Д.

² Гершель не касается вопроса, можно ли определить длину земной оси, не прибегая к измерению того или другого определённого (местного) меридиана — И. Д.

подходящую шкалу термометра, чем стоградусная, что градус этого термометра слишком велик, гораздо больше показаний его приходится писать со знаком минус, чем при пользовании термометром Фаренгейта, употребляемым в Англии и Северной Америке.

Последний довод Спенсера против метрической системы заключается в том, что в английской системе мер ряд единичных отношений является кратными или долями двенадцати, что позволяет в круглых числах выражать $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ и $\frac{1}{4}$ меры.

Этот довод являлся бы сильным, если бы мыслим был переход человечества на двенадцатиричную систему счисления. Такой переход и введение естественной в таком случае двенадцатиричной системы мер обсуждались при создании метрической системы во Франции, но соответственный проект был оставлен, так как изменение системы счисления является неосуществимым. Таким образом, единственным доводом против введения метрической системы является то, что для этого нужно отказаться от вкоренившихся привычек. «Революционный порыв», о котором неоднократно говорили французские реформаторы системы мер, помог французам преодолеть вековые привычки.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Введение	3
I. Возникновение мер	6
Меры длины	6
Что принять за меру длины?	9
Меры, не требовавшие эталонов	12
Об одной замечательной мере длины древних народов	14
Меры площадей	18
Меры веса (массы)	20
II. Попытки создания системы мер у древних народов	26
Основное условие удобства системы мер	26
Сравнение вычислений в различных системах мер	28
Вавилонская система мер	30
Системы мер других древних народов	32
III. Старые русские меры	36
Начало государственного надзора за мерами в России	36
Русские меры длины	39
Меры площадей	43
Меры сыпучих тел	44
Меры жидкости	44
Меры веса (массы)	45
Денежная система русского народа	47
Надзор за мерами в России в новое время	51
Д. И. Менделеев — метролог	54
Деятельность метрологического учреждения в наши дни	59
IV. Дальнейшее развитие систем мер в новое время	62
Недостатки старых систем мер	62
Противники реформы системы мер	65
Злоупотребления мерами в торговле	66
Каким требованиям должна удовлетворять система мер?	69
Потребности наук в реформе системы мер	70
V. Создание метрической системы	72
Разработка основ метрической системы	72
Измерение дуги меридиана	76
Временная метрическая система	79
Сокращённые обозначения метрических мер	84
Архивный метр	86
Причины, мешавшие проведению в жизнь метрической системы	88
VI. Метрическая система становится международной благодаря деятельности русских учёных	90

Призыв Петербургской академии наук	90
Организация Международного бюро мер и весов	92
Определение метра при помощи длины волны	99
VII. Метрическая система мер в России и СССР	102
VIII. Задача Д. И. Менделеева о наилучшей системе гирь	107
Постановка вопроса	108
Разные системы счисления	109
Взвешивание при помощи одного набора гирь	111
Все числа троичной системы могут быть записаны при помощи двух цифр: 0 и 1	113
Использование наиболее удобной системы гирь в России	118
IX. Упражнения в устных вычислениях в связи с прохождением метрической системы в школе	122
Простые соотношения между русскими и метрическими мерами	122
Приложения	127
Талейран	127
Бретейльский павильон	128
Современные противники метрической системы мер	132

Иван Яковлевич Депман

ВОЗНИКНОВЕНИЕ СИСТЕМЫ МЕР И СПОСОБОВ
ИЗМЕРЕНИЯ ВЕЛИЧИН

Редактор *Л. А. Сидорова*

Обложка художника *В. Ю. Кащенко*

Художественный редактор *В. И. Рывчин*

Технический редактор *Н. Махова*

Корректор *Л. В. Зайцева*

Сдано в набор 8/V 1956 г. Подписано к печати 3/XII 1956 г.
84×108¹/₃₂. Печ. л. 8,5 (6,97) Уч.-изд. л. 6,46.

Тираж 25 тыс. экз. А 14101.

Учпедгиз. Москва, Чистые пруды, 6.

Отпечатано в Книжной фабрике имени Камиль Якуба Отдела издательств и полиграфической промышленности Министерства
Культуры ТАССР, г. Казань, ул. Баумана 19, 1956 г.
Заказ № а-448. Цена 1 р. 60 к.

Цена 1 р. 60 к.