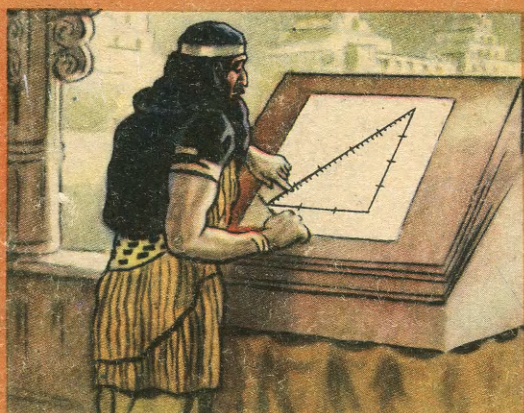




И. ДЕПМАН



**МЕРЫ
И МЕТРИЧЕСКАЯ
СИСТЕМА**

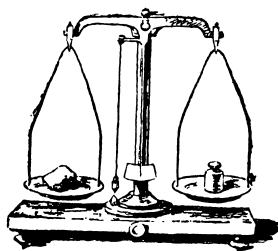




В П О М О Щ Ь Ш К О Л Ь Н И К У

И. ДЕПМАН

М Е Р Ы И МЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА



*Государственное Издательство
Детской Литературы Министерства Просвещения РСФСР
Москва 1953 Ленинград*

*Отзывы и пожелания издательству на-
правляйте по адресу: Ленинград, набе-
режная Кутузова, 6, Дом детской книги
Детгиза*

О ЧЕМ РАССКАЗАНО В ЭТОЙ КНИГЕ

Все известные нам народы пользовались теми или иными мерами для измерения расстояний, площадей, объемов и веса различных предметов.

«Без меры и лаптя не сплетьешь», — говорит русская пословица.

Русский народ тысячу лет назад имел не только свою систему мер, но и государственный контроль за мерами. К концу XVIII века эта система превратилась в единственную в мире, по своей научной основе, национальную систему мер.

К этому времени развитие международных сношений и наук выдвинуло требование единой для всех народов системы мер, построенной на новых, научных началах. Французские ученые времен революции 1789 года героическими усилиями создали такую систему, но она оставалась местной, пока русские ученые не превратили ее в международную.

Что это за система мер и как она создавалась?

В окрестностях Парижа, в парке Сен-Клу, находится маленькая международная область, состоящая из неказистых, в сравнении с парижскими дворцами, построек. Сердцем этой области является так называемый Бретейльский павильон. В нем, в глубоком подземелье, хранится вещь, ценимая всем миром.

Бретейльский павильон находится в стороне от железных дорог и автомобильных линий, благодаря чему он избавлен от тряски, которая могла бы нарушить покой ценности, хранящейся в подвале здания.

Три замка обеспечивают ей нерушимый покой. Ключи к замкам находятся в руках трех хранителей, обычно раз-

ных национальностей, и доступ в подвал возможен лишь при одновременном присутствии всех трех стражей.

Что же хранится в Бретейльском павильоне? Хранится там металлический стержень, лежащий в нескольких футлярах и являющийся праотцем всех тех метров, которыми пользуется и работник прилавка, и астроном, измеряющий расстояния до небесных тел, и физик, учитывающий под микроскопом невидимые глазу расстояния.

Наша книга посвящена рассказу о мерах и измерении разных величин у разных народов и в разные времена.

Центральным предметом рассказа будет метр. Изменяя несколько слова современного поэта, можем сказать:

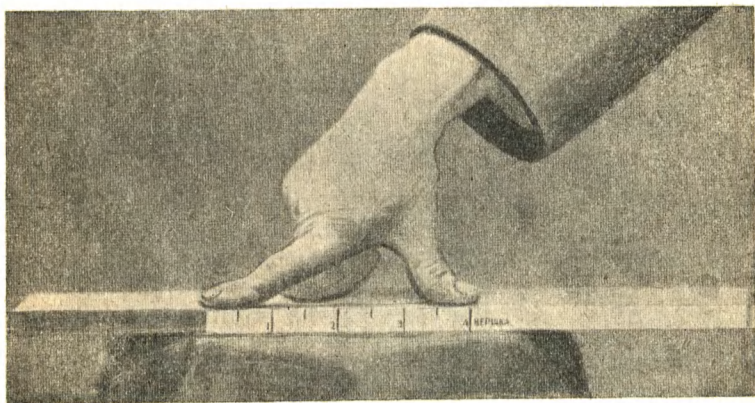
Итак, начинается повесть о метре,
О сантиметре и миллиметре.

1. ВОЗНИКНОВЕНИЕ МЕР

МЕРЫ ДЛИНЫ

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

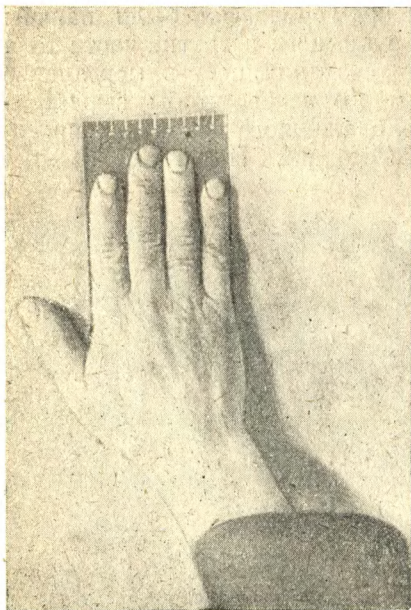
Первым счетным прибором человека были пальцы рук и ног. Те же пальцы, руки, ноги и другие части тела послужили образцами для создания первых мер длины. Очевидно, потребовалось много веков, чтобы выработались основные навыки приближенного измерения протяженности предметов и расстояний. Некоторые из этих



Измерение длины пядью, или «четвертями».

первобытных приемов сохранились до настоящего времени, а некоторые дали основание возникновению мер, в дальнейшем уточненных, употреблявшихся еще в недалеком 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 счета шагов имеется особый прибор — пedomетр. Он представляет собою механизм вроде карманных часов. При каждом шаге — стуке ноги о землю — стрелка пedomетра проходит по одному делению, и на циферблате пedomетра можно прочесть число сделанных шагов от начального момента, когда стрелки были поставлены на нулевое деление. Произведенные таким образом измерения расстояний или съемки небольших участков земли дают достаточно удовлетворительные по своей точности результаты.



Мера ладонь, равная четырем пальцам.

Для измерения полей шаг оказался слишком малой мерой. Возникли новые меры: двойной шаг или трость, а затем — двойная трость. В Риме для измерения больших расстояний вошла в употребление мера, равная тысяче двойных шагов или тростей; отсюда произошло название русской меры расстояний — м и л я — от латинского слова «mille», «milia» — «тысяча», «тысячи». Большие расстояния измерялись переходами (за определенный период времени), п р и

валами, днями передвижения. В рассказе Джека Лондона индеец на вопрос о расстоянии до некоторого места отвечает: «Едешь 10 снов, 20 снов, 40 снов» (то есть суток).

В Сибири была в употреблении мера расстояния **бука**; это расстояние, на котором человек перестает видеть раздельно рога быка.

Пишущий настоящий очерк в детстве был удивлен, когда его земляки, эстонские моряки, сказали ему, что до конца плавания остается еще три

трубки; так называлось у моряков расстояние, проходимое судном при нормальной скорости за время, пока курится набитая табаком трубка.

В Испании такой же мерой расстояния служит **сигара**, в Японии — **лошадиный башмак**, то есть путь, проходимый лошадью, пока износится привязываемая к ее ногам соломенная подошва, заменявшая в Японии подкову.

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



Мера ладонь.

ЧТО ПРИНЯТЬ ЗА МЕРУ ДЛИНЫ?

Влияние на выбор меры длины оказывала не только величина измеряемых расстояний. Длину веревки 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 локтя. Измеряемую ткань или ленту удобно наматывать на такой эталон (материальный образец меры). Пол-

ный оборот ткани около локтя назывался двойным локтем, встречавшимся также у разных народов.

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

Высоту предмета такую саженью измерять было бы неудобно. Отсюда возникла другая мера — косая сажень. Некоторые ученые считают, что это расстояние от каблука правой (или левой) ноги до кончиков вытянутой вверх левой (или правой) руки. Существуют и другие объяснения названию «косая сажень». Косая сажень обычно больше маховой. В сказках о великанах говорят, что у них «косая сажень в плечах».

Для измерения меньших расстояний употреблялась ладонь — ширина кисти руки. В английских повестях нередко можно встретить описание того, как крестьянин или любитель лошадей определяет высоту лошади числом ладоней.

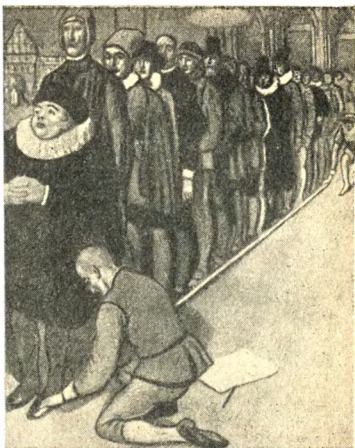
Еще меньшей единицей длины является дюйм, который первоначально был длиной сустава большого пальца.



Мера локоть.



Мера палец.



Происхождение меры фут.

На это указывает само название этой меры: *duim* — голландское название большого пальца.

Длина дюйма была уточнена в Англии, где в 1324 году королем Эдвардом II был установлен «законный дюйм, равный длине трех ячменных зерен, вынутых из средней части колоса и приставленных одно к другому своими концами». В английском быту и языке до сих пор сохранилась мера «ячменное 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 «лучшего ради согласия с европейскими народами в трактатах и контрактах», — как говорит петровский указ.

Одновременно с дюймом была уточнена длина другой меры — фута, — употреблявшейся с древних времен 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». Повидимому, 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.



Происхождение меры длины ярд.

В XVI веке математик Клавий, один из главных участников создания нашего (грегорианского) календаря, определяет геометрический фут как ширину 64 ячменных зерен. Такое определение длины фута представляет большое уточнение этой меры, так как ширина зерна гораздо более постоянна и определена, чем его длина. Большое число зерен (64), укладываемых рядом для получения фута, лучше выравнивает отклонения отдельных зерен от средней величины.

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

За основную, в английском обиходе, меру длины — ярд — указом короля Генриха I (1101 год) было определено расстояние от носа короля до конца среднего пальца вытянутой его руки. Длина ярда в настоящее время равна 0,9144 метра.

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

МЕРЫ, НЕ ТРЕБОВАВШИЕ ЭТАЛОНОВ

Приведенные примеры мер основаны на размерах частей человеческого тела. Возникли эти меры в трудовой деятельности человека и в борьбе за существование. С развитием общества, появлением частной собственности, обмена продуктами производства и разделения труда первоначальные примитивные способы измерения перестали удовлетворять требования человека. Уточнялись меры, совершенствовались способы измерения. Очевидно, что первый период истории мер, в течение которого чело-

век не нуждался в других материальных образцах мер (эталонах), кроме частей 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 клеенку или бумагу для стола, то, весьма вероятно, мы не станем точно измерять размеры стола, а сделаем это пядью, одной из первобытных мер длины, определяемой расстоянием между концами пальцев — большого и указательного или среднего.

ОБ ОДНОЙ ЗАМЕЧАТЕЛЬНОЙ МЕРЕ ДЛИНЫ ДРЕВНИХ НАРОДОВ

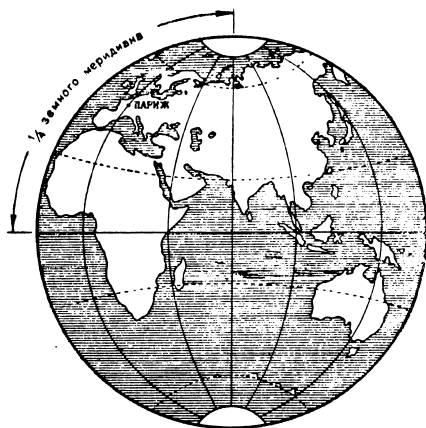
Из сказанного вы уже знаете, что за меру расстояния принимались и расстояния, проходимые за определенный промежуток времени. Эта идея привела к возникновению одной меры длины, которая в древности имела очень большое распространение у разных народов.

Вавилоняне 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, и египтянами, греками и другими народами. Римский стадий был равен 185 метрам, греческий олимпийский — 192 метрам.

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

Великий греческий историк Геродот (V век до нашего летоисчисления) утверждает, что египетский локоть был равен локтю на греческом острове Самос. В той и другой местности Геродот проживал подолгу, поэтому слова его заслуживают доверия.



Меридианы.

До нас дошел целый ряд эталонов египетских локтей, как высеченных на камне, так и в виде палочек. Длина египетского локтя—52,7 сантиметра. Вавилонский локоть имел, как указано, приблизительно ту же длину. Можно думать, что общность длины локтя у народов древности есть следствие того, что на достигнутом этими народами уровне развития мера локоть уже не бралась непосредствен-

но от человеческой руки, длина которой слишком переменна, а выводилась из стадия, определяемого по продолжительности восхода солнца.

Знание, хотя и приближенное, длины единиц мер древних народов дает возможность установить некоторые интересные факты.

В дальнейших главах неоднократно придется говорить о меридиане Земли. Так называется окружность, проходящая по поверхности Земли через Северный и Южный полюсы ее.

$\frac{1}{360}$ часть этой окружности называется градусом меридиана.

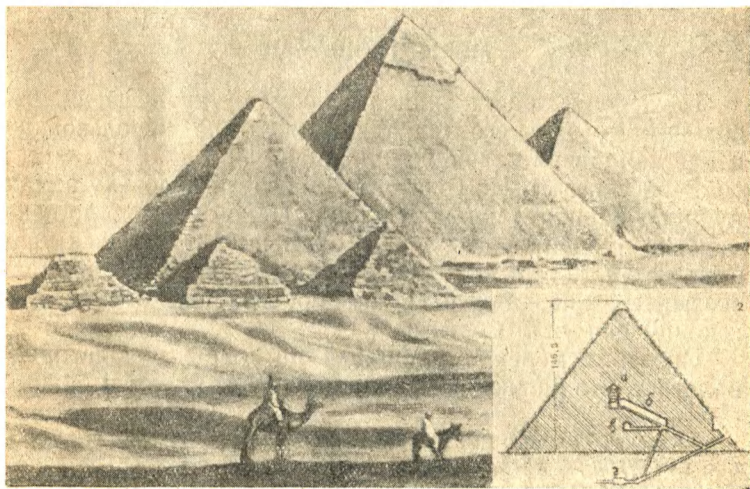
Длина земного меридиана как определяющая размеры земного шара всегда интересовала ученых. Длину эту измеряли неоднократно. Самая ранняя попытка такого измерения была сделана около 200-го года до нашего летоисчисления греческим географом и математиком Эратосфеном. Он вычислил длину меридиана Земли, которая оказалась равной 250 000 стадиям. Если длину египетского локтя принять равной 52,7 сантиметра, то, по Эратосфену, длина меридиана приближенно 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 $7\frac{1}{5}$ градусам, то есть $\frac{1}{50}$ части меридиана. Умножив расстояние между городами на 50, он получил длину меридиана. Так как расстояние между названными городами, которым воспользовался Эратосфен, было на 15% больше действительного, то результат вычислений оказался также больше действительной длины меридиана. На результат повлияло и то обстоятельство, что упомянутые города не лежат точно на одном меридиане.

Отметим, что речь идет о том же Эратосфене, имя которого вы встречали в учебнике арифметики («решето Эратосфена» для составления таблицы простых чисел).

Из данных, обычно лишь приближенных, о древних мерах и способах измерения нередко делают 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 летоисчисления. Измеряя в настоящее



Египетские пирамиды; цифрой 2 обозначены помещения внутри пирамиды; высота 146,5 метра.

время то или иное расстояние на пирамидах и производя над полученным числом разные, произвольно выбранные, арифметические действия, некоторые авторы прошлого и настоящего времени, кончая современным французским математиком Монтелем, находили значения природных величин (скорости распространения света, длину маятника, отбивающего секунды, числа π , обозначающего отношения длины окружности к ее диаметру, и других).

Утверждалось, что сторона основания большой пирамиды первоначально была равна $\frac{1}{500}$ части градуса 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 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 побежал так быстро, что к концу дня упал мертвым.¹

Способ измерения площадей по длине обхода предполагает, что равные по площади фигуры имеют и равные

¹ Рассказ Толстого имел тенденцию внушить читателю смирение, так как удел-де всех — могила, участок земли «семь футов на четыре». Известно, что А. П. Чехов отзывался на рассказ Толстого следующим образом: «— Много ли человеку земли нужно? — Много! Вся земля! Площади «семь футов на четыре» достаточно не человеку, а трупу!»

границы (периметры) и что равные периметры охватывают равные площади. Это предположение неверно, однако это неверное правило применяли не только башкиры, но и другие народы. Римские писатели упрекают своих современников в том, что они придерживаются 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. 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 мерою полей служила еще единица югер. Слово это происходит от латинского слова «югум» — «ярмо», то есть деревянная рама, которую надевали на шеи пары волов. Югер означал участок земли, вспахиваемый за день плугом, в который впряжена пара волов. В главе о старых русских мерах вы узнаете, что аналогичная мера земли существовала и у славян.

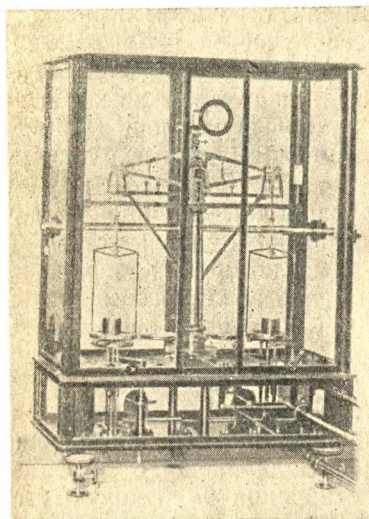
Вавилоняне, египтяне и греки вычисляли площади фигур по правилам, сходным с нашими правилами или очень близким к ним. Египтяне определяли площадь треугольника умножением половины основания на боковую сторону, а не на высоту, как учит наша геометрия. Однако треугольники, которые встречаются в египетских текстах, бывают или прямоугольные — и тогда египетское правило дает точный результат, — или почти прямоугольные — и в таких случаях египетское правило дает приближенный, но достаточно точный для практики ответ. Правило вычисления площадей, аналогичное египетскому, встречается и в русских рукописных математических руководствах XVI—XVII веков. Знаменитый русский математик М. В. Остроградский (1801—1861) рассказывает, что он еще в середине XIX века встречал на Украине «землемеров», вычислявших величину треугольного поля египетским способом. Этот способ удовлетворял внутренним потребностям тогдашнего хозяйства, не нуждавшегося в большой точности.

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 объему. Так, например, сыпучие тела и жидкости можно было мерить, наполняя ими сосуды определенной вместимости. Однако к другим веществам такой способ измерения не применим. Древесную массу, строительные

материалы, волокнистые вещества и многие другие продукты нельзя или неудобно измерять таким образом. В связи с этими затруднениями человек изобрел способ измерения количеств веществ по тяжести или весу при помощи рычажных весов. Рычажными весами определяется количество вещества, или масса, взвешиваемого предмета. В этом параграфе у нас речь идет, собственно, о мерах массы. Однако в быту эти меры называются мерами веса, что будем делать и мы в этой книге.



Весы для точного взвешивания.

Какой народ и когда изобрел весы, мы не знаем.

Весьма вероятно, что изобретение их было сделано многими народами независимо друг от друга.

До нас дошел целый ряд изображений рычажных весов в памятниках древних обитателей Египта, относящихся к второму тысячелетию, и очень много сцен применения весов в греческих картинах первого тысячелетия до начала нашего летоисчисления.

В вавилонских памятниках изображения весов встречаются редко; помещенный снимок принадлежит к немногим из таких.

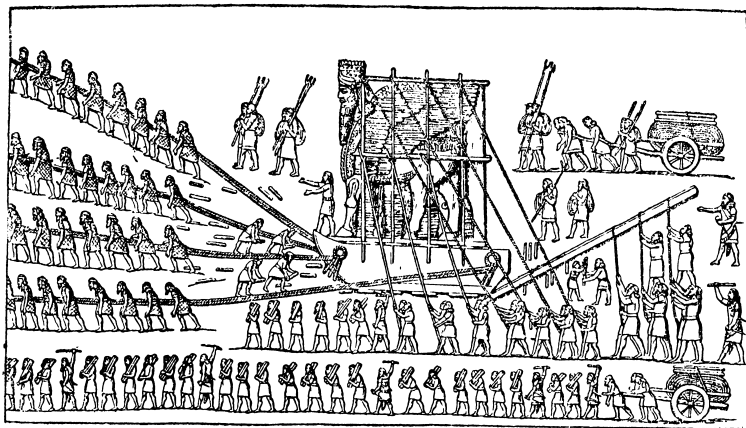
Вавилонянам уже в третьем тысячелетии до нашего летоисчисления было известно применение рычага, как



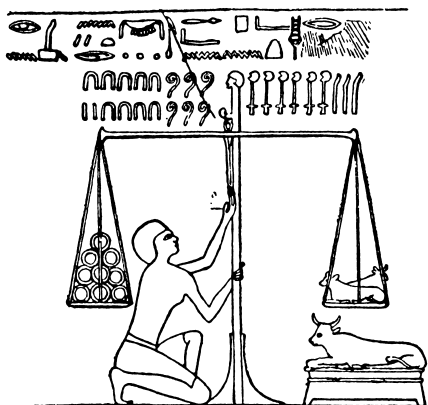
Вавилонское изображение весов.

показывают дошедшие до нас изображения перевозок и подъема больших тяжестей. Знание применения рычага лежит в основе изобретения весов.

Для взвешивания тел на рычажных весах нужно иметь меры в виде образцовых гирь или эталонов. Зерна растений, которые были использованы 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, определяемый на основании взвешивания большого числа зерен. Единица аптекарского веса до последнего времени называлась г р а н о м, что значит зерно.



Использование рычага вавилонянами.



Древнеегипетское изображение весов.

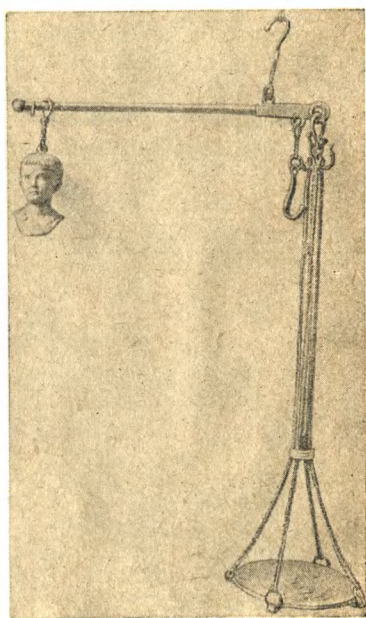
ня того же качества, весящего 1 карат.

Позднее за единицу веса стали принимать вес воды, наполняющей сосуд определенного объема.

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 доступные для обозрения и сравнения эталоны мер. В стену здания английско-

Единицей веса драгоценных камней является карат (1 карат $\approx 0,2$ грамма), вес семени одного из видов бобов.

Отметим, что стоимости драгоценных камней одного и того же качества не пропорциональны весу их: стоимости камней одного и того же качества относятся как квадраты их весов; камень весом в два карата в среднем в четыре раза дороже кам-



Римские весы; хранятся в Эрмитаже. Найдены при раскопках в Помпее в 1846 году.

го парламента были вделаны единицы мер длины, которые погибли при пожаре здания в 1834 году; в настоящее время такие же образцы мер длины выставлены на Трафальгарском сквере (площадь в Лондоне, где происходят собрания и митинги).

Образцы старых французских мер были вделаны в стену находящегося в Париже дворца Шатле. В Париже, в стену здания Министерства юстиции и в настоящее время вделаны эталоны мер длины метрической системы.

II. ПОПЫТКИ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ МЕР У ДРЕВНИХ НАРОДОВ

ОСНОВНОЕ УСЛОВИЕ УДОБСТВА СИСТЕМЫ МЕР

Приведенные 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 аналогичными. Поэтому на этой 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 регулирования 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 четвертом тысячелетии до нашего летоисчисления, следовательно, 5—6 тысяч лет назад, началось развитие культуры, достигшей сравнительно высокого уровня.

Шумеро-вавилонские государства близки к нам территориально. Они соприкасались с Кавказом, а временами охватывали части Закавказья. Древняя Армения в течение нескольких веков входила в состав государств, являвшихся преемниками шумеро-вавилонян, составляя временами существенную часть их. Из всех советских народов армяне

имеют самую древнюю математику, первые по времени памятники которой имели общие корни с вавилонской.

Первоначально у шумеров была десятичная нумерация. Позднее из нее 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 или кратное его).

Выбор одинаковых оснований для системы счисления и системы мер дает 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 основания 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 подсчету одного из главных деятелей превращения метрической системы в международную, нашего знаменитого академика Б. С. Якоби (1801—1874), 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, приведем 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 содержится в 155 пудах 37 фунтах 2 лотах 1 золотнике?»¹

В метрической системе берем аналогичный вопрос: «Сколько раз 85 килограммов 537 граммов содержится в 5 центнерах 98 килограммах 759 граммах?»

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

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

в них единицы. В русской системе мер нужно выполнить следующие выкладки

$$\begin{aligned}
 22 \times 40 &= 880 \text{ (фунтов),} \\
 880 + 11 &= 891 \text{ (фунтов),} \\
 &\begin{array}{r} \times 891 \\ 96 \\ \hline 5346 \\ 8019 \\ \hline 85\ 36 \\ + 1 \\ \hline 85537 \end{array} \text{ (золотников),} \\
 155 \times 40 &= 6200 \text{ (фунтов),} \\
 6200 + 37 &= 6237 \text{ (фунтов),} \\
 &\begin{array}{r} \times 6237 \\ 32 \\ \hline 12474 \\ 18711 \\ \hline 199584 \\ + 2 \\ \hline 199586 \end{array} \text{ (лотов),} \\
 199586 \times 3 &= 598758 \text{ (золотников),} \\
 598758 + 1 &= 598759 \text{ (золотников),} \\
 598759 : 85537 &= 7.
 \end{aligned}$$

О т в е т: 7 раз.

Решение в метрической системе:

$$\begin{aligned}
 85 \text{ кг } 537 \text{ г} &= 85537 \text{ г,} \\
 5 \text{ ц } 98 \text{ кг } 759 \text{ г} &= 598759 \text{ г,} \\
 598759 : 85537 &= 7.
 \end{aligned}$$

Первые две строки нет надобности 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 7». ¹

¹ Фут равен 12 дюймам, дюйм — 10 линиям.

Р е ш е н и е:

$$\begin{aligned}1 \text{ фут } 2 \text{ дюйма} &= 14 \text{ дюймам,} \\4 \text{ линии} &= 0,4 \text{ дюйма.}\end{aligned}$$

Объем линейки

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

Вес воды того же объема

$$3,84 \times 11,2 = 43,008 \text{ золотника.}$$

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

Вес линейки

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

Аналогичный вопрос в метрических мерах:

«Найти вес чугунной линейки длиной в 3 дециметра 5 сантиметров, шириною в 4 сантиметра и толщиной в 7 миллиметров».

Р е ш е н и е:

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

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

Вес линейки

$$98 \times 7 = 686 \text{ грамм.}$$

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

ВАВИЛОНСКАЯ 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



Статуя вавилонского царя Гудеа, правившего в городе Уре около 2000 лет до начала нашего летоисчисления.

На коленях царя — доска, на которой вырезана масштабная линейка (изображенная на отдельном чертеже) в половину вавилонского царского локтя.

совершенно так же, как мы преобразовываем данные, выраженные в метрической системе, в десятичных дробях. Основание систем счисления и мер 60 удобнее, чем 10, так как от 10 только половинные и пятые доли, то есть $\frac{1}{2}$ и $\frac{1}{5}$, выражаются целым числом; от 60 же целыми числами выражаются доли $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{12}$, $\frac{1}{15}$, $\frac{1}{30}$.

Меры длины

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

Меры веса

1 талант	= 60 минам,
1 мина	= 60 сиклям,
1 сикль	= 180 зернам ≈ 10 граммам.

Единицами площадей и объемов у вавилонян служили квадраты и кубы, стороною или ребром которых являлись единицы длины. Иногда, впрочем, у вавилонян единицей объема служил объем квадратной пластинки, толщина ко-



Масштабная линейка разделена на 16 равных частей, из которых вторая, считая от правой руки, разделена на 6, четвертая — на 5, шестая — на 4, восьмая — на 3 и десятая — на 2 равные части.

Каждая шестая часть второго подразделения линейки на краях линейки разделена еще на 2 и на 3 равные части. Наименьшие деления масштаба доходят до миллиметра.

торой составляла одну двенадцатую часть единицы длины, служащей стороною квадрата.

Нужно отметить, что в народном обиходе у вавилонян сохранились более ранние меры, носящие названия некоторых конкретных величин и не связанные с шестидесятиричным счислением. Так, например, для измерения полей существовали народные меры:

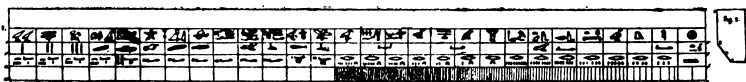
1 грядка — основная мера,
1 поле = 100 грядкам,
1 колодец = 18 полям.

В современных мерах грядка приблизительно равна 35,25 квадратного 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 народов Ближнего Востока в большинстве случаев обнаруживают сходство с вавилонской системой.



Египетский локоть XVII века до нашего летоисчисления. На чертеже в четырех полосках изображены подписи на гранях эталона.

На первой грани эталона «пальцы» (деления), считая справа налево, разделены: первый — пополам, второй — на 3 равные части, третий — на четыре и т. д. до 15-го деления, который разделен на 16 равных частей.

На следующей полосе (границы) записаны соответствующие делениям дроби $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{6}$: особый знак употреблялся для $\frac{1}{7}$, остальные доли обозначались единообразно: знак дроби = 3, в виде чечевицы, под ним знаменатели, $\frac{1}{11} = 3$, $\frac{1}{111} = 4$. . . П = 10 и т. д.

В 16-м делении поставлен знак локтя, перед которым две черточки, под ним — три черточки. Это означало, что с 16-м делением оканчивается $\frac{1}{3}$ народного локтя, состоявшего из 24 пальцев.

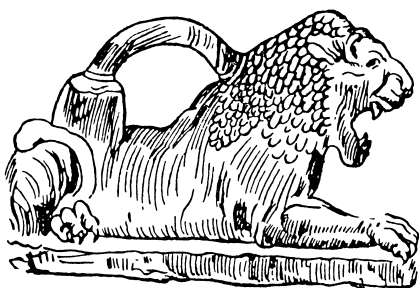
Египетские меры нам хорошо известны по большому числу дошедших до нас эталонов. На острове Элефантина (на реке Ниле против нынешнего города Ассуана) сохранился так называемый н и л о м е р — это систе-

ма сообщающихся сосудов, показывающих изменение высоты воды в Ниле. Знание высоты воды в Ниле было необходимо для возможности предвидения наводнений и предсказания урожая.

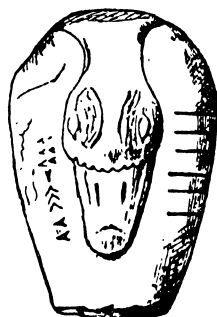
На стене в помещении элефантинского ниломера высечен локоть в 52,7 сантиметра. Система мер длины Египта была следующая:

1 ладонь = 4 пальцам ($\approx 2,2$ см),

1 локоть = 6 ладоням (рукам).



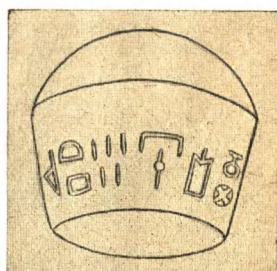
Вавилонская бронзовая гиря.



Вавилонская гиря в виде утки, полость которой служила мерой жидкостей.



Греческая свинцовая гиря в 2 унции; буква β означала 2. (Эрмитаж).



Египетская гиря в 5 единиц (кэт); вес около 45 г.

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

локоть народный = 6 ладоням = 24 пальцам,

локоть царский = 7 ладоням = 28 пальцам.

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

Эталоны греческих и римских мер имеются в большом числе в наших музеях (в Государственном Эрмитаже в Ленинграде и Музее изящных искусств в Москве). Помещенные 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 12. Это частое употребление числа 12 в качестве единичного отношения объяс-



Керманский камень — гиря в Азиатском музее Академии наук СССР в Ленинграде.

На трех боковых сторонах гири надписи одного и того же содержания на языках древнеперсидском, эламском¹ и вавилонском. «Я, Дарий, великий царь, царь царей, царь провинций, царь этой земли, сын Гистаспа, Ахеменид». Вес гири 2222,425 г, что составляет $4\frac{1}{2}$ мин.

В шестидесятых годах прошлого столетия камень находился в часовне на могиле некоего святого близ города Кермана в Иране и служил предметом поклонения. В 1905 году 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 возвращен в Азиатский музей.

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

няется тем, что при таком единичном отношении $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}$ и $\frac{1}{6}$ части бóльшей меры выражались целым числом меньших мер.

Если бы римляне имели систему счисления с основанием 12 и если бы все единичные отношения их мер были равны 12, то их система мер была бы выдержанной.

Значение для общей истории мер имело то обстоятельство, что римская власть принудительно ввела единую систему своих мер в самых отдаленных областях, подчиненных Риму. Так как в некоторые периоды римская власть распространялась на бóльшую часть известных в то время стран, то римляне всё же оказали положительное влияние на эволюцию систем мер многих покоренных народов, хотя их собственная система мер и не была совершенной.

III. СТАРЫЕ РУССКИЕ МЕРЫ

НАЧАЛО ГОСУДАРСТВЕННОГО НАДЗОРА ЗА МЕРАМИ В РОССИИ

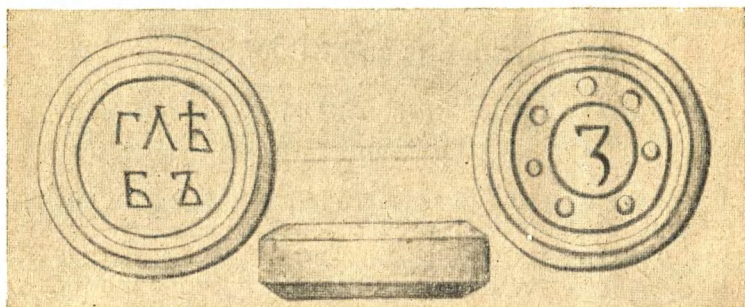
Русский народ создал свою собственную систему мер в отдаленном прошлом, о котором не сохранилось письменных памятников. Памятники X века говорят не только о существовании системы мер в Киевской Руси, но и о государственном надзоре за правильностью их. Надзор этот был возложен на духовенство. В одном 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 пако-сти, 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, Индия), 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,



Золотая монета — гиря («златник») Владимира. XI век.

в подвалах церквей хранились товары. Взвешивания производились в присутствии представителей духовенства, получавших за это пошлину в пользу церкви.

Новгородский князь Всеволод Мстиславич 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 законода-



Медная гирька князя Глеба для проверки веса монет. XII век.

телем о мерах: в старых памятниках упоминается, рядом с московским локтем, локоть «еваньский», или иванской.

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

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 рубеже 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 (fathom). Однако нет надобности искать корень слова «сажень» (произносится: сажень или сáжень) в иностранных языках. По «Толковому словарю живого великорусского языка» Владимира Даля, сажень имел и 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, при косой сажени) расстояние.

Что касается длины сажени, то некоторые письменные памятники давали основание думать, что старинная сажень состояла не из трех аршин, а трех локтей и составляла лишь $\frac{2}{3}$ позднейшей сажени. Так, одна из древнейших надписей на русском языке, надпись на Тмутараканском камне, найденном в пределах древнего города Тмутаракани, на Таманском полуострове, говорит, что князь Глеб в 1068 году производил по льду измерение ширины Керченского пролива «от Тмutorоканя до Корчева», которая оказалась равной 14 тысячам сажений. Этот результат дает приблизительную современную ширину пролива в $18\frac{2}{3}$ версты, если считать старинные сажени трехлокотными и локоть равным $\frac{2}{3}$ аршина. Согласно новейшим исследованиям, существование трехлокотной 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 короткой саженью.

В более поздние времена установилась мера расстояний верста, приравненная к 500 сажениям. В древних памятниках верста называется и поприщем и приравнивается иногда к 750 сажениям. Это также может быть объяснено существованием в древности более краткой сажени. По многим данным, верста имела величину более постоянную, чем сажень. Окончательно верста в 500 сажений установилась только в XVIII веке.

В эпоху раздробленности России (феодальный 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 объединенной страны встает вопрос о единой системе мер для всего государства. Мера **аршин**, возникающая 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 трех аршин сажени не делать». Название аршин производится от персидского слова «арш» — «локоть».

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

миля	= 7 верстам,	
верста	= 500 сажням	$\approx 1,0668$ километра,
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.

Знак \approx означает приближенное равенство.¹

МЕРЫ ПЛОЩАДЕЙ

В «Русской правде», законодательном памятнике, который относится к XI—XIII векам, употребляется земельная мера **п л у г**, как мера земли, с которой платили дань. Есть некоторое основание считать плуг равным 8—9 гектарам. В XVI—XVII веках мерою полей служит **д е с я т и н а** (равная $1\frac{1}{10}$ гектара) и **ч е т в е р т ь**, равная $\frac{1}{2}$ десятины (поле, на котором высевали четверть хлеба). Десятина местами называлась **к о р о б ь е й**.

¹ Отметим попутно, что знак $=$ для обозначения равенства двух выражений ввел английский автор Роберт Риксрд в 1557 году. Свой учебник алгебры, первый на английском языке, он посвящает компании купцов, ведущих торговлю с Москвой, «желая им здравья и постоянного роста прибылей в их славных поездках».

УКАЗЪ ЕГО ВЕЛИЧЕСТВА ИМПЕРАТОРА И САМОДЕРЖЦА ВСЕРОССИЙСКОГО

Объявляется во всенародное извѣстіе.

ПО Его Императорскаго Величества указу, состоявшемуся въ Правительствующемъ Сенатѣ, Декабря 24 дня, минувшаго 1724 Года, по доношенію Каморъ Коллегіи и главной Полцистерской Канцеляріи, и главного Магистрата, велѣно во всѣхъ Губерніяхъ и Провінціяхъ, Городѣхъ и мѣстехъ муку: крупу, солодъ, толокно, и всякой молотой и толченой всякого званія хлѣбъ продавать въ вѣсъ а не намѣру, по чему пудъ надлежитъ умѣренными цѣнами и въ заорленные вѣсы. И того смотрѣть въ таможенныхъ, и въ Провінціяхъ Магистратомъ неослабно, для того въ мѣрахъ а не иначе въ молотые между крупною и мѣлкою муки противъ вѣсу немалое бываесть разлічіе и обманъ. И того ради сіимъ Его Императорскаго Величества указомъ публикуется во всенародное извѣстіе, чтобъ отомъ всякого чина люди вѣдали, и чинили по вышесказанному непремѣнно



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

Указ Петра I о мерах.

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

Десятина, которая в быту местами имела и другие размеры, делилась на 2 четверти (чети), четверть, в свою очередь, — на две осьминны, осьмина — на 2 полуосьминны, полуосьмина — на 2 четверика и так далее по двоичной системе: четверик содержал 2 полчетверика, 4 пол-полчетверика, 8 пол-пол-полчетвериков и т. д.

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

«пол-полтрети и пол-пол-полтрети — итого: полчетверти сохи».

Это значит: $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} + \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} = \frac{1}{3} \times \frac{1}{4} + \frac{1}{6} \times \frac{1}{4} = (\frac{1}{3} + \frac{1}{6}) \times \frac{1}{4} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{4}$.

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 еще оковом, так как орлёную (проверенную властями и снабженную печатью) кадь обивали (оковывали) по краям железным обручем.

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 объему 8 фунтов перегнанной воды при наибольшей плотности ее (около 4° С).

МЕРЫ ЖИДКОСТИ

Первоначальные величины древних мер бочка и ведро остаются неустановленными в точности. Есть основание полагать, что ведро вмещало 33 фунта воды, а бочка — 10 ведер.

Указом 1835 года объем ведра был установлен в 750,5 куб. дюйма, или равным объему 30 фунтов перегнанной воды при наибольшей ее плотности.

Система мер жидкости получила вид:

бочка	= 40 ведам $\approx 4,9196$ гектолитра,
ведро	= 10 штофам $\approx 12,299$ литра,
штоф	= 2 бутылкам $\approx 1,2299$ литра,
бутылка	= 2 сороковкам $\approx 0,6149$ литра,
сороковка	= 2,5 сотки (чарки) $\approx 0,3074$ литра,
сотка (чарка)	= 2 шкаликам $\approx 0,123$ литра.

МЕРЫ ВЕСА (МАССЫ)

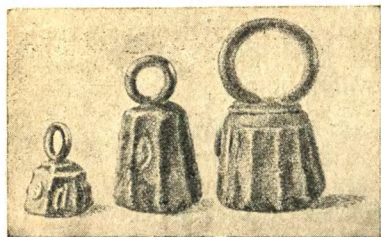
Древнейшей русской весовой единицей является **г р и в н а**, или **гривенка**. В настоящее время можно считать установленным, что нормальный вес гривны был 409,512 грамма, что составило позднее фунт в 96 золотников (малая гривна = $\frac{1}{2}$ фунта). Гривна равна арабской единице веса **р о т л ь**. Такое приравнивание единиц веса произошло в результате оживленной торговли с Востоком. Происхождение термина **г р и в н а** и позднейших: **п у д** (встречается уже в XII веке), **ф у н т** и **з о л о т н и к** — неясно.

Термин **п у д** употреблялся в смысле «вес» или «тяжесть». 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 пудовой [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 = 80 малым гривенкам = 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 весы с подвижной точкой опоры и неподвижной гирей.



Старинные русские орлёные гири.

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

Наряду с торговым фунтом с XVIII века в России употреблялся аптекарский, или нюрнбергский фунт, равный римско-

му фунту в 84 золотника. Аптекарский фунт делился по образцу римского:

фунт	= 12 унциям,
унция	= 8 драхмам,
драхма	= 3 скрупулам,
скрупул	= 20 грамам (зернам).
Вес грана	$\approx 1/16$ грамма.

В России аптеки уже к началу XX века, ранее чем в остальных европейских 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 грамм) и английской «фунт стерлингов» представляют то же явление.

До появления в России металлических денег у русских имелись в употреблении кожаные деньги, сначала меха, позднее — четырехугольные ку-



Гривна черниговская в 36 золотников.

сочки кожи с клеймами. По указу Петра I, еще в 1700 году «в Калуге и в иных городах вместо серебряных денежек торгуют кожаными».



В качестве металлической денежной единицы уже с X века

Рубль великокняжеского периода с двумя клеймами.

встречаются «серебряные гривны» весом в весовую гривну. Иностранные серебряные монеты, поступавшие в Россию, перечекались в гривны.

Вес первоначальной денежной гривны в точности неизвестен. Возможно, что гривна в разных местностях имела разный вес. Хотя гривна как денежная единица давно вышла из употребления, однако слово «гривна» в литературе сохранилось.

Так, Н. А. Некрасов в поэме «Кому на Руси жить хорошо» рассказывает, как крестьяне поддерживают бедняка Ермила, от которого богач отбивает мельницу.

«На всей базарной площади,
У каждого крестьянина,
Как ветром, полу левую
Заворотило вдруг!
Крестьянство раскошело,
Несут Ермилу денежки,
Дают, кто чем богат...
Ермилу брал — не брезговал
И медным пятакон.
Еще бы стал он брезговать,
Когда тут попадалась
Иная гривна медная
Дороже ста рублей!...»

Чеканенные русские монеты известны со времен Владимира Святославовича (X век).

В летописях, относящихся к 1381 году, впервые встречается слово д е н ь г а. Слово это происходит от индусского названия серебряной монеты т а н к а, которую греки называли д а н а к а, татары — т е н г а. От татар же идет слово а л т ы н, означающее б (а л т ы н равнялся б т е н г а м). Употребляемое в разговорной речи слово д е н ь г а есть слово собирательное, означающее «много денег».

Первое употребление слова рубль относится к XIV веку. Слово это 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 рублевой гривенки.

Чеканка монет была в руках частных мастеров. Они стали «портить монету», уменьшая содержание драгоценного металла. На этой почве происходили бунты населения, например, восстание 1447 гсда 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». 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 денежному двору. В этом же году были выпущены монеты-новгородки, с рисунком всадника с копьём в руках, получившие название копейных денег. Летопись отсюда производит слово копейка. Однако этот термин встречается и в XV веке для обозначения татарской монеты копейки.

Рядом с копейными деньгами (новгородками) чеканились еще некоторое время половинного веса «московки» 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. 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 были выпущены в 1769 году. Бумажный рубль (ассигнационный) с первоначальных 100 копеек серебром к 1810 году дошел до 25 копеек. В 1839 году закон приравнял серебряный рубль к 3 рублям 50 копейкам ассигнациями.

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

НАДЗОР ЗА МЕРАМИ В РОССИИ В НОВОЕ ВРЕМЯ

С оживлением внутренней и внешней торговли надзор за мерами от духовенства перешел к специальным органам гражданской власти, — к Приказу большой казны. В 1550 году рассылаются «медные печатные ведра», 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». За неверные — «воровские» — весы и гири товары купцов отписывались «на великого государя бесповоротно», а сами торговцы с их семьями подвергались ссылке. В



Русская гиря 1632 года.

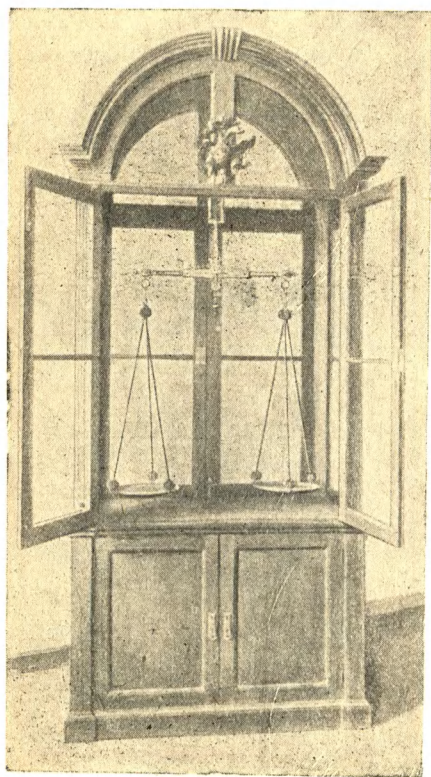
конце XVII века применение «неорлёных» мер запрещалось под страхом смертной казни. В 1685 году, по жалобе иностранных купцов на неправильность гири, по которой с них взимали пошлину золотом, были в Приказе большой казны в присутствии жалобщиков взвешены «100 золотых, добрых и правдивых», изготовлена «заорлёная» гиря и послана «к Архангельскому городу» для произведения расчетов с иностранными купцами. В Москве существовала Померная изба с образцами мер.

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

В России в княжеских, боярских и монастырских владениях с древних времен употреблялись свои дворовые

меры, во владениях великого князя — казенные. Однако в XVI и XVII веках усердно вводились единые государственные, или таможенные, меры. Дворовые и казенные меры были значительно меньше таможенных, иногда составляя только половину последних. Владельцы земель выдавали довольствие служилым людям своими меньшими мерами и привлекали этим дополнительную прибыль. Сохранились жалобы стрельцких войск XVII века на применение при выдачах уменьшенных мер (иверских стрельцов 1622 г., новгородских 1672 г.).

Развитие производительных сил страны и приобретение промышленностью фабричного характера при Петре I



Весы Сестрорецкого завода, 1747 года.

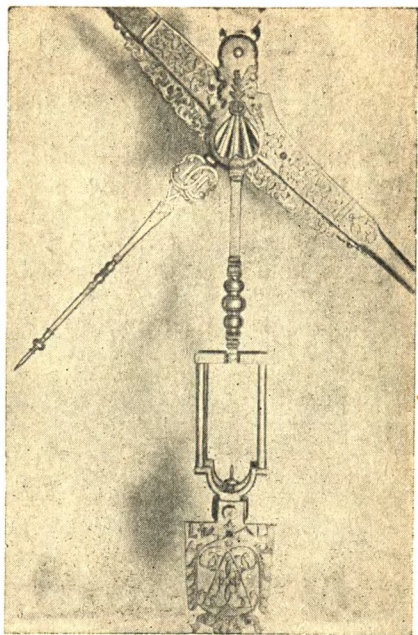
привлекли внимание правительства к дальнейшему упорядочению поверочного дела: бургомистрам поручается надзор за мерами (1700 г.), контролерам адмиралтейств и верфей вменяется в обязанность каждое полугодие осматривать меры и весы в магазинах, «дабы упредить в том воровские умыслы» (1722 г.).

Из дальнейших основных мероприятий по урегулированию системы мер и весов нужно отметить следующие.

Комиссия о мерах и весах 1736 года установила точную величину аршина по сохранившемуся в кабинете Петра I полуаршину в 14 английских дюймов. В 1747 году был изготовлен тот «бронзовый золоченый фунт 1747 года», который сохранился до нашего времени. По нему в 1835 году был изготовлен платиновый фунт, являвшийся прототипом нашей системы весов до революции. Он равнялся 0,40951241 килограмма (с точностью до стомиллионной).

После ряда частичных усовершенствований системы мер и весов вышел Закон о мерах и весах 1797 года. Принимая за основу «примерный» фунт Монетного двора, закон предписывал изготовить шаровидные гири весом в 1 и 2 пуда, в 1, 3, 9 и 27 фунтов и в 1, 3, 9, 27 и 81 золотник. Об этой системе мер, являющейся свидетельством весьма передового характера науки о мерах в России в ту отдаленную от нас эпоху, сказано подробно в конце книги (см. «Приложение»).

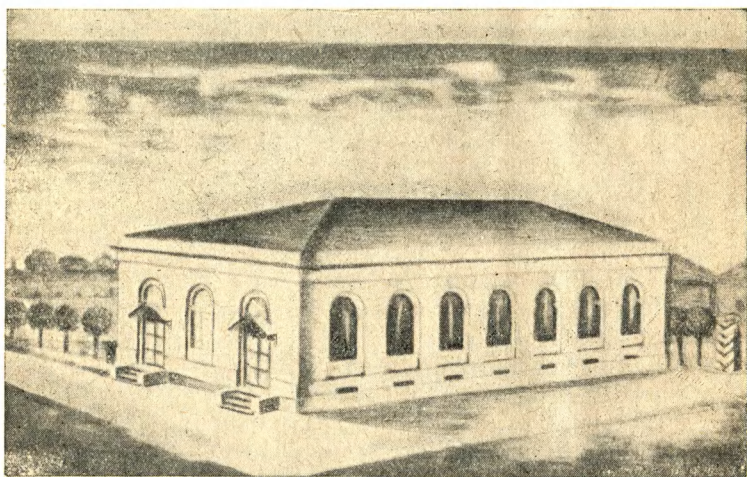
Рост национальной культуры, науки и техники и развитие народного хозяйства России требовали дальнейшего



Деталь весов 1747 года.

усовершенствования системы мер. Комиссия образцовых мер и весов 1827 года и выполнила в основном этот заказ хозяйства и науки России. В этой комиссии участвовал будущий первый «ученый хранитель Депо образцовых мер и весов» профессор Казанского университета и академик А. Я. Купфер.

Разработанная Комиссией «Система Российских мер и весов» стала законом с 11 октября 1835 года и действовала до введения у нас метрической системы. Тем же законом учреждалось Депо образцовых и иностранных мер и весов, для которого было построено в



Первоначальное здание Депо мер в Петропавловской крепости.

1841 году специальное здание в Петропавловской крепости при Монетном дворе.

Закон о мерах и весах 1842 года закончил продолжавшиеся свыше 100 лет мероприятия правительства по упорядочению системы мер и весов. До 1865 года Депо мер и весов возглавлял академик А. Я. Купфер, с 1865 по 1892 год — профессор В. С. Глухов. Энергией и настойчивостью последнего удалось добиться отделения Депо мер от Монетного двора, постройки специального, приспособленного для точных измерительных работ, здания и увеличения штата бюро до шести человек.

В 1892 году гениальный русский химик Дмитрий Иванович Менделеев (1834—1907) покинул Петербургский университет после более чем тридцатилетней работы в нем. Причиной выхода Менделеева из университета послужила передача им министру народного просвещения протеста студентов. 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.

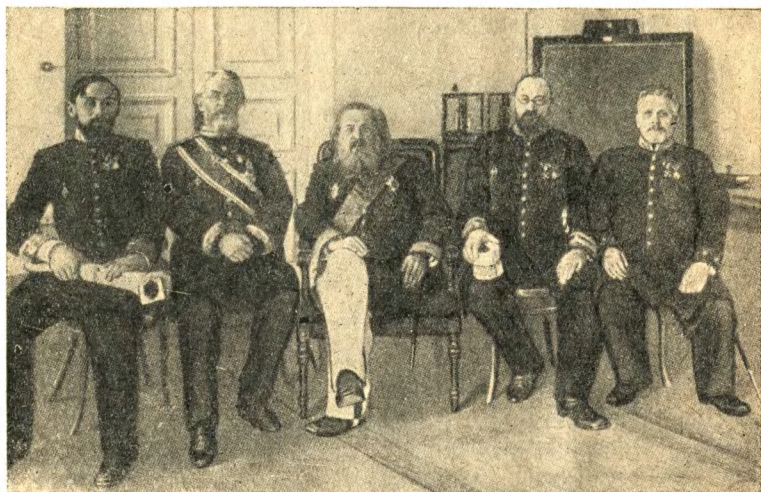
Интерес Д. И. Менделеева к вопросам мер возник до 1892 года. Он выступал на первом съезде русских естествоиспытателей и врачей в 1867 году с заявлением о необходимости введения в России метрической системы. Передовые русские ученые поддержали его выступление. Интенсивная работа академика Бориса Семеновича Якоби в



Д. И. Менделеев во время перехода его на работу в Главную палату мер и весов.

пользу проведения в жизнь метрической системы началась после выступления Менделеева. Когда из числа деятелей Международного бюро мер и весов вышел Б. С. Якоби, оставшиеся члены бюро обратились к русскому правительству с просьбой назначить от России новым членом бюро Д. И. Менделеева. Царское правительство не исполнило этой просьбы, а назначило академика Г. Вильда, директора Главной физической обсерватории, швейцарца, который, выслужив в России очень высокий чин, оставался швейцарским подданным и обращался к русским государственным органам через швейцарское посольство.

Руководя работой Главной палаты мер и весов, Д. И. Менделеев произвел полную реорганизацию метрологического дела в России, наладил научно-исследовательскую работу в Палате и решил все вопросы о мерах, которые вызывались ростом капиталистической 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



Работники Главной палаты мер и весов: Ф. И. Блумбах с эталоном аршина; профессор Н. Г. Егоров; Д. И. Менделеев; Ф. П. Завадский с образцовым фунтом; А. И. Кузнецов — перед отправлением в Сенат для замуровывания образцов мер.

обошлась в 35 000 рублей золотом и была выполнена за 6 лет. Подобная же работа по возобновлению английских прототипов в конце прошлого столетия продолжалась 20 лет. В 1899 году был издан разработанный Д. И. Менделеевым новый закон о мерах и весах. На новых началах была организована поверка имеющихся в обращении мер, надзора за которыми до Менделеева, по признанию его предшественника профессора В. С. Глухова, фактически не было.

В первые годы революции Главная палата мер и весов, продолжая традиции Менделеева, провела колоссальную



Главная палата мер и весов, ныне Всесоюзный институт метрологии.

работу по подготовке введения метрической системы в СССР. После некоторых перестроек и переименований бывшая Главная палата мер и весов в настоящее время существует в виде Всесоюзного научно-исследовательского института метрологии имени Д. И. Менделеева. Кроме него, в СССР имеются два института мер и измерительных приборов (в Москве и в Харькове) и около 200 поверочных управлений в разных городах страны.

Как уже было указано, к девяностым годам прошлого столетия штат работников Депо мер состоял из шести человек. Никаких поверочных управлений, кроме Депо, в то время не было. В настоящее время в метрологических институтах работают сотни ученых; и в период 1939—1942 годов поверочными учреждениями СССР произведены испытание и проверка 150 миллионов мер и приборов.

IV. ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ 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 еще тем, что в каждом государстве существовали разные исторически сложившиеся системы мер и под одним и тем же названием мер понималась в разных местностях зачастую разная величина.

В России в разных местностях почти все меры в старое время 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. У нас в весьма распространенном до революции справочнике для строителей инженера Н. И. Липина («Таблицы, формулы и численные данные для сокращения вычислений») мы находим до 100 различных футов, 46 различных миль, 120 различных фунтов и т. д. Имелись футы: рабочий, десятичный, двудесятичный, землемерный, ткацкий, портняжный, старый, новый, архитектурный, инженерный, геометрический, матема-

тический. В разделе о фунте находим фунты: большой, малый, старый, новый, обыкновенный, казенный, 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 в разных губерниях имела разную величину. Так, например, мера хлеба кат, или кадов, в Тульской губернии равнялась 4 четвертям, в Калужской и Костромской — 3 четвертям, во Владимирской — 2 четвертям, в Пермской — 4 пудам. Мера полей десятина употреблялась: законная, равная $60 \times 40 = 2400$ кв. саженьям, казенная, равная $80 \times 30 = 2400$ кв. саженьям, хозяйственная, или экономическая (она же дворцовая), равная $80 \times 40 = 3200$ кв. саженьям, бахровая, равная $10 \times 80 = 800$ кв. саженьям, двадцатая, равная $100 \times 20 = 2000$ кв. саженьям, наконец, в Астраханской губернии была своя десятина, равная $100 \times 10 = 1000$ кв. саженьям.

В Соединенных 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 еще дольше. Бессистемность мер использовалась для еще большего закабаления 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 феодальные владельцы на некотором уровне развития разделения труда и производства стали заменять труд крепостных крестьян, который был

малопроизводительным и невыгодным, поставкой крестьянами продуктов земледелия и домашнего производства. В этих обстоятельствах право владельца применять свои меры позволяло значительно увеличивать поступления от крестьян. Понятно, что феодалы 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 во Франции борьба между феодальными собственниками и массой населения вокруг вопроса о реформе системы мер. 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 приписывается королю Хильдерiku III и относится к 650 году. Многие короли Франции после этого продолжали попытки введения общегосударственных мер, но феодальные землевладельцы были сильнее центральной власти. От многочисленных попыток регулировать систему мер во Франции остались лишь красивые образцы мер, украшающие ныне музеи. Генеральные Штаты (представители отдельных сословий населения) Франции неоднократно вынуждены были затрагивать вопрос о реформе системы мер, так как указы крестьян депутатам своего округа выставляли требование, чтобы были «единые законы, единые меры» во всем 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 торгашам. «Продашь» и «обманешь» в старые времена считались близкими понятиями.

Среднеазиатский поэт XII века пишет:

«Бойся надсмотрщика жулик и лжец,
Чьи гири неверны — мошенник купец».

Русский поэт второй половины XVII века Симеон Полоцкий заявляет, что

«Чин купецкий без греха едва может быть. . .», и разъясняет:

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

(то есть 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.)

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:

«— Почем аршин-то? говори. —
— По гривне, я тебе сказала;
Вон и другие так берут. —
— Не ври! куда ты указала!
Там по три гроша отдают!
— И, шо-ты! аль я одурела!
Поди-ко, цену объявил!
Купец четыре мне сулил,
Да я отдать не захотела. . . —
Вот 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 чорту 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 казенный, 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 кошелек 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,
Взбешенный, 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 указы крестьян депутатам Генеральных Штатов 1789 года, того собрания представителей сословий, которому суждено было впервые дать ход этим наказаниям. Реформа системы мер в конце XVIII века могла осуществиться лишь благодаря тому, что фран-

цузскому народу удалось убрать с пути прогресса обветшалую государственную организацию и королевскую власть со всеми ее изжившими себя органами и средствами эксплуатации, в числе которых была и безобразная система мер.

КАКИМ ТРЕБОВАНИЯМ ДОЛЖНА УДОВЛЕТВОРЯТЬ СИСТЕМА МЕР?

Сообщенные 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 (эталоны) были у человека всегда с собою. Неудобство их заключалось в их непостоянстве: они зависели от роста человека и других его личных особенностей.

Каким требованиям должна удовлетворять разумная система мер? Очевидно, требованию, чтобы каждая мера имела вполне определенную 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 прошел», то читатель может стать в тупик, если не знает, что в Америке и Англии в обиходе употребляются градусы, отличные от наших.

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

нию, засвидетельствован властью и хранится в государственном учреждении, производящем проверку употребляемых в обиходе мер.

Необходимо еще, чтобы меры разных величин (длины, площадей, объемов, веса и т. д.) были друг с другом удобным образом связаны. Так, например, было неудобно, когда мерою площади был югер, а не квадрат со стороною, равною единице длины, или когда единицею массы была масса какого-нибудь случайного предмета, а не масса кубического сантиметра воды (грамм). 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. Приведенные 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. Дальнейшая история мер в новое время показывает, сколько усилий потребовалось для того, чтобы прийти к системе мер, более или менее отвечающей перечисленным требованиям. Такою системою 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 году. В 1766 году астроном Лакондамин, готовясь к отправлению в экваториальные области Перу для измерения градуса меридиана, заменил обветшавший эталон туаза дворца Шатле уточненным и лучше сделанным. Одновременно были сделаны 80 копий этого туаза 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 ученые работали над изысканием средств к улучшению системы мер. «В природе мера и вес суть главное орудие познания, и нет столь малого, от которого не зависело бы крупнейшее», — говорит Д. И. Менделеев, главный деятель реформы системы мер в России. Это положение признавал каждый истинный естествоиспытатель. Он же понимал, что дело нужно начинать с установления эталонов мер разных величин. Уже с XVII века этот вопрос горячо обсуждался учеными.

Ученые понимали, что новые единицы мер нужно взять из природы. 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 собою связаны.

Исследования над маятником голландца Гюйгенса, астрономические работы датчанина Рёмера и точные для своего времени определения длины дуги градуса земного меридиана французом Пикаром вызвали во второй половине XVII века попытки научной реформы систем мер в интересах опытных наук. Пикар и Рёмер 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. 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 ее виде пришлось отказаться.

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

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

Предложение длины маятника в качестве единицы длины впервые было высказано польским ученым XVII ве-

ка 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 ученых Пудловского и Бураттини в этом вопросе установлен совершенно неоспоримо и признается авторитетнейшими историками точных наук.

V. СОЗДАНИЕ МЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

РАЗРАБОТКА ОСНОВ МЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

В 1789 году в Генеральные Штаты поступило большое число проектов реформы системы мер. Только один из этих проектов дошел до обсуждения в Национальном Собрании. Автором этого проекта был епископ князь Талейран, впоследствии министр иностранных дел революционного правительства (Директории), Наполеона и восстановленного на престоле короля Людовика XVIII. В своем предложении «о мерах и весах», представленном в 1790 году, Талейран предлагает принять за единицу длины длину секундного маятника на широте 45° , то есть он повторяет в общем старую идею ученых XVII века.

Однако в предложении Талейрана содержалось нечто новое, именно: просить английский парламент принять участие в создании новой системы мер. Для этого предлагалось составить комиссию ученых 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 ратовал за принятие его проекта. Это, на первый взгляд, не совсем понятно. Талейран — князь по происхождению, крупный князь церкви по общественному положению. Позднее будучи министром, он всеми презирався как человек, который продавал и предавал всех и всё. Горячие речи его в пользу революционного проекта международной системы мер вызывались, повидимому,

надеждою получить заграничный паспорт для участия в предполагаемой комиссии мер и стряхнуть с ног пыль накалявшейся для Талейрана почвы революционной Франции. Позднее, в 1792 году, Талейран действительно получил заграничный паспорт для ведения переговоров с английскими учеными о новой системе мер, а через два месяца, когда обнаружилось предательство Талейрана, он был обвинен и объявлен изгнанным из своей родины. Вернулся он во Францию, когда там революция была уже задушена Наполеоном.

Проекты реформы мер, в общем совпадающие с предложением Талейрана, возникли одновременно в Англии и Соединенных Штатах Америки. В той и другой стране в парламенты были представлены проекты принятия за единицу протяжения длину секундного маятника в некотором определенном месте. Таким образом, те две страны, которые в настоящее время почти единственные не признали еще обязательной у себя метрическую систему, в 1790 году обе были близки к ее принятию. Дальнейшая судьба проектов новой, естественной системы мер оказалась различной во Франции и англо-саксонских странах. Очевидно, в последних из названных стран старые национальные меры имели значительно более крепкие корни, чем во Франции. А главное заключалось в том, что в этих странах отсутствовал тот «революционный порыв», которому приписывал успех завершения реформы системы мер один из активнейших деятелей этой реформы — Деламбр, отсутствовал революционный дух, воодушевлявший Францию.

«Как могут друзья равенства терпеть пестроту и неудобство мер, хранящих еще 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 [то есть до окончательного введения новой системы мер] новыми мерами в своих расчетах и торговых сделках...» «Для создания истинно философской системы мер, которая была бы достойна просвещенного 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 ее 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, Монтескье, Вольтера и других.

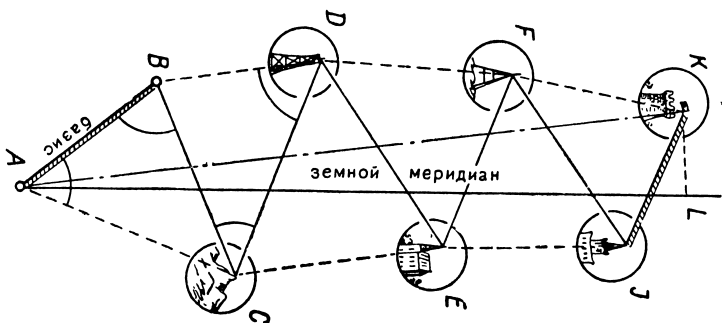
Великие достижения точных наук XVII и XVIII веков — установление точных законов механики, физики и астрономии — заставляли искать естественной и точной системы мер. Среди ученых, которые не всегда были в такой мере революционны, как угнетенные старым феодальным строем массы простых людей, достижения точных наук вызвали горячую поддержку реформы системы мер. Кроме того, отдельные ученые, 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 Собрание приняло декрет о реформе системы мер. Он был утвержден королем 22 августа, то есть еще до революционного переворота. 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 мер. Другая комиссия (Лаплас, Лагранж, Монж, Борда, Кондорсе) предлагает в качестве единицы длины одну сорокамиллионную долю меридиана. Представленный Национальному Собранию доклад академии подчеркивает, 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, как французскую. Она стремилась оправдать лозунг: «На все времена, для всех народов», который был позднее провозглашен.

В декрете Национального Собрания от 26 марта 1791 года все положения академического доклада были утверждены. Предстояло силами одной Франции осуществить реформу. Для этого самой трудной предварительной работой было измерение длины дуги меридиана между Дюнкерком (приморский город Северной Франции) и Барселоною, испанским городом на берегу Средиземного моря. Оба города лежат на парижском меридиане и находятся на уровне моря, поэтому дуга этого меридиана имела для измерения определенные преимущества перед другими меридианами.

ИЗМЕРЕНИЕ ДУГИ МЕРИДИАНА

На глобусе мы видим меридианы в виде окружностей, проходящих через полюсы. Тень, отбрасываемая вертикальной палкой в полдень, определяет направление меридиана на земной поверхности. Если мы и отметили направление меридиана, то измерить длину части его непосредственно всё же не удастся. Во-первых, мешают разные неровности поверхности, а во-вторых, если бы этих неровностей и не было, то всё же точно измерить дугу



Триангуляция.

меридиана приложением аршина или сажени нельзя, так как земная поверхность есть поверхность шара и меридиан — окружность. Наука дает прием измерения длины дуги меридиана без непосредственного прикладывания к ней аршина. Этот прием требует знания числа градусов

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

Астрономия с большою точностью определяет широту точки на земной поверхности, то есть число градусов, минут и секунд дуги меридиана от экватора до данной точки. Широты мест содержатся в географических справочниках. Число градусов дуги между двумя точками, находящимися на одном меридиане, равно разности их широт.



Парижский меридиан.

Помещенный на стр. 59 рисунок показывает, в чем заключается триангуляция. Отрезок AL изображает часть меридиана, которую надо измерить. Выбирают какие-нибудь высокие предметы B, C, D, E, F, I, K , например верхушки колоколен, специально построенные башенки, притом 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, снабженных зрительными трубами, можно весьма точно измерить углы образовавшихся треугольников; а часть математики, называемая тригонометрией, учит вычислять по стороне и углам остальные стороны треугольника. 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 AL . Зная, сколько градусов содержит дуга AL , можно по ее длине вычислить и длину меридиана.

Измерение дуги меридиана от Дюнкерка до Барселоны ($9^{\circ} 40'$ — около 1000 км) представляло чрезвычайно трудоемкую работу (нужно было измерить 115 треугольников). Руководителями работ по измерению дуги меридиана были 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. Мандаты центральных правительственных учреждений, выданные предполагаемым «шпионам», спасали их от более крутых последствий. Мешен, который работал в Испании, подвергся также



Мешен.



Деламбр.

аресту после того, как Франция объявила войну Испании. Однако и здесь дело ограничилось лишь временным задержанием ученого.

ВРЕМЕННАЯ МЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Работа астрономов с самого начала была рассчитана на несколько лет. Но уже с весны 1792 года революционное правительство начало проявлять нетерпение по поводу слишком медленного осуществления реформы системы мер. Продовольственные трудности страны в связи с войнами и революцией приписывались 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 академической комиссии.



Приёр-Дювернуа.

Осенью того же года состав комиссии был обновлен: из нее были удалены все прежние члены ее, кроме Лагранжа, и назначены новые, которым предписывалось немедленно сообщить правитель-

ству, «в каких людях комиссия имеет н е о б х о д и м у ю н у ж д у», 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 установленною длиною ее и ввести в р е м е н н ы й м е т р.

7 апреля 1795 года был утвержден закон о новых ме-

рах, которым устанавливается в качестве единицы длины метр, как одна десятиллионная часть четверти парижского меридиана, заключающейся между Северным полюсом и экватором. Для всей республики введен 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 эталоны временного метра, длина которого была определена учеными Бордэ и Бриссоном, на основании прежних измерений дуги меридиана, в 443,443 парижской 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 и в настоящее время.

Комиссия Парижской 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, объем) от основной единицы этой величины образуются другие, бóльшие и мёньшие меры одинаковым образом (за исключением названий «микрон», «центнер», «тонна»); для образования названий мер, бóльших 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:

М е р ы д л и н ы

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 грамм;
 1 грамм = 10 дециграммам = 100 сантиграммам =
 = 1000 миллиграммам.

Кроме указанных мер веса (массы) и их наименований, употребляются еще:

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 объемов

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 = 1 000 литрам;

1 децилитр = 0,1 литра;

1 сантлитр = 0,01 литра;

Перечисленные соотношения представляют метрическую систему мер и в настоящее время.

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

СОКРАЩЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ МЕТРИЧЕСКИХ МЕР

Наименования мер	Сокращенные обозначения	
	Русские	Международные
Килограмм	<i>кг</i>	kg
Тонна	<i>т</i>	t
Центнер	<i>ц</i>	q
Грамм	<i>г</i>	g
Декаграмм	<i>дкг</i>	dkg
Дециграмм	<i>дг</i>	dg
Сантиграмм	<i>сг</i>	cg
Миллиграмм	<i>мг</i>	mg
Метр	<i>м</i>	m
Декаметр	<i>дкм</i>	dkm
Гектометр	<i>гм</i>	hm
Километр	<i>км</i>	km
Дециметр	<i>дм</i>	dm
Сантиметр	<i>см</i>	cm
Миллиметр	<i>мм</i>	mm
Микрон	μ	μ
Миллимикрон	$\mu\mu$ или $m\mu$	$\mu\mu$
Квадратный метр	<i>кв. м</i> или <i>м²</i>	m^2
Кв. километр	<i>кв. км</i> или <i>км²</i>	km^2
Ар	<i>а</i>	a
Гектар	<i>га</i>	ha
Кубический метр	<i>куб. м</i> или <i>м³</i>	m^3
Куб. сантиметр	<i>куб. см</i> или <i>см³</i>	cm^3
Литр	<i>л</i>	l
Декалитр	<i>дкл</i>	dkl
Гектолитр	<i>гл</i>	hl
Децилитр	<i>дл</i>	dl
Сантлитр	<i>сл</i>	cl
Миллилитр	<i>мл</i>	ml

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

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

2. Нельзя прочитать запись «5 га»: «пять га», а нужно говорить: «пять гектаров»;

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

4. Записи

$$\begin{aligned}1 \text{ кг} &= 1\,000 \text{ г}, \\1 \text{ ц} &= 100 \text{ кг}, \\1 \text{ гл} &= 100 \text{ л и т. д.}\end{aligned}$$

нельзя читать так:

$$\begin{aligned}1 \text{ килограмм} &\text{ равен тысяча грамм}, \\1 \text{ центнер} &\text{ равен сто килограмм}, \\1 \text{ гектолитр} &\text{ равен сто литров и т. д.,}\end{aligned}$$

а надо читать следующим образом:

$$\begin{aligned}1 \text{ килограмм} &\text{ равен тысяче грамм, или тысяче грамм}, \\1 \text{ центнер} &\text{ равен ста килограмм}, \\1 \text{ гектолитр} &\text{ равен ста литрам и т. д.}\end{aligned}$$

5. Записи

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

следует читать:

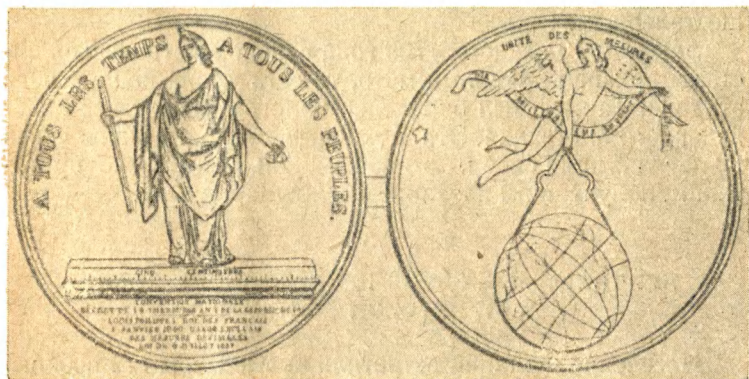
$$\begin{aligned}1 \text{ дециметр} &\text{ равен одной десятой метра}, \\1 \text{ миллиграмм} &\text{ равен одной тысячной грамма и т. д.}\end{aligned}$$

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

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 окончательную 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 Директории, министром иностранных дел которой состоял Талей-



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

ран, докладчик первого проекта реформы системы мер. Он предложил созвать представителей союзных с Францией и нейтральных стран для обсуждения новой системы мер и для придания ей международного характера. В сентябре 1798 года делегаты съехались, и 25 мая 1799 года международный конгресс заявил об окончании своих работ по проверке определения длины основных эталонов. 22 июня того же года изготовленные окончательные прототипы метра и килограмма были сданы в Архив республики на хранение, откуда эти эталоны получили название архивных.

Через полгода, уже при новом французском правительстве — консульстве, во главе которого стоял Бонапарт, законом 10 декабря 1799 года был отменен временный

метр, введенный в 1795 году, и вместо него единицей длины признан архивный метр. Статья 4-я закона говорит: «Будет изготовлена медаль, чтобы передать памяти потомства время, когда система мер была доведена до совершенства, и операцию, которая 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, повидимому оставшийся неосуществленным.

Законом 10 декабря 1799 года основой метрической системы признан архивный метр, то есть длина конкретного эталона. Так же был определен килограмм, как вес определенного прототипа. Эти архивные эталоны лишь через 90 лет уступили свое место новым, конкретным же прототипам, получившим название «международных».

ПРИЧИНЫ, МЕШАВШИЕ ПРОВЕДЕНИЮ В ЖИЗНЬ МЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Население Франции встретило новые меры без особого энтузиазма. Причиной такого отношения были отчасти сами новые единицы мер, не соответствовавшие вековым привычкам, а также новые, непонятные населению названия мер.

Однако главная причина была в другом. 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, были не в интересах этой буржуазии. Не революция задержала проведение в жизнь реформы системы мер, как об этом пишут буржуазные историки, а реакция, которая началась в 1794 году.

Среди лиц, относившихся к новым мерам без восторга, был и Наполеон, вскоре ставший французским императором. Декретом 1812 года он наряду с метрической системой ввел «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 ее в других странах. В 1799 году известный берлинский астроном Боден отказывается писать в своем журнале о метрической системе, так как он-де «имеет честь и счастье писать в стране с монархическим правительством». Петербургский академик Н. И. Фусс 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 Фусс пишет далее: «Известно, что сие разделение выдумано 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 уж оставлена по причине очевидных неудобств».

С 1850 года, отчасти благодаря международным выставкам, на которых особенно отчетливо выступало неудобство существования многочисленных национальных систем мер, передовые ученые начинают энергичную агитацию в пользу метрической системы. Особенно плодотворна в этом направлении была деятельность Петербургской академии наук и ее члена Бориса Семеновича Якоби. В семидесятих годах эта деятельность увенчалась действительным превращением метрической системы в международную.

VI. МЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА СТАНОВИТСЯ МЕЖДУНАРОДНОЙ БЛАГОДАРЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РУССКИХ УЧЕНЫХ

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

В 1869 году Петербургская академия наук обратилась к ученым 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 совпадал и ни с одним из результатов позднейших измерений. 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 Ф. Н. Красовского 1936 года). Но так как невозможно после каждого более совершенного измерения меридиана менять длину метра, то Петербургская академия предложила принять архивные эталоны за прототипы и изготовить с них возможно точные и устойчивые образцы для разных стран, сделав этим метрическую систему фактически международной.

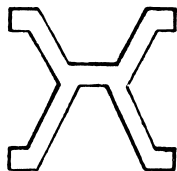
Это предложение было поддержано рядом других авторитетных научных учреждений. По приглашению француз-

ского правительства, 8 августа 1870 года, через три недели после вспыхнувшей франко-прусской войны, представители двадцати четырех государств собрались в Париже на заседание «международной комиссии 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.



Б. С. Якоби.

Осада Парижа прервала работы комиссии. В начале 1872 года они были возобновлены в составе представителей уже тридцати стран. Комиссия в новом составе подтвердила указанные выше принципы. Она 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 большою неизменяемостью 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.

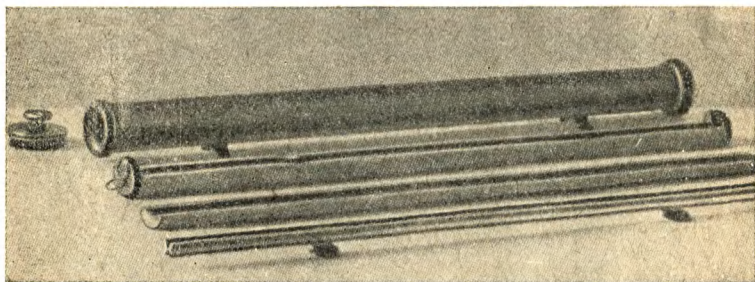


Международный прототип метра и его поперечный разрез.

За величину килограмма комиссия приняла архивный килограмм, то есть массу 1,000028 кубического дециметра воды при 4° С, а не уточненный вес кубического дециметра воды. При принятии такого определения, помимо разных других соображений, имелось в виду, что взвешивания могут производиться с несравненно большею точностью, чем определения объемов, почему было бы нецелесообразно величину, которая может быть установлена с большею точностью, выводить из данных, обладающих меньшею точностью.

Комиссия постановила изготовить необходимое число возможно точных копий архивных 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.

В 1875 году была созвана в Париже дипломатическая «конференция метра» из представителей двадцати государств, и 20 мая 1875 года была подписана представителями семнадцати государств «конвенция метра для обеспечения международного единства и совершенствования метрической системы». Конвенция учредила «Международное бюро мер и весов», подчиненное только постоянному международному комитету и через него — международной конференции, состоящей из представителей договаривающихся правительств. Ведению этих международных органов подлежат все мероприятия, необходимые для распространения и усовершенствования метрической системы. Французское правительство предоставило в распоряжение международных учреждений метрической системы Бре-



Прототип метра и футляры, в которых он хранится.



Прототип килограмма и способ его хранения.

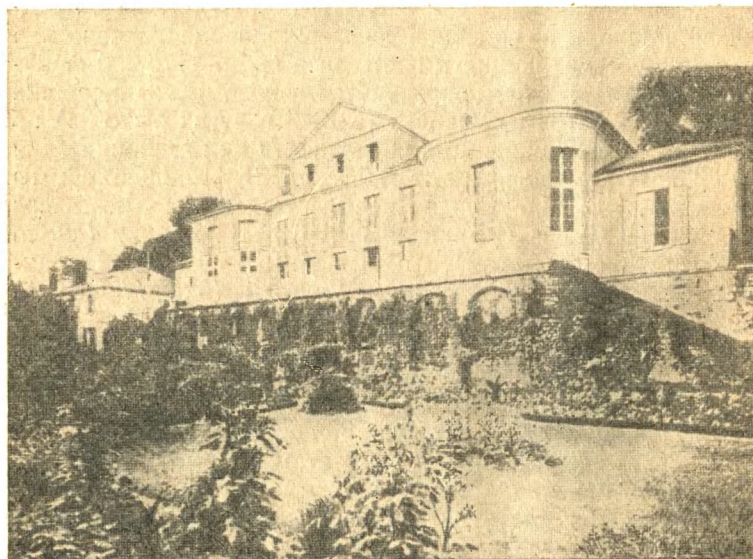
тёйльский павильон, упомянутый в начале нашего рассказа. Расходы по содержанию Международного бюро мер и весов, составляющие в настоящее время 175 000 франков золотом в год, покрываются взносами подписавших конвенцию метра государств (в 1948 году их было 33) по разверстке, основанной на численности их населения (для отдельных государств от 0,5% до 15% общей суммы взносов). В настоящее время максимальный взнос делают СССР и Соединенные Штаты Америки (около 8 000 рублей золотом), минимальный — Дания, Ирландия, Финляндия, Норвегия и Уругвай (около 300 рублей золотом).

К 1889 году были, под наблюдением международной комиссии, изготовлены 34 эталона метра и 43 эталона килограмма, и в этом году, в столетие французской революции, выдвинувшей лозунг создания системы мер «для всех народов», международным комитетом мер и весов были утверждены международные прототипы, равно как 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-исследова-

тельском институте метрологии имени Д. И. Менделеева в Ленинграде, согласно положению о мерах и весах от 6 июня 1924 года, являются основными эталонами мер длины и веса в СССР.

28 сентября 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; они стали хотя и почтенными, но всё же только историческими памятниками, хранимыми в государственном архиве Франции. С этого момента метр и килограмм определяются как длина и вес международных эталонов, хранящихся в Бретейльском павильоне.

Практически является безразличным, называем ли мы метром длину $\frac{1}{40\,000\,000}$ доли меридиана, или длину хранящегося в Париже платинового эталона, или, как будет указано в дальнейшем, длину некоторого числа волн определенного красного луча. Все удобства и практические



Бретейльский павильон — помещение международной комиссии мер и весов.

преимущества метрической системы перед другими существующими системами мер не зависят от определения метра и остаются в силе при любом из приведенных определений. 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

$\frac{1}{40\,000\,000}$ доли меридиана, не означает бесполезности колоссальных трудов, затраченных на измерение меридиана французскими учеными.

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, простиравшееся на $25\frac{1}{3}$ градуса, в $2\frac{1}{2}$ раза превысило дугу Деламбра и Мешена.

В заключение приведем 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 еще более нелепа...»

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



В. Я. Струве.



А. Н. Крылов.

Комиссия, назначенная французским революционным правительством, в которой участвовал Лаплас, разработала изумительную по простоте и удобству систему. Оставалось выбрать основную единицу длины.

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

Лаплас прекрасно понимал, что для системы мер сделают определенной длины

стержень, назовут его «метр» и от него произведут и сделают 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 мы видели, средства действительно были отпущены. Дуга меридиана была измерена, и полученные результаты широко использованы в науке.

* * *

Вернемся к международным эталонам мер. Как было уже рассказано, копии эталонов, розданные участвующим в метрической конвенции государствам, воспроизводят архивные эталоны с тою же точностью, как и международный эталон и его контрольные копии, находящиеся в Бретейльском павильоне. Они хранятся в метрологических учреждениях соответственных стран с такими же мерами

предосторожности, как в Бретейльском павильоне. Время от времени они сравниваются с международными эталонами, что и составляет одну из задач Международного бюро мер и весов.

Как употребленный для изготовления эталонов сплав, так и приданная эталону форма оправдали возлагавшиеся на них надежды ученых. Высокие качества сплава, употребленного для эталонов, признал Д. И. Менделеев, который в 1894 году приобрел от фирмы, изготовившей материал для эталонов, остаток сплава для изготовления полусажени — эталона тогдашней русской системы мер длины.

Доказательство прочности материала эталонов дает 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 муле. Вместо хранения в неизменном покое и при постоянной температуре эталоны подверглись тряске и перемене температуры. В 1920 году было проведено сравнение их с архивными. 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.

Изменения эталонов с течением времени вообще возможны вследствие происходящих в материале их молекулярных изменений, которых современная наука не может еще ни определить, ни предотвратить. Это обстоятельство заставляет науку искать увязки единиц мер с какой-нибудь более постоянной природной величиной. Такая величина была найдена в виде длины волны лучей определенного цвета. Световой луч есть явление волновое. Определенного цвета луч имеет строго постоянную длину волны, измеряемую весьма точно. По очень многим измерениям, метр есть длина 1553164,12 волны некоторого определенного красного луча. Один из наиболее точных результатов был получен советскими физиками по методу академика А. А. Лебедева (1942).

Отметим, что вместо сплава платины и иридия изобретались и другие сплавы, обладающие большою устойчивостью. Таковым является сплав «инвар», употребляющийся при изготовлении эталонов.

Инвар — это сплав 64 % железа и 36 % никеля. Само название сплава «инвар» («вариация» — «изменение», «инвар» — сокращение слова «неизменяющееся») выражает его основное свойство. Инвар по дешевизне 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 3 300 граммов и что платина в несколько раз дороже золота.

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

Делегаты Петербургской академии на этой конференции, среди которых уже не было Б. С. Якоби, имели полное основание констатировать в своем отчете, что «ученый 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».

VII. МЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА МЕР В РОССИИ И СССР

В России ученые с начала XIX века поняли значение метрической системы и пытались ее широко внедрить в практику. Н. И. Лобачевский в своем руководстве геометрии 1823 года ввел 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 «Ручной математической энциклопедии» (книжка I, Арифметика, 1826 года) дает очерк о метрических мерах, в котором пишет:

«Для совершенства мер необходимы следующие качества:

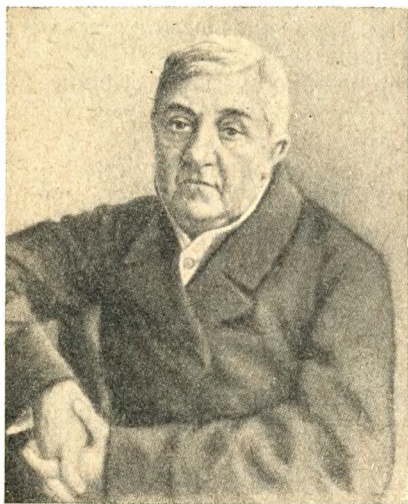
- 1) они должны быть постоянны;
- 2) все меры должны зависеть от одной из них;
- 3) их высшие и низшие деления не могут быть произвольными, но надобно принять такие, которые представляли бы наименьшие затруднения при выкладках; наконец,
- 4) названия сих мер, при возможной простоте, должны показывать 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 ученых, 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 челове-



Н. И. Лобачевский.



Д. М. Перевощиков.

ческую ступню... Прекрасный выбор! Ступня великана и ступня карлика суть футы! Скажут, что тут берется 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 предписал составить особенный комитет из славнейших ученых Франции: Лапласа, Лагранжа, Монжа, Борда, Лефевра-Жино и прочих. Сии великие умы исполнили желание правительства так, как надобно было ожидать от их обширной учености».

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

«Из сего сказанного можно усмотреть, что метрические меры имеют все желаемые совершенства. Если существуют еще препятствия для принятия их во всеобщее употребление, то по крайней мере ученые должны уважать сие изобретение, дорожить им и навсегда остаться

признательными к трудам мужей, желавших принести истинную пользу для всех народов и для всех времен».

В указанном параграфе учебника Д. М. Перовощикова совершенно точно сформулировано то, что нужно говорить и в настоящее время о метрической системе. В мировой литературе начала прошлого века ни у одного автора не было такой отчетливой оценки метрической системы, какую дал русский ученый.

В 1849 году была издана большая книга Ф. И. Петрушевского «Общая метрология», содержащая на 825 страницах полное описание мер всех стран. Книга эта, премникованная Петербургской академией наук и изданная на ее 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. Передо-



Ф. И. Петрушевский.

вые взгляды этого русского учителя выразились и в его взглядах на метрическую систему. Он пишет:

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

¹ Во время французской революции был введен и новый календарь, отмененный Наполеоном.



А. В. Гадолин.

Даже в самой Франции преобразование счета времени было вскоре оставлено. Но это несколько не уменьшило 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 всем земном шаре могла бы существовать только одна метрическая система, не может назваться

нелепым... Переходу на общую систему мер мешают политические расчеты (мнимые или действительные), привычка и невежество со множеством других дельных и недельных причин...»

Эти слова были написаны в годы самой черной реакции царствования Николая I. Автору книги тогда же Академия наук назначила премию. Какой контраст между взглядами русских ученых Перевощикова, Петрушевского и многих других с приведенными на стр. 69 словами известного берлинского астронома Боде! Слова Перевощикова и Петрушевского являются яркой иллюстрацией передового характера русской науки и русских ученых.

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, автор очень распространенных в свое время школьных учебников математики, и академик А. В. Гадолин. К ученым присоединились и русские фабриканты и заводчики. Русское техническое общество поручило специальной комиссии, под председательством академика А. В. Гадолина, разработать этот вопрос. В эту комиссию поступило много предложений от ученых и технических организаций, единогласно поддерживающих предложение о переходе на метрическую систему. При этом указыва-

лось, что такой переход легче осуществим в России, чем в других странах: в России у населения есть привычка к десятичному счету благодаря делению рубля, ведра и сажени на сотые доли; основные единицы русской системы мер и метрической близки (верста и километр, десятина и гектар, полсажени и метр); наконец, повсеместное употребление в торговле и конторах торговых счетов сделает понятным и для народа преимущества десятичной метрической системы, все расчеты в которой могут столь же удобно быть выполнены на счетах.

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

«Международные метр и килограмм, их подразделения, а равно и иные метрические меры дозволяется применять в России, наравне с основными российскими мерами, в торговых и иных сделках, контрактах, сметах, подрядах и тому подобных — по взаимному соглашению договаривающихся сторон, а также в пределах деятельности отдельных казенных ведомств. . . с разрешения или по распоряжению подлежащих министров. . .»

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 иридий-платины, переданные России первой Международной конференцией мер и весов в Париже в 1889 году и хранимые ныне в Главной палате мер и весов в Петрограде».

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.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ЗАДАЧА Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА О НАИЛУЧШЕЙ СИСТЕМЕ ГИРЬ

ПОСТАНОВКА ВОПРОСА

Лабораторные гири для точных измерений стоят очень дорого. Изготовление их требует очень большого 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 $a + b + c + d$ грамм. Наивыгоднейшей будет такая система гирь a , b , c , d , с помощью 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 $1 + 5 + 10 + 20 = 36$ грамм. 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



Уголок Д. И. Менделеева в научно-исследовательском институте метрологии. На столе — личные вещи Менделеева.

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. В нашей системе счисления на первом месте справа стоят единицы, на втором месте — десятки, на третьем месте — сотни, то есть десятки десятков, на четвертом месте — тысячи, то есть десятки сотен, и так далее. Единицы, десятки, сотни, тысячи и т. д. называются соответственно единицами первого, второго, третьего и четвертого и т. д. разряда 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 — десятков; десять единиц второго разряда, то есть десять десятков, составляют единицу третьего разряда — сотню; десять единиц третьего разряда, то есть десять сотен, составляют одну тысячу и так далее. Число в десятичной системе, например 5 372, можно представить так:

$$5\,372 = 5 \times 1000 + 3 \times 100 + 7 \times 10 + 2 \times 1$$

или

$$5\,372 = 5 \times 10^3 + 3 \times 10^2 + 7 \times 10 + 2 \times 1.$$

Число 10 есть основание нашей системы счисления.

За основание системы счисления можно взять любое другое число. В такой системе четырехзначное число N , у которого цифры, стоящие на первом, втором, третьем и четвертом 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 четырехзначного 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 и 1 единицы первого разряда, по двоичной системе. 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 четвертого разряда, из них единицы пятого разряда и так далее, пока при делении на 2 в частном не получится 0. Остатки при произведенных делениях на 2 дают по порядку цифры, считая справа налево, для числа двоичной системы, получаемого от обращения числа 743 в двоичную систему.

Обращения числа 743 в двоичную систему:

$$\begin{array}{r|l}
 743 & 2 \\
 \hline
 1 & 371 \\
 \hline
 & 185 \\
 & 92 \\
 & 46 \\
 & 23 \\
 & 11 \\
 & 5 \\
 & 2 \\
 & 1 \\
 & 0 \\
 & 1 \\
 & 0
 \end{array}$$

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:

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

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

Произведенные 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	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 двоичной системе.
$743_{10} = 1011100111_2.$											

VII	VI	V	IV	III	II	I		№ частного от деления на 3.
0	1	3	9	27	82	247	743	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.

Мы знаем, что всякое число можно обратить в двоичную систему. При этом каждый разряд в двоичной системе будет иметь цифру 1 или 0.

0	1	2	5	11	23	46	93	десятичная система
	1	0	1	1	1	0	1	двоичная система
$93_{10} = 1011101_2 = 1 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2 + 1 \times 1 = 1 \times 64 + 0 \times 32 + 1 \times 16 + 1 \times 8 + 1 \times 4 + 0 \times 2 + 1 \times 1.$								

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

$1 + 4 + 8 + 16 + 64$ г.

Имея один набор гирь двоичной системы, то есть 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 обратить в двоичную систему, 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 уравнивания, идя в системе гирь от меньших гирь к большим. Приведем еще пример. Пусть надо взвесить груз в 117 граммов.

Обратим число в двоичную систему.

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

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

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

Приведенными рассуждениями доказано, что всякое целое число может быть представлено в виде суммы чисел 1, 2, $4 = 2^2$, $8 = 2^3$, $16 = 2^4$, $32 = 2^5$, $64 = 2^6$, $128 = 2^7$ и так далее; иными словами, всякое целое число есть сумма степеней 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, то есть 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

$$1 + 3 + 9 + 27 + 81 = 121 \text{ грамм.}$$

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.

0	1	4	12	37	112	десятичная система
1	1	0	1	1		троичная система

$$112_{10} = 11011_3 = 1 \times 3^4 + 1 \times 3^3 + 0 \times 3^2 + 1 \times 3 + 1 \times 1$$

$$\times 1 = 1 \times 81 + 1 \times 27 + 0 \times 9 + 1 \times 3 + 1 \times 1 =$$

$$= 81 + 27 + 3 + 1.$$

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, а 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.

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

0	2	7	21	64	десятичная система
2	1	0	1		троичная система

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

$$= 2 \times 27 + 1 \times 9 + 0 \times 3 + 1 \times 1.$$

Для уравнивания груза на другую чашку весов надо положить 2 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 гирию в 27 граммов, и если бы мы не знали веса груза, мы нашли бы его, вычитая из 91 грамма 27 граммов. Взвешивание можно было выполнить при помощи одного набора троичных гирь, но гири при этом пришлось класть на обе чашки весов. Такое взвешивание можно выполнить для любого груза в целое число граммов. Пусть имеем груз в 113 граммов. Поступаем так:

0	1	4	12	37	113	десятичная система
1	1	0	1	2		троичная система

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

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

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

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

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

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

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

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

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 было 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 отвешен при помощи одного набора гирь троичной системы, если класть гири на обе чашки весов. Троичная система гирь выгоднее, чем двоичная, так как одно и то же число гирь, например 5 гирь, дает 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 невозможно, поэтому троичная система гирь является самой выгодной.

При уравнивании груза гирями двоичной системы гири пришлось класть 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 класть 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:

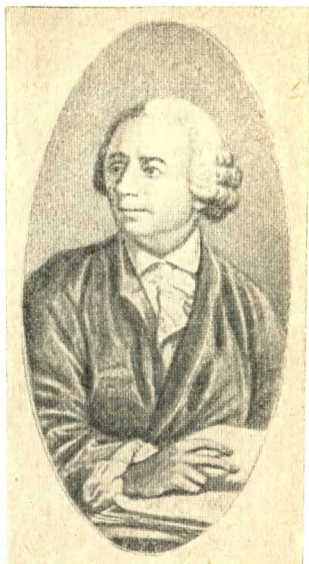
$$113 = 3^2 + 3^3 + 3^4 - 1 - 3.$$

Такие равенства можно писать не только для 117 и 113, а для любого целого числа N . Мы установили предложения (теоремы):

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

Эти теоремы выражают особые свойства чисел 2 и 3.

Зная установленные свойства чисел 2 и 3, мы могли бы без приведенных 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 нам было бы сразу очевидно, что троичная система гирь выгоднее.



Л Эйлер.

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 уста-

навливается «для избежания всякого обмана» как допустимый вид весов, так и единообразная форма гирь, с подчеркиванием применения: «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.

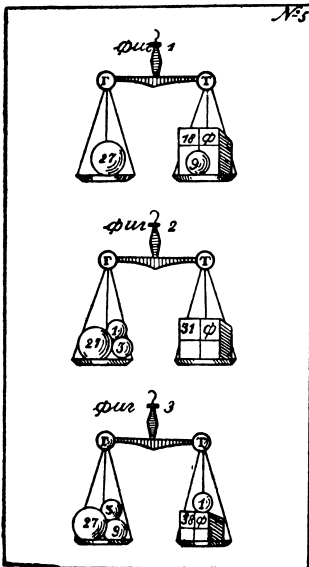
Как приложение к закону была издана таблица для взвешивания товаров от 1 фунта до 40 фунтов при помощи гирь в 1, 3, 9 и 27 фунтов и для взвешивания товаров от 1 золотника до 96 золотников при помощи гирь в 1, 3, 9, 27 и 81 золотник. Эту таблицу купцы и разносчики должны были всегда иметь при себе.

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

Товары фунты	Г гири	Т Гири и Товар	Примечание
1	1 — — —	0 — —	Каждое весовое коромысло будет иметь на одном конце коромысла, где навешиваются чашки, букву Г, а на другом Т. Под первую буквою полагается в чашку одни только гири, а под буквой Т товар и гири для довеса, следующим образом:
2	3 — — —	1 — —	
3	3 — — —	0 — —	
4	1 3 — —	0 — —	
5	9 — — —	1 3 —	
6	9 — — —	3 — —	
7	19 — —	3 — —	
8	9 — — —	1 — —	
9	9 — — —	0 — —	
10	19 — —	0 — —	
11	3 9 — —	1 — —	
12	3 9 — —	0 — —	
13	1 3 9 —	0 — —	
14	27 — — —	1 3 9	Пример I, фигура 1-я. 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
15	27 — — —	3 9 —	
16	1 27 — —	3 9 —	
17	27 — — —	1 9 —	
18	27 — — —	9 — —	
19	1 27 — —	9 — —	
20	3 27 — —	19 —	

Товары фунты	Г гири	Т Гири и Товар	Примечание
21	3 27 — —	9 — —	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 вычитая 9-фунтовую, остается 18 фунтов — вес продаваемого товара.
22	1 3 27 — —	9 — —	
23	27 — — —	1 3 — —	
24	27 — — —	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 — —	



Пример II, фигура 2-я. 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 в довес, поелику сложность

1, 3 и 27-фунтовой гири составляет 31 фунт — вес покупаемого товара.

Пример III, фигура 3-я.

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 довес, получить должно желаемое количество, ибо в сложности

3, 9 и 27 фунтов составляют 39 фунтов.

Вычитая 1 фунт, остается 38 фунтов — вес покупаемого товара.



С. Я. Румовский.

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

Высокий научный уровень нашей науки о мерах уже в XVIII веке был обеспечен участием в работе 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. Найденный недавно в архиве отзыв Л. Эйлера об эталонах российского пуда подтверждает участие знаменитого ученого в практической работе комиссии мер и весов и устанавливает оставшийся до сих пор неотмеченным факт о том, что первый наш академик по прикладной математике Иоганн Лейтман, вступивший в Академию наук ранее Эйлера, помимо работ в области теории стрельбы, механики и оптики, занимался и вопросами о русских мерах.

Приводим заключительные строки отзыва Леонарда Эйлера о русских мерах: «А именно покойный профессор Лейтман через свое прилежное исследование ясно доказал, что Российский пуд содержит 35 фунтов 2 лота и 2 квинтеля нюрнбергского весу, 35 фунтов 24 лота и $3\frac{1}{5}$ квинтеля киевского [кёльнского] весу, 46 фунтов 9 унций и 23 драхмы Аптекарского весу».

Установленная законом 1747 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 дешевы 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 путем, выработав и превторив 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.

СОДЕРЖАНИЕ

О чем рассказано в этой книге	3
I. Возникновение мер	5
Меры длины	5
Что принять за меру длины?	7
Меры, не требовавшие эталонов	10
Об одной замечательной мере длины древних народов	11
Меры площадей	14
Меры веса (массы)	16
II. Попытки создания системы мер у древних народов	20
Основное условие удобства системы мер	20
Сравнение вычислений в различных системах мер	21
Вавилонская система мер	23
Системы мер других древних народов	25
III. Старые русские меры	29
Начало государственного надзора за мерами в России	29
Русские меры длины	30
Меры площадей	32
Меры сыпучих тел	34
Меры жидкости	34
Меры веса (массы)	35
Денежная система русского народа	36
Надзор за мерами в России в новое время	39
Д. И. Менделеев — метролог	43
IV. Дальнейшее развитие систем мер в новое время	47
Недостатки старых систем мер	47
Противники реформы системы мер	48
Злоупотребление мерами в торговле	49
Каким требованиям должна удовлетворять система мер?	52
Потребности наук в реформе системы мер	53

V. Создание метрической системы	56
Разработка основ метрической системы	56
Измерение дуги меридиана	59
Временная метрическая система	62
Архивный метр	67
Причины, мешавшие проведению в жизнь метрической системы	68
VI. Метрическая система становится международной благодаря деятельности русских ученых	70
VII. Метрическая система мер в России и СССР	79
Приложение	84
Задача Д. И. Менделеева о наилучшей системе гирь . .	84
Использование наиболее удобной системы гирь в России .	93

Для среднего и старшего возраста

Ответственный редактор
Л. А. Джалалбекова.

Художник-редактор Ю. Н. Киселев.

Технический редактор Э. П. Кореньюк.

Корректоры А. К. Петрова и
А. П. Нарвойш.

Подписано к набору 20/X 1953 г. Подписа-
но к печати 9/XII 1953 г. М-46798. 84 × 108^{1/2}.
Бум. л. 1^{9/16}. Печ. л. 5,13. Авт. л. 3,6
Уч.-изд. л. 4,54. Заказ № 406. Тираж 90 000.
Цена 2 р. 35 к.

2-я фабрика детской книги Детгиза
Министерства Просвещения РСФСР.
Ленинград, 2-я Советская, 7.

Цена 2 р. 35 к.

