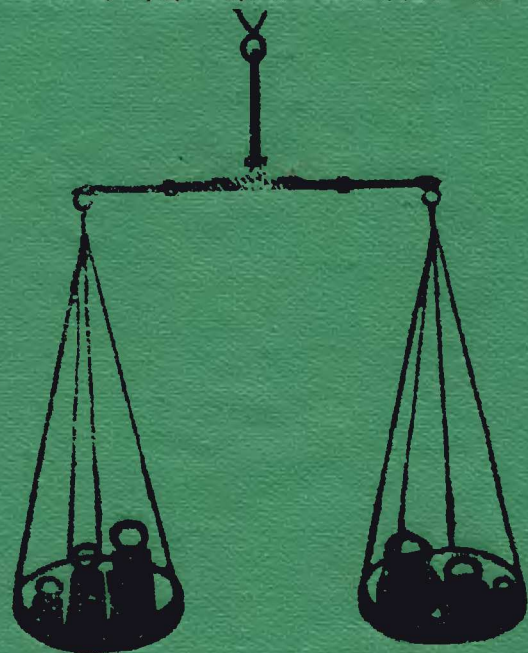


Н. А. ШОСТЫН

ОЧЕРКИ  
ИСТОРИИ  
РУССКОЙ  
МЕТРОЛОГИИ

---



Н.А.ШОСТЫН

ОЧЕРКИ  
ИСТОРИИ  
РУССКОЙ  
МЕТРОЛОГИИ

---

XI - XIX ВЕКА

ИЗДАТЕЛЬСТВО  
СТАНДАРТОВ  
МОСКВА  
1975

---

**ЗНАНИЕ  
ИСТОРИИ ПРЕДМЕТА  
НЕОБХОДИМО  
ДЛЯ ПРАВИЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ  
ВПЕРЕД**

**Д.И.МЕНДЕЛЕЕВ**



**М. В. Ломоносов**



УДК 389(091)(47)«10/18»

**Очерки истории русской метрологии. XI—начало XX века.**  
Н. А. Шостьин. М., Издательство стандартов, 1975, 272 с.

*В книге на основании изучения большого количества исторических материалов, документов, публикаций, а также ряда письменных источников освещен тот интересный путь развития, которой прошла отечественная метрология со времени Киевской Руси до начала XX в. Подробно описана эволюция мер длины, площади, объема, массы, указаны сферы применения разнообразных мер, рассмотрены местные и бытовые меры, показано, как под влиянием развивающихся наук и техники, роста потребностей экономики расширились номенклатура мер и области измерений, совершенствовались методы измерений различных физических величин. На конкретном материале показано, как по мере укрепления государства система русских мер принимала все более стройный характер, улучшался надзор за мерами, как возникла и развивалась метрологическая служба в России. Подробно освещена метрологическая деятельность выдающихся ученых М. В. Ломоносова и Д. И. Менделеева.*

*Книга рассчитана на широкий круг читателей: от специалистов метрологов, историков, археологов, аспирантов, студентов до любого читателя, заинтересовавшегося историей науки и материальной культуры.*

*Табл. 9. Илл. 65. Библ. 239.*

Оформление художника  
Н. А. СЕДЕЛЬНИКОВА

10801  
Ш 085(02)—75

© Издательство стандартов, 1975



Н. А. Шостын

#### ОТ РЕДАКТОРА

*Над предлагаемой вниманию читателей книгой Николай Александрович Шостын — один из старейших советских метрологов — работал долгие годы. Интерес к проблемам теории метрологии и особенно к ее истории, неустанная деятельность в этом направлении позволили Н. А. Шостыну собрать богатый материал по истории отечественной метрологии. Настоящая книга была задумана как завершающий труд всей творческой жизни автора.*

*К сожалению, Николай Александрович Шостын скончался в 1971 г., не успев завершить подготовку рукописи к изданию. Уже без автора составляли итоговые таблицы, окончательно подбирали иллюстрации, отработывали и редактировали текст. Все это, возможно, могло сказаться на полноте освещения материала, так как установило определенные рамки доработки рукописи.*

*Л. Н. БРЯНСКИЙ*  
Кандидат технических наук

## ВВЕДЕНИЕ

---

Слово «метрология» в переводе с греческого означает учение о мерах ( $\mu\acute{\epsilon}\tau\rho\nu$  — мера,  $\lambda\acute{o}\gamma\omicron\varsigma$  — слово, учение). Но это лишь первичный смысл данного понятия, требующий некоторых дополнительных пояснений.

Под мерой принято понимать вещественное воспроизведение единицы измерения. Однако к мерам издавна относили также и единицы измерения площади, хотя они не имели вещественного оформления; не имели такого воплощения и, например, путевые меры — верста, стадий, миля.

В течение тысячелетий применяли только меры длины, площади, объема, веса (массы) \* и времени; рассмотрением этих мер (и нередко также монет как мер ценности) обычно и ограничивалось содержание работ по истории метрологии.

По определению Ф. И. Петрушевского [1], «метрология есть описание всякого рода мер по их наименованиям, подразделениям и взаимным отношениям»; однако «всякого рода меры» сводятся у этого автора лишь к мерам длины, площади, объема, веса и монетам. Такое понимание содержания метрологии, естественно, отразилось и в изданиях справочно-описательного характера: «Метрология—собрание сведений о мерах, весе и монетах (реже о времени)...»,—констатирует Ф. И. Петрушевский [2] в Энциклопедическом словаре.

В настоящее время объектом метрологии являются все единицы измерений физических величин — механических, электрических, тепловых и др.

С другой стороны, современная метрология, опирающаяся на достижения различных наук, на их методы и аппаратуру, в свою очередь, способствующая развитию наук, сама стала наукой в современном понимании этого слова и определяется уже не как «описание» или «собрание сведений» о мерах, а как «учение об единицах и эталонах», «учение об измерениях, приводимых к эталонам» и как «часть технической физики» [3, ч. 1 стр. 15], как наука об измерении (science of measurement) [4], как «та часть науки об измерениях, которая зани-

---

\* В данной книге сохранен бытующий в трудах по исторической метрологии термин «меры веса» вместо современного «меры массы».

мается специально определением прототипов, воспроизводящих единицы размеров (dimension) и массы, и производных от них эталонов первого порядка» [5].

Для наших дней можно сказать, что метрология — это наука об измерениях, обеспечении их единства, методах и средствах достижения требуемой точности.

Слово «метрология» употребляется также для обозначения материального содержания учения о мерах, т. е. для обозначения совокупности средств измерений (мер и измерительных приборов). Такой смысл имеет оно, например, в выражениях «метрология греков» или «метрология римлян» и т. д. (в настоящей монографии слово «метрология» употребляется и в этом смысле).

История метрологии издавна привлекала внимание исследователей. Среди них есть ученые с мировым именем. Например, И. Ньютон явился автором исследования по определению длины древнеегипетского «священного» локтя. Усилиями многих ученых создана «историческая метрология» — научная дисциплина, которая изучает историю метрологии у различных народов, включая даже эпоху, отделенную от нас многими столетиями. Свою задачу историческая метрология видит, в первую очередь, в установлении номенклатуры древних мер, их значений, соотношений и происхождения; исходными данными для этого являются сохранившиеся меры и различные материальные памятники прошлого (монеты, гири, меры длины, сооружения со «стандартными», кратными, размерами), а также литературные памятники, содержащие сведения о каких-либо мерах, о соотношениях между ними, об их использовании.

Историческая метрология устанавливает, оставались ли те или иные меры постоянными на протяжении веков или изменялись, как развивалось применение мер в торгово-промышленной практике и в быту, как создавались и развивались системы мер, как постепенно осуществлялось единство мер и т. д.

Первоначально деятельность исследователей сводилась к накоплению первичных материалов и лишь с течением времени, в результате критического анализа собранных данных, удалось сделать ряд обобщающих выводов, связать историю метрологии с общественно-экономическим развитием общества и получить в известной степени целостную картину развития науки. Наряду с констатацией фактов по сохранившимся письменным памятникам прошлого, в деятельности историков метрологии стали играть большую роль эксперимент и критический анализ первичных данных, постепенно пополнявшиеся элементами синтеза и обобщающими построениями. Исследователи успешно применяли в своих разработках сравнительно-исторический метод, позволивший на основании данных об измерениях, скажем, заведомо одних и тех же расстояний в различных единицах найти соотношения между ними, а в тех случаях, когда объект измерения сохранился, определить значения этих единиц в современных единицах; использовали также и индук-

тивный метод, одним из пионеров применения которого был И. Ньютон [6]. Восстанавливая утраченное значение древнеегипетского священного локтя, Ньютон установил, что размеры изученных им сооружений находятся в целочисленных отношениях друг к другу, и пришел к выводу, что длину, равную их общему наибольшему делителю, следует считать древней мерой длины. Этот вывод развил и обобщил известный английский египтолог Флиндерс Петри (1853—1942 гг.) в своей монографии «Индуктивная метрология» [7]; под последней он понимает ту форму исторической метрологии, которая опирается на метод определения значений древних мер длины, исходя из размеров сохранившихся архитектурных памятников. Как естествоиспытатель на основании нескольких экспериментов делает общий вывод, например, о постоянстве характеристики вещества при тех же условиях, так и исследователь древней метрологии, исходя из частного сходства — из наличия одинакового «элементарного» размера (в форме наибольшего делителя) в размерах нескольких сооружений, — делает общий вывод, что это сходство является не случайным, что данный «элементарный» размер представляет некоторую меру, каковая по самому существу своему имеет общий характер, поскольку каждая мера служит общим мерилем для всего неограниченного многообразия однородных с нею, количественно различных величин.

Зачастую к очень хорошим результатам приводил ретроспективный метод, сущность которого сводится к тому, что мерам предшествующего периода, значения которых неизвестны, приписывают те значения, которые имели одноименные меры в более поздние периоды. Хотя этот метод принципиально не может считаться достаточно удовлетворительным и использование его является обычно вынужденным, тем не менее в практике историко-метрологических исследований имели место смелые и нередко оправдывавшиеся выводы, распространявшиеся на несколько столетий назад.

Трудами многих исследователей на этой базе нарисована увлекательная картина происхождения метрологии разных народов (вплоть до современных) из одного (или немногих) центра древней культуры.

Начальный (своего рода доисторический) этап становления метрологии характеризуется использованием количественно неопределенных суррогатов мер: частей человеческого тела, условных единиц, связанных с физическими (силовыми, голосовыми) способностями человека, счетных единиц и пр. Из числа этих суррогатов мер можно выделить части человеческого тела, как некоторые подобия вещественных, количественно определенных мер, хотя и заключающие в себе моменты субъективизма, но в меньшей степени, чем прочие из указанных мер.

Известно изречение древнегреческого философа Протагора: «*ἄνθρωπος ἕκαστος μέτρον ἐστὶν ὁ ἀνθρώπου*» (человек есть мера всех вещей). Это изречение, неоднократно подвергавшееся в дальнейшем критическо-

## ВВЕДЕНИЕ

му рассмотрению, имеет непосредственное отношение и к метрологии в ее становлении и историческом развитии. У всех народов использовались части человеческого тела в качестве мер длины, о чем отчетливо свидетельствуют уже сами названия: фут — ступня (греч.  $\mu\acute{o}\upsilon\varsigma$ , лат. *pes*, франц. *pied*, англ. *foot*, нем. *Fuß*), дюйм — палец (греч.  $\delta\alpha\kappa\tau\upsilon\lambda\omicron\varsigma$ , лат. *digitus*, голл. *duim*, франц. *pouce*, англ. *inch*, нем. *Daumen*) и пр.

В качестве исходных мер длины издревле применяли также ширину зерна (в особенности ячменного), толщину волоса верблюда или мула и др.: у арабов в VIII—IX вв. ячменное зерно приравнивалось 6 верблюжьим волосам; актом английского короля Эдуарда I (1272—1307 гг.) дюйм определялся как «три сухих круглых ячменных зерна» [8]. Вес зерна ячменя или пшеницы (иногда плодов деревьев) использовали в качестве исходной меры веса, о чем свидетельствует, например, наименование меры «гран» — зерно (лат. *granum*, англ. *grain*, франц. *grain*, итал. *grano*, исп. *grano*).

Если изначально применяли индивидуальные примитивные меры (моя ступня, мой локоть), то затем начали переходить к общеобязательным (усредненным по соглашению или по административному распоряжению) и к их реализации в материальной форме. К таким общеобязательным мерам относился, например, уже упоминавшийся египетский священный локоть. Появление вещественных мер (в виде линеек, гирь и т. п.) сделало возможным воспроизведение большого количества одинаковых мер (в том числе дольных и кратных), что открывало путь к использованию математических действий и создавало необходимые предпосылки для выделения метрологии из наличной совокупности знаний. «Когда тяжесть, объем и длина, — писал известный историк русской метрологии Д. И. Прозоровский, — дробятся на части в правильной соразмерности, тогда измерение тел получает математический характер и тогда-то именно является метрология, как особая система знания» [9, стр. 2]. Не менее важным шагом являлось установление определенных числовых соотношений между однородными мерами (например, длины или веса), которые первоначально часто бывали разрозненными, случайными и независимыми друг от друга, т. е. совершалось превращение комплекса мер в их упорядоченную совокупность, в систему мер.

История русской метрологии уже давно привлекает к себе внимание исследователей. Первые работы относятся еще к началу прошлого столетия.

В 1827 г. появилась брошюра акад. А. И. Ламберти «О первоначальном происхождении и нынешнем состоянии российской линейной меры и веса» и в 1828 г. другая его брошюра — «О неизменном определении веса российского фунта...» [10]. Эти работы отражают деятельность А. И. Ламберти в Комиссии по мерам и весам 1827 г. Автор еще сравнительно мало пользуется летописями и другими памятниками



древнерусской письменности. Зато появившаяся в 1844 г. большая статья акад. П. Г. Буткова «Объяснение русских старинных мер линейной и путевой» [11] отличается чрезвычайным обилием использованных и внимательно рассмотренных письменных первоисточников, в ней даны многочисленные библиографические ссылки; автор впервые установил вероятные значения древнерусских мер длины.

Большую исследовательскую работу выполнил Д. И. Прозоровский (1820—1894 гг.), которого историк отечественной метрологии С. К. Кузнецов справедливо называет «отцом русской метрологии» (имея в виду историческую метрологию). В своей научной деятельности Д. И. Прозоровский охватил различные меры — длины, объема, веса и времени, и эти исследования дали ему возможность впервые создать общую монографию по истории русской метрологии. Работы этого энтузиаста истории отечественной метрологии в настоящее время, конечно, частично устарели, но уже вследствие обилия привлеченного материала они сохраняют значение для исследователей русской метрологии. Его изданный курс лекций «Древняя русская метрология» [9] был первым более или менее систематическим опытом создания истории русской метрологии. А. И. Никитский в статье «К вопросу о мерах в древней Руси» [12, стр. 189] выполнил подлинно исследовательскую работу, касающуюся мер объема (сыпучих тел и жидкостей) и земельных мер. Автором тщательно разобраны письменные первоисточники, в частности, разные писцовые книги. В то же время статья содержит также некоторые гипотетические элементы. Сотрудником Главной палаты мер и весов М. Н. Младенцевым была напечатана статья «Краткий исторический очерк русских мер» [13], представляющая в сжатом виде сводку данных о русских мерах; в другой своей статье [14] он кратко касался в историческом аспекте форм контроля за мерами и весами и за отсутствием злоупотреблений. В 1913 г. появилась монография С. К. Кузнецова по истории русской метрологии [15], охватывающая историю мер длины, площади, объема и веса в нашей стране по XIX в. включительно. Она содержит много фактических данных, подробный перечень первоисточников и дает в популярной форме сводку результатов предыдущих исследовательских работ.

Итоговый, обобщающий характер носят такие работы, как большая статья Н. В. Устюгова [16, стр. 294—348] и его учебное пособие по истории метрологии [17, ч. 2], а также монография Л. В. Черепнина [18]. Эти работы, суммирующие результаты предыдущих исследований и частично дополняющие их, охватывают в исторической последовательности эпоху по XVII в. включительно (если не считать небольшого экскурса в область метрологии XVII—XX вв. у Черепнина). Л. В. Черепнин ввел в свою монографию также историю денежного счета, в частности, монетного дела. В этих работах использованы некоторые новые материалы (частично архивные). Кроме того, работы содержат ряд ценных критических замечаний и интересных методологических соображений. Дальнейшим развитием материалов этих публикаций

является монография (учебное пособие) Е. И. Каменцевой и Н. В. Устюгова [19], охватывающая историю русской метрологии и за период XVIII—XX вв. Как и у Л. В. Черепнина, в этой монографии содержится очерк истории русского денежного счета.

Много очень важных дополнений и уточнений, нередко хорошо обоснованных, было внесено исследователями, опиравшимися на иную методологическую базу.

Н. Т. Беляев [20] выдвинул ряд интересных аргументов в пользу восточного происхождения системы русских мер в целом (мер длины, объема и веса); он установил весьма любопытный факт совпадения числовых значений многих русских мер и египетско-вавилонских.

Из работ исследователей, опиравшихся на материалы археологических раскопок (на меры веса, найденные в различных кладах, захоронениях и пр.), следует особенно отметить работы А. И. Черепнина [21, т. 7], К. В. Болсуновского [22], А. Л. Монгайта [23, 24] и В. Л. Янина [25]. Ими был доказан факт существования в древней Руси малых мер веса (монетного) и установлены их значения, а также указано вероятное значение некоторой общей для них исходной единицы. Исследованиями акад. Б. А. Рыбакова [26, 27] было доказано, что номенклатура древнерусских мер длины была значительно богаче, чем это считалось ранее, и что особенное развитие она получила в системе мер русских зодчих; для всех этих мер были установлены их значения и соотношения.

Методика исследования происхождения древних мер недостаточно разработана и далеко не всегда допускает бесспорное, однозначное решение. Практически вопрос сводится (если не касаться физической основы происхождения — от частей человеческого тела, от домашней утвари и пр.) к национальной основе мер, т. е. к тому, являются ли те или иные меры местными или же были заимствованы извне (от других народов).

Решение этого вопроса обычно основывают на сравнении наименований и значений мер.

Русские наименования мер (пядь, локоть, сажень, бочка) в большинстве случаев, хотя и не всегда, свидетельствуют об их местном происхождении, в противоположность например, таким чужеземным наименованиям, как стадий, литра, аршин, контарь и пр. Обычно наименования чужеземных мер, не имевших аналогов в древнерусской метрологии, оставались без перевода. Русский исследователь Кавказа, Персии и Бухары Н. В. Ханьков на основании филологического анализа [57] применявшихся в середине XIX в. мер закавказских народов, входивших в состав России, пришел к выводу, что 45 мер были заимствованы от восточных народов (персов, арабов, тюрских племен) и что это заимствование имело место частично еще в I тысячелетии до н. э. [28].

Однако само по себе филологическое рассмотрение наименований часто является недостаточным. В связи с этим для решения вопроса

о степени независимости тех или иных мер истории метрологии ориентируются в основном на сходство числовых значений мер с мерами другой страны, имевшей, например, более древнюю и более высокую культуру или располагавшей средствами экономического или политического воздействия. Однако даже в тех случаях, когда имеет место совпадение (или близкое сходство) значений для всей системы мер, вывод о заимствовании может быть слишком поспешным уже вследствие того, что совпадение может быть объяснено причинами общего порядка, имевшими силу для обеих стран, — например, одинаковостью размеров частей человеческого тела (при образовании системы мер длины).

Ныне в историко-метрологических исследованиях получила права гражданства идея о происхождении мер современных европейских народов (в частности, русских мер) из одного общего источника, а именно из мер Древнего Востока. Доказывая это единство происхождения, английский исследователь Флиндерс Петри отмечал возможность даже коренного изменения общих исторических представлений вследствие достижений в области изучения истории метрологии. «Линейные меры и меры веса, — писал он, — хорошо свидетельствуют об отсутствии разобщенности мира в торговле и населении. От них мы имеем концепцию человеческой истории и умственных сил, совершенно стличную от той, которую дает изучение стран мира в отдельности, и превосходящую в отношении времени и пространства все то, что нам может сказать литература» [29].

Подводя некоторый итог уже сказанному, необходимо подчеркнуть, что история метрологии дает весьма интересную и поучительную картину реализации и развития идеи меры в зависимости от усложнения задач, возникавших перед коллективами, выполнявшими познавательные, производственные и товарообменные функции. Развитие метрологии отчетливо и наглядно иллюстрирует общий характер движения познающей мысли в истории: оно шло в направлении от случайного, произвольного и субъективного к общезначимому, нормализованному и объективному, от хаотического состояния к упорядоченному многообразию, от независимости и разрозненности к взаимосвязи и единству, от эмпирики к научной методике.

Для всех, кто интересуется историей научно-технического прогресса, осуществляющегося на основе познания количественных характеристик и закономерностей природы, изучение истории метрологии, рассматривающей средства этого познания, является естественным необходимым фундаментом.

Заканчивая введение, следует сделать некоторые замечания, касающиеся транскрипции и написания слов в древнерусских источниках. Необходимо отметить некоторые отличия от принятых в дальнейшем, не говоря уже о современных; так, мы встречаем в них слова «сяжень», «держяти», «полочяне», «всеа», «тоа», «тритьцать», написание «польпуда», «Кърчев» вместо «сажень», «держать», «полочане», «всея»

## ВВЕДЕНИЕ

(«всей»), «тоя» («той»), «тридцать». Кроме того, не было строгого единообразия, что объясняется отсутствием твердых правил правописания, усмотрением (или ошибками) переписчиков, изменением принятого начертания с течением времени, а также личным усмотрением издателя древних актов и пр.; примерами могут служить такие различия, как «Володимер» и «Володимерь», «сделать» и «сделат» (или даже «зделат»), «сажень», «сяжень» и «сажен» (в родительном множественного), «локот», «лакот» и «лакоть», «сколько» и «сколко», «с» и «з» (предлог) и пр. В настоящей монографии при цитировании сохранены особенности оригиналов. Поэтому непривычные или различные начертания одного и того же слова не должны смущать читателей. Вместе с тем в ряде цитат, взятых из источников, относящихся к периодам до XVIII в., славянские буквы, используемые в те времена для выражения чисел, заменены арабскими цифрами.

## ПРОИСХОЖДЕНИЕ ДРЕВНЕРУССКИХ МЕР

---

В настоящей работе не рассматриваются специально вопросы, относящиеся к происхождению единиц измерения и мер у скифских и славянских племен, населявших территорию будущей Киевской Руси.

Нет оснований полагать, что этот процесс принципиально отличался от процесса появления мер и средств измерений у других народов. Как и везде, первыми появились меры длины, которыми служили части человеческого тела или отрезки пути, преодолеваемые за более-менее определенный интервал времени (например, день). Естественное происхождение имели и меры веса — в основе лежал вес зерен определенных злаков и т. п.

В правоте сказанного нас убеждают такие названия древних русских мер, как локоть, пядь, стопа, ладонь, палец.

Нас интересует совокупность единиц измерений и мер, применявшихся начиная с X—XI вв. на территории Киевской Руси — обширного централизованного государства, имевшего тесные и разнообразные политические и торговые связи с другими государствами Запада и Востока.

В этих условиях местные меры и единицы (если они успели возникнуть), сталкиваясь с «иноземными», неизбежно должны были претерпеть какие-то изменения. Историческая метрология знает различные варианты этого процесса — от полной замены местных мер общепринятыми иноземными (так произошло с мерами стран, ставших колониями) до установления барьеров, преграждающих вход «чужим» мерам и единицам (примером могут служить Китай и Япония сравнительно недавнего прошлого).

В большинстве случаев имело место либо взаимное влияние, либо пополнение номенклатуры местных мер и «подравнивание» размеров местных и иноземных единиц при сохранении местных названий.

К одним из наиболее серьезных исследований происхождения русских мер относится работа Н. Т. Беляева [20], интерес к которой не утрачен и в настоящее время. Н. Т. Беляев в своей концепции исходил из того влияния, какое оказала метрология Древнего Востока на метрологию других стран, вплоть до современных, что отмечено рядом историков метрологии (в особенности английскими). При непосредственном решении этого вопроса Н. Т. Беляев опирался главным образом на сходство значений русских мер XVII в. и мер Древнего Востока.

ка, учитывая также издавна существовавшие экономические связи с ним народов южнорусских степей. Основываясь на ретроспективном методе исследования, Н. Т. Беляев предполагал, что значения основных русских мер не претерпели существенных изменений с XI по XVII в.

Еще в XIX в. историки метрологии постепенно подошли к выводу, что самостоятельное создание стройной, рациональной и долговечной системы мер имело место только в отдельных случаях и притом лишь у народов, достигших высокой степени культуры. С течением времени такие системы мер полностью или частично были усвоены другими народами. При этом играли роль не только превосходство метрологической культуры и практические преимущества той или иной системы чужеземных мер, но и наличие достаточно оживленных торговых сношений с экономически и технически развитой страной и вытекающая отсюда целесообразность заимствования ее системы мер; определенную роль могло сыграть экономическое или политическое давление.

В результате сравнительных исследований Н. Т. Беляев пришел к выводу: в основе древнерусской системы мер длины, объема и веса лежит древнеегипетская система мер в том виде, в каком, испытав уже ассиро-вавилонское влияние, она сложилась примерно в III в. до нашей эры после метрологических работ, выполненных в Александрии при Птолемее Лаге (323—283 гг. до н. э.). Стройная, тщательно разработанная система древнеегипетских мер оказала большое влияние прежде всего на метрологию соседних государств (Пергам, Сирию, Финикию, греческие колонии малоазиатские и причерноморские) и затем на древние Грецию и Рим, а также и на другие государства. В процессе торговых сношений с этими странами народы Причерноморья и Приднепровья могли усвоить эту систему мер, причем наличие оседлого земледельческого населения (начиная с упоминаемых Геродотом скифов-земледельцев) способствовало ее сохранению; эта система могла быть воспринята также славянами и усвоена в Киевской Руси.

Соответствие системы древнерусских мер длины древнеегипетской системе мер Н. Т. Беляев иллюстрирует таблицей, из которой мы приводим только часть (табл. 1).

Приводя эту таблицу (в которую мы добавили упоминаемую Н. Т. Беляевым в тексте пядь мерную) и оговаривая, что для вершка не было аналога в филетерийских мерах, исследователь пишет: «Таким образом, мы видим, что наша шкала мер длины является не чем иным, как филетерийской шкалой, занесенной на русскую равнину, вероятно, задолго до утверждения там славян, а именно в III—II веке до Р. Хр. из Пергама через малоазиатские греческие колонии во время оживленных торговых сношений греков со скифскими царствами теперешней южной России».

Связь древнерусских мер объема с древнеегипетскими доказывает Н. Т. Беляевым косвенным путем: древнерусскую систему мер



Таблица 1

| Древнерусские меры     |          | Древнеегипетские („филетерийские“) меры* |         |
|------------------------|----------|--|---------|
| Сажень                 | 2154 мм  | ὀργυρία                                  | 2160 мм |
| Аршин (локоть большой) | 718 мм   | βῆμα ἀμλῶν                               | 720 мм  |
| Локоть (пядь великая)  | 538,5 мм | μῆχυς                                    | 540 мм  |
| Стопа                  | 359 мм   | μοῦς                                     | 360 мм  |
| Пядь мерная            | 179,5 мм | —  | —       |
| Ладонь                 | 89,8 мм  | μαλαιστή                                 | 90 мм   |
| Вершок                 | 44,9 мм  | —  | —       |
| Палец                  | 22,4 мм  | δάκτυλος                                 | 22,5 мм |

\* Созданная в Египте система мер получила наименование филетерийской по имени Филетера, правителя Пергама (283—263 гг. н. э.); при Филетере, сделавшем свой двор центром наук и искусств, она не только была внедрена в Пергаме, но и широко распространилась во всей Передней Азии.

Использование греческих наименований объясняется широким распространением греческого языка в культурных центрах Египта и Малой Азии после походов Александра Македонского и особенно в эпоху эллинизма.

объема он сопоставляет с древнеанглийской (табл. 2), которая непосредственно опиралась, согласно выводам ряда исследователей, на несколько модифицированную древнеегипетскую систему мер. Древний английский бушель, равный 28,94 л, представлял объем пятой части куба, ребро которого равнялось египетскому царскому локтю, а пинта, составлявшая 1/64 часть древнего бушеля, равнялась объему египетского хина — именно 0,454 л (таким образом, английский фунт, равный приблизительно 453,592 г, может рассматриваться как вес воды в объеме египетского хина).

Табл. 2 показывает единообразие построения древнерусской и древнеанглийской систем мер и наличие общего переводного коэффициента  $2^n$ , связывающего дольные и кратные меры. С другой стороны, значения соответственных мер обеих систем различны; однако они находятся в постоянном соотношении:  $\frac{\text{четверик}}{\text{бушель}} = \frac{26,24 \text{ л}}{28,94 \text{ л}} = 0,9$ , и этот же коэффициент сохраняется для прочих соответственных мер объема (он же характеризует отношение русского фунта к английскому, равное  $\frac{409,5}{454,0} = 0,9$ ). Единообразие построения и постоянство переводного коэффициента обеих систем, по мнению Н. Т. Беляева, свидетельствуют о происхождении их от одного общего источника —

Таблица 2

| Древнерусские меры объема  |          |                             | Древнеанглийские меры объема |                          |
|----------------------------|----------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------|
|                            |          | соотношение<br>с четвериком |                              | соотношение<br>с бушелем |
| Оков, кадь, бочка          | 839,69 л | 2 <sup>5</sup>              | tun                          | 2 <sup>5</sup>           |
| Полокова                   | 419,84 л | 2 <sup>4</sup>              | butt                         | 2 <sup>4</sup>           |
| Четверть, четь             | 209,92 л | 2 <sup>3</sup>              | quarter                      | 2 <sup>3</sup>           |
| Осьмина                    | 104,96 л | 2 <sup>2</sup>              | coombe                       | 2 <sup>2</sup>           |
| Полосьмины                 | 52,48 л  | 2 <sup>1</sup>              | strike                       | 2 <sup>1</sup>           |
| Четверик                   | 26,24 л  | 2 <sup>0</sup> =1           | bushel                       | 2 <sup>0</sup> =1        |
| Получетверик               | 13,12 л  | 2 <sup>-1</sup>             | tod                          | 2 <sup>-1</sup>          |
| Четверка                   | 6,56 л   | 2 <sup>-2</sup>             | peck                         | 2 <sup>-2</sup>          |
| Гарнец, малый четверик     | 3,28 л   | 2 <sup>-3</sup>             | sallon                       | 2 <sup>-3</sup>          |
| Пол-малый четверик*        | 1,64 л   | 2 <sup>-4</sup>             | stoup                        | 2 <sup>-4</sup>          |
| Пол-пол-малый четверик     | 0,82 л   | 2 <sup>-5</sup>             | quart                        | 2 <sup>-5</sup>          |
| Пол-пол-пол-малый четверик | 0,41 л   | 2 <sup>-6</sup>             | pint                         | 2 <sup>-6</sup>          |

\* Своеобразие наименований (приставки «пол», «пол-пол», «пол-пол-пол») объясняется недостаточным развитием математического языка, в связи с чем знаменатели дробей первоначально не выражались порядковыми числительными и повторение частицы «пол» заменяло использование показателей степени числа 2.

древнеегипетской системы мер объема. В таблицу вошли русские меры только для сыпучих тел; мер жидкостей Н. Т. Беляев не касался.

Номенклатура древнерусских мер веса особенно широка. Сопоставление проведено с вавилонской системой, которая, как уже указывалось, вытеснила в Египте местную систему, сохранив, однако, основную меру — кедет \*\*. Берковец не имел аналога в вавилонской системе мер веса и внесен в таблицу Н. Т. Беляева нами (табл. 3).

Если проанализировать указанные в таблице отношения разных мер к золотнику, то оказывается, что они представляют собой произведения простых множителей 2, 3 и 5 с различными показателями степени. Различия между значениями древнерусских мер и значениями вавилонских мер не превышают 0,25%.

Концепция Н. Т. Беляева основана на тщательном, разностороннем изучении вопроса, привлечении большого количества различных материалов и обстоятельном анализе их. Наряду с новизной выводов, она отличается единством построения: выводит разные русские меры (длины, объема, веса) из одного первоисточника, связывая их с древним центром высокой культуры. Свои выводы Н. Т. Беляев подтверждает ссылками на исследования зарубежных метрологов (Эри, Дони-сторпа, Флиндерса Петри и др.), относящиеся главным образом к

\*\* Наиболее достоверное значение кедета 9,1 г.

## ПРОИСХОЖДЕНИЕ ДРЕВНЕРУССКИХ МЕР

Т а б л и ц а 3

|                | Древнерусские меры веса |                          | Вавилонские меры веса          |
|----------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------------|
|                | значение<br>в граммах   | значение<br>в золотниках |                                |
| Берковец       | 163800                  | 38400                    | —                              |
| Контарь        | 40950                   | 9600                     | Большой Александрийский талант |
| Пуд            | 16380                   | 3840                     | Талант (вавилонский)           |
| Полпуда        | 8190                    | 1920                     | —                              |
| Безмен         | 1022                    | 240                      | Большая весовая мина           |
| Полубезмен     | 511                     | 120                      | Малая весовая мина             |
| Ансырь         | 546                     | 128                      | Большая серебряная мина        |
| Гривенка       | 409,5                   | 96                       | Золотая мина                   |
| Либра          | 307,1                   | 72                       | $\frac{3}{4}$ золотой мины     |
| Гривенка малая | 204,8                   | 48                       | $\frac{1}{2}$ золотой мины     |
| Полугривенка   | 102,4                   | 24                       | $\frac{1}{4}$ золотой мины     |
| Золотник       | 4,266                   | 1                        | $\frac{1}{96}$ золотой мины    |

английским мерам. В дополнение к ссылкам, данным у Н. Т. Беляева, приведем высказывания английских метрологов Чишольма и Ченей, которых высоко ценил Д. И. Менделеев. В 1877 г. Чишольм писал: «Вообще допускают, что египетские меры веса и линейные меры проникли в Азию и Индию, а также в Грецию и с некоторыми модификациями распространились в Италии, где они были приняты римлянами и затем всеми европейскими народами» [30]. Еще более определенно высказывался Ченей: «Наши (английские — Н. Ш.) меры веса и линейные меры, подобно мерам других европейских стран, ведут свое происхождение, по-видимому, с Востока через Грецию и Рим, и их происхождение является почти доисторическим» [31]. В более позднее время на связь ряда английских мер с мерами Древнего Востока указывал, например, Берриман.

Следует указать, что к выводам, аналогичным выводам Н. Т. Беляева, пришел еще в 80-х годах прошлого века неутомимый исследователь-энтузиаст Д. И. Прозоровский. Отмечая, что «римляне почти вполне усвоили себе единицы греческие... нечто дополнили, нечто изменили» [9], он писал: «едва ли можно исключать древнюю Русь из числа народов, подвергшихся когда-либо в том или другом отношении влиянию всемирного властителя Рима, которое, как приметно, распространялось не на одни подчиненные народы, но и на народы независимые» [32]; в другом месте он конкретизирует это утверждение следующим образом: «Вникая в строение русской метрологии, можно заключить, что... самое значительное число единиц наших взято из римско-

византийской метрики и что есть повод предполагать заимствование вообще славянами некоторых единиц прямо от Древнего мира» [9].

Однако работа Н. Т. Беляева не безупречна. Необходимо отметить некоторые слабые, по нашему мнению, ее стороны. Очень смело пользуясь ретроспективным методом, он в то же время уделяет слишком мало внимания древнерусским письменным источникам и недостаточно учитывает даже существовавшие некоторые меры, упоминаемые еще в «Русской Правде» [33], например, берковец, пядь мерную, уборок, головажню, лукно.

Известные на сегодняшний день письменные источники не подтверждают, что приводимая им богатая номенклатура мер действительно полностью применялась в Киевской Руси. Н. Т. Беляев совершенно не ставил вопроса о том, в какой степени культурное развитие и материальные возможности предков славян и их самих позволяли им принять богатую совокупность древнеегипетских мер и тем более реализовать их в вещественной форме.

Есть достаточные основания считать, что развитие системы древнерусских мер веса происходило в той или иной степени независимо от иноземных влияний. Так, например, исследования сохранившихся образцов древнерусских гирь, проведенные В. Л. Яниным [25], показали, что система древнерусских мер монетного веса представляла совокупность дольных единиц основной меры веса — гривны, значение которой действительно отражало влияние вавилонской метрологии (вавилонская мина равнялась по В. Л. Янину 409,32 г), подобно основным мерам веса многих других стран, имевшим почти тот же вес (порядка 408—410 г) и бытовавшим на Западе и на Востоке значительно раньше, чем на Руси. Однако соотношения мер монетного веса были установлены независимо от вавилонской системы, для которой характерно влияние двенадцатиричной системы. Гирьки, равные по весу 4,0—4,1 г, составляли, как видно, сотую часть весовой гривны, гирьки 4,97—5,09 г — восьмидесятую часть, гирьки 8,0—8,1 г — пятидесятую часть и т. д. По отношению к одной сотой гривны переводные коэффициенты образуют следующий ряд: 1; 1,25; 2; 3; 4; 6; 8; 9; 10; 12; 14; 24, т. е. отнюдь не представляли собой результат перемножения множителей 2, 3 и 5.

Нельзя также проходить мимо многочисленных фактов, когда местные меры (как это произошло, скажем, с берковцем, мерной пядью) дополнили собой заимствованные системы, заняв в них соответствующие места. Н. Т. Беляев не учитывал также того, что меры длины имели разновидности и не раз меняли свои значения и что значение четверти, основной меры объема сыпучих тел, также резко изменялось на протяжении XVI—XVII вв., что нашло отражение в законодательных актах. Например, как будет показано ниже, в эпоху Киевской Руси значение сажени (наиболее достоверное) было близко к 152 см и значительно отличалось от принятого Н. Т. Беляевым. То же самое можно сказать и о локте, наиболее достоверное значение

которого в древности лежало в пределах 46—51 см и, по-видимому, никогда не достигало 53,8 см, на что указывает Н. Т. Беляев.

Мы полагаем, что в действительности восприятие и усвоение восточной метрологии происходило постепенно в течение ряда веков. Несомненно, что торговля с Востоком в эпоху Киевской Руси была весьма значительна. Торговые сношения с Востоком не прекращались даже во времена татарского ига и тем более в дальнейшем. И все это время влияние восточной метрологии продолжало иметь место. В XVII в. русская метрология действительно в основном совпала с древнеегипетской, как это представлено в таблицах Н. Т. Беляева. Для косвенного подтверждения нашего предположения о более сложном пути развития русской метрологии мы хотим сослаться на то, что развитие древнеанглийской системы мер также не было простым и не заключалось лишь в усвоении системы мер Древнего Востока. Выдающийся английский метролог Сирс, в течение ряда лет возглавлявший английскую службу мер и весов, упоминая о происхождении английского фута непосредственно от римского фута и об английской мере длины cubit (локоть), сохранившей древнеегипетское наименование, указывал, что эти меры, а также меры длины — дюйм и ульна (ulna), предшественница ярда, были первоначально определены независимо друг от друга и притом различными способами и в разное время. Лишь законодательным актом короля Эдуарда I была решена назревшая задача «установить соотношения между этими различными первоначально существовавшими мерами и унифицировать их» [8].

По отношению к мерам народов Древнего Востока мы\*хотим кратко отметить — отнюдь не вдаваясь в обсуждение вопроса, — что нет достаточного сходства между системами мер и значениями последних, указанными у Н. Т. Беляева и в таком авторитетном справочнике, как «The International Critical Tables of Numerical Data for Physics, Chemistry and Technology» [34].

Тем не менее, несмотря на отмеченные недостатки, концепция Н. Т. Беляева представляет огромный интерес как грандиозная попытка связать русскую метрологию с культурными центрами Востока и представить ее историю как один из разделов истории мировой метрологии.

Будем надеяться, что последующие работы, опирающиеся на новейшие достижения истории и археологии, подтвердят наше предположение о том, что метрологическая система Киевской Руси являлась сложным сплавом существовавших ранее совокупностей местных единиц измерения и мер и заимствованных систем, восходящих к египетским и вавилонским прототипам.

## ГЛАВА ВТОРАЯ

### МЕТРОЛОГИЯ КИЕВСКОЙ РУСИ

XI—XII вв.

---

Русь эпохи Киевского Великого княжества принадлежала к числу передовых стран своего времени. Широкое (для того времени) распространение грамотности среди населения (подтвержденное многочисленными находками берестяных грамот, авторами которых зачастую были ремесленники, крестьяне, в том числе и женщины), наличие мощного, в достаточной степени централизованного государства предопределили высокий уровень культуры, ремесел, торговли. Само государство было заинтересовано в распространении грамотности; после возведения христианства в ранг государственной религии — «крещения Руси» — были проведены мероприятия по подготовке грамотных людей с помощью духовенства путем «учения книжного» (частично даже принудительным порядком). Для характеристики культурного уровня Киевской Руси представляет большой интерес следующая выдержка из летописи Нестора, содержащая весьма показательный панегирик книгам: «Се бо суть реки, напояющи вселенную, се суть исходища мудрости, книгам бо есть неисчетная глубина, сими бо в печали утешаеми есмы». В своей монографии о Киевской Руси [35, стр. 280] акад. Б. Д. Греков замечает: «В XI в. Русь не была отсталой страной. Она шла впереди многих европейских стран, опередивших ее только позднее, когда Русь оказалась в особо тяжелых условиях, приняв на себя удар монгольских полчищ и загорюдив собою Западную Европу».

Практика ремесел, торговли, строительства в древней Руси привела к созданию системы мер, которая удовлетворяла потребности того времени и оказалась достаточно устойчивой на протяжении ряда столетий. Широкие масштабы торговых операций требовали развития метрологического оснащения, а успехи ремесла сделали возможным изготовление совершенно различных по своим значениям мер (в частности, и таких крупных мер веса, как берковец, и малых гирек) и весоизмерительных устройств (от миниатюрных до многопудовых). Русские строители в высокой степени усовершенствовали систему мер длины. В системе мер монетного веса было достигнуто большое разнообразие мер, входивших в состав древнерусского разновеса.

#### Меры длины

Система древнерусских мер длины включала в себя следующие основные меры: версту, сажень, локоть и пядь.



**Верста.** По мнению Д. И. Прозоровского [9], а также других исследователей (В. И. Даля, С. Б. Веселовского и пр.), это слово происходит от глагола «верстать», означающего «распределять», «уравнивать», «уравнивать путем сравнения», откуда появились такие слова и выражения, как «сверстник» (однолеток), «тяглом верстаться», «он не верста тебе» (нечего тебе с ним равняться) и т. п. Таким образом, «верста» в общем смысле слова означает нечто такое, по чему следует равняться, меру выравненную, определенную.\*

Верста упоминается в летописях еще за 1097 г. Верста содержала в себе 750 сажен, что основывается на свидетельствах некоторых письменных источников. Так, П. Г. Бутков [11] ссылался на рукописный источник конца XV или начала XVI в. («О широте и долготе Земли и о стадиях и о стяжаниях землемерству»), где сказано: Стадие имеет сажени 100, поприще же (верста — *Н.Ш.*) 750, и есть же убо едино поприще стадий 7 и пол». Однако стадий имел несколько значений, и потому определить отсюда точное значение версты затруднительно. Кроме того, в сообщениях древнерусских путешественников (игумена Даниила [36], старца Арсения Суханова и др.) о расстояниях между теми или иными пунктами имеются расхождения друг с другом и с современными данными о тех же расстояниях, так как, по-видимому, расстояния указывались не на основании измерений, а приблизительно или вследствие опросов местных жителей. Затруднительно использовать также географические сведения вроде следующего сообщения летописца: «Град убо есть, отстоа от Киева, града столного, 50 поприщ, имянемь Василевь» [37] уже потому, что расстояния считались не по прямой линии, а вдоль путей сообщения, которые неоднократно изменялись, да и сами эти сообщения большей частью основывались на приближенных оценках.

Вывод о том, что «верста» и «поприще» синонимы, был сделан на основании сравнительного анализа различных источников. Так, например, в Ипатьевской летописи сообщается, что в 1167 г. смоляне начали встречать князя Ростислава за 300 поприщ от города, а в Воскресенском списке летописи — за 300 верст (в обоих случаях расстояние выражено в округленных числах).

К выводу о том, что поприще есть то же, что древняя верста, т. е. находится к ней в отношении 1:1, можно прийти и при сравнении других параллельных летописных сообщений.

Представляют значительный интерес сообщения о «старых верстах» в книгах Н. Г. Спафария (1678 г.) [38] и Л. Ф. Магницкого [39], где указано, что градус земного меридиана содержит 80 «старых верст», а так как длина градуса меридиана равна приблизительно  $104 \frac{3}{4}$  до-революционной версты, то получается, что «старая верста» равнялась

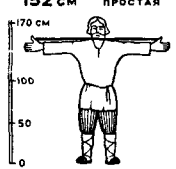




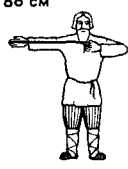
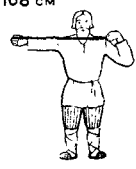




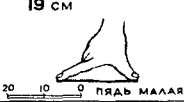


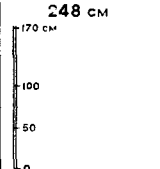



\* Были также высказаны предположения, что слово «верста» связано с литовским *wars-t-as* (длина борозды) и латинским *versus* (поворот, в частности, поворот плуга в конце борозды).

примерно 1400 м ( $656\frac{1}{4}$  дореволюционной сажени). Однако нет уверенности в том, что «старая верста» заключавшая в себе, по Спафарию и Магницкому, 750 сажень, и, по-видимому, представлявшая упомянутую выше версту XV—XVI вв., равнялась версте Киевской Руси. Такая «старая» верста более или менее соответствовала значению аттического стадия (185 м) и олимпийского стадия (192,7 м). При сравнении со стадием Эратосфена, для которого, по новейшим исследованиям, следует считать наиболее вероятным значение 158,6 м [40, стр. 29], для древнерусской, киевской, версты получаем значение  $158,6 \times 7,5 = 1189,5$  м. Оно близко к тому, которое следует из уточненного Б. А. Рыбаковым [26] значения сажени — 1,52 м (см. ниже), откуда 1 верста =  $1,52 \times 750 = 1140$  м.

Вопрос осложняется еще и тем, что в древней Руси применялись как «версты», так и «великие версты».

**Сажень.** Эта мера длины упоминается еще в «Слове о зачале Киево-Печерского монастыря» летописца Нестора, где за 1017 г. сообщается, что инок Иларион «ископа себе печерку малу дву сажень». Наименование «сажень» происходит от глагола «сягать» (откуда получили начало сохранившиеся до настоящего времени производные «досягать», «досягаемый»), и смысл его может быть наглядно проиллюстрирован примером так называемой косой сажени, которая представляла собой расстояние между подошвой левой ноги и концом вытянутого вверх среднего пальца правой руки, реально воспроизводя, таким образом, предел досягаемости для человека, стоящего на земле.

Для определения значения древнерусской сажени большую роль сыграла находка в г. Тмутаракани (на Северном Кавказе у Керченского пролива) камня, на котором была высечена славянскими буквами надпись: «В лето 6576 (1068 г.—*Н.Ш.*) индикта 6, Глеб князь мерил море по леду от Тмутаракана до Кърчева 10000 и 4000 сажень». Из сравнения этого результата измерений ширины Керченского пролива и результатов, полученных русскими топографами в первой половине XIX в. в дореволюционных русских мерах, Н. В. Устюговым [16] для древней сажени было найдено значение, равное 142 см. Оно расходилось с тем, которое вытекало из значения версты. Поэтому Б. А. Рыбаков [41] сопоставил результаты измерений князя Глеба с результатами измерений ширины Керченского пролива византийскими топографами в 952 г. (21200 м), поскольку за истекшую сотню лет она могла измениться значительно меньше, чем за последующее время до XIX в., когда она была вновь измерена русскими гидрографами. Отсюда непосредственно получено более точное значение сажени:  $\frac{21200}{14000} = 151,4$  см что вполне согласуется с указанным в первом столбце таблицы русских народных мер (см. рисунок). С этим значением совпали также результаты измерений размеров храмов (например, размеров строительных деталей храма св. Софии в Константинополе, определенных

| ОСНОВНЫЕ ПЕРВИЧНЫЕ МЕРЫ |  |   |   |  |               |
|-------------------------|--|---|---|--|---------------|
| САЖЕНЬ                  | 152 см<br>САЖЕНЬ ПРЯМАЯ<br> | 176 см<br>САЖЕНЬ МЕШАЯ (МАКОВАЯ)<br>   |   | 216 см<br>САЖЕНЬ КОСАЯ (КАЗЕННАЯ)<br> | 1             |
|                         | 76 см<br>                   | 76 см<br>  | 88 см<br>  | 108 см<br>                            | $\frac{1}{2}$ |
|                         | 38 см<br>                  | 44 см<br>   | 46 см<br> | 54 см<br>                            | $\frac{1}{4}$ |
|                         | 19 см<br>                 | 22-23 см<br>   |   | 27 см<br>«ПЯДЬ С КУВЫРКОМ»<br>      | $\frac{1}{8}$ |
| ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МЕРЫ     |  |   |   |  |               |
| САЖЕНЬ                  | 248 см<br>                | КОСАЯ (ВЕЛИКАЯ) САЖЕНЬ<br>«А САЖЕНЬ КОСАЯ С НОГИ НА РУКУ, ОТ ЗЕМЛИ ДО ЗЕМЛИ»<br> | 197 см  | «САЖЕНЬ БЕЗ ЧЕТИ»<br>                |               |
|                         | 62 см<br>                 |   |   |  |               |
| ЛОКОТЬ                  |  |   |   |  |               |

Русские народные меры длины (по Б. А. Рыбакову)

дьяконом Игнатием в 1389 г. [42], а также полученных в XX в. из чертежей храма).

Сажень, представлявшая наиболее крупную овеществленную единицу длины (существовали мерные веревки, длина которых была кратна саженю), получила широкое применение преимущественно при измерении расстояний и в строительстве; ее довольно часто упоминали русские путешественники и летописцы. Так, у игумена Даниила в описании его хождения в Палестину в 1106—1108 гг. [36] читаем: «от той церкви до гроба Лазарева сажень 12», относительно Мамврийского дуба (в Палестине): «в толще же есть дву сажень, моею рукою измерих около его» и пр., у дьякона Игнатия, путешествовавшего на Восток в 1389—1393 гг. [42]: «от яслей в подол три сажени до вертепа», в сказаниях: «поставлен столп, а высота его 6 сажень, а ширина его одна сажень» [43] и др.

**Локоть.** Это наименование объясняется тем, что по происхождению данная мера представляла длину локтя — расстояние по прямой от локтевого сгиба до конца вытянутого среднего пальца руки. Впервые локоть как мера длины упоминается в «Русской Правде» Ярослава Мудрого [33]: «мостнику, помостивше мост, взяти от дела, от десяти лакот ногата».

Несколько раз локоть упоминается в «Патерике Киевского Печерского монастыря» [37] («10 лакот», «20 лактей», «четыре лакотъ»), в «Хождении игумена Даниила» [36] и пр.

Значение древнерусского локтя  $10\frac{1}{2}$  —  $10\frac{1}{4}$  вершков (в среднем приблизительно 46—47 см) было получено из сравнения измерений в Иерусалимском храме, выполненных игуменом Даниилом в локтях, и значительно более поздних измерений тех же размеров, произведенных в дореволюционных русских мерах в точной копии этого храма — в главном храме Ново-Иерусалимского монастыря, построенного патриархом Никоном в XVII в. на реке Истра (близ г. Истра, Московской обл.).

Мы уже отмечали в главе I, что это значение существенно отличается от приводимого Н. Т. Беляевым (см. табл. 1). Если согласиться с выводами Н. В. Устюгова [16] и отчасти Л. В. Черепнина [18] о том, что локоть равнялся одной трети сажени, то его значение должно равняться либо 47 см (при сажени 142 см), либо максимум 51 см (при сажени 152 см).

Локоть широко применяли в торговле, как особенно удобную меру.

В розничной торговле холстом, полотном иноземными сукнами и пр. локоть был основной мерой и продолжал употребляться в значительной степени даже после появления аршина (в середине XVI в.) наряду с последним. Что же касается крупной оптовой торговли, то здесь локоть, сохраняя свое значение в качестве контрольной меры, был вследствие своей малости практически неудобен для измерений; например, сукно поступало из-за границы обычно в форме больших

отрезов — «поставов», длина которых предполагалась известной и единообразной и которые в связи с этим стали выполнять роль бытовой меры длины\*. Однако использование «поставов» в качестве мер длины не исключало употребления локтя даже в данной сфере, так как локоть требовался для выборочной проверки фактической длины сукна в «поставах», а также при поступлении сукна в розничную торговлю.

**Пядь.** У наших предков слово «пядь» означало кисть руки и, по-видимому, произошло от общего корня со словом «пять» [26], в пользу чего может свидетельствовать также слово «пятерня» — наименование кисти руки, исходившее из наличия на последней пяти пальцев. Под пядью первоначально понималась мера длины, равная максимальному расстоянию по прямой между концами вытянутых большого и указательного пальцев. Пядь упоминается в описаниях путешествий русских паломников XII—XVI вв.: значение ее (180—190 мм) было определено по этим источникам подобно значению локтя и, кроме того, оно было найдено из сравнения результатов измерений, произведенных в 1389 г. в Иерусалимском храме дьяконом Игнатием [42] в пядях, с результатами измерений тех же размеров в упоминавшейся выше копии храма близ Истры. Пядь часто употребляли в обиходе для приближенного определения небольших длин, особенно размеров цилиндрических тел. Вещественного оформления пядь не имела — использовали кисть руки.

\* \* \*

Итак, по мнению ряда исследователей [16, 18], древнерусская система мер длины имела следующий вид: 1 верста=750 сажням=2250 локтям=4500 пядям. Обращала на себя внимание ее бедность по сравнению с богатой номенклатурой мер длины Московского государства XVI—XVII вв. Это позволило Б. А. Рыбакову [26] выдвинуть предположение о наличии в эпоху Киевской Руси более богатой номенклатуры мер антропологического происхождения. Приведенный выше табличный рисунок характеризует меры «народной метрологии», употреблявшиеся в быту, мелком ремесле, розничной торговле. Значения этих мер были получены из размеров тела мужчины с наиболее часто встречающимся у русских ростом около 170 см. В таблице показаны разновидности основных мер (сажени, локтя, пяди) и их антропологическое происхождение: «пядь с кувырком» (27 см; была и 31 см) — длина малой пяди плюс 2 или 3 сустава указательного пальца\*\*, «сажень без чети» (197 см) — наибольшее расстояние между подошвой левой ноги и концом большого пальца поднятой вверх правой руки, и «косая сажень» —

\* Длина «постава» не была постоянной: в разное время и в разных местах она колебалась в широких пределах (порядка 30—60 локтей), но в конкретное время и в данном месте она имела по соответствующей договоренности определенное значение.

\*\*Такое оригинальное наименование одной из древних мер длины приведено также в «Голковом словаре» В. И. Даля.

«А сажень косая с ноги на руку, от земли до земли» и т. д. Из таблицы также видно, что значения дольных мер были связаны с саженью коэффициентами 2, 2<sup>2</sup> и 2<sup>3</sup>, т. е. имело место двухчастное, а не трехчастное деление.

О значениях мер длины, как показал Б. А. Рыбаков [41], свидетельствуют размеры некоторых древнерусских изделий, в частности икон, а некоторые из них имеют даже соответствующие наименования: пядница, «локотница». Действительно, размеры этих икон были очень близки к значениям пяди и локтя, указанным на рисунке. Даже для больших икон, не имевших подобных наименований, размеры их (152—153—154, 182, 197—198, 216 см) оказались весьма близкими к значениям разных саженей. Аналогичное сопоставление имело место также для некоторых других изделий (кирпичей, архитектурных деталей, книг и пр.).\*

Следует добавить, что наряду с антропологическими в древней Руси применялись также сугубо приближенные бытовые меры, неточные и невоспроизводившиеся материально, как то «перестрел» (расстояние, которое пролетела выпущенная из лука стрела, — 60—70 м), «вержение камня» (расстояние, на которое мог быть брошен камень), «день» (проходимое за день расстояние); при организации в дальнейшем конной почты вошла в практику даже такая своеобразная путевая мера, как «выпрежай» (расстояние между пунктами, в которых перепрягали лошадей при перевозке казенной почты).

### Меры площади

В Киевской Руси мер площади, как квадратных мер, судя по сохранившимся источникам, не было (хотя, вероятно, древнерусские зодчие и землемеры имели о них представление). Практически в мерах площади нуждались в основном для определения размеров земельных участков. Однако требования к точности этих определений были невелики уже вследствие неопределенности границ земельных участков, которые далеко не всегда соприкасались друг с другом и имели межевые знаки. В древней Руси в целях податного обложения использовали упоминаемые в летописных источниках чисто условные единицы, которые характеризовали рабочую силу или сельскохозяйственный инвентарь, а также меры, в основе которых лежали трудовые возможности. Отсюда такие наименования земельных мер (единиц обложения), как «дом» (семья) или «дым», «рало», «соха», «обжа» и пр. «Трудовой» характер мер «соха» и «обжа» и их соотношение явствуют из более позднего документа, сохранившегося ответа новгородцев на запрос Ивана III в 1478 г.: «Три обжи — соха, а обжа — 1 человек на

\* См. приложение на стр. 239.

\*\* В Московском государстве XVI—XVII вв. наименования «соха» и «обжа» приобрели иной смысл; они стали употребляться для обозначения окладных финансовых единиц.



1 лошади орет (т. е. пашет—*Н. Ш.*); а кто на 3 лошадях и сам третий орет, ино то соха»\* [44, т. 6, стр. 217]. Следует заметить, что аналогичные меры издавна применяли также в других государствах: римский югер (*ingegum*) представлял земельный участок, обрабатываемый на паре волов в течение дня, а древнегерманский морген (*Morgen*) — в течение утра.

Такие меры являлись естественными для той эпохи, когда скольконибудь точному определению площадей препятствовало слабое знакомство с основами геометрии и трудность их приложения к земельным участкам неправильной формы. С течением времени для пахотных земель доминирующую роль стала играть четверть — площадь, на которую высевали четверть (меру объема) ржи. Благодаря введению таких мер, как четверть и ее доли («посевных» мер), земельные меры оказывались связанными с реальными вещественными, имевшими вполне определенное объемное значение. Они были лишены некоторых недостатков таких мер, как соха или обжа (зависимость от неодинаковой продолжительности светлого времени суток, от работоспособности лошадей и пр.), но все же были неопределенными в геометрическом смысле и зависели от ряда факторов (прежде всего от качества земли). Тем не менее практически «посевные» меры оказались в какой-то степени удобными для земледельцев, представляя для них нечто конкретное, понятное. Кроме того, появилась возможность несколько объективнее и точнее определять размер податного обложения, тем более что иногда учитывались также некоторые другие факторы (например, состоятельность земледельцев и качество земли) в целях установления обложения «по силе». Вместе с тем и «трудовые», и «посевные», и «урожайные» меры (для сенокосных угодий широко применяли копны сена — «урожайные» меры, которые лишь постепенно стали приобретать некоторую определенность; копны иногда использовали в качестве мер также для посевных площадей [33]) заключали в себе элементы субъективизма и произвола, которые проявлялись непосредственно в практике использования этих мер и, естественно, приводили к многочисленным спорам при установлении размеров податного обложения.

### Меры объема

Первичными мерами объема являлись обычные для хозяйственной практики сосуды и другие вместилища, которые после достижения некоторого единообразия объемов стали употреблять в качестве мерила количества зерна, вина и пр. при операциях товарообмена. Издавна меры объема имели две конкретные области применения — для сыпучих тел и для жидкостей. Это было свойственно, по-видимому, всем странам: известный историк древней метрологии Ф. Гульч писал: «С древнейших времен меры объема стали различаться в зависимости от того, предназначались ли они для измерения жидкостей или сухих предметов» [45]. Обобщенное понятие о кубических мерах, как мерах

определения объемов на основе линейных размеров, формировалось весьма медленно.

В древней Руси кубические меры не употребляли. Основная система мер для сыпучих тел выражалась следующей схемой: 1 кадь=2 половникам=4 четвертям=8 осьминам. Для мер жидкости наиболее употребительными являлись бочка, ведро, корчага.

Путем сопоставления свидетельств различных исторических источников А. И. Никитский [12] пришел к выводу, что кадь вмещала 14 пудов ржи (имея в виду московский пуд XVI—XVII вв., равный дореволюционному), т. е. 229,32 кг; отсюда для половника, четверти и осьмины получаются следующие весовые эквиваленты:  $7, 3\frac{1}{2}$  и  $1\frac{3}{4}$  пуда ржи.

Кадь в качестве меры объема упоминается еще в «Русской Правде» [33] и в летописном повествовании 1127 г., половник — в «Русской Правде» и пр. По поводу кади некоторыми историками высказывалось предположение, что столь большая мера была только счетной единицей и не воспроизводилась в вещественной форме; однако едва ли оно достаточно обоснованно, поскольку даже в XVIII в. для приемки некоторых продуктов (особенно соли) употреблялись кади в 25 пудов [46, стр. 134]. Можно, по-видимому, считать, что кадь и ее доли в эпоху Киевской Руси были распространены повсеместно, даже в Новгороде, где в дальнейшем обособленность мер держалась особенно упорно. Об использовании этих мер в Новгороде свидетельствует ряд сообщений летописцев: «Бысть голод..., ржи осминка по полугривне» (1127 г.), «Все же лето люто бяше: осминка ржи по гривне бяше» (1128 г.), «Бысть дороговъ в Новгороде: и купляхуть кадь ржи по 4 гривне» (1170 г.) [44, т. 3, стр. 5 и 15]. О распространенности кади свидетельствует также то, что именно она фигурирует у игумена Даниила [36] в характеристике урожайности земли в Палестине: «Окрест Иерусалима... родится пшеница и ячмень изрядно: одну кадь сеявши, паки вземлют 130 и 50 кадей».

В «Русской Правде» упоминаются также следующие меры: голважня, лукно, уборок: «вирнику\* ... взяти... на неделю... гороху 7 уборков, а соли 7 голважень. А се уроци городнику \*\*: ...7 уборков пшена, 7 лукон овса на 4 кони...». Как видно отсюда, вместимость уборка и голважни была невелика (точно неизвестна). Наоборот, лукно являлось большой мерой; по вычислениям Д. И. Прозоровского, основанным, к сожалению, на некоторых спорных допущениях, лукно вмещало 60 фунтов овса (24,6 кг), но это значение является сугубо приблизительным.

В некоторых источниках упоминаются также спуд (спудий), крина и другие меры, вместимость которых неизвестна; возможно, что слово «спуд» представляло (по крайней мере, первоначально) общее наименование мер объема, как можно думать на основании текста устава о церковных судах киевского князя Владимира Святославича (996 г.).

\* Лицо, взимавшее судебные штрафы.

\*\* Градостроитель.

Значения и соотношение древнерусских мер жидкостей — бочки, ведра, корчаги, неизвестны; по приближенным подсчетам Д. И. Прозоровского ведро вмещало около 24 фунтов воды (около 9,8 кг), но этот вывод мотивирован недостаточно. Относительно корчаги имеются данные, позволяющие считать, что она равнялась  $1\frac{1}{2}$  —  $1\frac{3}{4}$  позднейшего ведра (это ведро вмещало 30 фунтов чистой воды). Наибольшее распространение имело ведро—практически весьма удобная мера, сохранившаяся (с некоторыми изменениями) до XX в. Из «Русской Правды» известно, что оно использовалось еще в XI в.: «вирнику взяти... 7 ведер солоду на неделю». Использовались также более крупные меры, о чем частично известно уже по отношению к концу X в.; как указывается в летописных источниках, в 996 г. киевский князь Владимир «створи праздник велик, варя 300 провар меду» [44, т. 1, стр. 54]. «Провара» («вара») — крупная мера для меда, вина и т. п. Анализ новгородских писцовых книг, в которых для 1 бочки и 20 ведер указывается эквивалент 3 бочки, приводит к выводу, что одна бочка содержала 10 ведер.

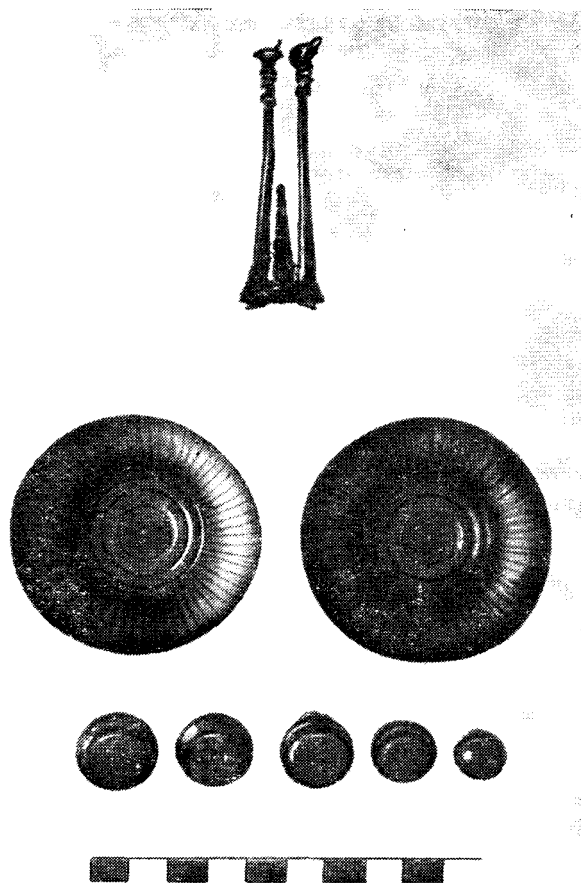
### Меры веса

В наибольшей степени меры веса нашли применение в области торговли. В конце X в. в Киеве торговля «весчими» товарами была уже значительной, а в дальнейшем с ним стали соперничать Новгород, Суздаль, Ростов, Владимир, Москва и другие города. Разнообразие объектов купли-продажи требовало использования различных мер веса.

В литературных памятниках XI—XV вв. упоминаются следующие меры веса: берковец, пуд, гривна, гривенка, золотник, а с XIII в. также почка и пирог. Однако эти источники не дают ясных соотношений мер, поэтому приходится ориентироваться на источники XVI—XVII вв., когда имели место следующие соотношения: берковец = 10 гудам = 400 гривнам (большим гривенкам, фунтам) = 800 гривенкам (наименование «гривна» постепенно уступило место наименованию «гривенка»). Гривенка = 2 полугривенкам = 48 золотникам = 1200 почкам = 4800 пирогам. В это время наибольшая мера веса — берковец — равнялась 163,8 кг, пуд — 16,38 кг, что полностью совпадает с до-революционными мерами (по золотник включительно). По-видимому, эти значения были свойственны также мерам веса XI—XV вв., поскольку древнерусская гривна (позднейший фунт) оставалась неизменной (И. И. Кауфман [47], В. Л. Янин [25] и др.) на всем протяжении русской истории (409,5 г). Таким образом получаем: 1 гривенка = 204,8 г; 1 золотник = 4,27 г; 1 почка = 171 мг; 1 пирог = 43 мг.

Открытым остается вопрос об «ансыре»\* и о «литре». Как видно из «Торговой книги» [48], ансырь применялся еще до XVI в. и имел

\* См. также стр. 76.



Весы с гирьками X—XI вв.

другое значение (128 золотников, а не 96, как во время составления «Торговой книги»); однако сведения о нем совершенно недостаточны. Упоминание о литре встречается еще в договорах князей Олега (911 г.) и Игоря (945 г.) с Византией. Есть некоторые основания считать (Д. И. Прозоровский [9]), что литра представляла трехчетвертной «выдел» из других мер (ансыря, гривны).

**Берковец** («берьковеск»). Эта большая мера веса впервые упоминается в уставной грамоте, данной в 1134—1135 гг. князем Всеволодом Мстиславичем новгородскому купеческому обществу при церкви Иоанна Предтечи на Опоках. Мету употребляли в оптовой торговле преимущественно для взвешивания воска, который продавали крупными кусками, а также иногда меда, поташа и пр. Появилось даже выражение «берковеск вощаный»: «А у гостя ... имати ... у полоцкого и у смоленского по две гривны кун от берков-

ска вощаного, у новоторжанина полторы гривны от берковска вощаного, у новгородца шесть мордок от берковска вощаного [49, т. 1, № 3]. В хлебной оптовой торговле мера, по-видимому, не употреблялась, так как продажа муки и зерна осуществлялась в основном при помощи мер объема.

**Пуд.** По предположению акад. А. И. Ламберти [10] и Д. И. Прозоровского, это наименование происходит от латинского слова *pondus*, (вес, тяжесть). «В древности слово «пуд» означало просто тяжесть» (Д. И. Прозоровский). В древнерусской метрологии оно означало не только меру веса, но и определенное весоизмерительное устройство; оно также встречается в уставной грамоте Всеволода Мстиславича (хотя смысл его не вполне ясен), точное же указание на употребление

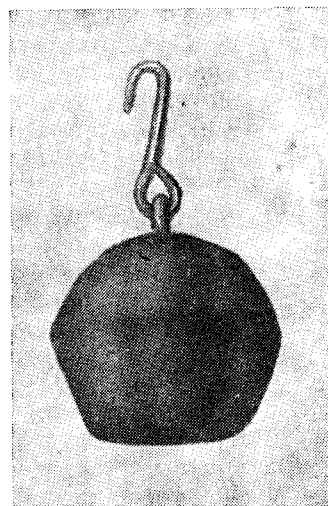
**Гиря для безмена XII в. (вес. 2450 г.). ГИМ\***

пуда в качестве меры веса имеется в первой новгородской летописи за 1170 г.: «купляху... мед по 10 кун пуд» [44, т. 3, стр. 15]. При взвешивании металлов пуд являлся как единицей измерения, так и счетной единицей, которой отдавали предпочтение перед берковцем даже в тех случаях, когда результаты взвешиваний равнялись десяткам и сотням пудов (их не переводили в берковцы).

**Гривна.** Происхождение этого слова еще недостаточно выяснено. Н. А. Лебедев [50] производит его от слова «грива» (конская), полагая, что гривна представляла цену коня. И. Г. Спасский [51] тоже допускает происхождение от слова «грива», указывая, что «гривой могло называться... шейное украшение — ожерелье, сделанное из монет». Мог называться гривной также шейный обруч — украшение из драгоценного металла у славян. Слово «гривна» употребляли для обозначения как весовой, так и денежной единицы (мера ценности). Оно встречается в «Русской Правде» [33]. Гривна была, по-видимому, наиболее распространенной мерой веса в розничной торговле и ремесле. Подобно пуду, ее применяли также при взвешивании металлов, в частности, золота и серебра: «Купить Латиньский гривну золота, дать весити, дати весцеви ногата смоленская... Аже Латиньский купить гривну серебра, дати ему весцю две векши» (договор Смоленска с Ригою и Готландом 1229 г. [52, стр. 434—436]). Известно об употреблении гривны при сборе налогов натурой: «у гостя... имати: у низовского от дву берковска воцаных полгривне серебра да гривенка перцю» (1134—1135 гг.) [49].

**Золотник.** Это слово первоначально означало золотую монету, и именно в этом смысле оно встречается еще в договоре 911 г. киевского князя Олега с Византией. Оно имеет чисто метрологический смысл лишь только в договоре, заключенном в 1230 г. смоленским князем Мстиславом с Ригой и Готландом.

В качестве общего наименования мер веса в древней Руси употреблялось, по-видимому, слово «ставила», встречающееся в уставе о церковных судах князя Владимира 996 г. [49, т. 1, № 1], — так истолковывают это слово русские исследователи (например, Д. И. Прозоровский и Е. Е. Голубинский [53]) в противоположность слову «звесы», означавшему приборы для взвешивания (весы). В дальнейшем стало употребляться не только упрочившееся в языке слово «вэсы», но и сло-



\* Здесь и к последующим рисункам указано, где хранится данная мера: ГИМ — Государственный исторический музей; ГЭ — Государственный Эрмитаж; ВНИИМ — музей Всесоюзного научно-исследовательского института метрологии им. Д. И. Менделеева, г. Ленинград.

во «колоколы» (договор Полоцка с Ливонией 1406 г.); по мнению Д. И. Прозоровского, появление такого наименования было связано со сходством внешнего вида гири и колоколов и, может быть, с наличием внутренних пустот в гири (для заполнения этих пустот мелкими гирями), что дополнительно увеличивало их сходство с колоколами. Наименование «гири» появляется в литературных памятниках XVI в.

Специфическим условием использования разных мер веса является, как известно, наличие весоизмерительных приборов. Еще в XI—XII вв. употребляли различные весы с равноплечим и неравноплечим коромыслом. Для больших грузов применяли обычно неравноплечие весы значительной грузоподъемности, из которых особенное распространение получил «пуд» («пудный ремень»), представлявший собой разновидность большого безмена, т. е. весов с переменной точкой опоры и неподвижной гирей. Равноплечие весы (двухчашечные), именовавшиеся «скалвами», первоначально служили преимущественно для меньших грузов, в частности, для мелких грузов, подлежащих взвешиванию со значительной точностью (золота, серебра, монет); однако еще в уставной грамоте князя Всеволода Мстиславича 1134—1135 гг. упоминаются «скалвы воцаные». Скалвы имели более или менее длинный указатель-стрелку («язык»), о чем свидетельствует сохранившееся в Полоцком договоре 1330 г. с Ригой выражение «язык пускати на товар» (стрелка колебалась над взвешиваемым товаром). Крупным же издавна осознанным нашими предками преимуществом скалв являлось то, что пользование ими не требовало (в противоположность весам типа безмена) участия рук, в связи с чем исключался один из возможных источников обвешивания.

Диапазон весовых значений взвешиваемых тел в эпоху Киевской Руси был значителен — от малых серебряных и золотых монет до больших кусков воска и металла. Стремление к точности измерений характеризуется расширением сферы использования скалв, ими пользовались торговцы в поездках с товарами, о чем свидетельствуют, например, найденные при археологических раскопках скалвы со складным коромыслом, удобным при транспортировании весов.

### Меры времени

Наряду с невозможностью воспроизведения в простых вещественных формах, как это всегда было с мерами длины, объема и веса, меры времени имеют еще и ту своеобразную особенность, что их метрологическая основа является двойственной: более крупные единицы измерения времени (год, месяц, сутки) даны непосредственно самой природой, а более мелкие введены человеком. Естественные единицы — год, месяц (лунный) — оказались весьма удобными прежде всего потому, что длительность их постоянна и практически одинакова почти для всех мест земного шара, а начальные и конечные моменты, произвольно выбираемые, могут быть фиксированы для данного места од-

нозначно с помощью простейших приспособлений на основе наблюдений небесных светил. При использовании этих, издревле вошедших в практику единиц измерения значительное неудобство возникало, правда, главным образом из-за того, что год не содержит в себе целого числа месяцев и суток, а месяц (лунный — сидерический или синодический\*) — целого числа суток. Это привело к отступлению от астрономических первообразов. Длительность года и месяцев стали устанавливать для нужд повседневной жизни искусственно, в целых числах суток, и естественные, данные самой природой, единицы были заменены произвольными, но практически более удобными. По аналогии сутки, имеющие две оптически различные части (светлое и темное время, т. е. день и ночь), были разделены на две принципиально эквивалентные половины. Доли суток (час и его доли) не связаны с началом и концом каких-либо физических явлений и явились в полном смысле слова искусственными единицами. Поэтому не удивительно, что сутки делили в разных странах на различное число часов. Воспроизводили эти часы и доли часа с помощью искусственных устройств, фиксировавших различные моменты времени в наглядной, непосредственно воспринимаемой форме; в более поздний период — при помощи соответственно разделенной шкалы (круговой, прямолинейной).

В качестве грани светлого времени (дня) и темного (ночи) принимали моменты восхода и захода Солнца, хотя, как уже упоминалось, день и ночь считали эквивалентными частями суток и подразделяли на часы независимо от времени года. Укажем, однако, что способ деления суток на части неодинаковой и притом переменной длительности был принят задолго до нашей эры. Как писал Деламбер в своей фундаментальной «Истории астрономии средних веков» [54], «вавилоняне были первыми, разделившими день и ночь на часы, всегда соответственно равные, но непрерывно изменяющиеся от одного дня к другому» (однако в астрономической практике, в частности у жрецов, часы имели постоянное, неизменное значение). Деление суток на неравные части было вызвано тем, что длительность работы и отдыха в далекие от нас времена определялась в гораздо большей степени, чем теперь, именно степенью освещенности: общественная жизнь обычно почти замирала с наступлением темноты вплоть до рассвета.

В систему единиц времени в древней Руси входили (как и в других государствах средневековья) год, месяц, неделя, сутки (точнее, день и ночь), час. Начало года считали с марта месяца; впрочем в течение довольно длительного периода начало года не было жестко фиксировано, оно колебалось около 1 марта (так называемый циркамартовский стиль), что обуславливалось, как предполагают, стремлением приурочить начало года к первому весеннему новолунию. Мартовский счет сохранялся до конца XV в., когда начало года стали считать с сентября.

\* Практически для целей счета времени и составления календарей использовался синодический месяц (приблизительно 29,5 суток).

С принятием христианства порядковое обозначение лет (летоисчисление) вели от «сотворения мира», в соответствии с чем каждая хронологическая дата по сравнению с нашим счетом была увеличена на 5508 лет.\* Год содержал в себе 12 месяцев, названия которых первоначально отличались от принятых в дальнейшем, отражая соответственные периодические изменения в жизни природы и в хозяйственной практике: так, январь первоначально называли «просинец» (что характеризовало увеличение светлого времени суток), февраль—«сечень» (сезон рубки леса), март — «сухий» (подсыхание земли) и т. д. Однако, например, в Лаврентьевской летописи еще с 1091 г. встречаются современные названия (май, март, август и пр.). Неделя издавна была принята равной, как в Византии и ряде других стран, семи суткам, что нашло отражение в ее древнерусском наименовании «седмица». Слово «неделя» первоначально употребляли для обозначения воскресенья, как дня, не занятого делами, т. е. нерабочего дня (в украинском языке и ныне сохранилось это название). В отличие от современности начало суток не только расходилось с условно принятым в дальнейшем (12 часов ночи), но и было переменным, поскольку за начало суток принимали восход солнца; помимо того, еще в XII в. само слово «сутки» отсутствовало, а употребляли слово «день» или (в некоторых литературных памятниках) «деньнощие».

Древнейшие литературные памятники свидетельствуют, что в Киевской Руси эти единицы времени (до часа включительно) были достаточно известны уже в XI в., причем год именовали «лето» (слово, частично употребляемое в этом смысле и в настоящее время). В относящемся к первой половине XII в. (1136 г.) трактате по хронологии новгородского дьякона Кирика встречаем даже точную формулировку соотношений единиц времени: «Чти по 12 месяца в всяком лете... В лете едином недель 52 и един день и четверть дни. Да того четвертию на четвертое лето прибудет день... В едином лете 4380 и 3 часы, а ноши толикоже» [55]. Однако достаточной четкости и определенности в этих наименованиях и их содержании не было, по поводу чего имеются интересные указания в статье Н. В. Степанова [56], изучавшего Лаврентьевскую и первую Новгородскую летописи под метрологическим углом зрения: «Слово «сутки», — писал он, — в указанных летописях совершенно не встречается. Нет никакого особого существительного вполне эквивалентного слову «сутки»... День и ночь — такие два антагонизирующих начала, что соединение их в одну единицу казалось невозможным. Сам Иоанн, экзарх Болгарский, в своем «Шестодневе» говорит: «егда бо чтем лета, то деньми я чтем, а не ношми с деньми»... В те далекие времена... «час» в обиходе у русских... означал просто «краткий момент»... Слово «год»... некогда означало промежу-

\* В порядке уточнения укажем, что в связи с изменением установленного начала года приходится при хронологических пересчетах учитывать не только 5508, но также и 5507 или 5509 лет; подробнее см. работу Л. В. Черепнина [18].



ток времени, нужный, годный для какого-либо акта... Таким образом, у летописца являются слова: «год обедни», «год молитвы».

Принятое в древней Руси деление дня и ночи на 12 часов зафиксировали литературные памятники. В трактате дьякона Кирика [55] читаем: «В дни едином 12 есть часа, а также и в нощи». Остается, однако, открытым вопрос, было ли в тот период указанное деление суток на часы единственным. Есть некоторые основания считать, что, например, духовенство (по крайней мере в монастырях) и летописцы пользовались для счета времени часами равной длительности. Д. О. Святский [57, стр. 25] в ходе исследования пришел к выводу: «За начало счета часов у летописцев принималось время, близкое к нашему 6 часу утра, независимо от времени года и восхода Солнца, т. е. церковный счет времени, перешедший к нам из Византии»; такая независимость от времени года и восхода Солнца заставляет считать вероятным использование часов одинаковой длительности.

В обиходной жизни деление дня и ночи на часы вообще не было принято, и рядовые обыватели довольствовались упрощенным делением суток и приближенным определением времени. О моментах времени (без выражения его в часах) судили по зрительному восприятию положения Солнца и звезд; сельские и даже городские жители ориентировались, например, по ночам и утрам на пение петуха («куроглашение» или «петлеглашение»), мычание коров, ржание лошадей и т. п. В частном быту широко практиковалось деление суток на части в зависимости от положения Солнца, от привычных моментов приема пищи, от времени церковных служб и пр. О таком упрощенном делении суток свидетельствуют, например, следующие, встречающиеся в летописях наименования действий и явлений, служившие для обозначения разных моментов времени: «заутреня», «ранняя заря», «восход Солнца», «утро», «обедня», «обед», «полдень», «уденье», «полуденье», «паобед», «вечерня», «вечер», «полночь» и пр. При помощи «бил», т. е. металлических или деревянных досок, в которые сторожа, караульные ударяли особыми колотушками, жителей извещали об окончании дня и ночи («отдача» дневных и ночных часов), о начале и прекращении строительных и других работ, отдыха, церковных служб (в последнем случае звонили также в колокола).

Вопрос об использовании тех или иных измерителей времени в древней Руси до настоящего времени исследован совершенно недостаточно. Однако, учитывая оживленные торговые и культурные сношения древней Руси с Византией и другими странами, следует думать, что наши предки употребляли те же приборы для измерения времени, что и в странах древнего Востока, т. е. солнечные, песочные, масляные часы — преимущественно на княжеских дворах, в монастырях и пр. Такие часы отличались простотой устройства, ориентироваться по ним не представляло особых трудностей. Солнечные часы позволяли точно устанавливать момент полудня. Масляные часы, являвшиеся в то же время и светильниками, удобны для измерения времени по но-

чам, необходимость в чем ощущалась в монастырях, караульной службе и пр. Уже то обстоятельство, что русские летописцы нередко указывали момент того или иного события в часах, побуждает думать, что существовали те или иные приспособления для измерения времени, о которых летописцы не упоминают уже, может быть, вследствие их простоты (приспособления могли быть самодельными). Заслуживает большого внимания, что летописцы указывали в часах даже ночное время: «6602 (1094—*Н. Ш.*) апреля 27, в 6 час ночи преставился епископ Владимирский Стефан», «6634 августа 1, в 8 час ночи трясется земля», «6868 февраля 3, в 3 час ночи явился облак акы кровав и свет яко заря» и т. д. (примеры выбраны из летописных сообщений, приведенных Д. И. Прозоровским). Игумен Даниил, путешествуя, часто фиксировал момент времени в часах (даже ночью): «во второй час нощи», «в шестый час дни», «бысть осмый час дни» и пр. Даже начальный и конечный моменты своего восхождения на гору Фавор он отметил в часах: «Есть же гора та каменна вся... едва на ню взлезохом, полезши же от третьего часа дни до девятого»\* [36].

При делении суток на дневные и ночные часы трудную техническую задачу ставила перед нашими далекими предками различная, в зависимости от времени суток и года, длительность часа. Так как существовавшие конструкции часов обычно воспроизводили равномерное течение времени, то в связи с изменением длительности часа требовалась периодическая «регулировка» часов для сохранения 12-часового счета времени при различной продолжительности часа\*\*.

### Обеспечение единства измерений

#### Образцовые меры

#### Надзор за мерами и весами

Для поддержания единства фактических значений установленных мер (разных экземпляров одной и той же меры) в Киевской Руси служили образцовые меры, которые находились обычно в распоряжении князей и предоставлялись ими для одновременного пользования в торговле, строительстве и др. К таким мерам относится прежде всего «золотой пояс» великого князя Святослава Ярославича (1073—1076 гг.), упоминаемый в одном из списков «Патерика Киевского Печерского монастыря» [37, стр 15], равный 108 см. Об этом поясе ска-

\* На эти интересные для исторической метрологии места «Хождения» игумена Даниила почему-то до сих пор, насколько нам известно, не было обращено внимания.

\*\* В государствах античного мира в устройствах для счета времени использовали регулирующие краны и клапаны, сменные шкалы (прямые и круговые и пр.). Шкалы заменяли обычно по истечении двух недель или месяца. Известный римский архитектор Витрувий (1 в. до н. э.), описывая применявшиеся в Риме водяные часы, упоминает в числе регулировочных приспособлений также интересную по идее колонку, которая «по мере ее непрерывного вращения... то сокращает то увеличивает длину часов соответственно каждому месяцу» [58].

зано: «Се мера и основание», т. е. он выделяется в качестве своего рода эталона. Из того же литературного памятника видно, что для непосредственных измерений применяли в качестве рабочих деревянные меры, считавшиеся, несмотря на более низкое качество материала, как бы священными ввиду соответствия их длине золотого пояса — «аще бо и древо бяше существом видимо, но Божию силою одеано есть» [26]. В грамоте 1134—1135 гг. князя Всеволода Мстиславича упоминается «локоть Иваньский» — мера, переданная им в распоряжение епископа и купеческой корпорации при церкви Иоанна Предтечи в Новгороде.

Создание образцовых мер предполагает уточнение определенных единиц измерения. Характерно, что уже в древности пытались уменьшить первоначальную расплывчатость и разнообразие значений антропологических мер. В соответствии с этим такие меры, как пядь, локоть, сажень, приурочивались (даже в быту) к размерам частей тела взрослого мужчины ростом порядка 170 см. Для ограничения неопределенности значений таких мер, как «перестрел», «вержение камня», ориентировались на хорошего стрелка из лука («доброе стрельца»), на силу мужчины и камень малых размеров («яко довержет муж каменем малым») [36].

С появлением образцовых мер появилась необходимость их бережного хранения. А. Поктон в своей капитальной, по-видимому, первой монографии по метрологии (исторической) констатировал: «У древних народов эталоны линейных мер и веса хранились очень заботливо в храмах и освящались религией... Египтяне, по свидетельству Климента Александрийского, имели в коллегии своих жрецов должностное лицо, на обязанности которого лежало знать все меры и хранить их первичные образцы. У римлян эталон законных мер был помещен в храме Юпитера на Тарпейской скале. Юстиниан... приказал, чтобы линейные меры и меры веса хранились в христианских церквях» [59].

Древняя Русь не составляла исключения из этого правила. Церковные храмы были своего рода общественными центрами. Их строили зачастую на больших площадях, где велась крупная торговля. Во многие помещения храмов посторонние лица не проникали, и потому храмы являлись наиболее надежными местами для хранения ценного имущества, в том числе общественных мер и весов.

Сохранившиеся литературные источники XI—XV вв. содержат только отрывочные и совершенно недостаточные сведения, по которым можно судить о внедрении и использовании мер. Все же можно считать, что меры (в основном длины, веса и объема) изготовляли в достаточном количестве. Это подтверждают многочисленные археологические находки древних гирь и мер длины (например, в древнем Новгороде). Находки остатков весов более редки. Меры объема, выполняемые главным образом из дерева, не могли сохраниться. Правда, можно надеяться на обнаружение древненовгородских мер объема, если предположить, что их могли изготовлять из бересты.

## ГЛАВА ВТОРАЯ

Первые дошедшие до нас сведения о наличии надзора за мерами и весами относятся к концу X в. По тем же причинам, по которым духовенству было поручено хранение образцовых мер, на него же был возложен, по примеру многих других стран, и надзор за мерами и весами. В уставе князя Владимира о церковных судах 996 г. [49, т. 1, № 1] перечисляются виды мер, порученных верховному надзору епископа с обязательством «блюсти... городския и торговыя всячьская мерила и спуды и звесы и ставила». Отсюда видно, что надзор распространялся на разные виды мер, поскольку (например, по разъяснению акад. Е. Е. Голубинского [53]) в древнеславянском языке «мерила» означали меры длины, «спуды» — меры объема, «звесы» — весы (весоизмерительные устройства), «ставила» — меры веса. В «Уставе о церковных судах и о людех и о мерилах торговых» (1134—1135 гг.) великого князя Всеволода Мстиславича указываются меры и весы, подлежащие надзору со стороны киевского митрополита и новгородского епископа (с купечеством), в частности, для Новгорода «мерила торговая, скалвы воцанья, пуды медовые и гривенка рублевая и локоть Ивановский» [49, т. 1, № 3]. За неудовлетворительное выполнение обязанностей по надзору устава угрожали епископу небесной карой после смерти и указывали, что эта обязанность, столь несвойственная по существу его сану, должна считаться им не менее важной, чем его основная: «за все то дати ему слово в день суда великого, якоже и о душах человеческих» (Устав князя Владимира); «а епископу, не управив того, за все то дати ему слово в день великого суда; а печаловатися ему о том управлении, якоже и о душах человеческих» (Устав князя Всеволода). Однако епископу принадлежал лишь общий надзор (притом скорее в моральном смысле). Непосредственное наблюдение за мерами и весами, а также за правильным выполнением измерений в крупной торговле лежало на низших чинах церковного клира и на выборных представителях купечества. В Новгороде (о чем сохранились наиболее обстоятельные сведения) ближайшими помощниками епископа, непосредственно осуществлявшими надзор, являлись староста церкви Иоанна Предтечи на Опоках и двое «пошлых», т. е. зажиточных, купцов из мощной купеческой корпорации, сплотившейся вокруг этой церкви (отсюда наименование «локоть Ивановский», который представлял образцовую меру длины — локоть, хранившийся в церкви). Эти лица осуществляли надзор за сохранностью образцовых мер, за верностью торговых мер и весов («ниже на торгу промеж людми»), за правильностью измерений и за отсутствием злоупотреблений; практически именно последние доставляли особенно много забот при выполнении надзора.

В условиях политического единства Киевской Руси нарушение единства мер вызывалось не только прямыми злоупотреблениями, но, главным образом, широким использованием бытовых мер.

О проверке мер источники эпохи Киевской Руси говорят довольно глухо, но из них все же явствует, что проверку проводили, а иногда

предусматривалась даже периодическая поверка: в упоминавшемся уставе князя Всеволода Мстиславича читаем, что переданные на хранение епископу меры надлежало «блюсти без пакости, ни умаливати, ни умноживати и на всякий год взвешивати». Есть некоторые основания считать, что иногда практиковалась даже двукратная поверка в течение года.

С целью предотвращения неправильных измерений и различных обманов, связанных с использованием мер и весов, были установлены строгие наказания для непосредственных виновников порчи средств измерений, особенно злонамеренной («казнити близко смерти», иногда также с конфискацией имущества). Для большей гарантии правильности взвешиваний были выделены особые, более или менее знающие свое дело «весцы», или «пудовщики». Устанавливались правила выполнения взвешиваний. Весовщики должны были, например, не касаться руками весов и гирь в момент определения равновесия. Практиковалась перемена местами гирь и товара на чашках весов. Эти факты можно толковать как зарождение еще в эпоху Киевской Руси службы обеспечения единства измерений.

**РУССКАЯ МЕТРОЛОГИЯ  
ЭПОХИ ФЕОДАЛЬНОЙ РАЗДРОБЛЕННОСТИ  
И ТАТАРО-МОНГОЛЬСКОГО ИГА**

**XIII — ПЕРВАЯ ПОЛОВИНА XV в.**

---

**Меры длины**

В рассматриваемый период в основном продолжали применять меры длины, система которых сложилась в Киевской Руси: версту, сажень, локоть, пядь. Можно предполагать, что феодальная раздробленность, обособление княжеств, нарушение контактов из-за прихода татаро-монгольских завоевателей и, как следствие, ослабление контроля и нехватка «законных» мер увеличили использование таких местных, антропологических и бытовых мер, как «волок» или «гон» (расстояние, которое может пройти косец либо пахарь без остановки).

По-видимому, где-то в середине XIV в. на смену версте в 750 сажен приходят две ее разновидности: в 500 и 1000 сажен, получившие довольно широкое применение в последующее время.

**Меры площади**

Продолжали применять такие меры площади Киевской Руси, как «дом» («дым»), «соха», «обжа». Как следствие феодальной раздробленности имело место количественное различие их в зависимости от княжества. Отличались меры и по наименованию. В Новгороде применялись в качестве «трудовых» мер знакомые нам обжа и соха, а в качестве «посевной» меры земельных площадей «коробья» — площадь, на которую высевали коробью (новгородскую меру объема) ржи. Площади сенокосных участков небезуспешно оценивали копной — она соответствовала площади луга, на которой можно было накосить копну сена.

Эти меры давали лишь приближенное представление о земельных участках, но они более или менее удовлетворяли практически доминировавшую потребность в определении урожайности.

Как и ранее, затруднения были связаны с тем, что границы участков далеко не всегда являлись достаточно определенными. Границы более или менее крупных угодий (пашенных и сенокосных) фиксировали большей частью лишь весьма приближенно, в зависимости от природных явлений или объектов («по разлив вод», «по понятие вод», «по болото»), от физиологических возможностей (слышимость челове-

ческого голоса, мычания коров), от дальности полета птиц\*, от сферы использования сельскохозяйственных орудий; «село Омуцкое... со всем, что к тому селу потягло из старины, куды плуг ходил, куды соха, куды коса ходила, куды топор ходил», «село Мордыш... со всем, что к тому селу потягло из старины», «село Чечевкино да Слотино и с деревнями, и что к тем селам и деревням потягло из старины» [60, т. 1, № 29, 38, 54] и т. п.

Сохранились летописные свидетельства о том, что уже в середине XIII в. проводили в значительных масштабах, охватывающих целые княжества, описи земельных площадей. В 1256 г. татарами были проведены описи земель вначале Киевского княжества («В лето 6764... бысть число...»), затем (1257 г.) северо-восточной Руси (княжеств Рязанского, Суздальского и Муромского) и после этого — земель Великого Новгорода (в 1259 и 1271 гг.); в основу описей было положено в качестве единицы измерения, вернее обложения, отдельное хозяйство («дом» или «дым»). В дальнейшем описи земель проводили уже русские князья, по отдельным княжествам.

С метрологической точки зрения особо важное значение имеет появление геометрической меры земельных площадей — десятины, об использовании которой для сенокосных угодий упоминается в памятниках древней письменности с конца XIV в. Первоначально, по-видимому, применяли «круглую» десятину, т. е. квадрат, каждая из сторон которого равнялась десятой доле версты (50 сажень), откуда и происходит наименование «десятина». С середины XV в. десятину стали употреблять также для пахотных земель. По существу только с этого момента можно говорить об использовании в землемерной практике действительно мер в метрологическом смысле слова.

Переход от четверти к десятине оказался связанным с рядом затруднений. Несмотря на свой субъективный характер и фактическую неопределенность значения, четверть имела то большое преимущество для земледельцев, что в основе ее лежал реальный физический субстрат — засеваемое в землю зерно; для конны — собираемое с покосов сено. Нелегко было отказаться от четверти в ее первоначальном смысле, поскольку он был всем понятен. Кроме того, приходилось считаться с тем, что ранее определение земельных площадей было выполнено в четвертях и что именно последние фигурировали в соответствующих писцовых книгах.

### Меры объема

Мы уже говорили о том, что система русских мер объема имела с точки зрения единства мер ту особенность, что применяли различные меры в зависимости от измеряемого объекта (для сыпучих тел и для жидкостей), причем эти виды мер не были связаны между собой просты-

\* В этом случае границы характеризовали обычно указанием того пруда, озера или болота, на которые в такой-то день года летают гуси или утки.

ми, единообразными количественными соотношениями. Наряду с системными мерами существовали другие меры, прежде всего бытовые.

В период феодальной раздробленности Руси появился ряд местных мер, из которых оказались особенно устойчивыми и долго держались в практике меры Новгорода, Пскова и Северодвинской земли. К таким местным мерам сыпучих тел относились: новгородская коробья=4 четверткам = 16 четверикам, или четверникам (вмещала в себя 7 пудов ржи); псковская зобница = 2 позобеньям = 4 четверткам (заключала в себе  $9\frac{1}{3}$ , а затем 14 пудов ржи); северодвинский пуз ( $1\frac{1}{2}$  пуда ржи); вятская куница=3 московским четвертям; старорусский луб (мера для соли в г. Старая Русса) и др.; из местных мер жидкостей следует упомянуть новгородскую меру «насадка» ( $2\frac{1}{2}$  ведра).

Новгородская коробья упоминается в литературных памятниках XV в. и более поздних: «В Новгороде хлеб дорог бысть . . . по две коробы на полтину» (1446 г.) [44, т. 4, стр. 124]; «ржи коробья по полтине бысть» (1447 г.). Упоминаются также и доли коробы: «А дару . . . дьякону — четвертка ржи, повару с конюхом — коробья ржи . . . приставом новгородским—полкоробы ржи» [61, стр. 26].

Псковская зобница встречается в летописи впервые в 1314 г.: «Изби мраз (мороз — *Н.Ш.*) всяко жито и бысть дорогость люта, по пяти гривен зобница» [44, т. 4, стр. 184]. В 1427 г. сообщается о резком удешевлении ржи: «по 7 зобниц ржи на полтину» ввиду «всякого обилья хлеба во Пскове». Зобницу употребляли также в качестве меры хмеля: «Бысть хмель дорог во Пскове, зобницу купиша по полтине и по 10 денег» [44, т. 4, стр. 231]. Во второй половине XV в. зобница, получив новое значение (14 пудов ржи), стала равна московской кади.

Пуз употребляли в качестве меры количества соли, а также хлеба; вместимость его в весовых единицах следует считать равной примерно  $1\frac{1}{2}$  пудам ржи или 3 пудам соли.

Сугубо условные меры, применявшиеся для целей налогового обложения, твердо держались в практике благодаря чрезвычайной простоте и быстроте их использования. Сборщики налогов далеко не всегда измеряли в установленных мерах содержимое той или иной тары; за единицу обложения принимали именно тару (мешок, куль, ящик), воз товара, нагруженную ладью и т. п., а также некоторые средства производства — например, чрен (чан для солеварения) или невод. Использование таких единиц вместо мер объема было легализовано официальными княжескими актами. «От воза имати по 2 векши, и от лодье, и от хмелна короба, и от лняна» (договор Новгорода с великим князем тверским Ярославом Ярославичем 1270 г. [62, № 3]. В Двинской уставной грамоте 1398 г. великого князя Василия I Дмитриевича читаем (относительно сбора налогов натурой): «сотскому и подвойскому пошлинка с лодьи — по пузу ржи у гостя . . . С лодии на Устюзе наместником —



два пуза соли, а с воза две белки . . . а на Вологде дадут с лодии два пуза соли, а с воза по белке» [63, т. 1, № 13]. В относящейся к последней четверти XV в. «Записи о Ржевской дани» указано: «Владыце Новгородскому . . . идет по полтрети бочки ржи, а по три горсти льну, а по полуполтя мяса» (т.е. четверть туши) [64, т. 1, № 71].

### Меры веса

Еще в эпоху Киевской Руси встречались различные наименования для систем мер веса («вес вошаной», «вес Иваньской» и т. п.), но они были связаны, по-видимому, только с областями применения и еще не свидетельствуют о различии мер и систем мер. С достаточной определенностью можно лишь считать, что имело различие между киевскими и новгородскими мерами веса (разные значения гривны, наличие специфической новгородской меры «капы», упоминаемой еще в 1150 г.). В период феодальной раздробленности встречаются наименования: вес московский, новгородский, псковский, смоленский, полоцкий, рязанский и др. Однако не все они были отличны друг от друга. Новгородский вес действительно отличался от других, но, например, по отношению к рязанскому весу еще Д. И. Прозоровский [32] пришел к выводу, что он был одинаков с московским. Из специфических местных мер веса в литературных источниках упоминаются, главным образом, новгородская капь, равнявшаяся, по изысканиям Д. И. Прозоровского, 4 пудам. Она имела отличительную особенность — в мере была сделана «пустота», в которую вкладывали другие, меньшие гири, т. е. развес. Отметим, что существовавшие различия между системами мер веса разных русских княжеств были значительно меньшие, чем, например, в немецких городах, где разница в значениях «корабельного» («тяжелого») фунта, которым измеряли вес товаров при перевозке их водою и сухим путем, доходила до 20%. Некоторые разновидности фунта на Западе лишь условно могли именоваться фунтами, поскольку, например, корабельный фунт составлял в среднем около 300 русских фунтов, а ливонский фунт—20 русских фунтов, и последний, в свою очередь, был так велик, что русские резонно называли его иногда «пудком» (т. е. малым пудом).

Ряд источников свидетельствует об установлении соотношений между значениями русских и иноземных мер веса. Эти соотношения закреплялись договорами: капь в 1269 г. (если не ранее) была приравнена 8 ливонским фунтам («в капи быть весу 8 ливских фунтов») [56, № 31]. Кроме того, принимали общие взаимные обязательства «вес и гири . . . держать ровно и правильно».

В отношении весоизмерительной техники следует сказать, что область применения скалв постепенно расширялась, о чем свидетельствует, например, заключенный Александром Невским («князем Олександром . . . со всеми новгородци») с Ригою и Готландом договор, содержащий в себе следующую статью: «пуд отложихом, а скалви поставихом по своей воли и по любви». Из этого же договора видно, что скалвы при-

меняли для взвешивания значительного ассортимента товаров, поскольку упоминается об оплате пошлинами «всякого весного товара, что кладут на скалви и продавше и купивше» [52, стр. 9].

### **Угловые меры**

Возможно, что с конца XIV в. начинают употреблять и угловые меры. Во всяком случае, в 1848 г. экспедицией А. В. Терещенко в развалинах г. Сарая (столицы Золотой Орды) был найден древний угломер (транспортир) русского изготовления со шкалой, охватывающей полуокружность (но разделенной на 145 делений).

### **Меры времени**

В области измерения времени первое десятилетие XV в. на Руси отмечено началом применения механических часов (шпиндельных).

Летописи свидетельствуют о том, что еще в 1404 г. по распоряжению великого князя московского Василия I Дмитриевича в Кремле были установлены часы башенного типа, которые вызывали изумление современников: «В лето 6912 князь великий замысли часник и постави е на своем дворе за церковью, за святым Благовещением. Сей же часник наречеса часомерье; на всякий же час ударяет молоток в колокол, размеря и рассчитывая часы ночные и дневные; не бо человек ударяше, но человековидно, самозвонно и самодвижно, страннолепно некако, сотворено есть человеческой хитростью, преизмечтано и преухищрено» [21, т. 5, пр. 249]. Эти часы, установленные сербским монахом Лазарем, были «чюдны велми и с луною» (т. е. изображали движение Луны).

Вслед за Москвой измерения времени при помощи аналогичных устройств ввели в Новгороде и Пскове, где также были установлены часы башенного типа. В 1436 г. новгородский архиепископ Евфимий «над палатую у себе часы звонящие устрои . . . близ стены каменной градной». Несколько позднее в 1477 г. по распоряжению новгородского архиепископа Феофила были установлены часы в Пскове: «Часы повеле своим мастером самозвонные поставити на Снетогорском дворе» [44, т. 4, стр. 254].

### **Преодоление последствий феодальной раздробленности, первые мероприятия по восстановлению единства измерений**

Феодальная раздробленность Руси, безусловно, в какой-то мере привела к появлению различных специфических местных мер, отличавшихся от киевских как значениями, так и наименованиями (особенно в области мер объема), например, новгородская коробья, псковская зобница, северодвинский пуз. Появились также и местные разновидности киевских мер; сохранив наименования последних, они имели иные значения, неодинаковые в разных княжествах. Но даже в эпоху феодаль-

ной раздробленности князья стремились, как правило, иметь официальные, установленные меры, подлежащие предпочтительному или даже обязательному применению, и сужать область использования бытовых мер и вообще мер, отличных от установленных. На последних ставили «печати» (клейма), удостоверявшие их законность (в пределах княжества) и дававшие возможность отличать их от прочих мер; иногда даже особыми актами воспрещалось пользоваться какими-либо другими мерами. Примером может служить относящаяся, правда, ко второй половине XV в. грамота белозерского князя Михаила Андреевича, в которой содержалась, в частности, следующая статья: «А иным мерам в городе (Череповце—*Н. Ш.*) не быти, опричь моее меры печатныя» [63, т. 1, № 100]. Как мы уже отмечали, не всегда меры, в названия которых вошло прилагательное, указывающее на принадлежность определенному княжеству, реально отличались друг от друга (например, пуды рязанский и московский). Вообще потребность в расширении и облегчении товарообмена сдерживала сепаратистские тенденции отдельных княжеств. Имеются сведения о заключении соглашений между княжествами об использовании единых мер (проводить измерения « в правую меру в новгородскую »).

Необходимо учитывать и то, что монголо-татарские завоеватели были, пусть даже не вполне осознанно, заинтересованы в сохранении единой метрологической системы, так как это облегчало определение размеров дани, ее сбор и учет.

Попытки монголо-татар использовать христианскую церковь, сохранившую во времена их господства единство организации и субординации (как и во времена феодальной раздробленности Руси, когда единая государственная власть отсутствовала), в качестве инструмента, обеспечивающего покорность населения завоеванных земель, также сыграли роль в сохранении метрологических достижений Киевской Руси, поскольку, как мы знаем, именно духовенство несло ответственность за хранение образцовых мер и надзор за мерами и весами. В период монголо-татарского ига духовенство и церковное имущество были освобождены от всяких налогов и от контроля со стороны татарских баскаков, и в храмах можно было спокойно хранить как документы, так и материальные ценности. Постепенно церковь переставала быть единственно ответственной за функции обеспечения единства и правильности измерений. Дальнейшее развитие международной торговли привело к некоторым изменениям.

Образцовые меры, санкционированные государственной властью, часто передавались князьям (обычно в копиях) в постоянное или временное пользование при выполнении определенных торговых операций, строительных работ и др., где эти меры служили для проверки рабочих средств измерений. Однако меры первоначально не были в полном смысле образцовыми, т. е. мерами, которые служат только для поверки и не должны употребляться для измерений. Такими они стали лишь постепенно.

### ГЛАВА ТРЕТЬЯ

С течением времени в крупных городах, которые вели большую торговлю с Западом, образцовые меры начали хранить в двух экземплярах, один в русской церкви, другой — в «немечкой». Наличие двух экземпляров образцовых мер предусматривалось договорами с зарубежными торговыми центрами, с которыми были связаны русские города: «Аще воцный пуд исказиться, лежить капь в святии Богородици на горе, а другая в немечкой Богородици, то тым пуд изверяче, право учинити. Та же правда буди русину в Ризе и на Готьском березе» (из договора смоленского князя Мстислава Давидовича с Ригой и Готландом 1229 г. [52, стр. 437]). Подчеркнем, что по этому свидетельству особые образцы имелись также для специфических местных мер («капь»).

Раздробленность Руси, слабость отдельных княжеств сказались на росте злоупотреблений как во внутренней, так и во внешней торговле.

Различные формы этих злоупотреблений, касавшихся мер и весов, более подробно охарактеризованы в документах, относящихся к торговле с Западной Европой, особенно с Ливонией и Ганзой. И русские, и иноземные купцы часто пользовались неверными мерами, особенно гирями, у которых фактические значения не соответствовали номинальным. Отмечены случаи, когда весовщики употребляли за некоторую мзду гири, в которых заранее сделанные полости заполнялись более легким или более тяжелым материалом, чем материал гири (в зависимости от того, являлась ли сторона, давшая взятку весовщикам, покупателем или продавцом). Довольно частыми были случаи преднамеренных неправильных взвешиваний и повреждения весов.

Вопросы надзора за отсутствием злоупотреблений отражались в международных договорах того времени. Об этом отчетливо свидетельствуют договоры Полоцка с Ригой и Ливонией 1405—1407 гг.: «Весу Полоцкому быти Ризького полуудом болши. Про то же сперва Рижяном послати свои колоколы и скалвы к Полоцку на свою истраву (за свой счет — *Н. Ш.*); потом же сотруться тыи колоколы или изломаться или погибнуть, ино нам, полочаном, послати к Ризе на свой истраву, на свои пенязи, да учинити тыи колоколы по старому праву и полепшити. Также серебряный вёсы у Ризе держати полузлотником болши во одного рубля» [52, стр. 130]. Эти же договоры содержали правила, которых должны были придерживаться весовщики. Правила обычно сводились к следующему: весовщики должны были целовать крест (давать клятвенное обещание), иногда и повторно, в том, что они будут взвешивать товары правильно, без обмана в пользу той или иной стороны; при взвешивании весовщики обязаны были, положив товар и гири на весы, отнять руки и отступить от весов: «Весцем крест целовати ныне и потом, коли надобе, што им право весити на обе стороне, одному как и другому; а весцю отступити прочь от скалв, а рукою не примати», — так сформулированы эти правила в договоре 1406 г. Полоцка с Ригой. Покупателям предоставлялось право в сомнительных случаях требовать перемены мест товара и гири на чашках весов. Решались также вопросы о порядке и месте ремонта весов, об оплате ремонта и пр.

**РУССКАЯ МЕТРОЛОГИЯ  
ЭПОХИ ОБРАЗОВАНИЯ И УКРЕПЛЕНИЯ  
МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВА****XV—XVII вв.****МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МОСКОВСКОГО  
ГОСУДАРСТВА**

XV век — эпоха объединения Руси вокруг Московского княжества в условиях ослабевающего с каждым десятилетием монголо-татарского ига (конец которого датирован 1480 г.), в условиях роста международных связей, укрепления великокняжеской власти.

XVI—XVII столетия — эпоха, когда Московское государство, ликвидировав последние остатки деления на отдельные княжества, усилилось и получило возможность расширить свои границы на востоке и юго-востоке (взятие Казани и Астрахани, завоевание Сибири). Переход от натурального хозяйства к денежному пока еще носит частичный характер, но замкнутые крупные хозяйства уже в значительной степени производят продукты для рыночной торговли, происходит формирование всероссийского рынка. В процессе этой перестройки сильно увеличиваются размеры обрабатываемых земельных площадей, расширяется торговля как внутренняя, так и внешняя, возрастает добыча полезных ископаемых, строятся первые железоделательные заводы и пр. Новые формы государственности и экономического быта и новые задачи, возникшие в связи с образованием Московского государства, отразились и на метрологии.

Государственная политика была направлена на упорядочение мер и измерений, на придание большей стройности, полноты и законченности всей системе мер (длины, площади, объема, веса). Нарушения единства в основном выражались в существовании разновидностей одних и тех же мер и модификаций систем мер, в отступлениях фактических значений рабочих мер от номинальных, в применении местных и бытовых мер, а также мер, одинаковых с московскими по наименованиям, но резко отличных по значениям. Местные меры продолжали сохраняться в некоторых присоединенных к Москве княжествах, на отдаленных от Москвы территориях, в землях, включавшихся в состав Московского государства при расширении его границ.

К единству мер стремились не только великие князья, но в той или иной степени и удельные (вспомним грамоту белозерского князя Михаила Андреевича, в которой запрещалось использовать иные меры, кроме установленных им — «опричь моее меры печатных»). Москов-

#### ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

ские князья проводили мероприятия, направленные на устранение локального метрологического разнообразия. Уже при Иване III (1462—1505 гг.), когда завершалось объединение Руси, более или менее настойчиво стремились увязать московские и местные меры, вводили даже некоторое изменение значений местных мер, в результате чего между теми и другими устанавливались простые, в основном целочисленные соотношения. В дальнейшем местные меры постепенно заменяли московскими, и должностным лицам неоднократно указывалось на необходимость пользоваться новыми московскими мерами: «все мерити в новую меру» [63, т. 1, № 335], «примати хлебные запасы у курчан в московскую таможенную меру» (1637 г.) [65] и т. п.

Мероприятия по унификации мер распространялись главным образом на города, торги, ярмарки и пр.; в житейский обиход государственный аппарат мало вмешивался, особенно в быт национальных меньшинств (татар, чувашей, удмуртов и пр.), лишь при участии в городской торговле последних постепенно обязывали пользоваться общегосударственными мерами. Особенно интенсивным становится стремление центральной власти к унификации мер с середины XVI в. Двинская грамота Ивана Грозного о новых печатных мерах (осьминах) от 21 декабря 1550 г. [49, т. 1, № 45] является исторически важным документом, который дает особенно обстоятельное представление о системе мероприятий, опиравшейся преимущественно на органы земского самоуправления, и о порядке передачи верных значений единиц измерения от образцовых мер к рабочим. Грамота адресована не воеводе, а местным выборным людям—«старостам, и соцким, и целовалником, и лутшим людем, и середним, и молодшим земским людем». Вместе с грамотой выборным людям посылалась «мера медяная новая» (осьмина), предписывалось изготовить копии с этой меры («спуски новые деревянные») и заклеить все меры, которые будут изготовлены («на всех учинити по пятну»). Новые меры надлежало изготовить в достаточном количестве («колко будет надобе») и передать городским «померщиком», которые, в свою очередь, должны были давать их «всем людем, всякое жито мерити». С другой стороны, новые меры надлежало разослать уездным «целовалником и земским людем», которые должны были тоже сделать с них копии («осмины деревянные») в потребном количестве для непосредственного использования «в тех местах, где торги». Таким образом, как видно из этой грамоты, в то время с образцовых мер, хранившихся уже не в церковных учреждениях, а в приказах Московского государства, снимали копии, представлявшие собой как бы образцовые меры 2-го разряда, а на местах изготовляли по этим мерам образцовые меры 3-го разряда и рабочие. «Меры медяные новые» рассылали в это время из Москвы по всему государству, как указано Иваном Грозным в данной грамоте: «А таковы есми меры послал во все свои города ровны».

Из этой грамоты становится ясной и политика в отношении не только самих местных мер, но и их наименований, когда на первых порах, осо-

бенно при наличии нескольких одноименных местных мер, центральная власть при введении единой меры сохраняла ее местное наименование: «Всеим людем Двинския земли нижняя половины и приезжим торговым людем пузов своих не держати, ни соль в них не мерити, а мерити им соль в пуз холмогорский, который за моей печатью у моих таможенников».

После польско-литовской интервенции 1610—1613 гг., когда измерительное хозяйство страны в значительной степени погубило, восстанавливать меры предписывалось только на основе московских образцов: «во всех городех Московского государства учинити меры меденые ровно против нынешние московские меры», говорится в указе 1624 г. [63, т. 3, № 15]. В дальнейшем на достижение единства мер в общегосударственном масштабе были направлены некоторые статьи Соборного уложения 1649 г., Таможенного устава 1653 г., Новоторгового устава 1667 г. и пр. Таможенный устав предписывал повсеместное («на Москве и в городех») осуществление единства мер всех видов: «Хлебным мерам и всяким весом и саженом и аршином на Москве и в городех быти равным и учинити вес против фунтов. А хлебные меры учинить в одно кружало с железными обручьми и мерить всякой хлеб с верхом. А сажене быти мерою трех аршин и мерити тою саженею впредь, как посыланы будут писцы, на Москве и в городех и в уездех».

В унификации мер играла роль также внешняя торговля. Вопрос о степени унификации русских мер был поставлен перед Москвой англичанами еще в самом начале их торговли с русскими через Архангельск (после экспедиции Ченслера 1553 г.). В 1629 г. шведские послы просили о том, чтобы «в мере пременения не учинить» и «чтоб по московской мере продавали». Интересно, что они получили от московских бояр исполненный достоинства ответ: «Мера во всех царского величества городех и в землех по царского величества указу и по Уложению учинена одна против московские меры и оприч той уложенной меры ни в которых городех и землех царского величества иной мере быть не указано» [66].

Новые политические и производственно-экономические условия Московского государства наложили отпечаток не только на систему мер, но и на организацию, масштабы и характер их использования. В соответствии с централизацией управления, новыми общегосударственными задачами, созданием всероссийского рынка и ростом потребности государства в налоговых поступлениях создается мощный исполнительный и учетный аппарат. Измерения в значительной степени выполняют уже государственные чиновники и привлекавшиеся к ним в помощь выборные от торговых людей или от органов местного самоуправления. Масштабы измерений охватывают гораздо большую, нежели ранее, территорию. Новые задачи требуют развития и усовершенствования методики измерений, повышения их точности, подготовки аппарата, пригодного для выполнения функций измерения, учета, контроля

и пр. Новые требования соответствовали происшедшим и совершающимся культурным сдвигам. В середине XVI в. было положено начало книгопечатанию. Был переведен на русский язык или скомпилирован ряд книг не только более или менее общего, но и специального содержания. В XVI в. учреждены училища повышенного типа, наибольшую известность из них приобрело Заиконоспасское училище в Москве. В 1685 г. открыли московскую Славяно-греко-латинскую академию, представлявшую для той эпохи как бы высшее учебное заведение (наряду с основанной митрополитом Петром Могиллой Духовной академией в Киеве). Преподавали в академии «науки гражданские и духовные», в частности, грамматику, арифметику, логику, натурфилософию и физику по Аристотелю, основы мореплавания и пр.

В это время на Руси как бы образовалась такая психологическая атмосфера, которая благоприятствовала усвоению высоких представлений о роли меры и числа, о значении измерений не только для практических, но и для познавательных целей. В рукописных работах арифметического и геометрического содержания XVII в. встречаются блестящие, увлекательные панегирики науке арифметике; которая, как уже тогда понимали, лежала в основе выполнения измерений и вычислений: «Еллино-греческим диалектом арифметика нарицаюся, а сладчайшим ми славенороссийским языком численница именуюся. Аз... числа, меры, поставы, весы считаю и украшаю и право мерило во всем уставляю... Геометрия убо и астрономия мною ся исправляют... Аз есмь всякому рукоделию мера... Аз заочные невидимые и предъочные дела объявляю; в солнечном же и в лунном течении разум многим подаваю и в морском плавании и в земном верстании наставляю и меру указую» [67, вып. 1, стр. 18 и 6].

Немало сведений о мерах и выполнении измерений содержалось в различных специальных руководствах, как-то руководствах по землемерному делу («сошные мудрости»), «Торговой книге» [48], «Уставе ратных, пушечных и других дел» [68] и других, составляемых, переводимых или компилируемых; этими руководствами пользовались указы Московского государства (Поместный, Пушкарский, Каменных дел и др.) и непосредственные исполнители в своей практической работе.

### Меры длины

По сравнению с предыдущим периодом в XV—XVII вв. несколько увеличилось число принятых мер. Появились новые меры — аршин, с течением времени вытеснивший локоть, и вершок; были официально узаконены два значения версты. Соотношения значений мер в основном для второй половины XVII в. указаны в табл. 4.

Ряд этих соотношений приведен в «Торговой книге» [48]: «Коли мерят аршинами и саженьями, считати: аршин 16 вершков, сажень 3 аршина, локоть 10 вершков и  $\frac{2}{3}$  вершка, 2 аршина будет 3 локтя».



**Верста.** 1000-саженная верста официально была легализована Соборным уложением 1649 г., но ее употребляли и раньше, как об этом свидетельствуют, например, «Книга сошного письма» 1629 г. [69]: «в версте мерной 1000 сажень»; и такие документы, как донесения воевод, «строельные книги», «росписи, сметные» и пр., где в добавление к целым верстам указывается число сажень свыше 500: «написано, господа, у нас в росписи засеки делать на 11 верстах на 703 саженьях» [70, стр. 215] (1638 г.) или «от Обижева колодезя... две версты пятьсот шестьдесят сажень... от Бакаева шляху... до Березовые дубровы 15 верст

Таблица 4

| Мера                     | Значение                              |                     |
|--------------------------|---------------------------------------|---------------------|
|                          | в русских мерах                       | в метрических мерах |
| Верста                   | 1000 сажень                           | 2,16 км             |
|                          | 500 сажень                            | 1,08 км             |
| Сажень                   | 3 аршина                              | 2,16 м              |
| Аршин                    | 4 четверти                            | 72 см               |
| Локоть                   | 10 <sup>2</sup> / <sub>3</sub> вершка | 48 см               |
| Четверть аршина («пядь») | 4 вершка                              | 18 см               |
| Вершок                   | —                                     | 4,5 см              |

800 сажень» (1649 г.) [71, стр. 139]. Эта верста была известна еще в середине XVI в., как это видно, например, из сочинений Ермолая Еразма. Наряду с наименованием «верста» продолжали иногда употреблять древнеславянское наименование «поприще» (даже в XVII в.): «Князь Дмитрий Михайлович Пожарский... лежаше бо от ран, подъятых на Москве, от Нижнего 120 поприщъ... От града в седми поприщах общеваша» [72].

Версту в 1000 сажень употребляли широко в качестве межевой меры, а на окраинах России, особенно в Сибири, — и для измерения расстояний между населенными пунктами. Работы проводили в больших масштабах во второй половине XVII в. В 60-х годах под руководством Разрядного и Ямского приказов измеряли расстояния мерными веревками и ставили верстовые столбы на разных дорогах, шедших от Москвы, а в 80-х годах верстовые столбы поставили уже вдоль всей громадной дороги от Москвы до Тобольска. В 1686 г. в результате измерений в Западной Сибири были получены следующие данные: от Верхотурья до Туринска — 98 верст 400 сажень, от Туринска до Тюмени — 74 версты 800 сажень, от Тюмени до Тобольска — 100 верст, от Верхотурья до Соликамска («Соли Камской») — 140 верст и т. д.

[73]. Сопоставление этих результатов с современными картами позволяет легко убедиться в том, что эти расстояния выражены в тысяча-саженных верстах.

Версту 500-саженную применяли, по-видимому, несколько реже. В основном для измерения расстояний в Европейской части России. Но уже в XVIII в. эта мера станет (с некоторым изменением числового значения) единственной русской верстой.

Наиболее крупная из мер длины — верста—ни в описываемое время, ни в последующие века не имела вещественного воплощения. Но не с этим, и даже не с наличием двух верст — 500- и 1000-саженной, ввиду их резкого различия были связаны нарушения единства измерений длины, их достоверности. Большие трудности вызвало широкое распространение даже в практике правительственных органов глазомерных оценок и «распросных» данных. «Поверстные книги», «изгонные книги», «дорожники», «чертежи» и т. д. составляли на основании сведений различного метрологического достоинства, зачастую совершенно неудовлетворительного. В «дорожнике», о котором сообщает посол австрийского императора Герберштейн, бывший в Москве в 1517 и 1526 гг., сведения о «пути к Печоре, к Угре и к реке Оби» выражены в сугубо округленных числах верст и даже в днях пути: «пятьсот верст» (от Москвы до Вологды и от Вологды до Устюга), «свыше пятисот верст», «свыше тысячи верст», «шесть дней пути» и т. п. Широко использовали дни пути для определения расстояний и в XVII в., особенно в Восточной (отчасти Западной) Сибири и до граничащих с ней стран. В «Росписи», составленной по материалам Ивана Петлина, начальника правительственной миссии в Монголию и Китай, совершившего в 1618—1619 гг. путь от Томска до Пекина, доминируют заметки такого рода: «От Киргиз до реки Абакана 6 ден ездю; а от Абакана до реки до Кимчика 9 ден ездю; а от Кимчика до большого озера... 3 дни ездю; а кругом того озера 12 ден ездю конем...». Переводчик русского посольства Н. Г. Спафарий, путешествовавший от Москвы до Пекина в 1675—1677 гг., характеризовал размеры озера Байкал (с уточнениями «большое судно», «какое погодье»): «длина его парусом бежати большим судном дней по десяти и по двенадцати и больше, какое погодье, а ширина его где шире, а где уже, менши суток не перебегают». Почти исключительно в днях пути оценивали в Сибири расстояния по рекам. В «Книге Большому Чертежу», основном картографическом документе того времени, указано, что в ней «мера верстами и мильми и конскою ездою, сколько ехать станичною ездою на день, написано и мера верстам положена», т. е. здесь чередуются путевые меры и дни конской езды, меры русские и иностранные (мили). В полном наименовании первой, наиболее обширной части «Книги поверстной» [74], указывается, что она частично составлена «по сказкам разных городов ямщиков». В «Росписи сибирском городом и острогом» (приблизительно 1640 г.) и в «Чертеже всея Сибири» (1667 г.) расстояния указаны как в верстах, так и в днях пути, правда, нередко и с уточнениями

(«зимним путем», «летним сухим путем», «водяным путем в дощаниках», «в легких судах» и пр.).

**Сажень.** В эпоху Московского государства сажень, равная 152 см. постепенно исчезает и доминирующую роль играют маховая сажень, приравненная  $2\frac{1}{2}$  аршинам, т. е. 180 см, и казенная сажень — 3 аршина, т. е. 216 см. Соборным уложением 1649 г. [75] была окончательно легализована 3-аршинная сажень как официальная. С внедрением аршина сажень стали выражать через эту сравнительно новую меру длины, которая при включении ее в систему русских мер была приравнена  $\frac{1}{3}$  казенной сажени. В ряде документов упоминаются также полусажени и чети (четверти) сажени: «Городовые стены отсело... 17 сажен с полусаженью... По загородью, от Неглинных ворот, отсело городовые стены 4 сажени с четью» (опись 1629 г., характеризовавшая состояние стен Московского Кремля) [60, т. 3, № 157] или «Московская проезжая башня рублена в шесть стен... 2 стены по 2 сажени с четью» («роспись сметная» 1671 г. для г. Олонца) [76, т. 8, № 14].

Интересна история казенной трехаршинной сажени.

Известно об ее использовании для измерения земель еще в первой половине XVII в.: «вымерей..., поскольку хочешь, сажен трехаршинных» («Книга сошного письма», 1629 г.). Фактически об использовании этой сажени («печатной трехаршинной») при измерении земельных участков свидетельствуют и более ранние документы, например, 1610 г. [16]. О ней говорит и вальной писцовый наказ 1622 г., являвшийся основным руководством для землемеров до 70—80-х годов XVII в. [77, приложение]: «А веревку сделати писцом для меры десяти длиною восемьдесят сажен, а поперег тридцать сажен, а сажень им государева казенная дана на Москве трехаршинная за печатью великого государя» (ст. 66 наказа). Следует, по-видимому, думать, что еще казенная сажень Ивана Грозного, противопоставляемая им малой сажени, представляла собой трехаршинную сажень. Ведь именно при Иване Грозном около 1550 г. был введен в систему русских мер длины аршин; мало вероятно, чтобы его ввели в систему как  $\frac{2}{5}$  сажени (маховой). Однако все эти соображения отнюдь еще не являются решающими и достаточными для определенных выводов.

Об обилии разновидностей сажени, употреблявшихся в практике даже правительственных органов (особенно до Соборного уложения 1649 г.), свидетельствует ряд документов. В 1638 г. воевода Андрей Рязанов доносил, что у Семеновских ворот Лихвинской Семеновской засеки он «засек штидесят сажен простых», а в другом донесении сообщал о сооружении острога «в длину на 20 сажен и поперег то ж» и о выкопанном около острога рве «поперек 2 сажени, а в вспашку ров сажень косая». Применяли также «великую» («большую») косую сажень. «На Невле... рву большого 290 саж. больших косых... От наугольной башни до башни ж наугольной 88 саж. больших косых» (1661 г.) [78, т. 3, № 502]. Иногда в донесениях измеренная длина бы-

#### ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

ла указана в двух разновидностях сажени, что давало возможность установить соотношение между этими значениями, например, сообщалось, что один лесной завал Семеновской засеки был сделан «в ширину 25 сажен косых, а простых 40 сажен» [70, стр. 145].

На основании некоторых сохранившихся источников можно, по-видимому, с достаточной определенностью считать, что число различных наименований (частично новых) превосходило число реальных разновидностей сажени.

Метрологическая политика Московского государства, направленная на уменьшение разнообразия мер, привела к выделению одной сажени, как основной. В XVI в. таковой являлась «казенная сажень» Ивана Грозного, обязательного использования которой он требовал при измерениях, связанных с денежными расчетами. Так, в 1557 г. на основании жалобы от имени «всех Вычегоцкие Соли посадцких торговых людей» на неправильный сбор с них «прохожей пошлины»<sup>\*</sup> он направил суровую грамоту великоустюжским и тотемским таможенникам (с угрозой быть им «в казни»): «Вы де у них на Устюзе и на Тотме меряете суды саженею малою, и не нашею казенною саженею... И яз по их челобитию велел им дать сажень деревянную, с меры, с своей с казенной сажени з железной, за своей царевой великого князя печатью... Вы б у них с нашии казенные сажени, смеряв, взяли к себе меру за их печатми» [79, стр. 89—91].

Сажень широко применяли при измерении расстояний, планировке и строительстве различных сооружений, в кораблестроении, при землемерных и картографических работах. Так, в Москве и в других крупных городах еще в XVI в. отмеряли регламентированную ширину улиц и переулков: «При государе царе и великом князе Федоре Ивановиче всея Руси для бережения от пожаров учинены были улицы большие, в ширину по двенадцать сажен, а переулки по шти (шести — *Н. Ш.*) сажен» [80, т. 1, стр. 84]. В сажнях выражали также фактическую длину улиц или их замощенных частей; например, общая длина бревенчатой и дощатой мостовых составляла в Москве в 1646 г. 2107 сажен. Воеводы перед постройкой городов и укрепленных пунктов получали из центра грамоты, которые содержали предписания такого типа: «досмотреть..., где мочно устроить рубленой городок или острог в крепком месте... и, измеряя то место в сажени, ...учинить всему тому подлинную роспись и чертеж [81, т. 2, стр. 696—697]. В «Росписи, что велено изготовить в Нижнем на корабль и на яхту» (1667 г.) читаем: «3 чепи железных длиной в 36 сажен..., 800 сажен якорных канатов, 2000 сажен канатов потоне, 32876 сажен всяких веревок».

Точные значения сажени воспроизводили при помощи образцовых мер, обычно хранившихся в приказах. Там же в XV—XVI, возможно, и в начале XVII в. имелись образцовые меры также и для употребительных разновидностей сажени; упоминаются, например, «городовая

<sup>\*</sup> Пошлина с речных судов, взимаемая в городах, через которые проходили эти суда.

сажень, какова в Пушкарском приказе», «железная сажень трех аршин без четверти», «две сажени железные; одна городовая и мостовая московской меры, а другая — дворовая лавочная московской меры» [49, т. 3, № 53]. На меры наносили полусажень, аршин, четвертые и восьмые доли [26].

Наряду с сажеными «линейками» применяли мерные веревки. Они первоначально не имели, по-видимому, единой установленной длины; так, в одном из источников (1638 г.) упоминается использовавшаяся должностными лицами мерная веревка, длина которой выражалась таким некруглым числом, как 23 сажени: «веревка по двадцати по три сажени в писцову сажень, чем землю мерят» [70, стр. 258]. Для измерения расстояний между городами в верстах оказалась наиболее удобной и прочно вошла в практику мерная веревка в 100 сажен.

**Аршин.** Эта новая мера, заимствованная с Востока, появляется в литературных источниках с середины XVI в. Происхождение наименования «аршин» до настоящего времени точно не установлено. Его обычно производят от наименования турецкой меры длины «аршим» (27,9 дюймов=70,9 см), как предполагал еще А. И. Ламберти [10], или от персидского «арши» — мера длины; Н. Т. Беляев связывает его с древнеперсидской мерой длины *agaspu*. Сохранился размер четверти аршина, нанесенный в натуральную величину в 1674 г. советником шведского посольства в Москве И. Кильбургером в его сочинении о русской торговле [82]; размер почти совпадает с указанным в табл. 4. На аршин обычно наносились деления в вершках («вершки на аршине знаменаны»).

Не имея «предыстории» в виде местных мер, аршин с самого начала был распространен по стране в форме «печатных аршинов» наряду с «печатной саженью»: «Мерою дощаники делать против прежнего, от лапы до лапы по девяти сажен печатных, а поперег в ширину по шти аршин печатных» [60, т. 4, № 4] Единое постоянное значение аршина и его долей — вершков сообщало количественную определенность разновидностям сажени, они оказались приведенными к единой мере и численно связанными между собой.

Аршин доминировал в торговле, вытесняя оттуда локоть. Об этом свидетельствуют, например, таможенные книги, в частности «Таможенные книги Московского государства XVII века» [83, т.1, стр. 16] и другие «книги», где имеются записи вроде следующей: «Маия в 1 де... явил Василей Иванов... 30 сукон сермяжных мерою 400 аршин» или «Маия в 16 де... явил Гаврило Федоров... остатков льняных по щету, по мере 110 аршин» [84]. Отметим, что размеры выражали в сотнях аршин без перевода в сажени.

Уже во второй половине XVI в. аршин проник в различные отрасли производства, особенно в текстильную промышленность, где его применяли совместно с вершком. Так, в учетных записях, относящихся к продукции Хамовного двора в Москве, Сафьянного двора и пр., читаем: «Хамовного двора сиделые хамовники 16 человек выткали па-

русных полотен 500 аршин июня с 5-го числа июня ж по 28-е число»; «на Сафьянном дворе... налицо по мере вытканых полотен: Федькина тканья Иванова... 407 аршин; да иноземца Яганова тканья Рихтера 190 аршин полотен же и скатертей» [85]. В «описных книгах» оружейной палаты Кирилло-Белозерского монастыря (1668 г.) читаем: «пушка медная полковая, гладкая, прозванием «Кашпир», московское дело, длина три аршина полодиннадцаты вершка (т. е.  $10\frac{1}{2}$  вершков — *Н. Ш.*)... Пищаль большая чугунная, «Лев», железная, с поясами; длина три аршина три чети с полувершком» и т. д. [86, т. 1, стр. 3]. В этих же мерах определяли размеры сопрягаемых деталей крупных технических сооружений: «Добыть матишное дерево шести сажен или пяти, скрай на край аршин... На нижней конец насадить кольцо, ширина кольцу два вершка, толщина верхнему краю кольца полвершка, нижней конец четь вершка... Первой бурав денной полтора вершка, другой бурав без трети два вершка, третьей бурав два вершка с четью, четвертой бурав полтретья вершка ( $2\frac{1}{2}$  вершка — *Н. Ш.*) [87].

**Локоть.** Древнюю меру «локоть», свойственную метрологии всех или почти всех народов, продолжали еще употреблять, как видно хотя бы из свидетельства англичанина Гассе, писавшего в 1554 г., что на локоть в России меряют сукна, полотна и шерстяные ткани домашнего изделия, а также из «Торговой книги» [48], где три локтя приравняются двум аршинам. Длину локтя Гассе указывает равной половине английского ярда, т. е. 18 дюймам, откуда значение локтя получается 45,7 см, т. е. несколько меньшим, чем в «Торговой книге» (48 см). Вероятно, определение Гассе, судя уже по чрезвычайной простоте соотношения с ярдом, было довольно приближенным, имевшим целью дать лишь примерное представление о русском локте; возможно также, что у Гассе был не вполне правильный аршин.

**Пядь.** Как следует из «Торговой книги» [48], эту древнюю меру длины еще продолжали употреблять в описываемый период, однако ее значение несколько изменилось из-за согласования с четвертью аршина. По этой же причине она постепенно выходила из употребления (точнее, из употребления выходило название), ее заменяла четверть аршина.

**Вершок.** Наименование происходит от слова «верх» («верх перста», т. е. пальца). Вершок упоминается в «Торговой книге» как  $\frac{1}{16}$  аршина. В литературе XVII в. встречаются также доли вершка—«полвершки» и «четывершки».

**Внесистемные меры длины.** Из специфических внесистемных мер длины, употреблявшихся главным образом в оптовой торговле с иностранцами, которым запрещалось вести розничную торговлю в Московском государстве, следует указать постав, половинку, косяк и кипу, упоминаемые в «Торговой книге» [48], в «Таможенных книгах Московского государства XVII в.» [83] и в других источниках. Это были крупные

неовещественные меры (счетные единицы), которым должна была соответствовать длина отрезков импортного сукна, бархата, различных тканей; меры составляли десятки и даже приближались к сотне аршин (некоторые кипы). Значения этих мер не были строго постоянными, изменялись в зависимости от места, времени и пр. Но в каждом данном условиях значение являлось определенным и выражалось в официально установленных мерах (аршинах).

### Меры площади

Установленные ранее геометрические меры стали частично даже мерами площади в строгом смысле слова, т. е. определяемыми как квадрат, сторона которого равна единице длины: квадратная верста, квадратная («круглая») десятина и квадратная сажень. Взамен слова «квадратный», не существовавшего в то время, употребляли прилагательные «дробный», «четвероугольный» и др.

В то же время в городах результаты измерений небольших площадей выражали только в мерах длины (практически в саженьях) без перевода их в квадратные меры: «двор истопника Юрья Аксентьева вдоль—полчетверты саж., поперег—3 саж... Подле Яузы от мосту к Москве-реке—огород князя Романа Пожарского, вдоль от ворот к Яузе реке—46 саж., поперег от мосту 36 саж.» [88, стр. 643]. Лишь в некоторых, довольно редких случаях такой перевод все же делали: «Круглых в том дворе и в огороде 106 саж. с полусаженью, а дробных 11210 саж.»\* [88, стр. 740].

Соотношения и значения основных мер земельных площадей середины XVI в., отраженные в писцовом указе 1556 г., зафиксированы историком и сподвижником Петра I В. Н. Татищевым (1686—1750 гг.), видевшим этот несохранившийся позднее указ. В указе было сказано: «десятина написана в длину и в ширину десятая доля версты, а верста 500 сажень царских, а в десятине числить две четверти». Для XVII в. основным источником сведений о мерах земельных площадей является «Книга сошного письма 7137 года» (1629 г.) [69], служившая, наряду с подобными ей, руководством для русских писцов-землемеров. В «Книге» приведены значения обеих употребляемых разновидностей прямоугольной десятины, а также их долей: «Десятине длина 80 сажень, поперег 40 сажень; ...дробных 3200 сажень... В десятине 80 сажень длинник, а поперешик 30 сажень, а дробных сажень в десятине 2400 сажень, а в полдесятине дробных сажень 1200... В пол-пол-полтрети десятине дробных сажень 100». По-видимому, в разное время доминирующую роль играла то одна, то другая десятина: у Ермолая Еразма (XVI в.) фигурирует десятина в 2400 квадратных сажень, затем преобладала десятина в 3200 квадратных сажень и снова десятина в 2400 квадратных сажень, как

\* Как можно думать на основании приведенной цитаты, термин «круглый» относили не только к квадратным мерам, но иногда и к сторонам таких мер;  $\sqrt{11210} \approx 106$ .

## ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

можно думать на основании того, что сообщается в рукописи № 682 собрания Ундольского [89]. «В прежних годах мерялось в длину 80 сажен, а поперег — 40 сажен, итого было в ней четверугольных 3200 сажен. А в четверти против того мерили в длину 40, а поперег—40 же сажен, итого было в четверти четверугольных 1600 сажен». Правильно указано (в пределах ограничения целыми числами) соотношение между квадратной верстой (1000×1000 квадратных сажен) и десятиной (2400 квадратных сажен): «Десятин в круглой версте 417 десятин» (точнее,  $416\frac{2}{3}$ -десятины). Упоминается также «круглая» десятина размером 55×55 сажен (постепенно круглые десятины исчезают). В другом руководстве XVII в.—в «Росписи полевой мере» [90] приведены примеры определения земельных площадей в квадратных сажнях: «А только двор положить в дробные сажени против длинных сажен поперечными, и ты положи против всякия длинная сажени поперег по 30 сажен... Против 4 сажен — дробных 120 сажен... Против 10 сажен — дробных 300 сажен... Против 30 сажен — дробных 900 сажен»\*.

Как видно из сохранившихся документов, практически при измерениях земельных площадей не имело места использование аршина; в писцовых книгах фигурируют доли сажени—трети и четверти, т. е. доли сажени, равные аршину и даже меньшие его: «взято под кладбище... порозжей земли вдоль от большой улицы 9 саж. с третью, поперег 7 сажен» или «вдоль 24 сажени без трети... в другом поперешнике 7 сажен 3 чети» [88, ч. 2, стр. 276 и 1154].

Система мер земельных площадей, действовавших в XV—XVII вв., была следующей:

|                                      |                      |
|--------------------------------------|----------------------|
| Соха                                 | 500—1200 четвертей   |
| Выть                                 | 12—16 четвертей      |
| Десятина                             | 2 четверти           |
| Четверть                             | 2 осьмины            |
| Полчетверти (осьмина)                | 2 полосьмины         |
| Пол-полчетверти (пол-осьмина)        | 2 четверика          |
| Пол-пол-полчетверти (четверик)       | 2 полчетверика       |
| Полчетверик                          | 2 пол-полчетверика   |
| Пол-полчетверик                      | 2 малых четверика    |
| Пол-пол-полчетверик (малый четверик) | 2 полмалых четверика |
| Полмалый четверик                    | —                    |

Происхождение «посевной» меры—четверти от четверти—меры объема сыпучих тел отразилось на всей системе мер земельных площадей, на их подразделении и наименованиях. Как и в системе мер объема сыпучих тел, охарактеризованной в табл. 2, в основу положен коэффициент 2, а наименования сходны с наименованиями мер объема сыпучих

\* Под «длинными» сажнями подразумеваются сажени, откладываемые вдоль длинной стороны двора, а отнюдь не сажени большей длины.



тел (вплоть до тождества). Изменения значения четверти—меры объема (см. ниже)—в XV—XVII вв. не отражались на значении четверти—земельной меры, тем более что она была уже выражена через десятину.

Наряду с использованием в качестве коэффициента степеней числа 2 было официально принято подразделение четверти на три части с последующим делением по двоичному принципу. В этой системе отношение четверти к ее долям определялось числом не  $2^n$  ( $n$  — переменная величина), а  $3 \cdot 2^n$ : четверть = 3 третникам (третям) =  $3 \cdot 2$  полтретям =  $3 \cdot 2^2$  пол-полтретям и т. д. Обе системы мер употребляли как параллельно, так и совместно, т. е. площадь того или иного участка могла быть выражена в тех и других мерах одновременно. Предпочтение все же отдавалось первой системе.

«Соха» и «выть». Эти крупные меры земельных площадей употребляли землемеры при составлении «сошного письма» для нужд финансовых и военно-учетных органов (учет земельных площадей, наделение земель, обложение налогами, определение размеров воинской повинности). При этом выть употребляли преимущественно для определения площадей «черных» земель, т. е. земель государственных, «черносошных», крестьян. Основной особенностью сохи и выти с метрологической точки зрения являлось выражение их через различные числа четвертей, так как учитывали качество земель и социальное положение землевладельцев, т. е. сами эти меры имели переменное значение.

Конкретные значения сохи, выраженные числом четвертей для одного поля, видны из табл. 5.

Таблица 5

| Качество земли  | Для служилых земель | Для церковных земель | Для «черных» земель |
|-----------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| «Добрая» земля  | 800                 | 600                  | 500                 |
| «Средняя» земля | 1000                | 700                  | 600                 |
| «Худая» земля   | 1200                | 800                  | 700                 |

Выть, первоначально распространенная в новгородских землях (в частности, на севере), вошла затем в систему мер Московского государства, в соответствии с чем она фигурирует в «Книге сошного письма», где для нее указаны значения 12; 14 и 16 четвертей. Соха и выть также имели подразделения, образованные по двоичному принципу (иногда с использованием коэффициента 3).

Если льготы, получаемые служилыми людьми от большего количества четвертей в сохе, как бы оправдывались тем, что только служилый люд нес тяготы военной службы, то по отношению к монастырским и церковным землям такого оправдания не было. Постепенно это различие исчезло, но, по-видимому, этому предшествовало изменение числа

четвертей в сохе в пользу черносошных крестьян, которым были предоставлены большие льготы, чем духовенству, как можно видеть из писцовых книг. Так, в одном из актов межевания земель на севере в 40-х годах XVII в. читаем: «В двинском уезде в черных волостях... в соху положено добрые земли по 800 чети, средние—по 1000 чети, худые земли—по 1200 чети... А в монастырских и в церковных вотчинах... в соху положено добрые земли по 600 чети, средние земли—по 800 чети, худые земли по 1000 чети» [91, т. 2, № 181].

В XVII в. смысл меры «соха» изменился; под ней стали понимать единицу обложения. При этом сказалось стремление внести единство в существовавшее многообразие сох, установив в качестве общей единицы обложения большую московскую соху в 800 четвертей «доброй» земли.

**Десятина и четверть.** Десятина, возникшая еще в XIV в., постепенно завоевала положение основной меры для измерения площадей. Непосредственные результаты измерений выражали обычно в долях десятины: полдесятины, четверть (четь) десятины и пр. Для десятины также имело место подразделение с использованием коэффициентов  $2^n$  и  $3 \cdot 2^n$ , как это видно из разных источников, особенно из «Книги сошного письма»: «в полдесятине дробных сажен 1200... В пол-пол-полтрети десятины дробных сажен 100». Если считать, что землемеры применяли (особенно после Соборного уложения 1649 г.) преимущественно казенную трехаршинную сажень, равную 2,16 м, то доминировавшая десятина в 2400 квадратных сажен равнялась приблизительно 1,12 га. Из значения десятины получают значения четверти и ее долей:

|                | <i>в квадратных<br/>саженях</i> | <i>в метрической<br/>мере</i> |
|----------------|---------------------------------|-------------------------------|
| четверть       | 1200<br>1600*                   | 0,56 га                       |
| четверик       | 150                             | 0,07 га                       |
| малый четверик | 18,8                            | 87,5 м <sup>2</sup>           |

Масштабы использования десятины и четверти росли в соответствии с освоением неиспользовавшихся ранее угодий и увеличением территории государства.

Однако уже в первой половине XVI в. выяснилось, что при практиковавшемся измерении земель в четвертях общая опись земель неизбежно должна затянуться на много лет. В 40-х годах один из просвещенных людей XVI в. Ермолай Еразм выступил со своим трактатом «Благохотящим царем правительница и землемерие» [92], где обращал внимание на то, что медленное измерение земель в четвертях очень обременяло крестьян, поскольку именно за их счет питались при описях писцы-землемеры и кормили лошадей. Для ускорения описей он предложил пользоваться не четвертью, а гораздо более крупной единицей—«четве-

\* При использовании десятины, равной 3200 квадратных сажен.

рогранным поприщем», под которым в его трактате подразумевалась квадратная площадь как со стороной в 1000-саженную версту, т. е.  $833\frac{1}{3}$  четверти (по 1200 квадратных сажень), так и меньшая в 3 и  $3\frac{1}{3}$  раза:

«Четверогранно еже поприще—в долготу и в преки по обеима концам мужск обою руку сяжен 1000—имат в себе ржаных семян сеянца 833 четверти с третью; в 3 же поля разделения ради житного поприще таково наречется 278 четвертей без полуосмины в поле, а в дву полях по толицей же мере». Выступление Ермолая Еразма сыграло определенную роль в процессе становления «сошного письма» в Московском государстве, хотя и не было принято буквально. Четверть и десятина остались основными мерами для землемеров, но в обработку результатов измерений ввели значительно более крупную меру—соху. Исследователь литературной деятельности Ермолая Еразма В. Ф. Ржига отмечает, что проект «оказался весьма плодотворным, получив осуществление в историческом процессе введения «большой сохи», начавшемся с середины XVI в.» [92]. Ермолая Еразма можно рассматривать как одного из первых русских метрологов-теоретиков, притом такого, который стремился сочетать решение метрологических и социальных вопросов.

В описях земель во второй половине XVI и в XVII в. правительство стремилось к тому, «чтоб неописных и немерных и прописных (пропущенных—*Н. Ш.*) земель и угодий не было». Однако это не означало, что измеряли действительно всю площадь земель. При существовавшей в то время трехпольной системе землепользования измерения пахотных угодий обычно ограничивали одним полем, предполагая приблизительное равенство всех трех полей, «а в дву потомуж»— т. е. в остальных двух полях по стольку же земли. Такое ограничение измерений обусловливалось экономическими причинами: меньше повреждали хлеб в полях, процесс измерения ускорялся и крестьяне меньше тратились на прокормление писцов-землемеров. Измеряли обычно поле, находившееся под паром («а ржаное поле и яровое не мерено, потому что на них хлеб»). Для упрощения выражения площади земель разного качества в крупных единицах, зависевших от качества земли, предлагалось иметь три веревки: «Надобно ж веревщику держати три верви вытных: одна на добрую землю, одна на середнюю, а третья на худую землю: и по земле смотря, какова земля, такова и вервь мерити»; в этом случае уже не требовалось умножать измеренное число четвертей (или десятин) на разные коэффициенты для выражения площади участков в вытях (или сохах). Использование геометрических мер ограничивалось практическими возможностями. Далеко не всегда можно было измерить площадь лесов, и писцам приходилось довольствоваться расспросами и глазомерными оценками; это предусматривалось даже официальными наказами для писцов: «А где будет леса большие и мерити их в десятины нельзе, и им те леса писати, смечая и выпрашивая и сыскивая на-

крепко, сколько где верст пашенного и непашенного и бортного лесу» [91, т. 2, № 181]. В этих случаях результаты работы писцов относились обычно к длине и ширине лесов и имели приближенный характер: «Лесу... в длину на 9 верст, а поперек на пол-3 версты, а инде и болши, а инде и менши» (1616 г.) [93, стр. 213].

Пользовались при измерениях и долями десятины; иногда землемерам предоставлялось право определять площади в любой из этих мер: «К Архангельскому монастырю отделить из черных земель то же число четвертей или десятин, сколько отойдет их монастырские под город и к городу» (1583 г.) [63, т. 1, № 318]. После измерения этих угодий в десятинах последние переводили в четверти для последующих финансовых и учетно-воинских операций (для установления «оклада», перевода в сохи, определения размеров воинской повинности и т. д.); поэтому даже в конце XVII в. встречаются правительственные распоряжения следующего рода: «Ты б то дикое поле велел измерить в десятины и положить в четверти, а измеря в десятины и положи в четверти, велел отказать (предоставить—*Н. Ш.*) челобитчиком... по 100 четьи человеку в поле, а в дву потомуж» (царская грамота 1681 г.) [94, стр. 135].

В писцовых книгах упоминаются также осмины: «Деревня Кнутово: пашни худые земли 16 четьи с осминой... Деревня Лесниково: пашни худые земли 16 четьи с осминой» [95, стр. 370]. Несколько реже встречаются малые меры, как в добавление к четвертям, так и независимо от них (для небольших участков): «Деревня Лышно: пашни паханые крестьянской четверик... Деревня Зеленец: дв. Павелко Ларионов с детьми на полчети и на пол-пол-полчети с полмалой четью» [81, т. 2, № 128]; «всего пашни 29 чети с полуосминой и полтора четверика и пол-полчетверика» [95, стр. 370]. Иногда встречаются оригинальные сочетания долей четверти, полученных по двоичному принципу, с долями, возникшими благодаря использованию коэффициента 3: «... 15 четвертей с осминой без пол-пол-полтретника» [95, стр. 130].

При определении площадей сенокосных угодий десятина внедрялась с большим трудом, лишь частично вытеснив копну, хотя первоначально десятину стали применять именно для этих угодий. Помимо простоты и наглядности такой практически удобной меры, как копна, вытеснению ее десятиной препятствовали особенности расположения большинства сенокосных угодий. Это обстоятельство хорошо разъяснено в работе исследователя истории землевладения в России в XVII в. межевого инженера В. Н. Седашева: «Расположенные по речкам, извилистым ручьям, оврагам, среди лесов и пашен, неправильной прихотливой формы,— эти угодья для определения площадей требуют незаурядного терпения, навыка и громадной затраты рабочего времени. Мы не ошибемся, если скажем, что для измерения 10—20 десятин овражных сенокосов нужно было положить столько же труда, как для 100—200 десятин пашни» [76, стр. 40]. В связи с этим В. Н. Седашев считает, что измерения в десятинах фактически имели место «только в тех случаях, где сенокосы тянулись сплошными пространствами заливных лугов».

**Копна.** Это урожайная мера, носившая субъективный характер, не включена в систему мер площадей, так как ее отношение к десятинае долгое время не укладывалось в приведенный ряд дольных (по отношению к десятинае) мер.

В описываемый период она постепенно получила более определенное значение, увязанное с десятиной. Как видно из «Книги сошного письма» [69], в это время копна делилась с коэффициентом  $2^n$  на 2 полукопны, на 4 четверти копны, на 8 полчетвертей копны, на 16 пол-полчетвертей и на 32 пол-пол-полчетверти; имело место также использование коэффициента 3: треть копны, полтрети, пол-полтрети и пол-пол-полтрети копны.

Как было указано А. И. Никитским [12] и затем подтверждено другими исследователями, копна как мера площади была с течением времени приравнена 0,1 десятины (т. е. считали, что с десятины снимают в среднем 10 копен сена) [96].

Меры площади по вполне понятным причинам никогда не имели (не имеют и сегодня) материального воплощения. Поэтому их единство целиком зависит от применения при измерениях единых мер длины, правильных методов вычисления и выражения результатов в общепринятых, единых единицах.

Период политического объединения Руси характеризовался стремлением Московской государственной власти к проведению единой метрологической политики в области землеустройства и взимания налогов с земель.

Мероприятия по устранению метрологического разнообразия в области измерения площадей на окраинах страны проводились осторожно и постепенно. В первую очередь устанавливали соотношения между московскими и различными местными мерами. Для новгородских мер такие соотношения упоминаются, например, в «Книге Шелонской пятины» (1581—1582 гг.): «Пашни паханые 32 коробы с пслукоробью, а четвертные пашни 65 чети... А сошного письма: в живущем 2 сошки с полутретью сошки..., а болших сох московских в живущем полтрети сохи и пол-пол-полтрети сохи и пол-полтрети сошки» [97, стр. 75]. Отсюда непосредственно вытекает значение коробы, равной 2 московским четвертям (1 десятинае). Отсюда же получается значение новгородской сошки:  $2 \frac{1}{6}$  сошки =  $32 \frac{1}{2}$  коробы (десятинае) и, следовательно, 1 новгородская сошка = 15 десятинам. Отсюда может быть получено и значение «большой сохи Московской», если решить уравнение, математически выражающее вторую половину приведенной цитаты:  $2 \frac{1}{6}y = \frac{1}{6}x + \frac{1}{24}x + \frac{1}{12}y$ , где  $y$ —значение новгородской сошки, а  $x$ —значение большой московской сохи; получаем:  $10y = x$ , т. е. новгородская сошка представляла собой десятую часть московской сохи, которая получается равной 150 десятинам (300 четвертям). Вслед за получением сведений о зна-

чений местных мер присоединившихся к Москве княжеств в последних проводили новые измерения уже в московских великокняжеских мерах специально посылаемыми туда писцами (землемерами). Так, известно, что описи новгородских и тверских земель московскими писцами были предприняты еще в начале 90-х годов XV в., т. е. вскоре после присоединения Новгорода и Твери к Москве. С целью упрощения перевода в московские меры обжа была приравнена 5 десятинам (в одном поле), и в соответствии с этим новгородская соха стала равняться 15 десятинам, т. е. «трудовые» меры были выражены через геометрическую; по-видимому, в это же время четверть стали приравнивать половине десятины. Вообще XV в. был ознаменован тем, что «трудовые» и «посевные» меры стали выражать через геометрическую меру—десятину, позволившую более точно измерять земельные площади.

Во второй четверти XVII в. стали интенсивнее проводить мероприятия по установлению значений местных сошек на русском севере (различных в разных уездах и даже в пределах одного уезда) и по описи земель в московских сохах; посланные туда писцы определяли площади пашен в тех и других мерах: «Сошново письма малых тотемских сошек в живущем пол-2 сошки и 2 чети пашни... А большими сохами против московских городов в той волости живущего четъ и пол-пол-полтреть и пол-пол-полчетъ сохи... У Соли на посаде и во всем усольском уезде 103 сошки с полусошкою и полчети и пол-полчети сошки, а большими сохами 12 сох без чети и без пол-пол-полчети сохи [91, т. 1, № 124 и 181]. Соотношения между местными и московскими мерами, установленные писцами, оказались в зависимости от уезда весьма различными (в пределах от 4 до 56); так, «в устюжских писцовых книгах письма и меры... 134 году... положено малых устюжских сошек в московскую в большую соху по 8 сошек с полусошкою; у Архангельского города и в Двинских посадах... в сохи положено против московских городов по 55-ти сошек с полусошкою в соху».

В некоторых местах, главным образом на севере, применяли такую меру, как «сто сажен» и ее дольные—«три четверти ста сажен», «полста сажен», «четверть ста сажен» и «осьмина ста сажен»; эти своеобразные по своим наименованиям меры равнялись соответственно 2 десятинам,  $1\frac{1}{2}$  десятинам, 1 десятине,  $\frac{1}{2}$  десятине и  $\frac{1}{4}$  десятины [98].

Кроме того, на севере существовала мера «вервь», которая отразилась в наименовании одной категории писцовых книг—«веревных книгах»\* и числовое значение которой еще недостаточно установлено. В одном источнике читаем: «Верви мера: длинника и поперешника 64 сажени, а сажени мера полтретья аршина два вершка» (Веревная книга Николаевского Корельского монастыря, 1707 г.) [99, стр. 1]. По другим источникам получают иные значения. Имело место деление верви на сажени, полусажени и чети сажени: «Деревня Молевская... Земли в ней

\* См. приложение на стр. 244.

2 верви 6 саж. 2 чети. Деревня в Глугом погосте... Земли в ней 4 верви 16 сажен с полусаженью» («Отписная книга» Чухчеремского монастыря, близ Холмогор, 1616 г.) [93, стр.162].

### Меры объема

**Меры сыпучих тел.** Как видно из «Торговой книги» [48], меры объема сыпучих тел к концу XVI в. составляли стройную систему, в которой кратные и дольные меры связаны между собой коэффициентом  $2^n$ , причем отношение любых двух ближайших по значениям мер равнялось 2. В этой системе отсутствует ряд мер «Русской Правды» (головажня, уборок, лукно), которые постепенно отмирали. Система обстоятельно воспроизведена в табл. 2. Практически из этих мер применяли в основном четверть (равную 2 осьминам), осьмину (2 полосьмины), полосьмину (2 четверика) и четверик. Наименования отражают образование мер от более крупных: четверть и осьмина представляют собой соответственно четвертую и восьмую доли кади (окова), четверик—четвертую долю осьмины (для четверика употребляли также наименование «мера»). Эта стройная система была дополнена последующим делением на 3, т. е. четверть=3 третям (третникам)=6 полтретьям=12 пол-полтретьям=24 пол-пол-полтретьям и т. д.

Обычным набором мер сыпучих тел (от четверти до полмалого четверика) принципиально обеспечивалась точность измерений до 0,8%, поскольку полмалый четверик составлял  $\frac{1}{128}$  четверти. При отмеривании 10, 15, 20 и т. д. четвертей эта точность должна была повышаться: 0,08, 0,05 и 0,04%. Использование третника и его долей наряду с четвериком и его долями дополнительно повышало точность измерения, позволяя выбирать меру ( $\frac{1}{3}$  или  $\frac{1}{4}$ ), более подходящую для уменьшения получившегося при измерении малого остатка ржи, которым можно было уже пренебречь.

В XV—XVII вв. практиковались почти исключительно прямые измерения (непосредственное использование мер объема) как достаточно простые и удобные для определения количества сыпучих тел и жидкостей, тогда как использование косвенных измерений (определение объемов на основе прямых измерений размеров) было уместно и целесообразно лишь в некоторых случаях и, кроме того, затруднялось недостаточным знанием стереометрии. Косвенные измерения объема не вошли сколько-нибудь широко в практику, хотя их все же выполняли, например, строители.

Прямые измерения объема, в большинстве случаев выполняемые легко, без затруднений, по идее весьма простые, практически требовали решения ряда методических и иных вопросов, например: как заполнять меры при определении объема сыпучих тел—«с верхом» или «без верха»? можно ли и следует ли в случае сомнений проверять результаты

съемных измерений весовыми? От выбранного решения зависела степень достижения единства измерений объема.

Вопрос выработки и применения единообразной методики использования мер объема сыпучих тел стоял очень остро, гораздо острее, чем мер веса, длины и даже площадей. Данный вопрос, отнюдь не такой простой, как это может казаться на первый взгляд, получал на протяжении истории различные, общеобязательные до нового указа, решения (указы 1550, 1624, 1672, 1681 гг.). Уже во второй половине XVII в. указано было заполнять «без верха». Исходя из различия веса зерна в зависимости от влажности, правительственные органы давали разъяснения о неправомерности замены объемных определений количества зерна весовыми: «весом хлеба против меры знать не можно; хлеб хлеба суши—сырой хлеб тяжелее, а сухой легче».

Основной областью использования мер объема являлось сельское хозяйство, продукция которого (рожь, овес, ячмень и пр.) стала значительно расти в связи с развитием крупного крепостного землевладения, освоением новых земель, увеличением поступления сельскохозяйственной продукции на рынок, введением системы обложения товаров пошлинами, размер которых зависел от количества продаваемой продукции.

Широко использовались меры объема также в системе государственных заготовок и снабжения продуктами. Были созданы и ежегодно пополнялись продовольственные запасы, для чего в Москве и других городах были устроены государственные житницы («житницы на государевы хлебные запасы») и другие хранилища. Эти хлебные запасы, создаваемые путем сбора налогов с сельских хозяйств натурой, предназначались прежде всего в качестве кормового жалования постоянному войску — стрельцам («стрелецкий хлеб») и другим служилым людям, казакам, служилым иноземцам и пр. В одной Москве в конце XVII в. значительно возрослому (до 22 тысяч человек) постоянному войску—стрельцам отмеривалось ежегодно 300—400 тысяч четвертей в качестве «хлебного жалования». Из государственных житниц проводили также «кормку» служилых людей по праздникам и выдачу семян окрестным крестьянам. Использование мер объема сыпучих тел должностными лицами имело место также в процессе посева и снятия урожая: «В Боровскую деревню сияно ржи 11 чети с осьминою. А выросло того хлеба 57 чети с полуосьминою и с четвериком ржи» [85, ч. 2, стр. 123].

Интересной иллюстрацией разнообразия применяемых мер объема (от четверти до полного четверика) могут служить ведомости о ясачных, десятинных, денежных, хлебных и соляных поступлениях в Тобольске за 1698 и 1699 гг. [76, т. 8, стр. 701—704]. Изложенные в ведомостях данные можно свести в табл. 6.

Основную меру сыпучих тел—четверть—употребляли повсеместно на территории Московского государства, она упоминается почти во всех документах, касающихся крупной торговли сельскохозяйственными продуктами. Для измерений широко применяли также осьмину и полуосьмину, которые практически были удобны в силу меньшего, чем у четвер-



ти, объема. Именно эти меры (наряду с четвериком) обычно изготавливали на местах для практических нужд по присылавшимся из Москвы образцовым мерам. Четверик стали более или менее широко применять уже в XVII в. вследствие удобства его размера для мелкой торговли и для определения веса заполнявшей его ржи. Сохранилось сообщение летописца также о другой причине распространения четверика. Как видно из «Хронографа» 1601 г. из-за голода в начале XVII в. возросли тре-

Таблица 6

| <i>Поступления</i>                             | <i>в 1698 г.</i>   | <i>в 1699 г.</i>                                       |
|--|--|--|
| С земель оброчного хлеба                       | 401 четьи и мал четверик   | 1504 четьи без четверика                               |
| С посадских и иных чинов людей выделного хлеба | 3 четьи с полуосминою  | 67 четьи   |
| С кошуцких татар ясачного хлеба                | 110 четьи с осминою и без пол-полчетверика                                       | 71 четьи с осминою и с четвериком                      |
| Прислано из слобод, кроме городов              | 4589 четьи без пол-2 четверика с полмалым четвериком                             | 6771 четь с полосминою и с четвериком и мал четверик   |
| Всего в приходе, oprичь присылок из городов    | 5584 четьи с осминою и пол-2 четверика и пол-полчетверика и пол-малого четверика | 8112 четьи с осминою и полчетверика и пол-полчетверика |

бования на малые меры: «От того времени начаша на Москве и во всех городех русских всякое жито четвериками покупати..., теми же четвериками торговати и мерити навывоша» [100, т. 1, стр. 176—177]. Если такая сравнительно малая мера, как четверик, постепенно все более внедрялась в практику, то столь большая мера, как кадь (оков), наоборот, постепенно исчезала из употребления.

Значение четверти не оставалось одинаковым на протяжении XVI—XVII вв. На это указывают литературные источники, где приведены вес ржи (или ржаной муки), вмещавшейся в четверти. Следует считать, что в XVI в. хлебная четверть вмещала 4 пуда ржи, в XVII в., по многократно встречающимся сообщениям источников, казенная четверть вмещала 6 пудов ржи (5 пудов муки), а в конце XVII в. фигурирует уже «московская осмипудная четверть». Таким образом, за сравнительно короткое время значение четверти увеличилось в два раза, что и

#### ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

было отмечено летописцем: «Во 110-м году (1602 г.—*Н. Ш.*) купили ржи четверть по 2 рубля..., а четверть была старая невелика, против нынешней вдвое менши, полумера» [44, т. 4, стр. 321].

Определение объема четверти через вес вмещаемой ею ржи позволяло пользоваться мерой для всех видов зерна, как это иллюстрируется, например, выдержкой из «отписи» жителей Пермской земли от 10 февраля 1605 г.: «По государеве... грамоте велено... собрать... служилым сибирским людям на жалованье хлебных запасов четыреста пятьдесят четьи муки ржаные, пятьдесят четьи круп, пятьдесят четьи толокна на нынешний 113 год... И мы, пермичь чердынцы... собрали все сполна, всякую четь весом в пять пудов, и отпустили... в Верхотурье» [81, т. 2, № 190]. Эта «отпись» свидетельствует также о том, что в начале XVII в. уже употребляли 5-пудовую (по муке) или 6-ти пудовую (по ржи) четверть. В некоторых источниках уточняется, что эти значения относятся к чистому весу муки или ржи, без тары: «всего пятьсот четвертей муки, весом в пять пуд четверть, опричь рогожных мехов» (мешков) [60, т. 3, № 97, 107, 115]. Уже в начале 80-х годов узаконено было иное значение четверти, что видно, например, из царской грамоты чердынскому воеводе Борятинскому от 15 декабря 1681 г.: «В прошлых годех... платили посадские люди и уездные крестьяне... сошные запасы хлебом... в прежней вес, муки ржаной по пяти пуд с четью, а рожь по шти пуд с четью ж четверть и с мехами» [60, т. 5, стр. 76]. Слова «в прежней вес» показывают, что значение четверти уже изменилось (здесь же указана надбавка веса на мешки). По-видимому, переход от 6-пудовой к 8-пудовой четверти был проведен в соответствии с указом от 2 сентября 1679 г., предписывавшим «сделать осмин, четвериков и гребл, сколько потребно» и именовавшим эти меры «новыми».

Изменение с течением времени значения четверти соответственно отражалось на значениях дольных мер.

В мерах объема до 80-х годов XVII в. существовала своеобразная двойственность, что выражалось наличием разных категорий одноименных мер, в зависимости от их места в народном хозяйстве (меры торговые, таможенные и пр.). Наряду с «торговыми» мерами, область применения которых видна уже из названия и значения которых обычно совпадали со значениями «таможенных» мер, были предусмотрены особые категории мер для организованного государственной властью движения зерновых продуктов от производителей в казну и оттуда к потребителям: «приимочные меры» (для приемки хлеба от населения) и «отдаточные» (для выдачи жалования стрельцам, казакам, служилым людям натурой). Так, в наказе нижегородскому воеводе Александру Салтыкову (27 ноября 1663 г.) сказано: «Хлебные запасы велеть перемерить в государеву приимочную меру, в которую приеманы в государевы житницы», а подьячим и целовальникам «сметить, сколько того хлеба будет в казенную отдаточную меру, в которую меру дают государеву жалованье» [49, т. 4, № 134]. В большинстве случаев значения «приимочных» и «таможенных» мер совпадали. Что же касается «отдаточ-

ных» мер, то обычно их значения составляли 0,37—0,75 значений «примочных» мер. Наличие разновидностей мер требовало дополнительных вычислений и приводило иногда к ошибкам: «В Путивле в житницах... хлеба 4982 четьи без четверика ржи в примочную меру, в 8 четвериков, ровно, а в отдаточную меру, в 6 четвериков, 6812 четь без полуосмины; 3249 четьи без получетверика овса в примочную меру, а в отдаточную 4543 четьи» [101, т. 1, № 287]. Таким образом, даже при наличии указания на легализованное соотношение  $\frac{6}{8}$  (или 0,75) было неверно определено количество ржи в «отдаточных» мерах, ибо здесь имеют место иные соотношения  $\left( \frac{4981\frac{3}{4}}{6812} = 0,73 \text{ и } \frac{3248\frac{7}{8}}{4543} = 0,715 \right)$ .

Наиболее важным правительственным мероприятием, направленным на унификацию мер объема, следует считать устранение расхождения значений мер, что нашло отражение в одной из царских грамот 1680 г., содержащей предписание, касавшееся не только сыпучих тел, но и жидкостей: «На Москве и в городех... для приему и отдачи стрелецкого хлеба... учинить меры вновь... а были б на Москве и в городех те указные примочные заорленные одны меры... Вино, пиво и мед принимать в приемное ж заорленное ведро, каково учинено наперед сего и продавать и в расход давать в то ж примочное заорленное ведро, чтоб на Москве и в городех везде меры были одны и ровны» [63, т. 4, № 240].

Для установления единства мер объема большую роль играла производившаяся время от времени рассылка копий московских образцовых мер во все города государства. Обновление обветшавшего измерительного хозяйства и повсеместное употребление московских мер также способствовали устранению метрологического разнообразия. По отношению к мерам объема указы, направленные на унификацию, издавались особенно часто. Из законодательных мероприятий XVII в. выделяются указы 1624 и 1679 гг., относившиеся именно к этим мерам. После польско-литовской интервенции в целях восстановления измерительного хозяйства страны указом 1624 г. предписывалось делать меры только на базе московских образцов, причем для осуществления указа в провинцию были направлены медные осьмины в качестве образца деревянных мер. В соответствии с указом от 2 сентября 1679 г. повсеместно были разосланы новые меры (медные четверики), основанные на 8-пудовой четверти. По-видимому, в это время было обращено внимание на централизацию изготовления образцовых мер в Москве: как указывается в «царской грамоте на Вологду» (январь 1680 г.), «новые меры велено учинить в Приказе Болшого Приходу» [63, т. 4, № 240].

Наряду с измерениями объема продолжали пользоваться глазомерными оценками, прежде всего в житейском обиходе, в мелкой торговле и ремесле. Нередко к такому способу прибегали даже правительственные органы — например, при слишком большом количестве представленных в таможеню товаров, которые нельзя было долго за-

держивать из-за необходимости измерения: в этих случаях приходилось «досматривать накрепко» или «смечать накрепко» количество товаров, проверяя результат измерения только при явном его расхождении с указанным в описях. По необходимости глазомерные оценки применяли также по отношению к телам неправильной формы, например к речным судам, перевозившим товары, причем здесь часто практиковали сочетание линейных измерений с оценкой: измеряли длину и ширину (иногда даже только длину) судна и детали сугубо приближенный вывод о его вместимости: «Андрюшки Чамова струг... длина 13 саж., поперег 2 саж., по смете положитца хлебных запасов 250 четвертей» (из «мерной росписи судов», составленной в 1679 г. в Брянске) [71, стр. 199].

**Меры жидкости.** Совокупность мер объема жидкости в Московском государстве представляла собой уже достаточно определенную и более или менее стройную систему. Основной мерой являлось ведро. Система характеризовалась, как система мер сыпучих тел, делением по двоичному принципу (коэффициенты  $2^n$  и  $3 \cdot 2^i$ ): ведро делили на 2 полуведра или на 4 четверти ведра или на 8 полчетвертей, а также на кружки и чарки: «...вино продавать в чарки и в кружки и в четверти и в полуведра и в ведра (1661 г.) [49, т. 4, № 75]. Вопрос о значениях кружки и чарки и об их соотношениях с ведром еще не вполне выяснен, хотя наиболее вероятно, что кружка вмещала 3 фунта воды. По-видимому, до середины XVII в. в ведре содержалось 12 кружек: в царской грамоте от 15 февраля 1621 г. верхотурским воеводам Пушкину и Зубову упоминается посланное им заорленное ведро «с нашего с дворцового ведра спуск... в двенадцать кружек» [60, т. 3, № 96]. Вместе с тем во второй половине XVII в. так называемое казенное ведро содержало только 10 кружек, а в кружке—10 чарок, так что в ведро входило 100 чаро. Но так как согласно указу от 11 августа 1652 г. должны были быть сделаны «чарки в три чарки», т. е. втрое больше по сравнению с прежними [63, т. 4, № 59], то получается, что в казенном ведре содержалось 300 прежних чарок. Применяли и торговое ведро, равное 8 кружкам, как видно, переменным являлось значение ведра при неизменном значении кружки.

Ведро характеризуется как «осьмивершковая» мера. На основе различных данных и соображений можно вывести несколько различных значений объема ведра. Архидиакон Павел Алеппский, бывший в Москве в 1655—1656 гг. вместе с антиохийским патриархом Макарием [102], свидетельствовал, что «ведро содержит около 8 стамбульских ок»\*, откуда получается, что объем ведра равнялся объему около 25 фунтов воды. С другой стороны, Д. И. Прозоровский [9] принимал вероятный вес воды в объеме ведра равным 31—35 фунтам. Из подсчетов А. И. Никитского [12], предполагавшего, что наиболее вероятным значением диаметра для 8-вершкового ведра следует считать 5 вершков, получается, что объем ведра равнялся 157 кубическим вершкам (при-

\* Ока — приблизительно 3,1 фунта («в пуде 13 ок»).

близительно 13,8 л), что соответствует весу воды в ведре около  $33 \frac{2}{3}$  фунта.

Однако представляется, по-видимому, наиболее правильным ориентироваться на результаты экспериментальных исследований «староманерного» ведра, выполненных уже (в 1738 г.) академиками И. Н. Делилем и Х. Н. Винсгеймом, которые получили для объема ведра значение 136,297 кубических вершка. В этом случае, исходя из формулы объема цилиндра и принимая, что 8 вершков характеризуют высоту ведра, имеем  $D = \sqrt{\frac{136,297 \cdot 4}{\pi 8}} = 4 \frac{2}{3}$  вершка (4,66 вершка). Т. е. такое ведро вмещало 30,3 фунта воды.

Меры жидкостей, из которых в документах наиболее часто упоминается ведро, получили особенно широкое распространение в форме «питейных мер» для вина, пива, меда преимущественно в государственной торговле вином: вино, поступавшее на государственные «отдаточные дворы», отмеряли при отправке на «кружечные дворы» ведрами, а при продаже на этих дворах — кружками, штофами и пр. Для мер жидкости также существовало подразделение на торговые, приемочные и отдаточные меры. Бочка, как мера жидкостей, сравнительно мало встречается в документах XVI—XVII вв.\* Ее применяли преимущественно в процессе торговли с иностранцами, которым воспрещалось вести розничную торговлю вином на малые меры под угрозой конфискации напитков: «Питье немцам продавать и менять русским людям на товары, как было преж сего, бочками... А буде учнут... питье продавать в ведра и в галенки и в стопы и в чарки и... те товары и питье... имать без отдачи» (1667 г.) [49, № 5, № 40].

**Местные и бытовые меры объема.** Местные меры, оставшиеся от периода феодальной раздробленности Руси, а иногда и от более ранних времен, оказались довольно живучи и упорно держались, частично даже во второй половине XVII в. В XV в. еще были распространены упоминаемые в «Русской Правде» голважня, лукно, уборок. В документах XVI—XVII вв. наряду с довольно распространенными мерами (коробья, пуз) встречаются чаще других вятская хлебная мера куница, пермская сапца (мера соли и хлеба), старорусские луб и пошев (употреблявшиеся в г. Старая Русса меры соли) и др. По исследованиям Н. В. Устюгова, вятская куница официально считалась равной трем московским четвертям (фактически составляла  $2 \frac{1}{2}$ —3 четверти), сапца вмещала 6 пудов соли и, следовательно, приблизительно 3 пуда ржи (московская сьмина XVII в.), луб—5 пудов соли; пошев, по А. И. Никитскому,—по-видимому, около 15 пудов соли [16].

В начале XVII в. встречается (может быть, уже как анахронизм) даже «шуйская мера», хотя Шуя в силу близости к Москве давно была

\* При чтении этих документов не всегда оказывается возможным провести границу между бочкой, как мерой жидкостей, и бочкой, как тарой.

#### ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

присоединена к ней, а следовательно, должна была бы иметь меры, сходные с московскими. «Старцем Ондрияном» было в 1616 г. «по его скаске», посеяно «ржи две чети в шуйскую меру, да ярового хлеба, ярицы высеяно пол-6 чети с полчетвериком,... гречи три чети в шуйскую меру» [93, т. 2, стр. 201].

В значительной степени местные меры продолжали употребляться в юго-западных окраинных землях с русским населением, постепенно присоединяемых в XVII в. к Москве («брянская мера», «трубчевская мера» и пр.); с этими мерами приходилось считаться и в течение некоторого времени пользоваться ими.

Во второй половине XVII в. значение четверти варьировалось в значительных пределах, в южных городах от 8 до  $1\frac{1}{3}$  четверика, в восточных районах (Казани, Пермь, Вятке) и особенно в далекой Сибири — от 4 до 40 пудов [103, 104]. Посол австрийского императора в Московском государстве Кильбургер в 1694 г. отмечал: «3 московские четверти составляют 2 новгородских,... псковская четверть немного больше новгородской, а четверть в Печоре, в свою очередь, немного больше псковской» [32, стр. 150]. Возможно, что эти данные не вполне точны, но наличие больших расхождений в значениях четвертей подтверждается результатами сравнения, проведенного государственным аппаратом во второй половине XVII в. в окраинных городах на юге Московского государства. Материалы были изучены и наглядно представлены в табличном виде исследователем хозяйственной жизни Московского государства И. П. Миклашевским [105, стр. 32—33]. Из составленной им таблицы видно, что по отношению к 28 городам (Белгород, Курск, Обоянь, Валуйки, Коротояк, Усмань, Елец, Усерд и др.) значения четверти колебались в упомянутых выше пределах от 8 до  $1\frac{1}{3}$  четверика. Самый факт такого широкого сравнения показывает, что во второй половине XVII в. проводилась большая работа по упорядочению одноименных мер.

Бытовые меры объема жидкостей были весьма разнообразны и широко использовались даже в конце XVII в. В «Записи о Ржевской дани» конца XV в. читаем: «Великому князю московскому... жита берут с пятьдесят бочек... К монастырю святого Кирилла у Новгорода... жита берут: коли сами мужики возять к Новугороду, шестьдесят бочек, а коли сами мужики не везуть, ино девяносто бочок» [64, № 71]. «Торговая книга» упоминает «смоленскую бочку» и «бочку-селедовку», использовавшуюся не только для сельдей и других рыб, но и для солонины, масла из семян и пр.; смоленская бочка была в полтора раза больше бочки-селедовки, вмещавшей примерно 8 пудов сельдей. Употребляли также другие бочки для определенных категорий товаров, например, для извести («известная мерная бочка») и для сала («мерная салная бочка»), причем они были официально узаконены; о «приемной государевой бочке» извести сохранились следующие сведения, относящиеся к 1668 г.: «Мера той бочки ис краю в край полтора аршина, а

поперег — аршин, а мерить вверх, как ведетца, поларшина» [76, т. 23, стр. 834].

На нижней Волге для рыбного товара употребляли меру, именованную «рыбой» и подразделявшуюся на 2 полурыбника, 3 косяка (теши), 5 шевриг; эту же меру («рыбу») применяли и в Нижнем Новгороде, но там в ней считали только 3 шевриги и приравнивали ее лишь одному косяку [106]. В некоторых районах, особенно в тех, которые экономически были слабо связаны с Москвой, значения ведра отличались от московского. Продолжали частично употреблять некоторые местные меры жидкостей (новгородскую «насадку» и пр.). В житейском обиходе, а частично и в торговле употребляли в качестве мер жидкостей разнообразные хозяйственные сосуды: котлы, жбаны, корчаги, братины, енды и пр.; нередко значение таких бытовых мер в разных местах было различно: например, емкость бытовавших «котлов» составляла полведра, 2 ведра, 3 ведра и даже 20 ведер [106, стр. 104].

### Меры веса

Система мер веса развивалась, пополнялась новыми мерами, но основными все же оставались существовавшие еще в эпоху Киевской Руси пуд и фунт (гривенка), а для специфических нужд (взвешивания лекарств, драгоценных металлов и т. п.) — «золотник». По совокупности данных система мер веса Московского государства может быть представлена в основном табл. 3. Но во главе должны быть поставлены ласт = 72 пудам и четверть вощаная = 12 пудам. Употребляли, хотя и реже, батман (10 фунтов), литру ( $\frac{3}{4}$  фунта), почку ( $\frac{1}{25}$  золотника), пирог ( $\frac{1}{4}$  почки). Кроме того, практиковалось деление пуда и гривенки с коэффициентом 2 и с использованием коэффициента 3 (полпуда, четверть пуда, полчетверти пуда, треть пуда, полтрети пуда и т. д.).

В число мер, применявшихся в аптекарском деле, где доминировали малые меры (особенно золотники и ползолотники), входила также мера веса «зерно», равная, по-видимому, употреблявшемуся западно-европейскими фармакологами грану, т. е. представлявшая примерно  $\frac{1}{68}$  часть золотника. Аптекари нередко применяли меры веса также для определения количества жидкостей: «Положено: камени безую против 12 зерен,... водки гладышевы 9 золотников... Уксусу положено полфунта... отпущено...: соку солодково дубца 7 золотников.... водки кампозита 2 фунта» [60, т. 3, № 228, 295, 298].

**Ласт.** Как наиболее крупную меру веса его применяли еще в XV в. и даже ранее, но тогда он имел другие значения: «В ласту приходит 90 пудов московских, а в ином меньше; а наперед того в ласту приходило до 100 пуд и по 20» (т. е. 120 пудов) [107, т. 6, прим. 421]. Подобно другой крупной мере — «четверти вощаной» — ласт употребляли сравнительно редко. Постепенно эти меры исчезали при доминирующей роли пуда.

**Контарь.** Эта мера, как полагают некоторые авторы, была татарского происхождения. Однако возможно, что ее заимствовали, хотя и не непосредственно, из Древнего мира (Н. Т. Беляев). Есть предположение, что «контарь» представляет испорченное греческое слово *κεντηραριον* — вес. С другой стороны, следует учитывать созвучие наименований «контарь» и «центнер»: в статье 32 «Устава ратных, пушечных и других дел» [68, ч. 1, стр. 85] читаем: «Контарь (центнер) — два с половиною пуда», т. е. мера составляла 100 фунтов (лат. *septum*—сто). Слово «контарь» служило также для обозначения несоизмерительного устройства.

**Пуд.** О широком использовании пуда свидетельствует уже то обстоятельство, что в литературных памятниках XVI—XVII вв. многократно упоминаются грузы в тысячи пудов без перевода в берковцы. В литературных источниках упоминаются также доли пуда: «27503 пуда с четью» [76, т. 8, стр. 420] или «тридцать семь пуд две чети», «шестьдесят шесть пуд три чети» и т. п. [86, т. 1, стр. 3].

**Безмен.** Встречается в «Торговой книге» [48]: «в безмене весит пол-3-я фунта». Эта мера упоминается довольно редко, хотя иногда все же используется: «куплено сала говяжьего на свечи в съезжую избу семь безмен» («Книга расходная Туринского острога» 1622—1623 гг.) [81, т. 2, № 143]. Словом «безмен» обозначали также разновидности весов.

**Ансырь.** Время появления ансыря в русской системе мер точно неизвестно. Д. И. Прозоровский [9] и Н. Т. Беляев [20] отстаивают его происхождение от мер веса Древнего мира, считают, что он был заимствован также западно-европейскими странами; Л. В. Черепнин [18] приводит доводы в пользу того, что ансырь употребляли в XV в., а может быть, и ранее (со значением 136 золотников). В «Торговой книге» [48] упоминается «нынешний ансырь» («нынешний ансырь—фунт в 96 золотников»), противопоставляемый первоначально употреблявшемуся старому «бухарскому» ансырю (128 золотников). Происхождение наименования тоже остается неясным. По Д. И. Прозоровскому, «ансырь» (также «анцырь») напоминает немецкое *ganzer* (от *ganz*—весь, целый). Н. Т. Беляев производит слово «ансырь» от древнего *attari*, указывая вслед за английским метрологом Никольсоном на сохранившиеся до настоящего времени меры *rottolo attari* (546 г., Алжир) и *attari* (540 г., Бассор), ведущие происхождение от ассирийского *rotla*; указание «Торговой книги» на бухарское происхождение ансыря он объясняет тем, что во время ее составления действительное происхождение было забыто и связывалось уже с Бухарой, с которой тогда велась довольно оживленная торговля.

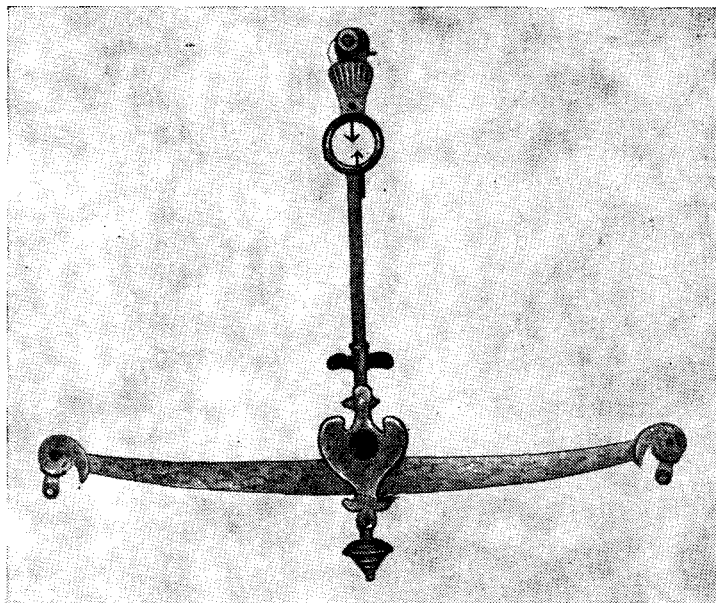
**Гривна (гривенка), фунт, литра.** В «Торговой книге» доминирует слово «гривенка» в сопровождении прилагательного «большая» или «малая» (соответственно 96 и 48 золотников): «в пуде гривенок больших 40 фунтовых, а малых гривенок в пуде 80». Такое уточнение встречается также в других документах: «подъячей Якуш Кудрявцев... взял зелья 163 пуда и 9 гривенок больших» [63, т. 1, № 205]. С течением вре-



мени, под влиянием оживленных торговых сношений с Западом, в русском языке появилось слово «фунт», которое постепенно вытеснило наименование «гривна» («гривенка большая»), а слово «гривенка» стало употребляться без прилагательного. Фунт (гривенка) был весьма распространен в мелочной розничной торговле, однако в противоположность пуду, в значительной степени вытеснившему берковец, результаты взвешивания не выражались в сотнях и тысячах фунтов. Довольно редко упоминается близкая к фунту мера «литра». И в то же время иногда даже в одном документе фиксируются рядом все три наименования: «Мелентей Леонтьев... явил товару... олова прutowого 12 гривенок, 3 ф[унта] гарусу, мишуры 3 литры, да литра мишуры же, 5 ф[унтов] серы горячей,... бисеру 10 гривенок,... фунт гвоздики» (1634 г.) [83, т. 1, стр. 16]; «Для государевой пельымской службы дано пять фунт зелья, пять фунт свинцу. Да хмелю изошло на пива и на вино и на брагу питью полпуда пять гривенок... Осталось в государеве казне...: пуд восемь гривенок воску..., да пушешных запасов одинацеть пуд транацеть гривенок зелья, девять пуд двадцеть пять гривенок свинцу» («Книга расходная Туринского острога» за 1622—1623 гг.) [81, т. 2, № 143]. Такое сочетание наименований в одном документе, а иногда и по отношению к физически одинаковым объектам позволяет думать, что сколько-нибудь четкого и твердого разграничения в использовании наименований «фунт» и «гривенка», по-видимому, не существовало, сочетание наименований «гривенка» и «фунт» в одном документе продолжало встречаться даже в конце XVII в.

Область использования мер веса распространялась на торговлю, внутреннюю и внешнюю, производство, заготовку и распределение продукции, ее перевозки и пр. Большие пределы значений мер веса (от берковца до золотника) позволяли взвешивать самые разнообразные грузы. О широком использовании мер веса свидетельствует, пожалуй, и то, что было разрешено частным лицам иметь для своих нужд (не для продажи чего-либо) весы с наибольшим пределом взвешивания до 10 пудов (с соответствующим набором гирь): «В домах русским людям держати весы для своих нужд малые, которые подымают до десяти пуд» (Новоторговый устав 1667 г.); дополнительным свидетельством является то, что эти весы именуется в указе «малыми».

Использование мер веса в торговле имело некоторые особенности. Специальные учреждения, контролировавшие торговые операции (особенно внешние и внутренние таможи), неуклонно в соответствии с многократными указами и предписаниями наблюдали за тем, чтобы как русские, так и иноземные торговые люди предъявляли свои товары для взвешивания в целях сбора пошлин: «учинити заказ же крепкий, чтобы всякие русские торговые люди..., и иноземцы всякие свои весчие товары, покупая и продавая, весили в государев вес... за гсударевую соображенную печатью». Сохранилось, например, следующее любопытное сообщение, относящееся еще к середине XV в.: «На устии славные Мологи реки древле были торги великие, даже во днии грозного господа-



Коромысло с указателем весов XVII в.  
ГИМ

ря Василия Васильевича Темного..., Серебро с торгов тех в пошлинах собирали и весили», причем иногда за время одного «торга» собиралось «серебра пошлинного пудового на 180 пуд» [107, т. 4, прим. 323].

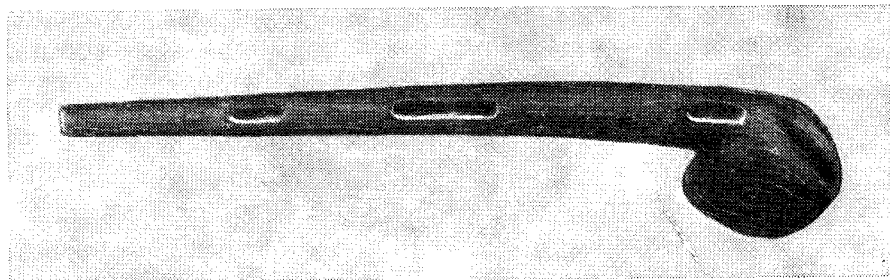
В Москве были даже составлены правила учета движения товаров. Московской большой таможене в 1681 г. было предписано регистрировать и взвешивать все направляемые в уездные города товары, а в этих городах брать справки о выполнении взвешиваний и об оплате пошлинами проданных там товаров. Взвешивания, связанные с организованными государственной властью заготовками, учетом, хранением и распределением продукции, касались, в первую очередь, изделий военного значения («зелья», т. е. пороха, ядер, гранат и т. п.), а также продуктов, продажа которых являлась в основном государственной привилегией (соли, «рыбьего зуба», т. е. моржовых клыков, дегтя, поташа и пр.). Взвешивания выполняли не только в Москве (на Пушечном дворе, в Оружейной палате, на складах), но и в провинции (даже в городах и острогах Восточной Сибири), и результаты выражались обычно в пудах и фунтах; так, в «описных книгах» 1668 г. оружейной палаты Кирилло-Белозерского монастыря, выполнявшего также функции крепости, наряду с записью веса ядер фигурируют следующие результаты взвешиваний: «Сто пятьдесят два прута свинцу, весом в них девяносто шесть пуд... Да в пороховой казне пороху: в тридцати семи бочках пу-

шечного пороху весом двести тридцать семь пуд две чети, и с деревом; мушкетного пороху в двенадцати бочках шестьдесят шесть пуд три чети и с деревом» (с деревянной тарой, бочками—*Н. Ш.*) [86, отд. 3, стр. 45].

При перевозках продукцию взвешивали как при погрузке, так и при выгрузке в местах назначения для установления фактов пропажи или хищения.

Использование мер веса в производстве было связано с определением веса изделий, с учетом материалов, продукции, топлива, проверкой выполнения заданий и пр. Особенно обстоятельное и отчетливое представление о масштабах взвешиваний в производстве в XVII в. дают сохранившиеся документы о работе Тульских и Каширских заводов, где был организован даже суточный весовой, в пудах и фунтах, и штучный учет вырабатываемой продукции и расходуемых материалов. В «переписной книге» контролера стольника Афанасия Фонвизина, относящейся к одному из заводов, расположенных на р. Тулице под Тулой, читаем: «Мастеровые люди... из доменного горну железную руду плавят, в сутки в горн всыпают руды по 200 пуд, угля по 20-ти возов, а в возу по 15-ти пуд. В те же сутки из той руды выплавливают чугуново железа по 100-ту и по 100-ту и по 20-ти пуд; в те ж сутки выпусков из горна бывает тому железу дважды... На том же заводе по се число налицо: 20 пушек ядром в 4 гривенки, 30 пушек ядром в 3 гривенки, 9 пушек ядром в 2 гривенки, всего 59 пушек, все—в отделке;... пушечных 400 ядер в 4 гривенки ядро; 200 ядер по 2 и по 3 гривенки ядро; 446 гранат весом по полтора пуда...» [85, ч. 1, стр. 24, 25]. В некоторых областях производства, а именно в фармакопее, химической технологии, монетном и ювелирном деле, получили преимущественное употребление малые меры веса (фунт, золотник, отчасти «зерно»). В военно-химической технологии использовали главным образом фунты и золотники, как видно, например, из «Устава ратных, пушечных и других дел» [68, ч. 2]: «Да еще похочешь рядовой порох делати, и ты возьми четыре фунта селитры, два фунта серы, да фунт угля, смешай то и делай вместе, как в обычае ведется» (ст. 562); «возьми к им же тридцати

Безмен деревенский XVII в. ГИМ



фунтов составу того девять золотников сулемы, три золотника камфары, пятьдесят золотников мышьяку...» (ст. 575). Золотники использовались также и в кулинарном деле: «В потрохи 45 золотников шафрану» или «4 золотника шафрану, золотник корицы... ползолотника перцу» [60, т. 2, № 356].

Для выполнения взвешиваний применяли различные типы весов: терези (коромысловые равноплечие весы), контари (весы с неподвижной точкой опоры и одной подвижной гирей) и безмены (весы с подвижной точкой опоры и одной неподвижной гирей). Терези позволяли добиваться значительно большей правильности и точности взвешиваний, чем другие типы весов. Контари получили распространение главным образом для взвешивания больших грузов, особенно в тех случаях, когда значительная точность не требовалась, например, при загрузке речных судов, подвод и саней, приближенного учета и сметных расчетов. Новоторговый устав 1667 г., предусматривая употребление контарей в ряде случаев, вместе с тем запрещал использовать их при купле и продаже: «На соляных и на рыбных судах и на паузках быть контарем. Для извощиков и для всякой сметы без них быть невозможно, а в продаже на те контари ничего не весить». Безмены употребляли для не требовавших значительной точности взвешиваний небольших грузов; особенно они были распространены в домашнем обиходе. Новоторговым уставом разрешалось пользоваться безменами при взвешивании до трех пудов (для личных нужд, но не для продажи). В таможах имелись более точные контари и безмены для торговых операций: «продавали бы всякие люди и покупали великих государей в таможенной вес, в контар или в безмен» [60, т. 5, № 124].

Для выполнения взвешиваний в таможах, на гостинных дворах, при воеводских избах и пр. были устроены «важни», т. е. помещения с весоизмерительными установками, там же имелся надлежащий набор гирь. Относительно «важни» Псковской таможи известно, что в ней в последней четверти XVI в. имелись терези и трое контарей («два контаря весчих больших, чем соль весят, да контарь меньший»), а также разные гири медные, железные и каменные с железными кольцами в общем на 79 пудов. Но, конечно, так оснащена была «важня» крупного, существовавшего уже сотни лет города, который издавна вел большую внешнюю и внутреннюю торговлю. Новые места оснащали весовым оборудованием постепенно, так что первоначально там могли взвешивать лишь сравнительно небольшие грузы; как видно из «строельной книги» г. Валуйки, 1599 г., полученный там комплект гирь (пудовый разновес) был невелик, в него входили девять гирь, вес которых в гривенках выражался следующими числами: 40, 20, 10, 5, 3, 1 (две гири) и  $\frac{1}{2}$  (две гири). Однако этот небольшой комплект имел интересную и практически весьма важную особенность: с его помощью можно было взвесить все грузы от  $\frac{1}{2}$  до 81 гривенки (фунта) с точностью до полугривенки.

Погрешности взвешиваний обуславливались прежде всего типом весов, в связи с чем использование контарей и безменов ограничивалось как правительственными указами, так и по договоренности заинтересованных сторон. Пудовым разновесом принципиально обеспечивалась точность взвешивания до  $\left(\frac{1}{2} : 80\right) \cdot 100 = 0,6\%$ . Еще большей точности достигали использованием нескольких пудовых гирь или, наоборот, малых гирь. Так, при взвешивании колоколов: «Восемь колоколов, а в них весу: в первом бльшом колоколе двенадцать пуд двадцать пять гривенок...» [108] точность взвешивания, зависящая от использованных мер, повышена до  $\frac{1}{(12 \cdot 40) + 25} \cdot 100 = 0,2\%$ . В случаях использования малых мер веса (золотников) добивались еще большей точности.

Продолжали еще применять местные меры, судя по встречающимся в некоторых источниках даже первой половины XVII в. специфическим региональным наименованиям: «белгородской вес»—«в Розряд (разрядный приказ—*Н. Ш.*) за воск... за 23 пуда за 34 гривенки в белгородской вес 70 руб.», 1631 г. [88, ч. 1, стр. 1102], «тоболоской вес»—«соли, государь, привезли на судех в тоболоской вес 26468 пуд с четью», 1626 г. [76, т. 8, стр. 419] и пр. Хотя, как уже указывалось, различие наименований мер не всегда свидетельствовало о различии их значений, в то же время вполне возможно, что некоторые местные меры (особенно в отдаленных или недавно присоединенных к Москве районах) еще отличались от московских мер, судя по тому, что наименования мер веса употребляются как без определяющих слов (по-видимому, там, где речь идет о московских мерах), так и с указанием о месте: «В Арзамасе в государеве казне 77 пуд зелья в девяти бочках... Да в шести свиньях свинцу 45 п. в арзамасской вес, да сеченого свинцу шесть пуд в арзамасской вес» [101, т. 1, № 213]. Однако вообще в области мер веса нарушения единства имели место в меньшей степени, чем в области мер площади и объема. Какие-либо бытовые меры, по-видимому, вообще не получили распространения.

Еще в XVI в. некоторыми грамотами (особенно таможенными) предписывалось обязательное использование московских мер веса: «с иноземцов пошлина имати по старине, с берковска воску, с десяти пудов московских (1587 г.). [63, т. 1, № 334]. Более или менее радикальные мероприятия, направленные на устранение разнообразия значений мер, проводились, по-видимому, уже только во второй половине XVII в., когда в результате челобитной торговых людей, относившейся, в частности, к мерам веса («во всем... государстве... на Москве и в городех... всякие б весы сделать везде ровны»), был издан Таможенный устав 1653 г., предусматривавший осуществление единства для всех видов мер.

Судя по некоторым литературным источникам, наличие разных видов мер веса зависело также от области применения или категории владельцев. Наряду с торговым весом упоминаются дворовый и монастырский вес. Однако на основе этих упоминаний не приходится еще счи-

## ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

тать, что различие наименований характеризует различие самих мер; вероятно, дворовый и монастырский вес отличались от торгового не значениями мер, а только их принадлежностью различным по социальному положению владельцам.

В рассматриваемый период широко применялись и глазомерные оценки. Их распространенность в продовольственной торговле поражала приезжавших в Москву иностранцев, и они давали этому своеобразное объяснение. Так, еще в середине XV в. венецианский путешественник дипломат Барбаро писал о Москве: «Изобилие в хлебе и мясе так здесь велико, что говядину продают не на вес, а по глазомеру» [109]. Прибегать к глазомерным оценкам приходилось по необходимости даже официальным лицам, например, по отношению к перевозимой на речных судах соли или в целях ускорения передвижения товаров, хотя взвешивания и были первоначально организованы: «По указу великих государей... велено соль весить и мерять в Астрахани таможенному ларешному целовальнику, а у соляных озер весить и мерять для мотчанья (т. е. во избежание задержки — *Н. Ш.*) не велено» [60, т. 5, № 163].

### Угловые меры

В качестве угловых мер можно по существу назвать только градус (1/360 часть окружности), но и эту меру потребляли в ограниченной степени, хотя она была известна нашим предкам еще до XVI в. Слово «градус» (лат. *gradus*) означает «ступень», «степень», и это русское наименование употребляли в XVII, и даже в XVIII в. наряду с латинским. Градус реально воспроизводили делением круговых шкал (и их частей), применяемых независимо или в качестве принадлежностей глазомерных приборов. Подразделение градуса на минуты и секунды было известно преимущественно из переводной литературы. В «Астрономии с немецких переводов» встречаем сообщения о географической широте различных городов: «Рига стоит на 56 граде 36 минуте... Стокхольм, свитцкой город, стоит на 59 граде 50 минуте...». Астрономические явления, например, суточное движение Луны и Солнца, выражаются в секундах и долях секунды: «Месяц идет на всякой день 13 град 10 минут 35 секунд... Солнце идет на всякой день 59 минутен 8 секунден и  $\frac{1}{3}$  секунды».

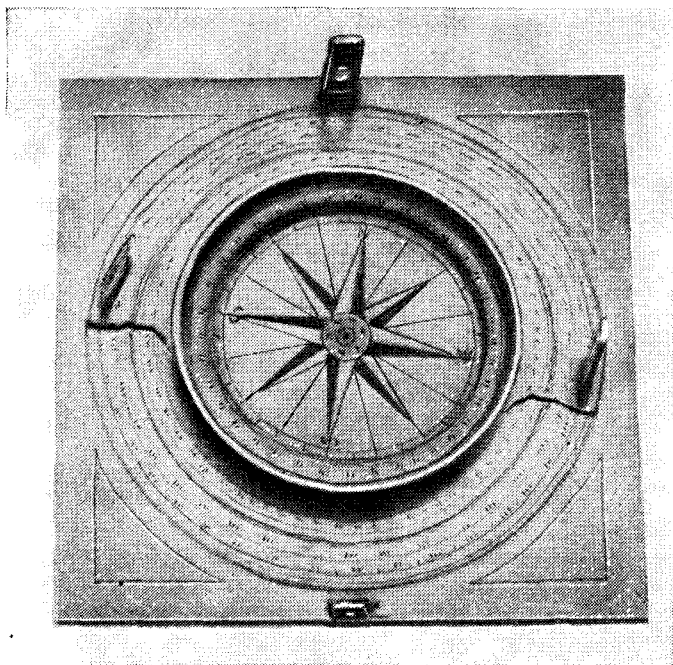
Крупной угловой единицей является румб (англ. *gumb*), употребляемый для определения направления относительно стран света. Румбы воспроизведены на картушке компаса прямыми, подразделяющими его круговую шкалу на 32 равные части, так что угол между прямыми равен  $11\frac{1}{4}^\circ$ .

Внедрение угловых мер (градусов) в практику происходило медленно. Использованию глазомерных приборов со шкалами, разделенными на градусы, предшествовало освоение компасов, на которых

были воспроизведены значительно более крупные единицы. Древним русским наименованием компаса было слово «матка». О происхождении этого наименования имеется следующее интересное пояснение, относящееся к середине XVIII в.: «По простонаречию компас называется «матка», потому что главный или первый инструмент у мореплавателей и без него невозможно в дальнее мореплавание тшаться» [110, стр. 2]. Имеется литературное свидетельство об использовании русскими компасов, относящееся к 1597 г. [111, стр. 283]. Сравнительно недавно компасы и притом конструктивно объединенные с солнечными часами были обнаружены экспедицией проф. А. П. Окладникова на острове св. Фаддея (близ мыса Челюскина, где были найдены останки русской экспедиции, относящейся, по-видимому, к 1617 г.) [112]. Следует, однако, заметить, что на картушке компаса не было подразделения на румбы (были изображены лишь несколько лучей); это объясняется тем, что в данном случае компас служил в основном лишь для правильной ориентировки солнечных часов по меридиану. В XVII в. компасы стали применять в большом количестве. Один из четырех отрядов экспедиции Дежнева, примкнувший к нему на Колыме, имел в своем распоряжении 13 компасов. Однако часто определяли лишь страны света, например, устанавливая местоположение устья рек, мысов и т. п.: «промежи востоку и сивера», т. е. между востоком и севером (Петлин) или «промеж сивер на полунощник», т. е. между севером и северо-востоком (Дежнев).

Компасы с делением на 32 румба имелись, в частности, на построенном в 1667 г. для плавания по Каспийскому морю корабле «Орел», а в конце XVII в. ими снабжали суда строившегося в Воронеже русского флота.

В «Уставе ратных, пушечных и других дел», наряду с компасом-часами («часы с матошником и указом магнитовым»), описаны «трегранцы» (градуированные секторы круга с центральным углом 120°) и «четверогранцы» (угол 90°); возможно, отечественные артиллеристы пользовались уже в первой половине XVII в. градусной шкалой для определения углов. С другой стороны, известно, что в первой половине XVII в. применяли угломерные приборы, вплоть до астролябии, т. е. пользовались такой угловой мерой, как градусы, для более или менее точных измерений. Русский стряпчий А. С. Романчиков, сопровождавший голштинское посольство из Москвы в Персию и обратно (1635—1637 гг.), заказал часовщику посольства астролябию и пользовался ею во время пути для угломерных определений, относившихся к разным местным предметам. В XVII в. архангельские мореходы пользовались рукописной инструкцией «Указ, как мерити и ведати про северную звезду», содержавшей правила определения широты места по измерениям высоты Полярной звезды при помощи какого-то угломерного прибора [113, стр. 16—17]. Н. Г. Спафарием во время его путешествия в Пекин в 1675—1677 гг. были сделаны астрономические определения в градусах («степенях») на Байкале и в Пекине («Пер-



Астролябия круглая с компасом  
XVII в. ГЭ

вый и владеющий город в Китае есть Пекин... В том городе возвышение солнца есть 40 градусов, или степеней»). На корабле «Орел» имелись такие приборы, как «снасть к землемерному делу», «кольца для смотрения по солнцу морского бегу» и «круг медной для осмотра солнца и звезд»; командир корабля капитан Бутлер выполнил на пути по Волге до Астрахани определения географических широт разных пунктов.

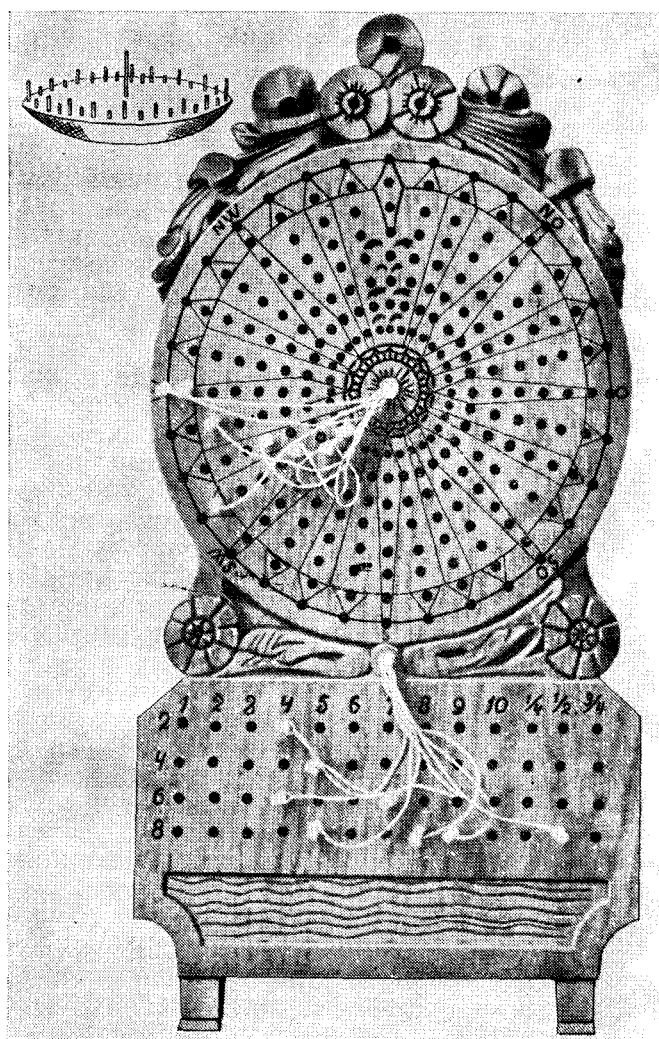
Русские поморы задолго до появления в морском обиходе магнитных компасов пользовались простым и оригинальным прибором — «ветрометом». Вот что пишет о нем почетный полярник Ф. Шипилов [114]: «То был... деревянный сферический сегмент диаметром 60—70 сантиметров и толщиной около 5 сантиметров. Деревянный диск разбивался на тридцать два деления — румба. В каждом румбе просверливались отверстия, в которые вставлялись деревянные стержни разной высоты. Восемь основных стержней были самыми высокими; они назывались «ветры». Восемь стержней пониже имели название «межники», а остальные шестнадцать были короткие и назывались «малые палки». В центре круга вставлялась длинная палочка; по ней определяли по солнцу, в полдень, направление север — юг.



В открытом море... с помощью ветромета определялось направление по солнцу, а ночью брали пеленг по Полярной звезде.

На видных с моря местах — мысах, приметных вершинах и особенно у входа в бухты и проливы поморы ставили гурии — каменные столбы-пирамиды и деревянные кресты, которые сооружали из плавника. Их поперечина всегда и везде строго ориентировалась по частям света. Иногда кресты служили створными знаками для входа в пролив или бухту.

Поморский ветромет



Чтобы определить нужный курс судна с точностью до одного румба, достаточно было сориентировать компас через центральный стержень (в створе с другим) на крест, когда он обращен к наблюдателю боком — линией север — юг.

...ему (ветромету — *Н. Ш.*) обязаны поморские мореходы точностью старинных карт — морских чертежей и лоций, так называемых расписаний мореходства.

И даже когда появились магнитные компасы, ветрометами поморы продолжали еще долго пользоваться, в особенности в каботажном плавании. Деревянные компасы — изменившись, конечно, — дожили до XIX века... неукоснительно и точно показывая морякам путь среди льдов и туманов».

### Меры времени

Крупные естественные единицы времени (год, месяц, неделя) не претерпели в XV—XVII вв., как и в дальнейшем, каких-либо изменений. В самом конце XVII в. был установлен лишь иной начальный момент года. Зато в искусственную единицу времени — час — были внесены значительные изменения, она стала постоянной величиной, равной  $\frac{1}{24}$  суток, и, кроме того, была подразделена на сравнительно малые доли, вплоть до шестидесятых, т. е. до минут. Это нововведение отражено в «Торговой книге» [48]: «День 24 часа, в часу 6 дробных часовец, в 1-м дробном часовце 10 часец, во 2-м дробном часовце 10 часец... в 6-м дробном часовце 10 часец». Эти доли часа отражали в конечном счете влияние вавилонской метрологии.

Слово «час», как и ранее, первоначально имело еще смысл не только доли суток, но и неопределенного, даже довольно большого интервала времени, в частности года; в одной грамоте 1503 г., направленной великому князю московскому Ивану III, читаем: «От давних часов (т. е. лет — *Н. Ш.*) писано его государем всея Руси» [64, т. 1, стр. 347]. Однако слово «час» постепенно начинают все более употреблять лишь в смысле доли суток, появились, как указано выше, и наименования долей часа («дробный часовец» и «часец»). Слово «час» во множественном числе было использовано для наименования часоизмерительных устройств — «часы» (но, по-видимому, термин можно рассматривать как менее удачный по сравнению с такими, употреблявшимися иногда ранее, как «часник» или «часомерье»).

С помощью единиц времени была регламентирована работа приказов, частично также промышленных и торговых заведений. Соборным уложением 1649 г. был установлен 12-часовой рабочий день в приказах (при длительности обеденного перерыва 2—3 ч), а указом от 26 октября 1680 г. — 10-часовой рабочий день.

Использование единиц суточного времени (часа и его долей) зависело от степени распространения устройств, производивших эти единицы.

В XVI и особенно в XVII в. в городах Московского государства значительно возросли как общее количество, так и ассортимент механических часов, которые не только были установлены иноземцами, но постепенно стали изготавливать и русские мастера. Еще в XV—XVI вв. в разных городах появились башенные часы, предназначенные для общего пользования торговым людям и городским жителям, и наряду с ними стали применять механические часы других типов — стенные («гирные», «указные»), настольные («столовые») и «зепные» или «воротные» часы, которые носили в «зепи», т. е. в кармане, или на воротах (на цепочке). Получили некоторое распространение часы «с перечаем», т. е. часы, издававшие гамму звуков — отбивались четверти часа специально подобранными колоколами.

В Москве часы, естественно, были наиболее распространены. Здесь уже в конце XVI в. имелось трое часов, установленных на Кремлевских башнях (Спасской, Троицкой и Тайницкой), причем часы на Спасской башне были с боем.

В XVII в. часы имелись и на некоторых дворцовых башнях в окрестностях Москвы (в селе Коломенском и в селе Измайлове на дворцовых башнях, в том же селе Коломенском — на церкви Вознесения). Часы других типов имелись главным образом в царских дворцах и частично в домах бояр и высшего духовенства. Уже у Ивана Грозного было несколько часов. В московском дворце во второй половине XVII в. имелось немало затейливых настольных часов, в частности «цинбальные, с цинбальцы и с немцы, с башенкою», «часы стоячие боевые, со знаменами небесными». Патриарх Никон имел у себя 11 часов с боем [9]. Многими разнообразными часами владели князь В. В. Голицын и боярин А. С. Матвеев.

Уже с половины XVI в. башенными часами снабжались даже окраинные новостройки, особенно если последние должны были выполнять функции крепости. Часы башенного типа устанавливали даже в монастырях, расположенных на далеких окраинах. Распространение часов облегчалось тем, что в XVII в. на Руси были уже часовые мастера (Моисей Терентьев, Лев Никитин, Андреян Данилов и др.), умевшие не только ремонтировать и регулировать часы, но также изготавливать их, сооружать и устанавливать башенные часы.

Несмотря на внедрение механических часов, в значительной степени сохранили свое значение солнечные часы. Во многих местах их продолжали употреблять как единственные приборы для измерения времени, в других местах они функционировали параллельно с механическими часами. Кроме того, солнечные часы выполняли важную функцию проверки механических (в том числе часов Кремлевских башен), точно констатируя наступление полдня.

Использовались и другие виды часов. Например, строившиеся в 1667—1668 гг. в с. Дединове суда «Орел» и другие оснащались как маятниковыми, так и песочными часами; сохранилось сообщение о том, что по заданию приказа Новгородской чети русскими мастерами были

изготовлены «18 маятников и 12 скляничных песочных часов..., которые по получасу ходят,... и в том числе одни часы по 6 часов» [49, т. 5, № 47]. Применяли также масляные часы (например, в монастырских кельях).

Для башенных часов XVII в. характерными могут считаться большие часы «с перечаьем», изготовленные русскими мастерами под руководством Христофора Галловей, «аглицкой земли часового мастера», и установленные в 1625 г. в каменном шатре Спасской башни. Циферблат часов («указное» или «узнатное колесо»), устроенный с двух сторон, имел в диаметре  $7\frac{1}{4}$  аршина (5,16 м). Цифры на циферблате (точнее, буквы славянского алфавита, использовавшиеся в качестве цифр) были высотой в аршин; на меньшей, концентрической окружности циферблата были нанесены арабские цифры несколько меньшего размера. Вращался циферблат, а не стрелка, которая представляла собой луч, исходящий из Солнца, изображенного над циферблатом. Деление суток на светлое и темное время было сохранено, и при восходе и заходе Солнца часовщик поворачивал циферблат так, чтобы начало отсчета совпадало с концом стрелки, после чего циферблат вновь вращался под действием механизма. Распространенность подобных часов подтверждают многие авторы. Так, по поводу часов, находившихся в Архангельске, бывший в России в 1675—1676 гг. голландский посол Кунраад ван Кленк писал, что там «стоит башня, на которой находятся часы, сделанные голландским мастером и показывающие время и немецкими и русскими литерами» и что «они урегулированы по русскому способу: русские начинают считать свой день с восхода Солнца, а свою ночь — с захода Солнца» [115].

В связи с тем, что для широты Москвы максимальная длительность дня летом и ночи зимой составляет примерно 17 часов, на циферблаты московских и ряда других часовых устройств наносились числа от 1 до 17 включительно; этим объясняются такие указания моментов времени, фигурирующие в сообщениях: «июня 20 в 15 часу дня государь пошел в село Воробьево» (1679 г.) [116]. Так как момент восхода Солнца меняется в течение года, то одинаковое число часов (например, 5 или 6 часов дня) означало в разное время года различные физические моменты времени, отстоявшие неодинаково от полудня или полуночи — момент времени в 1 час дня в июне соответствовал приблизительно  $4\frac{3}{4}$  ч дня по современному счету, в декабре —  $9\frac{3}{4}$  ч дня.

Поскольку изменение длительности дневного и ночного времени суток приблизительно пропорционально числу суток, протекших от солнцестояния, можно было исходя из максимальной и минимальной продолжительности дня для данного пункта вычислить с достаточной точностью моменты восхода и захода Солнца для каждого года и, следовательно, моменты перевода стрелки часов в нулевое положение для последующей «отдачи» дневных или ночных часов. Однако практи-

чески смещение моментов восхода и захода Солнца учитывали в целых часах, без дробных долей, и только два раза в месяц.

Выбор моментов восхода и захода Солнца в качестве основных реперных точек вводил зависимость показаний часов и от географической широты, поскольку в пунктах, различных по широте, восход и заход Солнца имеют место не в один и тот же физический момент времени, и длительность светлого и темного времени неодинакова. Сообразно этому на циферблате солнечных часов, например, мореходов русского севера имелись числа 18 и даже 19 (что в действительности еще недостаточно, поскольку продолжительность самого длинного дня в Архангельске приближается к 21 ч).

Несмотря на наличие башенных часов население оповещали как днем, так и ночью о времени при помощи ударов колокола. Число ударов равнялось числу часов, истекших после восхода и захода Солнца: «От восхода его часы быют 1-й дневной час, все прочие до самого его захождения означают по общему обыкновению, умножая число ударов; а потом начинают опять с 1-го часа ночи и продолжают бить прочие часы до самого солнечного восхода» [117].

Изменение числа отбиваемых часов (т. е. учет изменения длительности дня и ночи) происходило 22 раза в год\* и было приурочено календарями того времени («святцами») к определенным датам: в Москве с 8 сентября, когда начинался новый год, отбивалось 12 дневных часов и 12 часов ночных, а с 24 сентября — 11 дневных часов и 13 часов ночных и т. д.; с 27 ноября по 31 декабря включительно отбивалось 7 часов дневных и 17 часов ночных, после чего число дневных часов начинало увеличиваться (с 1 января отбивалось 8 часов дневных и 16 часов ночных, с 17 января — 9 часов дневных и 15 часов ночных и т. д. [102]. Так как изменение длительности дня за полгода от минимальной (7 ч) до максимальной (17 ч) составляет в Москве 10 ч, то за полмесяца день изменяется в среднем на  $\frac{5}{6}$  ч. На эту величину расходились показания часов с действительным временем (считая от восхода или захода Солнца) непосредственно перед очередной регулировкой часов, в остальные же моменты расхождение было меньшим.

Точность измерения моментов времени, меньших часа, была очень невелика. На башенных часах, подобных часам Галловея, между двумя соседними числами имелось лишь одно деление посередине, обозначенное квадратиком. Точность отсчета составляла для таких часов только полчаса (без использования дополнительной глазомерной оценки). Точность звукового оповещения в башенных часах с перечаем составляла  $\frac{1}{4}$  ч. Немалую погрешность вносило порою несовершенство конструкции часов, недостаточная квалификация и добросовестность обслуживающего персонала. Да и сам порядок, при котором диапазон отсчетов оставался неизменным в течение полумесяца, вносил, как уже говорилось, довольно значительную погрешность.

\* Именно 22, а не 24 раза, поскольку в июне и в декабре изменения не было.

**Надзор за мерами и весами и за отсутствием злоупотреблений**

В XV в. надзор за мерами и весами по-прежнему преимущественно находился в руках церкви. Объем этой работы постепенно увеличивался, особенно с развитием внутренней и внешней торговли.

Наряду с надзором за мерами и весами был постепенно организован в той или иной степени надзор за качеством товаров и предотвращением различных обманов в торговле, в частности в оптовой торговле с заграницей, где злоупотребления приводили к особенно большому ущербу, а сплошная проверка достоинств и даже количества товаров практически была очень затруднительна. В результате многократных согласительных совещаний и споров формулировались правила для предотвращения обманов. Так, была учреждена особая должность браковщиков воска — главной статьи экспорта на Русь, установлены взыскания за продажу недоброкачественного товара, за посторонние подмеси к товарам, за утайку части серебра, данного для переплавки, и пр. Было постановлено, что покупать надлежит только проверенный и клейменный воск, что отрезы сукна, не имеющие установленной длины, подлежат возвращению обратно без возражений со стороны продавца и т. д. Однако ряд спорных вопросов получил разрешение лишь после того, как от имени русских пограничных городов стали выступать те мощные государства, к которым отошли эти города (Московское — для Новгорода и Пскова, Литовское — для Смоленска и Полоцка).

В XVI—XVII вв. общая организация надзора и формы его осуществления стали уже в значительной степени иными. В связи с усилением государственной власти и отпадением ряда причин, приведших к поручению надзора за мерами и весами духовенству, этот надзор в централизованном Московском государстве был возложен, как уже упоминалось, на чиновничий аппарат, сконцентрированный в приказах, и на органы местного самоуправления. В течение XVI—XVII вв. была более или менее достигнута централизация надзора за мерами и весами и был проведен в жизнь ряд мероприятий, имевших целью достижение верности и единства мер во всем государстве. Вместо надзора, проводившегося разрозненно в разных княжествах, был введен надзор, руководимый центральными учреждениями и распространявшийся на всю громадную территорию страны. Однако новая организация надзора не вылилась все же в четкую, строго упорядоченную систему, что было связано прежде всего с отсутствием единой схемы, с раздроблением функций надзора по разным приказам.

Как уже было показано выше, еще с середины XVI в. во многих грамотах упоминаются «казенные», «печатные», «орленые» меры длины и объема, рассылавшиеся из Москвы. С этих мер надлежало делать на местах заклеянные деревянные копии («спуски») с казенной печатью. Выборные люди должны были время от времени напоминать населению на рынках и торговых площадях о необходимости пользо-

ваться только официально установленными мерами и о запрещении пользоваться мерами старыми в соответствии с поступавшими указаниями: «И в торгу бы есте велели не по одно утро кликати, чтоб все люди, купцы и продавцы, всякое жито мерили в те пятенные (клейменные — *Н. Ш.*) новые деревянные меры..., а в старые бы меры... ничего не мерили» (Двинская грамота 1550 г.). После изготовления новых рабочих мер контролеры («целовальники») разыскивали и отбирали старые меры, а за пользование ими налагали большой штраф и даже заключали в тюрьму впредь до указа от самого царя, которого надлежало извещать о случившемся. Штраф налагали также за использование неверных и неклеяемых мер жидкостей, в частности на тех, «кто что... учнет купити и продавати не в государеву питейную меру». Выборные люди обходили рынки и торговые заведения и проверяли правильность мер и наличие клейма на них.

В воеводских и земских избах проводили поверку мер. Можно, по видимому, считать, что обращалось особенно большое внимание на поверку (вплоть до еженедельной) мер, даваемых откупщикам, т. е. лицам, которым предоставлялось за определенную плату («откуп») право монопольной торговли в данном месте и сбора пошлин с товаров: «пятиконецким старостам у откупщика меры имати и спущати по воскресенье; а пятно (клеймо — *Н. Ш.*) старостам у себя держати» (1587 г.) [63, т. 1, № 335].

В провинции надзор за мерами и весами был возложен на персонал воеводских изб и органов местного самоуправления в лице земских старост (возглавлявших земские избы), а также «верных людей» (голов, целовальников); на этих же лиц возложен был сбор «померных и весчих» пошлин.

Особенное развитие получил надзор в XVII в. вследствие еще большего привлечения выборных «верных людей», а также улучшения самого процесса надзора. Выборные работали без жалованья в самых различных учреждениях—в таможенных внешних (в Архангельске, Новгороде, Астрахани, Нерчинске и др.) и внутренних (Москве, Нижнем Новгороде, Великом Устюге, Верхотурье, Тотьме и пр.), в кружечных дворах, в особых контрольных комиссиях на больших «торгах» (Астраханском, Кизылбашском, Литовском и др.) и т. д. Было обращено большое внимание на организацию поверки, особенно в Москве, где функционировали такие крупные учреждения, как Померная изба и Большая таможенная, игравшие важную роль в торговых операциях; эти учреждения выполняли также функции надзора и были хорошо оснащены образцовыми и рабочими мерами. Наказом Померной избе 1681 г., заключавшим систематизацию и дальнейшее развитие тех положений, которыми Померная изба в значительной степени руководствовалась в своей предшествовавшей деятельности, предусматривались как ежегодная периодическая поверка торговых мер в Померной избе («как год минет»), так и выборочная, более или менее частная поверка («припуцати по часту»), а также перманентный контроль состояния мер в местах торговли. «Те

меры, что есть в Померной избе, и также из житного и из мучного рядов и изо всех уличных торжков... все собрать в Померную избе и... досмотря и переписав, припустить (т. е. поверить — *Н. Ш.*) при себе, все ли те меры против государевых указных орленых мер прямы (правильны — *Н. Ш.*) и нет ли в них воровских непечатных мер... Те воровские меры собрать в одно место и... запечатать, а вместо тех непрямых, воровских мер велеть сделать новые меры против государевых орленых мер... А как год минет: и те меры имать у тех людей для припуску в Померную избе... и те меры припушати... в Померной избе по часту, чтобы по уличным торжкам воровских непрямых мер ни у кого не было» [118, т. 2, № 874]. «Померный голова» посылал целовальников по Москве, «по большим улицам и по всем слободам и по хресцом» для осуществления непосредственно на местах наблюдения за правильностью мер и за наличием клейма на них.

Аналогичные функции, относившиеся в основном к взвешиванию, выполняла в Москве Большая таможня. Особенно обстоятельно сформулированы эти функции «верных» людей в Наказе (1681 г.) Большой таможне: «Весчие контари и терези и пудовые гири и фунты... переписать и пересмотреть и перевесить все при себе, все ли тамошние весы и гири и пудовые и полупудовые, в четь пуда, иные весы и весчие контари и фунты против государева таможенного прямого весу сходны... Нарочным целвалником велеть надсматривать по часту, чтоб во всех рядах непрямых воровских весов ни у кого не было» [118, т. 2, № 873].

Местным государственным органам было предписано тщательно хранить присылаемые им из Москвы образцовые меры для проверки рабочих мер и для разрешения споров, связанных с используемыми мерами («держати в береженье», «держати у себя для спору»). Таможенные и «кабацкие» головы в Москве и в провинции приносили присягу в добросовестном выполнении своих обязанностей. Таможенный голова давал обязательство «над целовальники в таможне смотрети... и указных мер досматривать по часту, чтоб не переменяли и не убавливали» [63, т. 4, № 59]. Подобное обязательство давал также кабацкий голова: «Винных ведр и кружек и чарок и полукружек не убавливать и не переменять... Указных мер винных досматривать по часту, чтоб не переменяли и не убавливали» [там же].

Проводили также мероприятия технологического порядка. В целях увеличения прочности и сопротивления износу меры сыпучих тел оковывали сверху железными обручами. Эти меры рассылали еще в первой половине XVII в. (в соответствии с указом 1624 г.); известно, например, что даже в такой сравнительно небольшой новостройке, как г. Белев, в 1643 г. уже имелись «осмина да полосмины окованы железом» [119]. Употребление железных обручей предписывал и Таможенный устав 1653 г. В качестве одного из эффективных мероприятий против злонамеренного изменения мер объема практиковалось клеймение копий московских мер объема в разных местах: «внутри на дне и по сторонам и по краям заорлить во многих местах, чтоб прибавить и убавить никому



ни которыми дела не мочно» (царская грамота в Вологду 1680 г.) [63, т. 4, № 240]. Это же практиковали и ранее (особенно по отношению к посылаемым из Москвы мерам): посланный в 1621 г. в Верхотурье «с дворцового ведра спуск» был «заорлен сверху в трех местах, да внизу в ведре на дне орел» [60, т. 3, № 96].

Государственные мероприятия по организации надзора встречали поддержку со стороны самых широких слоев населения. Сознание необходимости повсеместного наличия верных мер особенно усилилось в процессе становления всероссийского рынка и расширения связей между торговцами людьми всего государства и привело даже к коллективным обращениям к царю. Так, в челобитной «всех городов Московского государства торговых людей» 1653 г. содержалось следующее ходатайство: «И велел бы Государь..., где какая мера или вес попортится, и то б везде таможенные головы починивали, нисколько не замедливая; да и всяких чинов люди всякие б незаклейменного и непрямого б никакой меры и весу в домах своих не держали, и в лавках и в анбарах нигде не держали» [63, т. 4, № 64].

Требования относительно верности мер и весов и усиления надзора поступали также и от иностранных купцов и поддерживавших их государств. Так, в Кардисском мирном договоре 1661 г. между Россией и Швецией было предусмотрено восстановление торговых сношений «с прямою мерою и весом» (обоюдное обязательство). В 1665 г. голландский посол поставил вопрос о том, чтобы «у Архангелского города и в иных указанных весовых местех такие вёсы учинить железные или медные, от которых бы хитрости отнять или убавить или как ни есть умалить не мочно». В соответствии с этим архангельскому таможенному голове было предписано проверить состояние измерительного хозяйства и привести его в порядок: «Вес у Архангелского города буде в чем перед прежним облегчен, и тот вес против прежнего исправить» [49, т. 5, № 40]; одновременно было дано аналогичное предписание относительно «салной мерной бочки».

Бывали случаи, представлявшие интересную с метрологической точки зрения особенность. Таможенные меры веса поверяли и исправляли по нормализованному (стандартизованному) весу постоянно поступавших с Запада в качестве пошлин золотых монет и «ефимков»\*, реальная ценность которых определялась весом (ввиду износа). Иногда при этом возникали недоразумения. Так, в 1685 г. из Голландии поступила жалоба на неправильность взвешивания золотых монет. Указом от 5 июля 1685 г. было предписано в связи с этим «выбрать в приказе Больших Казны сто золотых добрых и правдивых, которые были б не обрезаны, и для веры те выборные золотые привесить при них, голландцах и гамбурцах, торговых людех..., а привеса те золотые учинить против того прямого весу гири и заоблить (заорлить — *Н. Ш.*) и впредь у Архангелского города и на Москве золотые у них, иноземцов, за

\* Серебряная монета, получившая несколько видоизмененное в русском языке наименование от названия города Иоахимсталль в Богемии.

пошлины принимать в тот заобленной вес, чтоб в приеме золотых лишнего взятъся не было» [46, т. 1, кн. 1, стр. 409]. Проверка состояния таможенных мер веса по весу денежных единиц не представляла, впрочем, чего-либо экстраординарного, поскольку издревле существовала связь между торговым и денежным весом: закон 1535 г. предписывал делать 300 копеек из «скаловой гривенки»; в «Торговой книге» указываются следующие соотношения между мерами веса и денежными единицами: «Берковец — 10 пуд, а деньгами московскими весит 2400 руб... В гривенке малой скаловой — 48 золотников, деньгами весит 3 рубля...». Поскольку золотые монеты являлись не только мерами ценности, вес которых был строго определен, но и отличались особой тщательностью изготовления, постольку их действительно можно было рассматривать как некоторый, более или менее надежный критерий верности таможенных мер веса.

Наряду с использованием неверных и незаклейменных мер продолжали иметь место многочисленные злоупотребления и обманы, связанные с неправильным, большей частью злонамеренным, использованием мер, а также с фальсификацией товаров, особенно в частной торговле. В XVII в. Симеон Полоцкий, касаясь деятельности купцов того времени, писал [120, стр. 7]:

«Они купуют во меру велику,  
А внегда продаяти, ставят не толику,  
Иные, аще меру и праву имеют,  
Но неправо мерити вся вещи умеют».

В целях устранения обманов при измерениях и других злоупотреблений в 1560 г. Двинской уставной таможенной грамотой продавцу и покупателю предоставлялось право взвешивать товары самостоятельно или с помощью избранного ими третьего лица: «А пудовщиком и их робятам у купца и у продавца их товару не весити; а весят товар свой сами или кого себе третьего излюбят» [63, т. 1, № 230]. В XVI в. с кабацких голов брали обязательство «продавать питье в государевы печатны меры правдою,... над целовальники на кабаке смотрети и беречь того накрепко, чтоб... чарки питухом давали целовальники полны» [63, т. 4, № 59]. Борьба с обманами велась также путем усиления надзора и наказаний, особенно жестоких в случаях ухудшения качества драгоценных металлов: за подмешивание меди, олова, свинца в золото и серебро виновных подвергали наказанию кнутом; фальшивомонетчикам заливали горло расплавленным свинцом.

Ограничению расхождений в значениях мер на местах особенно в XVII в. способствовало широкое привлечение выборных лиц для контроля. «Орлеными» мерами снабжали даже мелкие предприятия и торговые заведения. Жители провинции, особенно служилые и торговые люди, имели возможность, как показывают сохранившиеся документы, обращаться с ходатайствами, претензиями и запросами даже непосредственно в Москву (в московские приказы или на царское имя), откуда затем посылали на места соответствующие распоряжения.

В то же время следует отметить, что состояние измерительного хозяйства, особенно в далекой провинции, было недостаточно удовлетворительным (не говоря уже о продолжавшихся обманах и злоупотреблениях в торговле).

Как видно из приведенной совокупности материалов, в Московском государстве XV—XVII вв. единство мер (особенно мер площади и объема) еще не было достигнуто. Однако уже само наличие единой системы мер, обязательной для применения на всей громадной территории страны, представляло весьма существенный факт. Это обстоятельство производило большое впечатление на иностранцев. Еще в царствование Ивана Грозного немец-опричник Г. Штаден писал: «Нынешний великий князь достиг того, что по всей Русской земле, по всей его державе — одна вера, один вес, одна мера» [121]. Конечно, Штаден преувеличивал достигнутую степень унификации мер, но большие успехи в этом отношении были очевидны. Они еще более возросли в XVII в., когда единая система русских мер приняла окончательные очертания. Она оказалась практически достаточно целесообразной и дожила (с относительно небольшими изменениями) до метрической реформы 1918 г.

**МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ РЕФОРМА ПЕТРА I.  
МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
И М. В. ЛОМОНОSOBA**

**XVIII в.**

---

Осуществление поставленной Петром I задачи «прорубить окно в Европу», повлекшее за собой чрезвычайное расширение культурных, научных, производственных и торговых связей с Западом, отразилось на метрологии как петровской, так и послепетровской эпохи. Развитие системы русских мер получило ряд особенностей, из которых наиболее важными явились значительное увеличение числа малых мер, повышавших точность измерений, и сближение русских мер длины с английскими, выразившееся в установлении простых соотношений между ними (путем небольшого изменения значений русских мер) и во введении некоторых английских мер, что отразилось также на мерах площади и объема. Особенно важным явилось введение новых единиц, предназначенных для неизмерявшихся ранее величин (механических, тепловых, электрических, магнитных).

Процесс технического перевооружения России Петр I связывал с получением точных количественных сведений, касавшихся торговли, промышленности, строительства, картографии и пр. Для выполнения этой работы, требовавшей многочисленных измерений, следовало подготовить новые квалифицированные кадры, для чего необходимо было учредить различные учебные заведения и издать соответствующие руководства, а также следовало оснастить страну мерами и измерительными приборами, улучшить измерительную базу.

Наряду с учебными заведениями общего типа (преимущественно «цифирными школами») были основаны специальные учебные заведения: Навигацкая школа в Москве в 1701 г., инженерная школа в Москве и артиллерийская школа в Петербурге в 1711 г., Морская академия в Петербурге в 1715 г., горные школы и пр.

Во многих руководствах того времени, в первую очередь в «Арифметике» Л. Ф. Магницкого [39], были даны таблицы мер длины, объема и веса, изложены начала геометрии, трактуемой прежде всего как основы землемерного дела, были даны указания об использовании угловых мер и угломерных приборов для целей практической астрономии, топографии и навигации и пр.

В послепетровскую эпоху продолжали открывать общие учебные заведения (вплоть до Московского университета в 1755 г.) и специальные (Техническое училище Морского ведомства в 1734 г., Горное училище в 1773 г., Константиновскую землемерную школу в 1779 г. и др.).

Еще в конце XVII в. Петром I был организован ввоз различных измерительных приборов (угломерных, оптических и др.), требовавшихся для армии и флота. В первой четверти XVII в. импорт значительно возрос, в связи с чем появились ремонтно-юстировочные мастерские, а затем и мастерские для изготовления некоторых приборов: при « навигацкой» школе, при дворе Петра I, при доме Я. В. Брюса, при Морской академии и пр.

Был издан, в особенности Академией наук, основанной в 1725 г. по идее Петра I, ряд практических руководств, в значительной степени касающихся использования различных единиц измерения.

Расширилась лабораторно-контрольная база. На многих заводах были организованы контрольно-измерительные лаборатории, достаточно хорошо оснащенные мерами длины, веса и весоизмерительными приборами, учреждены пробирные лаборатории (при Берг-коллегии, при управлениях горными заводами, при монетных дворах и пр.). Особенно большое значение имело то, что при Академии наук была создана новая приборостроительная база; с начала существования Академии наук при ней были открыты «инструментальная палата» — мастерская, в которой изготовляли астролябии, компасы, нивелиры, квадранты, — а также «барометренная палата», изготовлявшая барометры, термометры, микроскопы и пр., причем эти мастерские удовлетворяли спрос и других организаций, частично поставляли им обученных мастеров. Был организован ряд других, казенных и частных мастерских как в Петербурге, так и в провинции.

В связи со всем этим потребовалось введение в язык новых, специфических терминов. Для круга, окружности, площади и объема в знаменитой «Арифметике» Л. Ф. Магницкого [39] встречаются соответственно следующие своеобразные выражения, в значительной степени заимствованные из принятой тогда на Западе латинской терминологии: «колесо», «циркумференция» или «окружение», «суперфиция» (от лат. *superficies* — площадь). Эти и другие непривычные для нас выражения (например, «толщина» и «корпусное содержание», т. е. объем) употребляли даже во второй половине XVIII в.

В XVIII в., как и ранее, объединенного метрологического руководства в стране не существовало — выполнение основных метрологических функций не было еще сконцентрировано в каком-либо одном ведомстве или учреждении. Однако выделялись некоторые центры, где метрологическая работа велась в наибольшей степени. Коммерц-коллегия, принявшая на себя значительную часть функций прежних приказов Большого прихода и Большой казны, ведала, в частности, вопросами дальнейшего внедрения мер в практику торговли и метрологического обслуживания этой сферы. Адмиралтейств-коллегия руководила процессом внутриведомственного использования мер, в том числе угловых, а также угломерных приборов и компасов. Берг-коллегия ведала измерительным хозяйством горных заводов, рудников и монетных дворов с их пробирными лабораториями, причем особенные успехи были

## ГЛАВА ПЯТАЯ

достигнуты в области весоизмерительного хозяйства; здесь метрологическая культура вообще стояла на большой высоте. Академия наук, обладавшая самостоятельным образцовым измерительным хозяйством (копии эталонов туаза и фута, образцовые меры аптекарского веса и пр.), наиболее успешно решала задачу воспроизведения и использования угловых единиц, единиц времени, температуры и давления (атмосферного), распространяя свое научно-методологическое руководство частично даже на провинцию.

Метрология есть «учение об измерениях, приводимых к эталонам» (проф. М. Ф. Маликов). Эти слова отнюдь не ограничивают скольконибудь значительно сферу ведения метрологии, поскольку все измерения, претендующие на достоверность и общеобязательность результатов, могут являться таковыми прежде всего на основе «приведения к эталонам», на основе передачи верных значений единиц измерения от эталонов до рабочих мер. «Всякое измерение в конечном счете приводится к сравнению с эталонами; без этого сравнения измерение практически теряет смысл» [122]. При отсутствии такого приведения результаты измерений в торговле, промышленности, технике, науке будут значительно расходиться друг с другом. Между тем в XVIII в. фактически не было единых общеобязательных эталонов, кроме эталона фунта 1747 г. Однако правительство и руководящие ведомственные органы уделяли в определенной степени внимание не только состоянию образцового и рабочего измерительного хозяйства, но и методике выполнения измерений в торговле, промышленности и в других областях (измерения, связанные с изучением территории России, пробирное и монетное дело и пр.). Наибольшие успехи в деле внедрения и правильного использования мер были достигнуты государственными организациями (особенно ведомственными) в области линейных и угловых измерений и измерений веса.

### РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ЕДИНИЦ ИЗМЕРЕНИИ

#### Единицы длины

Система единиц (мер) длины, сложившаяся к концу XVII в., увеличилась в XVIII в. введением английских мер — фута, дюйма, линии. Приведенная в «Арифметике» Магницкого система русских мер длины содержала только меры, употреблявшиеся в XVII в., причем указаны также полусажень и полуаршин, а локоть отсутствует. Фут и дюйм фигурируют в «Арифметике» лишь в задачах («стопа» — фут и «цоль» или «палец» — дюйм). В целом система мер длины у Магницкого имеет следующий вид: сажень = 2 полусажениам = 3 аршинам, аршин = 2 полуаршинам, полуаршин = 2 четвертям, четверть = 4 вершкам. В позднее выпущенных руководствах появляется также фут с его долями.

Изменение системы мер длины, проведенное Петром I, было вызвано потребностью тесно увязать русские и наиболее распространен-

ные в то время в мире английские меры и упростить соотношения между ними, по-видимому, в интересах не только торговли вообще, но прежде всего в целях создания русского флота. Необходимость заказа морских судов за границей, составления потребных спецификаций, контроля заданных размеров требовала введения фута и дюйма в систему русских мер длины и некоторого изменения числовых значений русских единиц в целях установления целочисленного соотношения их с английскими.

В области кораблестроения за границей бытовали как английский, так и голландский фут, но предпочтение было отдано первому, в соответствии с чем совокупность русских мер стала выражаться следующим образом: сажень=7 футам (англ.)=213,36 см, аршин=28 дюймам (англ.), фут (англ.)=12 дюймам, дюйм=10 линиям. Значение сажени уменьшилось приблизительно на 1%; соответственным образом изменились значения прочих единиц длины; аршин= $2\frac{1}{3}$  фута (711,2 мм), полуаршин =  $1\frac{1}{6}$  фута, вершок =  $1\frac{3}{4}$  дюйма. Указ

Петра I об этой метрологической реформе до настоящего времени не найден, однако ряд данных подтверждает факт проведенного изменения (хотя и не охватившего сразу все сферы хозяйства страны). Некоторые исследователи, например, Е. И. Каменцева и Н. В. Устюгов [123, 19], считают, правда, что 7-футовую сажень стали употреблять лишь в начале XIX в., ссылаясь на архивные материалы Комиссии о весах и мерах 1736 г. Между тем уже в литературе начала и середины XVIII в. встречаем прямые свидетельства о 7-футовой сажени. Еще в «Атласе реки Дона, Азовского и Черного морей» адмирала К. Крюйса 1703—1704 гг. читаем: «Река Камышенка до Перекопи 7000 сажень длиной. Всякая сажень по 7 следов, а всякой след по 12 палцов» («след» — фут, «палец» — дюйм). В руководстве по навигации С. И. Мордвинова 1748 г. указано: «Российская сажень имеет 3 аршина, или 7 футов аглинских» и «Российский аршин имеет аглинских 2 фута и одну треть» [110, ч. 1, стр. 13]. В руководстве по землемерному делу Д. П. Цицианова 1757 г. сообщается: «Сажень имеет 3 аршина... Та же самая сажень содержит в себе точно семь 12-дюймовых аглинских футов» [124, стр. 43]. В «Универсальной арифметике» Н. Г. Курганова (1757 г.) указывается: «Сажень содержит 7 футов аглинских» [125, стр. 677]. В другой книге того же автора (1777 г.) читаем: «В нашей трехаршинной сажени выходит... английских точно 7 фут» [126, стр. VIII]. У С. К. Котельникова в книге «Молодой геодет...» 1766 г. напечатано: «Искомая высота  $x=198,8$  или 199 футов, то есть 28 саж. 3 фута» (стр. 62), «Расстояние=450 сажень=3150 фут» (стр. 74), т. е. сажень принята равной 7 футам [127].

О произведенном Петром I изменении значения сажени свидетельствуют также метрологи первой половины XIX в. Академик А. Я. Купфер, наиболее активный деятель Комиссии о мерах и весах 1827 г.,

первый заведующий Депо образцовых мер и весов, писал: «По указу Петра Великого в России была принята английская линейная мера. Семь английских футов образуют сажень..., таким образом, аршин содержит двадцать восемь английских дюймов» [128, стр. 25]. Французский метролог Сежей указывал в 1834 г.: «Петр Великий... пожелал, чтобы сажень была равна 7 английским футам, так что аршин оказался равным 711 мм и стал короче, чем старый, который тем не менее сохранился» [129, стр. 155].

Новое значение сажени (7 английских футов) отразилось также на значении версты (кроме того, на мерах площади и на кубических мерах). Петербургский академик Г. В. Крафт писал в 1738 г.: «В России... верста... определена по английским футам и содержит их 3500 или также 500 сажен или 1500 аршин» [130, стр. 18]. Таким образом было также юридически покончено с бытовавшими ранее двумя различными верстами (1000 и 500 сажен), и в употреблении постепенно осталась только верста в 500 сажен (хотя и отличающаяся от прежней, как и сажень, примерно на 1%). В «Руководстве к арифметике» Л. Эйлера 1740 г. встречаем: «Число, которое будет 3500, покажет, по скольку английских футов придет на каждую версту... Российская верста имеет оных футов 3500» [131, ч. 1, стр. 63]. У С. К. Котельникова [127] читаем: «Обрати данное расстояние 75 верст в футы, полагая по 3500 футов на версту» (стр. 53), «Расстояние дано 13 верст, то есть 45500 футов» (стр. 59) и т. д. Отсюда также видно, что сажень равнялась 7 футам.

Такое обилие свидетельств делает несомненным факт использования 7-футовой сажени в XVIII в. (даже в его начале). Но остается невыясненным вопрос, была ли введена эта сажень во все отрасли хозяйства или же только в некоторые. Замена существовавшей сажени (216 см) 7-футовой в общеобязательном порядке для всех отраслей хозяйства была бы связана с большими трудностями и расходами. Однако упоминание о 7-футовой сажени, как о мере длины даже в руководствах по землемерному делу и по арифметике и притом без параллельного упоминания о прежней сажени свидетельствует в пользу того, что 7-футовая сажень в XVIII в. была принята за основную. Правда, Комиссией 1736 г. было внесено предложение об официальном утверждении одной лишь трехаршинной, отличной от 7 футов сажени, опиравшейся на найденный в кабинете Петра I полуаршин, который оказался по измерениям Л. Эйлера больше  $1\frac{1}{6}$  английского фута. Однако, судя по приведенным и другим свидетельствам, следует, по-видимому, считать, что это предложение не было санкционировано и внедрено в практику. Заслуживает особенного внимания то, что Эйлер, выполнявший в 1737 г. указанное измерение, писал уже в 1740 г. [131], что русская верста содержит 3500 футов, т. е. сажень равна 7 футам. По-видимому, еще до окончания работ Комиссии возобладала идея Петра I основать российские меры длины на наибо-



лее распространенных в международной торговле английских мерах. В дополнение к приведенным свидетельствам можно, в частности, указать на следующее место в протоколах заседания Берг-коллегии (1781 г.): «Коллегии не безызвестно, что в России меры во употреблении взяты из англицкого фута, полагая в четверти аршина семь дюймов» [132, л. 183].

### Единицы площади

При Петре I в системе единиц площади прочно утвердились квадратные меры. В учебниках давали сведения о них и о действиях с ними. Еще Магницкий [39] пользуется словом «квадратный» — «квадратные стопы», «квадратные цоли», «квадратные мили» и пр. («раздели чрез 8 цоль квадратных», «изобретай прежде суперфицию в квадратных стопах» и т. д.).

Изменение линейной сажени отразилось и на значениях квадратных мер. В некоторых литературных источниках XVIII в. четко указывается значение квадратной сажени в квадратных футах, соответствующее ее новому значению; в «Генеральной геометрии» Н. Г. Курганова читаем: «Квадратный фут содержит 144 квад. дюйма, а сажень 49 квад. футов [133, стр. 108]. Академик И. Г. Георги указывал, что «десятина имеет 2400 квадратных сажень или 117600 российских и английских квадратных футов» [134, стр. 256], откуда явствует, что 1 квадратная сажень = 49 квадратным футам.

Квадратные единицы образовали определенную систему, которая может быть представлена в следующем виде: квадратная верста = 250000 квадратным сажням (и 1000000 квадратным сажням в случаях, когда еще употреблялась верста в 1000 сажень); квадратная сажень = 9 квадратным аршинам = 49 квадратным футам; квадратный аршин = 256 квадратным вершкам = 784 квадратным дюймам; квадратный фут = 144 квадратным дюймам.

Вместе с тем в землемерном деле сохранила свое положение неквадратная мера — десятина. Подразделение десятины не изменилось, но «пол-полчетверик» стал именоваться «четверткой», а «пол-пол-полчетверик» — «осмушкой». В «Инструкции землемерам» 1766 г. предписывается на квадратную версту «класть по четыреста шестнадцати десятин и по тысяче шести сот квадратных сажени» («тридцатая» десятина); в сочинении И. Т. Посошкова «О скудности и богатстве» 1724 г. написано: «Во всякой круглой версте пятисотной будет сороковых десятин 78 с осьмою долею десятины» [135, стр. 205].

Копну как меру сенокосных угодий почти перестали употреблять в официальной практике; в середине XVIII в. копна уступила свое место десятине (десятина = 10 копен): «В межевых книгах... и на планах писать... десятинами, а не копнами» («Инструкция землемерам 1766 г.).

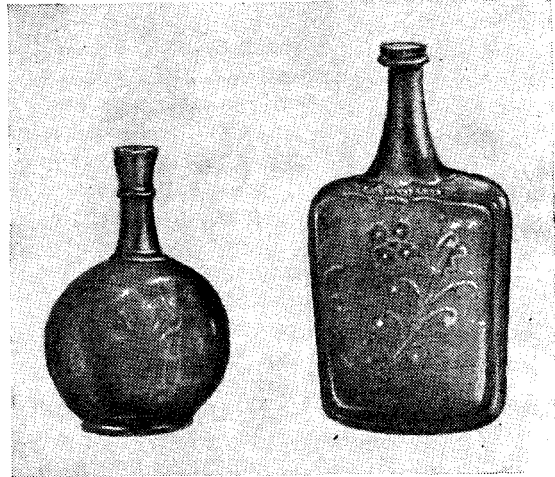
## Единицы объема

В XVIII в. была усвоена система кубических единиц на основе 7-футовой сажени, а также введен и термин «кубический» (или «кубичный»), которым пользовался еще Магницкий [39], относя его к мерам объема вообще и к отдельным мерам (в задачах): «тожежде количество кубических мер было», «придет 528 кубических сажень», «придет 2250 кубических аршин» и т. д. Кубическая сажень содержала в XVIII в. 27 кубических аршин или 343 кубических фута, а кубический аршин — 4096 кубических вершков или 21952 кубических дюймов и т. д. Эти соотношения, соответствующие 7-футовой сажени, приведены в разных изданиях XVIII в. В «Практической геометрии» С. Назарова указано: «Кубическая российская сажень имеет 343 кубических футов; фут — 1728 дюймов или долей» [136, ч. 2, стр. 48]; у М. В. Ломоносова читаем: «Один гран серы наполняет тяжелым серным запахом камеру в 10 кубических сажень, т. е. 3430 кубических футов» [137, т. 2, стр. 323].

В торговой практике и в быту по-прежнему употреблялись особые меры объема сыпучих тел и жидкостей. У Магницкого указаны следующие меры сыпучих тел («хлебные меры»): ласт (12 четвертей), четверть, осьмина, полосьмина и четверик. Дальнейшее подразделение не приведено. Однако деление на этом не останавливалось; так, в «Универсальной арифметике» Н. Г. Курганова [125] сказано, что четверик равен 4 четверткам, а четвертка — двум осмушкам. У Магницкого [39] даны следующие меры жидкостей («винные меры»): бочка (40 ведер), ведро, полведра, четверть ведра, «осмуха» и «крушка» (1/16 ведра). Во второй половине XVIII в. в систему русских мер жидкостей была введена новая мера — бутылка (значение которой было твердо зафиксировано), вносящая, однако, некоторый диссонанс в систему, основанную на двоичном принципе деления: указом Сената от 16 сентября 1774 г. в ведре должно было содержаться  $13\frac{1}{3}$  бутылок, так что бутылка составляла  $\frac{3}{40}$  ведра.

Меры объема сыпучих тел и жидкостей, унаследованные от XVII в., не претерпели какого-либо изменения в связи с уменьшением длины сажени, так как не были связаны с линейными измерениями и представляли собой лишь практически установившиеся и затем официально санкционированные меры. Для основных русских мер объема сыпучих тел и жидкостей их значения были найдены академиками И. Н. Делилем (в ряде изданий — Жозеф Делиль) и Винсгеймом. По поручению Комиссии о весах и мерах (1736 г.) эти ученые точно измерили объем «древнего хлебного четверика и винного ведра», причем тех их экземпляров, которые были приняты Комиссией за образцы (четверик Московской большой таможни и ведро Каменноостского питейного двора в Москве). При отборе присланных образцов «мер хлебных и винных» Комиссия, как правило, отдавала предпочтение более древним и сохран-

Бутылы мерные  $\frac{1}{4}$  и  $\frac{1}{8}$  ведра  
XVIII в. ГИМ



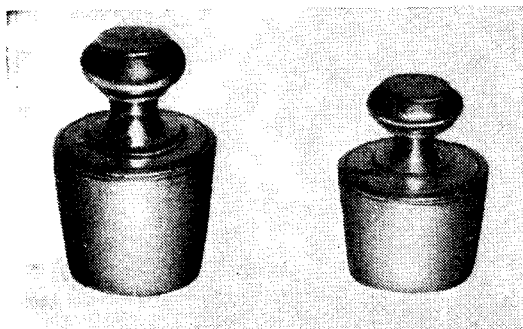
ным мерам, «кои всех древнее и весьма находились во охранении» [138, № 5/1659]. Измерениями, выполненными со всевозможной тщательностью, было установлено, что в четверике содержится 286,421, а в ведре — 136,297 кубических вершков [139, т. 3, стр. 66]. Таким образом, была установлена связь с русскими кубическими мерами и, следовательно, с мерами длины как исходными. Найденные значения четверика и ведра Комиссия сочла целесообразным округлить так, чтобы получились целые числа всех линейных размеров этих мер при их исполнении в форме кубов и чтобы отношение соответственных объемов оказалось равным 2:1, т. е. для четверика был предложен и зафиксирован в «Регламенте» объем  $8 \times 6 \times 6 = 288$  кубических вершков, для ведра —  $9 \times 4 \times 4 = 144$  кубических вершка («Регламент», гл. III, п. 2 и гл. IV, п. I).

Следует заметить, что можно сомневаться в значении высоты ведра, которая в историко-метрологической литературе принимается равной 8 вершкам («осмивершковое ведро»). Например, В. Н. Татищев указывает, что это значение характеризовало диагональ ведра: «Ведро... называется осьми вершковое, которого диагональ, то есть наось от дна до края другой стороны внутри, должно быть 8, а кубических 136 вершков» [140, ч. 1, стр. 288]; в этом случае по известной формуле  $V = \pi \frac{D}{4} H$  получаем  $D = 5,4 \div 5,5$  вершка и  $H = 5,8 \div 5,9$  вершка.

Дополнительным подтверждением может служить приводимая в монографии Е. И. Каменцевой и Н. В. Устюгова [19, стр. 139] выдержка из «приказных дел» 1670 г., относящаяся к «известной мерной бочке»: «Та известная деревянная мера... внутри изо дна на край наискось — аршин девять вершков».

#### Единицы веса

Система единиц веса начала XVIII в. приведена в «Арифметике» Магницкого [39]: берковец, пуд, полпуда, четверть пуда, ансырь, фунт, литра ( $\frac{3}{4}$  фунта), полфунта, четверть фунта, осьмуха, золотник (батман, контарь, безмен, почка и пирог отсутствуют). Наименование «контарь» в XVIII в. как будто не встречается, но сама мера продолжала



Русские гири 2 и 3 фунта  
1781 г. ВНИИМ

частично существовать под наименованием «центнер», т. е. 100-фунтовик [141]. Безмен, почка и пирог, почти не упоминаемые еще в последней четверти XVII в., в XVIII в., по-видимому, уже не употреблялись. В руководствах по арифметике Л. Эйлера [131] и Н. Г. Курганова [125] дополнительно указаны также другие меры, входившие в XVIII в. в совокупность русских мер веса: лот=3 золотникам,  $1/2$ ,  $1/4$  и

$1/8$  золотника. Однако этим совокупность малых мер веса не ограничивалась, как видно уже из того, что перечень частей золотника сопровождается в руководствах словами «и т. д.». В практике монетных дворов получила применение мера веса «доля», представлявшая  $1/96$  золотника. В указанных руководствах уже не упоминаются ансырь и литра.

#### Угловые единицы

Система угловых единиц, основанная на коэффициенте  $60$  (т. е.  $2^2 \cdot 3 \cdot 5$ ), сохранившаяся неизменной в течение тысячелетий, ведя свое начало от древних вавилонян, получила в Европе дальнейшее развитие в части дольных единиц. Это нашло отражение в «Арифметике» Магницкого [39]: градус ( $1/360$  часть окружности)=60 минутам («минутам первым»), минута=60 секундам, секунда=60 терциям и т. д. Как указывает Магницкий, подразделение на шестидесятые доли продолжается до  $60^{10}$ : «Коеждо колесо (т. е. каждый круг—*Н. Ш.*)... разделяется в 360 градусы, градус же разделяется в 60 минут первых, минута в 60 секунд и кийждо секунд в 60 терций и прочая... Тако даже до 10 крат пределяется». За терцией в системе угловых единиц следовали кварталы, квинты, сексты и т. д.

Выражение «минута первая» отражает терминологический процесс образования системы угловых единиц (а также единиц времени) в истории науки. Наименование «минута» (лат. *minuta*) означает «малая часть» (малая часть градуса). К этому наименованию в древности добавлялись в соответствии со степенью подразделения латинские прилагательные *prima* (первая), *secunda* (вторая), *tertia* (третья), *quarta* (четвертая) и т. д.; при сокращении одного из слов исчезло, в результате чего и получились выражаемые одним словом единицы: минута, секунда, терция и пр. Согласно упоминавшемуся выше руководству Д. П. Цицианова [124] минута—«уменьшительная, сиречь часть», секунда—«вторая уменьшительная», терция—«третья уменьшительная». Общую характеристику такого образования терминов встречаем в «Универсаль-

ной арифметике» Н. Г. Курганова: «Части единицы называются первые доли, доли долей единицы имяются вторые доли, части долей вторых — доли третьи и пр.» [125, стр. 64].

Как уже упоминалось в предыдущей главе, для обозначения градуса употребляли также слово «степень», притом даже в конце XVIII в., что видно, например, из указа Адмиралтейств-коллегии от 8 июля 1785 г.: «Назначена... экспедиция... для определения степеней долготы и широты устья р. Колымы».

Постепенно стали употреблять различные символические обозначения для градуса и его долей. Первоначально обозначения ставили над последней цифрой числа угловых единиц, а не справа вверху. Принятое ныне обозначение градуса установилось не сразу; применяли вначале обозначения дуги со значком градуса над нею, затем только дуги и, наконец, современное — только градуса. Доли градуса обозначали первоначально вертикальными штрихами, а не наклонными (° для секунды, ′ для терции и т. д.). Последовательные угловые единицы иногда отделяли запятыми («...36, 15, 17 знаменуют 36 градусов 15 минут 17 секунд») [142, ч. 1, стр. 37].

В совокупность угловых единиц продолжал входить румб, равный  $11^{\circ}15'$ . При указании угла поворота корабля румбы суммировались, как и другие единицы («поворот на 4 румба» и т. п.), однако в основном румбы служили для ориентировки по странам света, указывая географическое направление.

### Единицы времени

На пороге XVIII в. в способах счета и определения времени были проведены важные изменения в соответствии с тем, что было принято в ряде стран Запада. Указом Петра I от 1700 г. начало года было перенесено на 1 января. Кроме того, был принят порядковый счет лет, соответствующий современному (а не «от сотворения мира»). Вместо деления суток на светлое и темное время различной длительности было введено деление суток на две равные части (по 12 часов) неизменной длительности в течение всего года (совершенно независимо от моментов восхода и захода Солнца). Новое деление суток воспроизводили с помощью часоизмерительных устройств, на циферблатах которых были нанесены лишь 12 чисел, как и в настоящее время. Этим же указом начало суток было перенесено на строго определенный астрономический момент — полночь.

Номенклатура единиц времени, существовавшая в XVII в., пополнилась мелкими единицами суточного времени. У Магницкого [39] в таблице практически используемых единиц времени указаны год, месяц, «седмица», день, час и минута, упоминаются секунда, терция (1/60 секунды). У Магницкого сказано также о еще более мелких единицах, основанных на 60-ричном принципе деления, но, по-види-

## ГЛАВА ПЯТАЯ

тому, они существовали лишь теоретически. Эти единицы стали утверждаться в практике только во второй четверти XVIII в. (преимущественно в трудах академиков).

### Механические единицы

Для введения механических единиц прежде всего потребовалось разработать терминологию в области механических величин. Работа эта выполнялась медленно, с трудом, причем были выдвинуты различные термины, для некоторых из них предлагали «привычные» слова русского языка. Так, С. Я. Румовский при переводе «Писем» Эйлера вместо современного термина «инерция» пользуется русским словом «грубость» (во французском оригинале *inertie*). Даже в конце XVIII в. терминология значительно отличалась от современной. В переведенном в 1787 г. на русский язык «Кратком начертании физики» акад. Г. В. Крафта [143] встречаем термины «уравнительный вес» (удельный вес), «вещественность» (масса), «упорность» (инерция), «движение укосненное» (замедленное)\* и пр.; в «Механических предложениях» Я. Козельского [144] фигурируют «состав» (масса) тела, «шатания одного (пендула) отвесу», т. е. качания маятника и др. Но само введение механических единиц облегчалось тем, что для них подобная нелегкая работа не имела места, поскольку единицы являлись производными от основных единиц и выражались словесно как их математические функции.

**Единицы скорости.** Единица скорости представляет собой отношение единицы пути к единице времени, и принципиально возможно образовать значительное число различных единиц скорости. Однако в XVIII в. это число ограничивалось не только степенью практической целесообразности тех или иных единиц, но прежде всего малой потребностью в их использовании (отсутствовал механизированный транспорт). Потребности определения скорости передвижения по суше более или менее удовлетворялись такой единицей, как верста в час; скорость течения воды обычно выражали в футах в секунду. В переводе на метрические меры получаем: верста в час равна 1,0668 км/ч или 17,78 м/мин и фут в секунду равен 30,48 см/с.

Упомянутые единицы не содержат ничего специфического и не требуют особых пояснений. В таких пояснениях нуждается своеобразная единица «узел», получившая широкое, даже, по-видимому, исключительное применение в навигации. Оригинальное наименование объясняется тем, что скорость движущегося судна определяли по числу узлов, разделявших мерную веревку (лаг-линь) на равные части. Практически расстояние между узлами на веревке составляло 50 английских футов. Используя параллельно песочные полуминутные часы, получали значение скорости в английских милях в час: «Узел от узла... дистанцию имеют по 50 футов в аглинских (одну стодвадцатую мили — *Н. Ш.*),

\* У С. Я. Румовского в переводе «Писем» Эйлера — движение «умаляющееся».

а полуминутная часовая склянка — 120-я часть одного часа, и потому... корабль преплывет... сколько узлов в полминутное время, сколько миль английских в час» [145, стр. 91]. Уточнение, связанное в том, что английская миля содержит 6080 футов, а не 6000 футов, как указано у Ф. И. Соймонова, было внесено еще в XVIII в.; так, например, «Уставом военного флота» 1797 г. приписывалось «на полминутную склянку расстояние узел от узла 50 футов 11 1/2 дюймов» [118, т. 24, № 17833].

**Единицы ускорения.** Введение этих единиц было связано в основном с освоением основ гравиметрии и механики. Теоретически естественной, но практически мало употреблявшейся единицей ускорения являлся фут на секунду в квадрате; она нашла применение главным образом для выражения ускорения свободного падения. При значении английского фута 0,3048 м имеем  $1 \text{ фут/с}^2 = 0,3048 \text{ м/с}^2$ . Таким образом, нормальное ускорение свободного падения в русской системе мер выражается числом  $\frac{9,81}{0,3048} = 32,18 \text{ фут/с}^2$ . Однако в гравиметрии (как и в других областях, в которых вела исследования Академия наук) доминировали французские (парижские) меры длины; в этом случае значение единицы ускорения равно  $0,3248 \text{ м/с}^2$  и значение ускорения свободного падения равно  $30,20 \text{ фут/с}^2$  (париж.).

При вычислении действующих сил в механике (особенно в строительной, доминировавшей в XVIII в.) обычно в качестве единицы ускорения использовали само ускорение свободного падения, выражаемое через английский фут.

**Единицы плотности и удельного веса.** В XVIII в. термин «плотность» был уже общепринятым, а вместо термина «удельный вес» применяли термины «сравнительный вес», «уравнительный вес», «сравнительная тяжесть», «уравнительная тяжесть» и пр. Было уже хорошо известно, что удельный вес воды несколько различен прежде всего в зависимости от ее происхождения; в руководствах учитывали значения удельного веса с точностью до тысячных долей: вода дождевая — 1,000, вода речная — 1,009, вода перегнанная — 0,989, вода морская — 1,030 [146]. Для метрологических работ использовали обычно воду р. Невы, считавшуюся достаточно чистой и неизменной по составу (акад. А. И. Ламберти характеризовал ее в 1827 г. как «наичистейшую из речных вод» и почти не отличающуюся по удельному весу от дистиллированной воды). Найденное во время работы Комиссии 1736 г. значение ее плотности  $\frac{466806}{6723}$  (т. е. приблизительно 69,4) фунт/кубический фут указывалось в разных изданиях. Единицы плотности использовали сравнительно мало (ввиду многообразия значений и практических трудностей).

Удельный вес твердых тел определяли обычно с помощью гидростатических весов, жидких тел — с помощью ареометров, градуированных в единицах удельного веса и в градусах, или «степенях». Градусы представляли собой условные единицы, характеризовавшие не только удельный вес, но и степень концентрации водных растворов. В градусах обычно градуировали гидрометры, используемые для жидкостей тяжелее

воды. Своеобразные единицы «степени концентрации, или крепости» кислот были предложены акад. Т. Е. Ловицем.

**Единицы силы.** Единица силы, как произведение единицы массы на единицу ускорения, была выражена в наиболее принятых тогда в механике единицах массы, длины и времени: единица силы (фунтосила)\* = фунт (единица массы) × фут/с<sup>2</sup> (единица ускорения), а при переводе в метрические меры составляла 0,4095 кг · 0,3048 м/с<sup>2</sup> = 0,125 кг · м/с<sup>2</sup>. Однако эту единицу в эпоху, когда механизация производства ограничивалась главным образом подъемными устройствами, почти не употребляли, поскольку в практике приходилось считаться преимущественно с силой тяжести (при подъеме грузов) и учитывать ускорение, сообщаемое последней. Поэтому в России, как и на Западе, единицы силы выражались единицами веса (силы тяжести), совпадая с ними по наименованию. «Какая бы сила при машине употреблена ни была, но сравнивается она в механике с некоторым весом» [147, стр. 22]. В случае единицы ускорения, равной ускорению свободного падения, имеем: единицы силы = 1 фунт × 32,18 фут/с<sup>2</sup> = 32,18 фунт · фут/с<sup>2</sup>, что в метрических мерах составляет 32,18 (0,4095 кг · 0,3048 м/с<sup>2</sup>) = 4,02 кг · м/с<sup>2</sup> = 0,4095 кгс; последний результат является естественным, так как значения ускорения свободного падения 32,18 фут/с<sup>2</sup> и 9,81 м/с<sup>2</sup> равны и потому отношение единиц силы в русских и метрических мерах характеризуется отношением соответственных единиц массы, т. е. фунта и килограмма.

Применяли также другие единицы; наряду с фунтами фигурировали пуды, золотники и пр. У С. К. Котельникова [127, стр. 178] читаем: «Положим, что веревка... натянута силою в пуд с каждого конца... Сила, вытягивающая веревку..., P = 3840 золот.» и т. п.; «Сила = 100 пуд + 5 фу.» (расчет действия неподвижного блока) [146, стр. 87]. Очевидно, что при единице ускорения, равной ускорению свободного падения, «сила в пуд» равна 4,02 · 40 = 160,8 кг · м/с<sup>2</sup>, а золотник-сила = 4,02 : 96 = 0,04 кг · м/с<sup>2</sup>.

**Единицы давления.** Введение этих единиц связывается в основном с деятельностью Академии наук, Морского и Горного ведомств. В XVIII в. в России единицы давления были выражены в единицах высоты ртутного (иногда водяного) столба и отношением единицы силы к единице площади. В первом случае для наиболее употребительной единицы — дюйма соответственные значения в метрических мерах составляли 2,54 см (для английского дюйма) и 2,71 см (для парижского дюйма); первую использовали в Морском ведомстве и в производстве, вторая доминировала в работах Академии наук. Давление атмосферы (760 мм рт. ст.) соответственно выражалось числами 30,0 английский дюймов и 28,0 парижских дюймов. Во втором случае наиболее употребительной являлась единица  $\frac{\text{фунт (фунтосила)}}{\text{кв. дюйм}}$ . Ее применяли преимущ-

\* Слово «фунтосила» в XVIII в., по-видимому, еще не вошло в употребление, и в качестве наименования этой единицы силы служило просто слово «фунт».



щественно в производственной практике, где она опиралась на английский дюйм: ее значение в метрических мерах составляло  $\frac{0,4095 \text{ кгс}}{(2,54 \text{ см})^2} = 0,0635 \text{ кгс/см}^2$ . Другая, значительно реже применяемая единица фунт (фунтосила) кв. вершок в метрических мерах равнялась  $\frac{0,4095 \text{ кгс}}{(4,445 \text{ см})^2} = 0,0207 \text{ кгс/см}^2$ .

### Тепловые единицы

Введение тепловых единиц потребовало, как и в области механики, прежде всего установления терминологии, относящейся к основным понятиям термометрии. Употребляемые термины отражали связь с принятой тогда на Западе латинской (отчасти греческой) терминологией. В «Генеральной инструкции», данной еще в 1727 г. от Академии наук астроному де ля Кройеру, фигурируют «градусы» («градусы теплоты», «градусы стужи»), «термометр», «меркурий» («ртуть»), «меркуриальный». Однако постепенно, наряду с этими терминами, стали употреблять и такие, которые образовали от русских слов: «степень», «тепломер». Наряду с термином «температура» у М. В. Ломоносова встречаются выражения «степень огня» и «напряженность огня», что довольно хорошо отвечает смыслу слова «температура»; иногда менее точно Ломоносов, как и другие академики, пользовался словом «теплота» («для уверения о равной теплоте по сторонам поставлены два термометра»), хотя он уже указывал на необходимость различать температуру и количество теплоты. Даже в последней четверти XVIII в. в изданиях Академии наук нередко употребляли слово «жар» в тех случаях, где ныне употребляется «температура»; так, результаты обработки измерений температуры в Петербурге за период с 1 мая по 1 ноября 1783 г. были охарактеризованы следующим образом: «средний жар, выведенный из утреннего и вечернего жару... был в  $135 \frac{1}{2}^\circ$ », далее «жар, примеченный по утру и вечеру...» и т. п.

Практически тепловые единицы в России XVIII в. сводились к одной: единице температуры — градусу, воспроизводимому шкалой того или иного термометра и представлявшему определенную ее часть, различную для разных термометров. Так как в России термометры получали из-за границы уже в готовом виде или изготавливали по иностранным образцам, то проблемы, связанные с воспроизведением градуса, не стояли так остро, как на Западе, где велись длительные поиски реперных точек, в качестве которых первоначально использовали и такие, как средняя температура наибольшего летнего зноя и наибольшего зимнего холода во Флоренции (Флорентийская Академия), температура плавления коровьего масла (Галлей) и даже в более поздних термометрах температура человеческого тела (одна из реперных точек в начальных конструкциях термометра Фаренгейта). Не вставал также особенно

остро практический вопрос об изготовлении термометров с единообразными показаниями, поскольку в 1730 г. появилась в печати работа Реомюра: «Правила для изготовления термометров со сравнимыми шкалами».

В России градус употребляли уже как часть термометрической шкалы с реперными точками, основанными на физических постоянных. Однако эта единица имела несколько значений, что обуславливалось различием температурных шкал термометров, применяемых в XVIII в. В это время в России были распространены термометры Делиля и Реомюра, отчасти Фаренгейта и в меньшей степени — Цельсия. Для всех этих приборов, за исключением термометров Фаренгейта, основными реперными точками являлись точки замерзания и кипения воды. В термометрах Делиля (а также в термометрах Ломоносова) расстояние между этими точками делили на 150 частей, в термометрах Цельсия — на 100, в термометрах Фаренгейта — на 180, в термометрах Реомюра — на 80. Таким образом,  $1^{\circ}\text{C}$  равнялся  $1\frac{1}{2}^{\circ}$  Делиля и Ломоносова,  $\frac{9}{5}^{\circ}\text{F}$  и  $\frac{4}{5}^{\circ}\text{R}$ . Кроме того, были различны обозначения основных реперных точек: точка замерзания воды обозначалась числом 150 в термометрах Делиля, 100 — в первоначальных конструкциях термометра Цельсия, 32 — в термометрах Фаренгейта (в которых за нижнюю реперную точку температурной шкалы, обозначенную нулем, была принята температура смеси воды, льда и нашатыря), 0 (нуль) — в термометрах Реомюра, Ломоносова и более новых конструкциях термометра Цельсия; точка кипения воды обозначалась соответственно 0, 0, 212, 80, 150 и 100. Таким образом, было различно также направление отсчета по шкалам. Весьма целесообразным шагом со стороны Ломоносова явилось то, что он поменял местами обозначения реперных точек на шкале термометра Делиля, характеризуя этот акт словами «мое подразделение» («...градус 150, или пункт замерзания, по моему разделению 0»).

В своем «Курсе истинной физической химии» Ломоносов рассмотрел вопрос о температурной шкале в целом, разделив ее на шесть областей до максимальных возможных точек вниз и вверх и включив сюда лишь одну точку, которая была недостаточно определенной, поскольку не базировалась на физической постоянной: «Первая и нижняя температурная область начинается от самого низкого градуса температуры или, что то же, с наибольшего градуса стужи, который пока еще никем не отмечен и не найден. Она оканчивается при температуре начинающегося замерзания воды; этот предел всегда постоянен и неизменен... Вторая температурная область начинается там, где кончается первая; а высшим пределом ее мы принимаем ту точку, которой достигает наибольшая, наблюдаемая летом, жара, — около которой находится и теплота здорового человека. Третья температурная область простирается от этой температуры выше до точки кипящей воды. Четвертая — между точкою кипения воды и температурой кипящей ртути. Пятая поднимается до того жара, при котором плавится бронза. Наконец,

шестая температурная область простирается от плавления бронзы до высшей степени огня, какая только существует». В 1747 г. Ломоносов, исходя из своей кинетической теории теплоты, сделал весьма важный вывод о наличии нижней предельной точки шкалы и об отсутствии предела для верхней («Размышления о причине теплоты и холода»).

### Магнитные единицы

В XVIII в. еще отсутствовали понятия о таких магнитных величинах, как магнитная индукция, магнитный поток и пр., и потому собственно магнитных единиц не было. Изучали лишь внешние механические проявления магнетизма, обусловленные земным магнитным полем или полем естественных и искусственных магнитов. Из элементов земного магнетизма определяли магнитное склонение (угол между магнитным и географическим меридианами) и иногда магнитное наклонение (угол между осью магнитной стрелки и горизонтальной плоскостью). В том и другом случае единицей измерения являлась угловая единица — градус. Для естественных и искусственных магнитов определяли притягивающую им силу притяжения, характеризовавшуюся весом притягивавшихся кусков железа, и единицами измерения служили единицы веса — пуды, фунты, золотники или меры аптекарского веса. Все эти единицы характеризовали магнетизм только с точки зрения производимых им механических действий, и потому заглавие «Магнитные единицы» являются в данном случае условным.

### Электрические единицы

Изучение электричества, связанное с именами Дюфе, Франклина, Ломоносова, Рихмана, Вольты, Кулона и других исследователей, ограничивалось в XVIII в. областью электростатики и притом имело в основном качественный характер. В установлении единиц количества электричества были сделаны только предварительные шаги. Для сравнения количеств электричества применяли лишь условные единицы в форме произвольных делений дуговой шкалы («градусов») на «электрических указателях». Отклонение стрелки на некоторое число делений на таком «указателе» позволяло судить лишь об относительных значениях количеств электричества (больше, меньше), но не давало возможности выразить результаты в физических единицах (они отсутствовали). Кроме того, шкалы «электрических указателей» у различных исследователей совершенно не были согласованы друг с другом. В XVIII в. исследователи лишь постепенно подходили к установлению электрических единиц и вообще к созданию метрологических предпосылок для измерений количества электричества. Из русских исследователей в этой области особенно потрудился Г. В. Рихман (1711—1753 гг.).

В сконструированном Рихманом «электрическом указателе» дуговая деревянная шкала имела деления в «градусах» (от 40 до 90 в разных



Г. В. Рихман

конструкциях), которые были разделены на части (обычно четверти). Однако результаты, выражаемые в таких условных единицах, были, кроме того, непостоянными из-за неудовлетворительной изоляции. К созданию электрических единиц Рихман до некоторой степени пролагал путь, используя механические действия электрических зарядов на разные легкие тела: «для определения величины электрической силы» (по ее механическим действиям); для того, чтобы «наблюдать и определять притяжение и отталкивание на различных расстояниях», он уже пользовался весами; при этом Рихман определял вес поднимаемого предмета и высоту подъема: «Самым сильным электричеством, какое я мог возбудить с помощью своего шара, я поднял  $1 \frac{1}{2}$  драхмы на 2 лондонских дюйма» [149, стр. 260].

#### ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

XVII век оставил в наследство ряд незавершенных работ в области унификации мер. Но, с другой стороны, в относительное единство применявшейся в стране системы мер были внесены нарушения, обусловленные присоединением новых территорий с иными бытовавшими там мерами, причем решение задачи устранения разнообразных мер осложнялось необходимостью проявлять значительную гибкость в метрологической политике, соблюдать осторожность в замене русскими мерами немецких, польских и турецких мер на окраинах России. Однако все

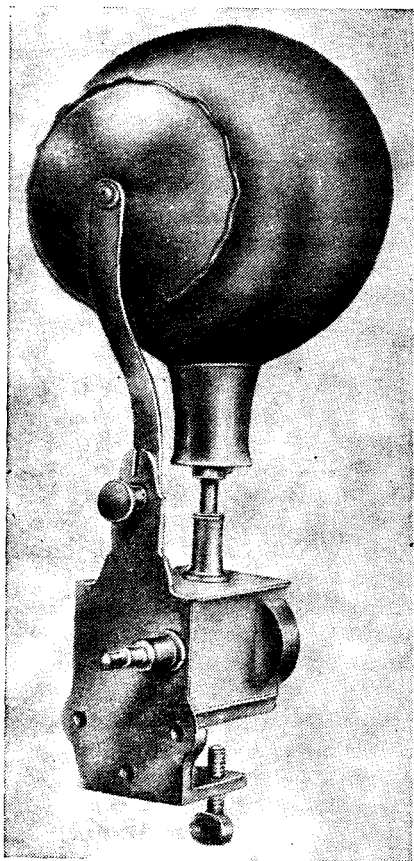
же в целом сфера применения единых русских мер все более расширялась.

Отмечены и некоторые достижения в подведении надежной материально-метрологической базы под единство мер.

В первой половине XVIII в. не было еще общеобязательных единых эталонов, которые возглавляли бы всю систему измерительного хозяйства России, — был лишь ряд независимых образцов в разных ведомствах. Большие расхождения отмечены в значениях рабочих мер. В связи с этим в 1736 г. правительством была образована Комиссия об учреждении весов и мер под председательством главного директора Монетного правления графа М. Г. Головкина, который, по собственным его словам, «о учреждении правдивых весов издавна старание имел». Общей задачей Комиссии являлось установление прочных метрологических основ для упорядочения измерительного хозяйства. Частными, но также основными задачами Комиссии являлись определение точных значений исходных мер, критическое рассмотрение вопроса о системе русских мер в целом, установление связи между единицами различных величин (длины, объема, веса), создание единых общеобязательных государственных образцов мер (эталонов), разработка совокупности положений и правил, которые определяли бы порядок использования и поверки мер. Комиссия получила право привлекать к работе академиков и других специалистов. Экспериментально-технической базой для работ Комиссии служила лаборатория механических и инструментальных наук при Академии наук, возглавляемая сподвижником Петра I А. К. Нартовым.

Комиссия весьма широко понимала объем своих работ. Первоначально она предполагала даже положить в основу русской системы мер некоторые физические постоянные (размеры градуса земного меридиана и вес чистой воды или золота). Она обсуждала также вопрос об использовании десятичного принципа для соотношений между дольными и кратными единицами. Таким образом, Комиссия до некоторой степени пыталась решить те вопросы, которые в дальнейшем были решены создателями метрической системы мер во Франции. Однако осуществление столь грандиозного плана наталкивалось в России того времени на слишком крупные препятствия, и потому он не был проведен в жизнь.

Комиссия оставила неизменной существовавшую систему мер и ограничилась при решении задачи создания эталонов сравнением имевшихся образцов мер, которые она затребовала от разных организаций, столичных и провинциальных. Были изготовлены первичные образцы мер, и при этом установлена связь между геометрическими параметрами разных мер. В процессе работы Комиссией были собраны образцы старых мер и весов, а также ранее изданные указы и положения, материалы о состоянии практической метрологии на Западе и пр. Частично на основании этих нормативных материалов был составлен, хотя и не утвержден официально, «Регламент, или инструкция, по которой имеет посту-



Электростатическая машина  
И. П. Кулибина, 1772 г. ГЭ.

пать (№№)\* в смотреии в Российском государстве над весами и мерами»; этот Регламент определял порядок хранения образцовых мер, правила изготовления, поверки и клеймения рабочих мер, типы и размеры весов и т. д. Он был в значительной степени использован в последующих метрологических работах, в указах и постановлениях, касавшихся организации измерительного хозяйства.

В 1741 г. М. Г. Головкин был арестован и сослан в Сибирь (в связи с государственным переворотом, при котором на престол была возведена Елизавета Петровна), и в начале 1742 г. Комиссия была распущена. Однако работы по упрочению метрологической базы частично были продолжены. На достижение единства измерений был направлен ряд законодательных актов (большинство о рассылке в города и наместничества заклеянных мер, остальные о порядке производства весов, об учреждении в Белоруссии «таких мер и весов, какие во всей империи» и др.).

**Единицы длины.** Прогрессивная реформа Петра I, положившего английский фут в основу русских мер длины, имела и теневые стороны. Она внесла некоторую двойственность подразделения в систему русских мер длины (сажень — аршин — вершок и сажень — фут — дюйм), причем эта двойственность распространилась также на системы квадратных

и кубических мер. Более того, помимо английского фута применяли, хотя преимущественно лишь в научной практике, французский (парижский) фут, рейнландский и пр. Вошли в употребление также иные, заимствованные с Запада единицы (прежде всего разные мили).

Обе системы мер длины (с аршином и с футом) сохранились в России в течение всего XVIII в. и долее. Лишь частично имело место более или менее четкое разграничение сферы использования их. Например, можно констатировать, что в текстильной промышленности нашли применение почти исключительно аршины и вершки, а в ко-

\* Так было обозначено подлежащее заполнению пустое место для наименования той или иной организации, должноствавшей проводить в жизнь положения «Регламента».

раблестроении — в основном футы и дюймы. В соответствии с этим размеры судов и судостроительных деталей указывали в футах, размеры же парусов — в аршинах; такое разделение встречается иногда в одном и том же документе. Даже в правительственных указах аршии и фут зачастую фигурировали совместно; так, в указе Сената от 24 июля 1741 г. предписывалось, чтобы сооружавшиеся дома располагались «от земли до нижнего пола на самых низких местах вышиною в  $2\frac{1}{2}$  аршина, а на прочих местах, которые воде не столь подвержены, на один фут выше большой прибылой воды». Об одновременном использовании аршина и фута в металлургической и металлообрабатывающей промышленности можно судить уже, например, по трудам генерала де Геннина (заведывавшего при Петре Великом сначала Олонецкими и затем Уральскими заводами), в которых предписывалось пользоваться «правилом» длиной в сажень с делениями как в футах и дюймах, так и в аршинах и вершках.

В полевых работах академиков, путешествовавших по России в 1768—1774 гг. и пр., употреблялись и те и другие меры нередко даже в одном и том же месте; примером могут служить выполненные акад. С. Г. Гмелином при поисках каменного угля в 70—80 верстах от Твери измерения, по поводу которых он писал следующее: «Зачали копать в трех местах... Земляные слои лежали следующим образом в глубину: верхний земляной слой — на четыре дюйма; средний каменный песок... — на два аршина; ил — на три дюйма;... глина с песком и известковым камнем — на поларшина [150, ч. 1, стр. 22].

Сфера использования парижского, равного 0,325 м, и рейнландского (0,316 м) футов, не вошедших в систему русских мер, была ограниченной. Первый из них преимущественно применяли ученые Академии наук, что объяснялось влиянием и частичным использованием вообще французской системы мер длины: туаз=6 футам парижским; фут=12 дюймам; дюйм=12 линиям; линия=10 точкам. В астрономической обсерватории Петербургской Академии наук имелась полученная из Парижа железная копия половины туаза, которая представляла «истинную меру половины 6 французских футов» и с которой сличали другие меры Академии. Наряду с этим в обсерватории имелись уже в 1738 г. или даже ранее («при машине Грагма») «медная линейка, на которой изображен подлинный аглинский фут» и «малая линейка, на которой размечена половина фута, чрез Сиссона, на 3000 частей» (Сиссон — английский механик XVIII в.), а также (по описи 1741 г.) 3 деревянные меры с латунными наконечниками на концах, длиной по 20 лондонских футов [139, т. 3, стр. 659]. Отношение парижского фута к английскому принято в XVIII в. равным  $\frac{1440}{1350}$ , где числитель и знаменатель представляли собой число

«точек» парижского фута в том и другом футе, т. е. равным  $\frac{16}{15}$ . Академики пользовались разными футами. Так, у Палласа встреча-

ются, например, не только «14 футов 9 дюймов парижской меры», но и «126 английских футов» [151] и т. п. Рейнландский (рейнский) фут нередко использовали, наряду с прочими, М. В. Ломоносов и Г. В. Рихман. Им пользовались также моряки, лаг-лины которых нередко подразделялись именно на рейнландские футы [145].

Наряду с 7-футовой саженью сохранялось употребление, хотя и в узких масштабах, сажени в 6 и 8 футов, например, в торговле лесом, как видно из «Общего тарифа» 1782 г., где на дрова и дровяные обрубки указаны пошлины, собираемые «с каждой сажени в 6 футов» и «с сажени в 8 футов» [152]. Кроме того, 6-футовой саженью в Морском ведомстве измеряли водные глубины [153]. По-видимому, именно в связи с этим акад. И. Г. Георги счел нужным оговорить, что при измерении глубины Байкала была использована 7-футовая сажень («сажень взята из расчета семи футов») [154, стр. 150].

1000-саженные версты, употреблявшиеся для измерения расстояний в Сибири и частично на юге и не вошедшие в систему единиц длины при Петре I, постепенно исчезали в XVIII в. из употребления. Уже в 1721—1722 гг. их рассматривали как «старые версты», в соответствии с чем находим такие предписания об устройстве почтовых станций на тракте от Тобольска до Соликамска: «расстоянием стан от стану новых по сороку верст, а старых по 20 верст» или «ехать из Красноярска до Иркутска и замерять версты... пятисотными верстами» [155, кн. 2, № 69 и 72]. В книгах XVIII в. именно 500-саженная верста указывается как узаконенная и общепринятая: «всякая верста имеет 500 сажень» [111, кн. 4, стр. 48]; «1 верста содержит 500 сажень» [126, стр. 67]. Паллас, сообщая о своих измерениях в Крыму, по-видимому, считал (как следует думать из его формулировки), что других верст, кроме 500-саженных, в это время не было: «Я измерил, — пишет Паллас, — диагональную линию от второго залива (Einbusen) бухты и соляного озера до маяка и нашел 1000 сажень, или 2 версты длины» [151, кн. 2, стр. 73].

Миля, применяемая главным образом в навигации, упоминается еще у Магницкого [39]: «каждому градусу великого земного колесе заключати 60 миль итальянских». В систему русских мер она не входила. Применяли несколько разновидностей мили: итальянскую, равную 1/60 градуса меридиана (приблизительно 1 3/4 версты), английскую, равную 3 итальянским милям, и немецкую, составлявшую 4 итальянских мили [111, кн. 4, стр. 26]. Доминировала итальянская миля, но ее значение в русских единицах на протяжении XVIII в. не было однозначно установлено, по-видимому, оно зависело от имевшихся в определенный момент у того или иного автора сведений о длине меридиана.

В русской литературе XVIII в. длину градуса принимали от  $102\frac{6}{7}$  до 105 верст, в соответствии с чем не было единообразным и значение мили.



На территориях с русским населением в XVIII в. местные меры почти исчезли, но они сохранялись на окраинах, населенных другими народностями или испытавших иноземное влияние. Из этих единиц были особенно устойчивыми меры западных областей, образованные под влиянием польской и немецкой метрологии; устойчивость единиц длины объяснялась, в частности, тем, что их использовали также для измерения земельных площадей. Продолжали применять разные бытовые и внесистемные меры; ими пользовались даже академики во время своих экспедиций.

В целях преодоления нарушения единства правительственными указами 1779—1780 гг., касавшимися не только мер длины, но и других, предусматривалось изготовление и рассылка образцовых мер в наместничества, а затем изготовление по указанию наместнических правлений для каждого ведомства их города по экземпляру для проверки мер, употребляемых при торговле.

**Единицы площади.** На единицах площади, являющихся производными от единиц длины, в первую очередь отражались и нарушения единства измерений длины, и мероприятия, направленные на его осуществление. В области измерения земельных площадей сказывалось нарушение единства не только единиц длины, но и самих земельных мер. Здесь имело место использование 1000 и 500-саженной верст, десятины и квадратной версты, десятин  $30 \times 80$  и  $40 \times 80$  сажен. Не исчезли совсем из употребления четверть и копна, их окончательное устранение тормозилось тем, что они фигурировали в старых писцовых книгах. Земельные площади некоторых, преимущественно вновь присоединенных, областей были измерены в местных мерах, и эти же меры продолжали применять на местах.

К середине XVIII в. были разработаны новые мероприятия для осуществления единства измерений площади, сформулированные в официальных документах, определявших формы выполнения генерального межевания, предпринятого во второй половине века. Было предписано измерять все сельскохозяйственные угодья (пашни, перелог, покосы и леса) только в десятинах  $30 \times 80$  сажен; сенные покосы и лесные угодья надлежало выразить в десятинах, соблюдая установленное отношение копны к десятине, «считая в версте по тысяче сажен трех-аршинных» и исходя из равенства 1 квадратная верста  $= 416\frac{2}{3}$ -десятины. Был отменен перевод результатов измерений в сохи и запрещено изменять непосредственные результаты измерений в зависимости от качества земли. Однако для отмеривания выгонов для скота была сохранена 500-саженная верста (лишь для Москвы было допущено употребление 1000-саженной версты). Двойственность подразделения была сохранена в предоставлявшейся землемерам «деревянной сажени, разделенной в аршины и в футы».

Все пахотные земли при генеральном межевании измеряли в русских мерах — десятинах, но окончательные результаты для тех земель, которые до того были измерены только в местных мерах, выражали

также и в четвертях, а лесные угодья, сенные покосы и пр. — также и в квадратных верстах; в особенности это относилось к западным губерниям — Смоленской и Новгородской, где землемерам надлежало «мерять в десятины, а измеряя в десятины, в межевые книги писать пашенную землю четвертьми, усадебные и огородные места и выгоны и сенные покосы и лесные и прочие угодья десятинами и верстами» («Инструкция межевщикам» [118, т. 14, № 10237]). Выражение десятин в четвертях было предусмотрено также по отношению к диким землям, стихийно освоенным для пахоты и еще не охваченным описями: «те земли, измеряя оные в десятины и положив в четверти... за теми владельцы отмежевать». Измеренные в десятинах земельные угодья, находившиеся в отошедших от Польши к России областях, надлежало выражать в принятых там польских мерах — «означать, сколько в которой даче из числа намеренных десятин составляет называемых по польски уволок». Для местных мер западных губерний (Смоленской, Могилевской, Полоцкой) были установлены переводные коэффициенты по отношению как к мерам площади («уволока», или «волока» = 19 десятинам, 2010 квадратным сажням, «морг» = 1452 квадратным сажням и пр.), так и к применявшимся в землемерном деле мерам длины («шнур» = 23 сажням трехаршинным, «локоть» = 14 вершкам).

**Единицы объема.** Если в торговле и сельском хозяйстве применяли в основном старые меры объема сыпучих тел и жидкостей, то в научных исследованиях, в строительстве, кораблестроении и некоторых других отраслях употребляли преимущественно кубические единицы. И до 1738 г. те и другие меры были совершенно независимы друг от друга. Соотношения между ними установлены не были. Будучи производными от единиц длины, кубические единицы характеризовались той же двойственностью (применяли как кубический аршин, так и кубический фут с их долями).

Местные меры сохранялись главным образом на западе и юге европейской России и в Сибири. Для мер объема сыпучих тел в Прибалтике (тогда именовавшихся Эстляндия, Лифляндия, Курляндия) более или менее общепринятым являлось соотношение: ласт = 24 тоннам\* (бочкам). В дальнейшем наблюдалось и новое, уже местное, нарушение единства измерений: в Риге тонна равнялась 2 лофам, или 12 кильмитам, или 54 каннам, или 108 штофам, в Ревеле — 3 лофам, или 9 кильмитам, или 108 штофам, в Нарве — 96 фиртелям или 768 (т. е. 96×8) каннам. Кроме того, в Риге, наряду с ластом, делившимся на 24 тонны (ласт пшеницы или ячменя), употребляли ласт ржи, равный  $22\frac{1}{2}$ -тонны, и ласт овса, гороха и солода, содержащий 30 тонн, а в Ревеле — мельничную или соляную тонну, равную 4 лофам. Для мер объема жидкостей имели место общие соотношения: ам(ом) = 4 анкерам (бочонкам) = 30 штофам. Были также индивидуальные местные меры: в Риге — фудер, равный 6 амам, фиртель, равный 6 штофам, тонна рижско-

\* Не следует смешивать с одноименной метрической мерой веса (массы).

го пива, равная 90 штофам; в Ревеле и Нарве — тонна пива или водки, равная 128 штофам, и пр. [156].

Для Украины, пользовавшейся значительным самоуправлением (административно-полковое устройство, выборные гетман и старшина, отсутствие правительственного чиновничьего аппарата), было характерно большое разнообразие мер, особенно в начале XVIII в., когда «не только каждый город и местечко, но даже многие продавцы имели свои особые меры» [157]. Для сыпучих тел были распространены разные четверики (перяславский, гадацкий, роменский, козельский и др.), осьмины, четвертинники, полчетвертинники и т. д.; для жидкостей — разные ведра, ведерки, кварталы и пр.

В некоторых отраслях хозяйства бытовали особые меры, отличные от установленных по значениям и наименованиям. В морском флоте употребляли, например, «бочки на пресную воду мерою по 2 ведра бочка» [158, ч. 1, стр. 220], «чарки вина, из которых в ведре по 100 чарок» [159, ч. 1, стр. 487] и пр. «Регламентом о управлении Адмиралтейства и верфи» (1722 г.) был установлен особый тип бочек для пороха: «Бочкам надлежит быть с порохом пушечным и ручным по три пуда и равной длины и ширины» [118, т. 6, № 3485]. Для вина вошел в практику «галенок, мера мокроты, осьмая часть ведра» [140, ч. 2, стр. 6]. В торговле с западными странами в качестве мер для вина были допущены оксофт, анкерок, штоф.

На протяжении XVIII в. правительственные органы проводили ряд мероприятий, направленных на устранение нарушений единства измерений объема.

В 1745 г. был издан указ об изготовлении образцовых медных хлебных мер (осьмин, полуосьмин и четвериков) и о рассылке их на места для изготовления по ним деревянных рабочих мер. Указом была предусмотрена градация изготовления, клеймения и рассылки мер от столицы до уездов: было предписано «каждых по одной мере заклея, разослать в губернии и провинции\*, с которых сделать такие же деревянные меры и, заклея оные, разослать в города, а в тех городах по тому ж, со оных сделав равные и деревянные меры и заклея, разослать тех городов в уезды по разным местам» [118, т. 12, № 9559]. В 70-х годах было опубликовано несколько указов, касавшихся мер объема жидкостей. Указом Сената от 9 апреля 1773 г. предписывалось изготовить «новые ведра в указную меру», сравнить их с «указным ведром», заклеить и разослать «во все губернии, провинции и города», чтобы «впретъ везде мера была равная и одинакая» [118, т. 19, № 13970]. Мероприятия, касавшиеся «приведения ведерной меры во всех местах в равенстве», естественно, привели к аналогичным мероприятиям относительно бутылок, — в частности, к предписанию, чтобы бутылки «были везде одинакие и указной меры» и по своему объему находились в строго определенном соотношении с «указным ведром»

\* Т. е. в главные города губерний и провинций.

( $13\frac{1}{3}$  бутылки в ведре). Наконец, указом от 29 апреля 1797 г. было поручено Гаскойну\* определить объем «казенной нынешней печатной кружки и четверика» в кубических дюймах и на основе полученных результатов «сделать в настоящую величину кубичную меру, по которой уже выливаться будут..., по приложенной при сем форме, чугунные кружки, ведра, гарнцы и четверики» [118, т. 24, № 17938]. Литье всех этих мер было поручено «в рассуждении единообразия и верности» только казенному Александровскому заводу (одному из Олонецких заводов), а через два года — также казенным заводам Кронштадскому и Луганскому. Кроме того, были нормированы материал и форма мер: в качестве материала был указан чугун, а меры должны были иметь правильные геометрические формы.

Для местных мер устанавливались соотношения с русскими мерами, которые вводили в использование наряду с местными. Так, для мер Эстонии, как видно из указа Сената от 3 августа 1736 г., были установлены следующие соотношения: 1 револьский ласт = 72 «тамошним пурам» = 14 российским четвертям и 2 пурам (т. е. 1 четверть = 5 пурам). В револьские казенные (военно-продовольственные) магазины хлеб принимали «в тамошнюю пуровую меру», а «употребление в расход» шло «в Российскую меру» («осминную меру»). Для второй половины XVIII в. в литературе указываются следующие соотношения: для мер прибалтийских областей: рижский ласт ржи = 15 российским четвертям, ласт пшеницы = 16 четвертям, ласт овса = 20 четвертям, револьский ласт = приблизительно  $16\frac{1}{2}$  четверти [156], нарвский ласт — около  $17\frac{1}{2}$  четверти. Анкер (рижский) равнялся 3 русским ведрам.

По отношению к мерам Украины только с 1734 г. стали проводить мероприятия по уменьшению разнообразия местных мер и устанавливать обязательные твердые соотношения между общегосударственными и местными мерами. Из Москвы были присланы клейменные медные четверики, подлежащие распределению по полкам. В дальнейшем было предписано сделать и прислать из сотенных канцелярий в Генеральную войсковую канцелярию кварталы, полкварты и четверти кварталы, которые после их поверки и клеймения были посланы обратно с распоряжением, чтобы все продавцы сделали с них копии, также подлежащие клеймению. Однако этих мероприятий оказалось недостаточно: в 1766 г. было выяснено, что присланные из Москвы меры сохранились только в трех полках, а в употреблении по-прежнему были разнообразные местные меры. Последующие мероприятия привели к более или менее значительным результатам лишь после ликвидации местного административного устройства (1781 г.) и введения управления по типу существовавшего в России.

\* Приглашенный из Англии крупный специалист, директор Карронских заводов, которому в России была поручена реорганизация Олонецких заводов.

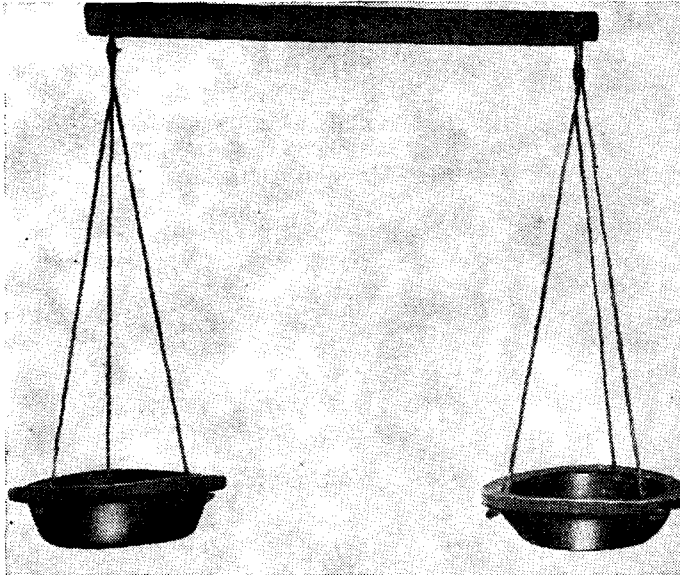
В белорусских губерниях — Могилевской, Полоцкой (Витебской), — вошедших в состав России в 1772 г., было в том же году предписано «меру и вес... учредить такие же, какие во всей империи» [118, т. 9, № 13815]. Наоборот, в Новороссийском крае (в южных степях), в котором правительство представляло земли для заселения выходцам из соседних стран (болгарам, сербам, волохам, молдаванам, венграм), приглашая их туда на льготных условиях, сознательно допускали стихийное разнообразие мер.

**Единицы веса.** В XVIII в. наряду с основной системой единиц, используемой в торговле и промышленности, были допущены к применению системы единиц «аптекарского» и «пробирного» веса. Эти обе системы связаны определенными соотношениями с основной и области применения их были более или менее строго разграничены, так что нарушение единства измерений практически не было особенно ощутимым, и обе системы сохранились в России до введения метрической системы мер. Кроме того, еще в начале века в артиллерии был внедрен особый «артиллерийский» (нюнрибергский вес).

Система единиц аптекарского веса, разработанная Салернской медицинской школой еще в XII в., проникла в дальнейшем повсеместно в область научных исследований. Она имела следующий вид: фунт = 12 унциям, унция = 8 драхам, драхма = 3 скрупулам, скрупул = 20 гранам, так что фунт содержал в себе 5760 гранов ( $2^7 \cdot 3^2 \cdot 5$ ).

В России аптекарский фунт равнялся  $\frac{7}{8}$  обычного торгового фунта. При выражении в метрических мерах получаем следующие приближенные значения: фунт = 358,3 г, унция = 29,9 г, драхма = 3,7 г, скрупул = 1,2 г, гран = 0,06 г. Меры аптекарского веса применяли не только при изготовлении лекарства, пороха и пр., но и в научной практике. Ими широко пользовались академики (М. В. Ломоносов, Т. Е. Ловиц и др.) при физико-химических исследованиях как в лабораторных условиях, так и во время экспедиций. У Т. Е. Ловица читаем: «Я очистил 4 фунта хлебного вина 16 унциями угольного порошка... Я получил 31 драхму и 20 гран совершенно обезвоженного водного спирта» [160, стр. 55]. В сообщениях о кавказских минеральных источниках читаем, что в 20 аптекарских фунтах воды Константиновского источника содержится 17 гран углекислой магнезии,  $156 \frac{1}{2}$  грана поваренной соли и пр., в фунте воды Петровского источника — «12 унций Глаубер-соли, 3 грана известной земли» и т. д.

Пробирный вес применяли в основном на рудных разработках и на монетных дворах для взвешивания малых количеств золота и серебра. В системе мер пробирного веса были сохранены наименования мер обычного (торгового) веса, но значения мер были уменьшены в 3840 раз ( $2^8 \cdot 3 \cdot 5$ ), так что 1 пуд пробирного веса равнялся 1 золотнику торгового веса. Это был «умаленный» (уменьшенный) вес. М. В. Ломоносов рекомендовал пользоваться «уменьшенным весом, где вместо пуда мо-



Весы ручные (деревянные) XVIII в. ВНИИМ

можно взять золотник и разделить на 40 частей и оные употреблять вместо фунтов. Сии уменьшенные фунты разделять на половины, четверти и осьмушки фунта и на золотники, на половины и четверти золотника» [137, т. 5, стр. 471]. Эту своеобразную систему мер веса продолжали применять в России и в самом конце XVIII в., что видно, например, из вышедшей в 1801 г. книги «Пробирное искусство» акад. В. М. Севергина, в которой фигурируют даже

«шестины» (шестые доли) золотника.

«В России, — писал Севергин, — измеряя количество руд и металлов пудами, берется пробирный пуд, равной одному золотнику, которой и разделяют далее на сорок частей или умаленные фунты, а сии фунты на умаленные золотники и имеют половины, четверти и шестины золотника». К изготовлению и применению мелких гирек для пробирного взвешивания предъявлялись особые требования: «уменьшенный вес, — писал Ломоносов, — делают из меди или серебра, мелкие частицы вырезают из тонких медных листков и из шумихи... Гирьки... кладут на вески остроконечными маленькими щипцами». Севергин указывал, что «разновесы... всего лучше делать из чистого серебра, а притом с величайшей точностью, и сверх того чрез каждый месяц надлежит их так, как и самые вески, поверять».

Артиллерийский вес («нюрнбергский вес») был введен сподвижником Петра I, одним из основателей Навигацкой школы, артиллеристом, астрономом и вообще одним из самых разносторонне образованных людей своей эпохи, генералом-фельдцейхмейстером Я. В. Брюсом. Появление этого веса объясняется существовавшим в то время в Германии способом проверки диаметра ядер на основе зависимости между выраженным в нюрнбергских дюймах диаметром и материалом фунтовых ядер: диаметр фунтового свинцового ядра =  $1\frac{5}{6}$  дюйма, железного ядра =  $2\frac{1}{24}$  дюйма, каменного =  $3\frac{1}{7}$  дюйма [161]. Брюс видоизме-

нил эту зависимость: он взял за основу чугунное ядро диаметром 2 английских дюйма и приравнял вес его одному условному фунту, который был установлен как единица «артиллерийского» веса и оказался равным 115 золотникам. На этой основе Брюс разработал «артиллерийскую шкалу», характеризовавшую соотношения между диаметром и весом ядер. Артиллерийский вес применяли только для круглых ядер\*.

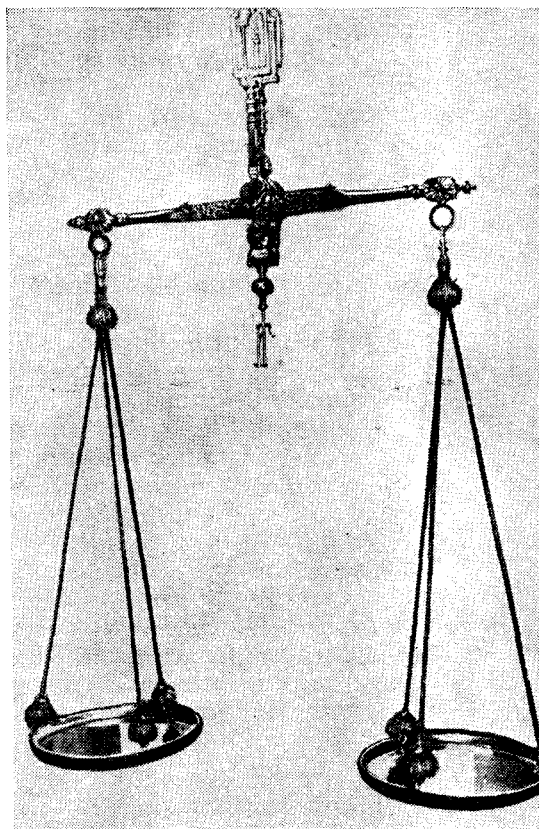
Существовали также разные местные меры веса. В Прибалтике такие меры составляли довольно хорошо разработанную систему. Для Риги, где система получила особенно полное выражение, она выглядела следующим образом: ласт = 12 шиффунтам (корабельным фунтам), шиффунт = 4 лофам, лоф = 5 лисфунтам, лисфунт = 20 фунтам, фунт = 20 маркам, марка = 8 унциям, унция = 2 лотам, лот = 4 квинтелям, или драхмам. Однако даже местного единообразия мер в Прибалтике не было. В Ревеле из этих мер, по-видимому, отсутствовали ласт, лоф и марка, а в Нарве — также унция и квинтель, и вместе с тем в Ревеле имелись тонна ( $3/5$  шиффунта) и центнер ( $1/2$  тонны), а в Нарве — пуд (0,1 шиффунта) и золотник ( $1/3$  лота) [156]. Значения одноименных мер всех этих городов были несколько различны.

На Украине среди мер веса также отсутствовало единообразие, хотя и в меньшей степени, чем в мерах объема. Употребляли кантару (96 фунтов), пуд (50- и 40-фунтовый), безмен (32 фунта) и пр.

Наиболее важным из мероприятий, направленных на унификацию, являлось создание эталона русского фунта, для чего Комиссии 1736 г. пришлось предварительно сравнить меры веса разных учреждений. Значения полученных Комиссией из разных мест мер веса более или

\* Подобные системы сохранились до наших дней. Например, 12-й калибр охотничьих ружей означает, что из фунта свинца можно изготовить 12 шаровых пуль нужного диаметра, 16-й калибр — 16 пуль и т. д. (Прим. ред.).

Весы Сестрорецкого завода для драгоценных металлов 1747 г. ВНИИМ



менее отличались друг от друга, но все же выделялись как по качеству изготовления, так и по сохранности меры монетных дворов и таможен (особенно петербургской). В конечном итоге предпочтение было отдано гилям Петербургского монетного двора, которые еще в 1727 г. и особенно в 1735 г. были тщательно поверены, причем оказалось, что они «между собой до шестой надесят доли золотника явились во всем сходственны» [138, № 1656]. Они были приняты за первичные образцы мер веса. В августе 1738 г. А. К. Нартов изготовил копии первичных образцов — пуда и фунта. В соответствии с заданием они были сделаны из меди и имели кубическую форму. Сличение пуда с первичным образцом было проведено на весах петербургской таможни под общим руководством Коммерц-коллегии, как доносил Нартов относительно пуда, «повереван оный пуд против Монетного пудовика на весах на одобренных мною и профессорами портовой таможни и под командою Коммерц-коллегии» [139, т. 3, стр. 780]\*. Были определены линейные размеры, причем получили значение 2,8 вершка для ребра кубической пудовой гири и 0,82 вершка для ребра футовой гири («разделенного одного вершка восемь частей и две линии девятой части»). Таким образом, все основные меры веса, как и меры объема, стали связаны друг с другом посредством определения численных соотношений их геометрических параметров. Выбор материала («зеленая медь»)\*\* оказался, как отмечал еще акад. А. И. Ламберти, не особенно удачным, поскольку зеленая медь подвержена коррозии и «не есть чистый материал», так что другие одноименные гири из того же материала неизбежно «будут разнствовать в их удельном и настоящем весе» [10, стр. 18]. В 1747 г. в порядке завершения эталонных работ по указаниям Комиссии был изготовлен на Петербургском монетном дворе достаточно стойкий против коррозии бронзовый золоченый фунт, санкционированный как первичный образец (государственный эталон) русских мер веса; однако удельный вес материала не был определен, что несколько затруднило возобновление эталона фунта в XIX в.

Образцовые меры веса рассылали на места как в середине XVIII в., так и в соответствии с указами 1780 и 1797 гг.; последним из указов был установлен единообразный материал для гирь (чугун) и сконцентрировано изготовление гирь на определенных заводах.

Для достижения верности и единообразия весоизмерительных устройств давали специальные задания опытным механикам. Так, например, еще в 30-х годах XVIII в. Н. П. Крекшин сконструировал торговые весы, сводившие к минимуму возможные ошибки и злоупотребления и заслужившие (после внесенных в конструкцию исправлений) следующий отзыв акад. Л. Эйлера и Г. В. Крафта: «Что до самой практики принадлежит, то мы в таком мнении остаемся, что сии весы, какой

\* Под «профессорами» имеются в виду акад. Г. В. Крафт и Л. Эйлер.

\*\* «Зеленая медь» — сплав красной меди и цинковой руды.



бы сие переменою ни были, больше испорчены (т. е. ухудшены—*Н. Ш.*), чем поправлены быть могут» [138, № 1656, л. 309].

В целях постепенного устранения местных мер были установлены соотношения между местными и русскими мерами и проведены мероприятия по введению последних в практику. Так, для прибалтийских мер были установлены следующие соотношения их с русскими мерами: «45 ф. рижс. равны 46 ф. российским... 19 ф. ревельских равны 20 ф. рос... Нарвской вес тяжелее российского около  $14\frac{1}{2}\%$ » [156, стр. 59, 60].

На Украине в 1734 г. собрание старшины постановило пользоваться везде только 40-фунтовым пудом, и в том же году из Москвы были доставлены образцы мер веса. Однако в 1766 г., как и для мер объема, выяснилось, что московские меры веса сохранились только в трех полках и что вообще сколько-нибудь достаточное единообразие мер не наблюдалось. Его более или менее добились (как и по отношению к мерам объема) только в последние два десятилетия XVIII в.

\* \*  
\*

Хотя в XVIII в. единство измерений не было еще достигнуто в достаточной степени, однако в отношении унификации в России положение обстояло значительно лучше, чем в большинстве стран Запада, уже потому, что была официально установлена единая система мер и осуществлены исходные общеобязательные образцы мер длины, объема и веса.

Быстрый рост торговых связей с западно-европейскими государствами еще с конца XVII в. привел к необходимости внимательно учитывать также метрологическое разнообразие, имевшее место за границей.

Ряд печатных трудов русских авторов XVIII в. (особенно М. А. Матинского [156]) свидетельствует о метрологическом разнообразии в Западной Европе. То же явствует из монографий иностранных авторов, которые вместе с тем вынуждены были признавать успехи России в области унификации мер. Особенно обстоятельно различные системы мер охарактеризованы в переведенной в 1762—1763 гг. на русский язык книге Ж. П. Ришара «Торг амстердамский» [162]. Так, даже для такой небольшой страны, как Голландия, в этой книге указаны меры амстердамские, лейденские, дельфтские, гарлемские и многие другие, а также меры «провинций» Утрехтской, Брабантской, Гельдернской, Зеландской, Фландрской и притом с дальнейшими модификациями в городах этих «провинций».

В противоположность этому автор в главе «О коммерции Российского государства» замечает: «Во всем Российском государстве — единая монета, мера и вес».

При сношениях с Западом и, в частности, при составлении технических условий на ввозимое оборудование значительные осложнения

возникали из-за различных числовых значений одноименных мер в разных государствах (а иногда даже и в одном государстве); в этих случаях приходилось тщательно заботиться о точности формулировок метрологического текста технических условий и своевременно изменять, (например, размеры) в зависимости от того, в какую страну давали заказ. Один из таких случаев, имевших ощутительные отрицательные последствия, зафиксирован в следующих строках письма Петра I (сентябрь 1714 г.) с выговором князю Куракину за неудачное оформление заказа на постройку кораблей: «Присылали вы роспись подрядным кораблям, которым написана пропорция амстердамскими футами, а я к вам всегда писал, чтоб английскими, о чем зело удивляюсь, для чего сие пренебрегли, ибо убыло в длину более 10 фут, также и в ширину» [159, ч. 1. стр. 570].

#### **ПОЯВЛЕНИЕ НОВЫХ ОБЛАСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЙ И РАСШИРЕНИЕ СФЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕР И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ**

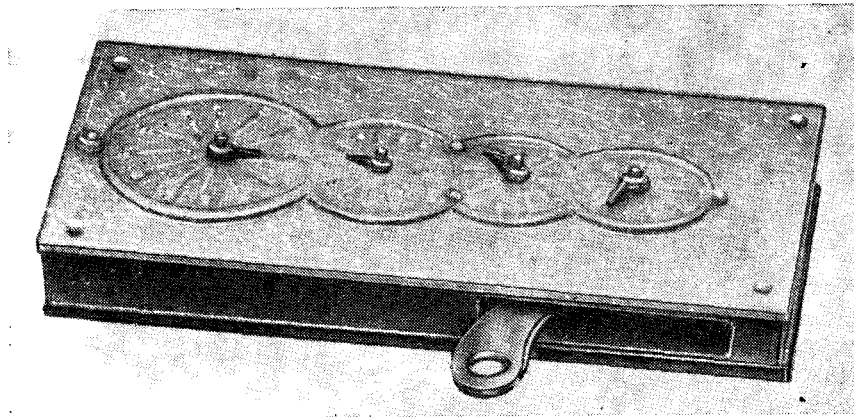
**Измерение длины.** Важной сферой применения мер длины являлось их использование для картографических целей. Еще в 1705 г. было точно измерено расстояние от Петербурга до Москвы по новому, более прямому пути. В первой половине XVIII в. мерами длины широко пользовались «геодезисты» (точнее топографы) в процессе топографической съемки Европейской России и частично Сибири (1715—1744 гг.). Инструкцией Петра I 1721 г. («Пункты, каким образом сочинять ландкарты») «геодезистам» предписывалось «измерять и записывать имянно, сколько от того города по мере явится до первой деревни и от первой до прочих...». Благодаря измерениям, проводившимся в гражданском строительстве, мы имеем, например, интересные сведения о том, что в 1723 г. в Петербурге общая длина улиц на Петербургской стороне составляла уже  $17549\frac{1}{2}$  сажень, на Адмиралтейском острове — 5625 сажень, на Выборгской стороне —  $3900\frac{1}{2}$  сажень и т. д. В промышленности масштабы использования мер возросли главным образом вследствие увеличения числа предприятий большей насыщенности их мерами и усиления контроля. Повышены были требования к тому, чтобы продукцию «в мере и весе свидетельствовать», чтобы однотипные изделия были «в мере и весе сходны», чтобы жестяные листы имели одинаковую «толстоту» и пр. (Инструкция начальника уральских заводов генерала де Геннина, 1724 г.) [163, ч. 1].

Введенные Петром I фут и дюйм получили значительное применение в новых и быстро развивавшихся отраслях хозяйства, а также в научно-исследовательской практике. Еще на пороге и в начале XVIII в. их широко использовали в кораблестроении: «Корабль «Штандарт», длина 90 фут, ширина 24 фута, высота 9 фут. голландских» [159, ч. 1,

стр. 16]. «Галеры... кумпанства Святейшего Патриарха с рязанским митрополитом, длина 145 футов 6 дюймов, ширина 21 фут, индеруйм 7 фут 2 дюйма» (1704 г.) [158, Приложение, ч. 2, стр. 24]. Данные меры применяют при нивелировочных работах, в частности при трассировке соединительных каналов будущих систем Вышневолоцкой, Тихвинской и Марининской, для связи Невы с Волгой [164], при измерениях водных глубин, в гидротехническом строительстве, в навигации (морская мера расстояний «узел» выражалась в английских футах) и пр. В то же время еще употребляли глазомерные оценки и произвольные единицы измерения даже в практике государственных чиновников и исследователей России. Так, расстояние между Якутским и Охотским морем было определено в 1715 г. (Филиппом Антипиным, Степаном Максимовых) преимущественно в днях пути «парусного побега» или «нартенного хода». Даже академики в ходе исследовательских экспедиций по России пользовались иногда бытовыми мерами и прибегали к глазомерным определениям: у П. С. Палласа читаем, что Кирьяковское озеро «по глазомеру, кажется, имеет в длину верст шесть, а в ширину — 4 версты» [165, ч. 2, стр. 157]. И. Г. Георги, проводивший исследование Байкала, писал: «Расстояние между местными предметами, заливы, углы и пр. определялись частично по правилам измерительного искусства, а частично также путем оценок» [154, ч. 1, стр. 49]. Однако на фоне широкого использования мер длины такие случаи являлись относительно редкими.

В послепетровскую эпоху масштабы использования мер длины еще более возросли. В 1732 г. было точно измерено большинство дорог Европейской России и частично в Сибири. Совершена громадная работа по описи почти всего северного побережья России от Архангельска до мыса Дежнева и отчасти восточного (Великая северная экспедиция 1733—1743 гг. и последующие), по измерению длины многих рек Европейской России и Сибири, по описям Балтийского, Каспийского и Белого морей и пр.

В деятельности знаменитых физических экспедиций Академии наук 1768—1774 гг. (под руководством П. С. Палласа, И. И. Лепехина, С. Г. Гмелина, И. П. Фалька, И. А. Гильденштедта, И. Г. Георги), охвативших Европейскую Россию, Сибирь и Кавказ, использовались все меры длины — от версты до дюйма. При некоторых измерениях доминировали аршины, футы и дюймы, примером могут служить измерения С. Г. Гмелина при исследовании залежей каменного угля недалеко от Твери [150]. Нашла применение такая малая мера, как линия. М. В. Ломоносов выражал размеры не только в линиях, но даже в ее долях в научно-исследовательских работах: «диаметр одного шара был 18 линий, полости —  $5\frac{2}{3}$  линии, толщина ледяной корки — 1 линия; диаметр второго — 17 линий, полости —  $\frac{1}{2}$  линий, толщина ледяной корки —  $\frac{3}{4}$  линии» [137, т. 2, стр. 155]. Представляет интерес тот факт,



Шагомер XVIII в. ГИМ

что у Г. В. Рихмана в некоторых случаях результат указан не в линиях, а сотых долях дюйма, так, он упоминает, что пользовался кубиками **каменной соли со сторонами «приблизительно 0,56 лондонского дюйма»** и «0,51 лондонского дюйма» [149, стр. 57]. Применение линии в производстве способствовало повышению точности измерений. Для новых мер длины были введены символические обозначения I, II III и IV соответственно для фута, дюйма, линии и доли, или скрупула (десятой части линии). Первоначально эти обозначения были прямыми и их ставили над соответствующей цифрой, так что в первой половине XVIII в. число 5 футов 7 дюймов 6 линий 3 доли обозначалось как  $\overset{\text{I}}{5} \overset{\text{II}}{7} \overset{\text{III}}{6} \overset{\text{IV}}{3}$ , затем обозначения стали изображать наклонно и ставить вправо от цифр.

XVIII в. отмечен значительным прогрессом в отношении средств и методов измерения. Для измерения расстояний стали применять железные цепи, иногда также шагомеры; для разностей высот — нивелирные рейки с делениями в долях дюйма; для глубин — лоты. Были введены правила для изготовления сажень, мерных веревок, цепей: «употребляемая при измерении сажень есть четвероугольной деревянной брусок, на котором из зеленой или красной меди маленькими гвоздями назначены футы и дюймы... Вербке надлежит быть хорошо ссученной из твердых и толстых ниток или тонких снуров... длиной она бывает в 20, 30, 40 и более сажень... Цепь делается... длиною от 5 до 10 сажень... каждая сажень разделена на звенья, каждое из оных представляет футу, а иногда полуаршин; помянутые звенья одно к другому прикрепляются маленькими кольцами, а для различия сажень делается большие кольца или прикрепленные бляшки» [136, ч. 2, стр. 71—73].

Мерные веревки продолжали применять в течение всего XVIII в. «Мерной вервью» был определен ряд расстояний в Сибири в начале

века (Степаном Максимовых в 1715 г., Иваном Харитоновым в 1719 г. и др.) да и в конце века, если сколько-нибудь высокая точность не требовалась, например, при маршрутных съемках; так в 1791—1792 гг. при маршрутной съемке пути от Мечигменского залива до Нижне-Колымска участник экспедиции Биллингса—Сарычева «штурман Батаков... замечал направление пути по компасу и измерял в то же время перейденное расстояние веревкой» [166, стр. 18]. Применяли веревки и для измерения глубин.

При точных измерениях расстояний железные цепи вытеснили мерные веревки. В. Н. Татищев указывал, что еще «в 1732 году едва не все главные дороги для верности цепями измерены и столбы вновь с надписями поставлены» [140, ч. 1, стр. 232—233].

Точность измерений длины была различной в зависимости от средств измерения, линейных параметров измеряемых объектов, условий измерения и пр. Расстояния измеряли большей частью с точностью до сажени или полусажени (иногда до фута). При измерениях земельных участков с помощью железных цепей в процессе генерального межевания погрешность составляла примерно  $1 \cdot 10^{-2}$ — $3 \cdot 10^{-3}$  ( $\pm 0,5$  сажени для расстояний до 500 сажени). Базис между Петергофом и Дубками длиной 21,2 версты был измерен в 1737 г. по льду акад. Жозефом Делилем с точностью до фута. При нивелировках в гражданском и гидротехническом строительстве точность была довольно высокой. Результаты нивелировок, проводившихся инженером Д. Перри в первом десятилетии XVIII в. для проведения системы соединительных каналов между Невой и Волгой, выражались для высот с точностью до фута, при нивелировках рек во второй половине XVIII в. — с точностью до дюйма, максимальная разность уровней Мытищинских ключей и р. Москвы была определена генералом Бауром в 1780 г. с точностью до  $\frac{1}{2}$  дюйма (102 фута  $7\frac{1}{2}$  дюйма), а при проведенной им же нивелировке Петербурга в 1777 г. — частично с точностью до линии. В промышленности для повышения точности измерений вершки на аршинах подразделяли на части «супельными линиями»; на горных заводах, находившихся под управлением генерала де Геннина, применяли разные категории «указанных марок», отличавшихся друг от друга по ширине на «десятую часть дюйма аглинского фута».

**Измерение площади.** Если в XVII в. результаты измерений, выраженные в десятинах, требовалось еще «положить в четверти», то в XVIII в. десятину стали употреблять для выражения окончательных результатов измерений. Кроме того, если ранее квадратные меры применяли для выражения площадей лишь изредка, то теперь ими стали довольно широко пользоваться в разных областях измерений.

В области землеустройства десятинна нашла особенно широкое применение при охватившем постепенно всю Европейскую Россию генеральном межевании земель, начатом в 1766 г. и законченным только

во второй половине XIX в. Территориально масштабы использования десятины увеличились и вследствие того, что измеряли площадь всего трехпольного пахотного участка («все три поля мерить во обще») в противоположность измерению одного лишь поля в XVII в.; «Инструкция» 1766 г. [118, т. 17, № 12570] учитывала достаточно высокое техническое оснащение землемеров. Линейные размеры участков измеряли уже не «мерным вервями», а 10-саженными железными цепями, в которых каждая сажень была разделена на звенья по 1/2 аршина. Сами измерения проводили лица, достаточно знакомые с основами геометрии и тригонометрии, — геодезисты; было предписано: «при каждом межевишке быть для меры земли и сочинения ландкарт по одному геодезии офицеру или геодезисту с принадлежащим по наукам их инструментом». Большое значение имело то, что в «Инструкции» был приведен конкретный пример организации и методики выполнения измерений земель (в том числе также городских) в районе некоторого вымышленного г. Красного, а также пример обработки результатов.

К концу 1796 г., т. е. через 30 лет после начала генерального межевания, были измерены и обмежеваны в Европейской России земельные участки общей площадью свыше 152 миллионов десятин (приблизительно 166 млн. га).

В целом в сельскохозяйственной практике квадратные меры использовали лишь в ограниченной степени (напомним, что десятину выражали через квадратные сажени, но сама по себе она не была квадратной мерой). Более широкое применение они получили для измерения городских земельных участков и для измерения в процессе городского строительства, а также в технике и научных исследованиях. В соответствии с таким разнообразием областей измерений диапазон применяемых квадратных мер был довольно обширен: от квадратных сажен до квадратных линий. Если в документах XVII в. результаты измерений городских земельных участков выражали почти исключительно в линейных размерах, то уже при Петре I стала получать распространение квадратная сажень даже для больших площадей. Так, известно, что площадь, занятая в Петербурге «дворовыми местами» (с постройками), составляла в 1723 г. 450063 квадратных сажен на Петербургской стороне,  $107608\frac{1}{2}$  — на Выборгской стороне,  $164303\frac{5}{6}$  — на Московской стороне и 122159 — на Адмиралтейском острове [161, стр. 184—188]. Квадратные сажени и аршины получили значительное распространение в области строительства, где они применялись прежде всего при планировке застроек. Квадратные меры были очень удобны для установления оплаты при сделанных работах: «За вымощение по 1 коп. с квадр. аршина... За работу покрыть всю кровлю на 2 вершка глиною... по 1 коп. с квадр. аршина» [167, стр. 160]. Эти же меры использовали для выражения размеров площадей строящихся и уже существующих зданий: «Каменный бывший дом князя Меньщикова... всего квадратных 7462 сажени» [168, стр. 164].

Квадратные меры получили применение в зарождавшейся тогда теплотехнике, где при определении давлений нельзя было ограничиваться выражением результатов измерений в линейных размерах. Здесь применение этих мер было связано в первую очередь с именем выдающегося русского конструктора И. И. Ползунова (1728—1766 гг.). В докладных записках и расчетах Ползунова, относящихся к 60-м годам XVIII в., фигурируют преимущественно квадратные дюймы: «Придет на один квадратный дюйм тягость воздуха, что лежать будет в машине на эмволе (на поршне — *Н.Ш.*),  $15\frac{3}{4}$  фунта» [169, стр. 379].

В дальнейшем квадратными мерами (особенно квадратными дюймами) пользовался в области теплотехники персонал заводов, строивших паровые машины (Александровский завод, завод Берда). В научной практике результаты измерений выражали обычно в малых квадратных мерах. У М. В. Ломоносова читаем: «Площадь разрыва... была 480 квадратных линий», «Столб ртути... основанием в 41 квадратную линию» [137, т. 2, стр. 151 и 153].

В конце XVIII в. квадратные меры (версты) были использованы для вычисления площади России. Эта работа первоначально была выполнена в 1786 г. акад. Г. Д. Крафтом, который получил следующий результат: «Сумма географической поверхности России состоит из 330506 квадратных географических миль, или из 16041290 квадратных верст [170, стр. 91]. В 1795 г. аналогичная работа была проведена акад. Ф. И. Шубертом, получившим в результате 16273896 квадратных верст [171]. В обоих случаях единицей являлась трапеция с размерами 30' по широте и 1° по долготе, причем задача решалась на сфероиде со сжатием 1 : 200.

**Измерение объема.** Для измерений объема сыпучих тел в основном применяли меры от четверти до малого четверика; о масштабах использования этих мер можно судить по документам, относящимся к выполнению хлебозаготовок государственными органами. Например, указы, относящиеся к Воронежской и Белгородской губерниям (август 1736 г.) требовали: «провианту поставить муки по два четверика, круп по осьмой доле четверика с души», исходя из разверстки «муки 238875, крупы 14810 четвертей». Очевидно, что если только в двух губерниях единовременным правительственным распоряжением требовалось отмерить около двух миллионов пудов такими небольшими мерами, как четверики и малые четверики, то по отношению к заготовкам во всем государстве, выражавшимся десятками миллионов пудов, количество актов измерения возрастало во много раз.

Использование кубических единиц, выражающих объем тел на основании линейных измерений, чрезвычайно расширилось, особенно в качестве счетных единиц при составлении проектов и пр. Если в XVII в. они в основном фигурировали в руководствах по арифметике, торговому делу и т. п., а не в практических расчетах, то в XVIII в. их стали довольно широко применять в некоторых отраслях хозяйства, прежде всего

в строительном и гидротехническом строительстве при косвенных измерениях и составлении смет и отчетностей на расход материалов (кирпича, песка, глины и пр.). Примером может служить отчет о выполнении подготовительных работ для переливки московского Царя-колокола, разбившегося в 1737 г.: «К разжиганию и разбитию прежнего и к вылитию вновь означенного колокола... от заводчиков и из прочих мест принято припасов и материалов порознь, а именно: кирпича... кубических сажень 15... Глины красной на яму и печи и к прочим делам кубических сажень 636... Камня дикого кубических сажень 80... Песку желтого... кубических сажень 250... Земли... кубических сажень 80» и т. д. [172, приложение 8, стр. 48—51]. В проекте типового строительства крестьянских жилищ 1783 г. читаем: «Окружные стены составляют, по вычете из них окон и дверей, 350 кубических аршин. Простенки — 156 кубических аршин. Стены составляют 313 кубических аршин» [167]. Эту же меру использовали в качестве единицы при оплате работ и строительных материалов: «Каменщикам за работу с кубического аршина по 5 коп... За 50 куб. аршин извести по 50 коп. — 25 руб.» С помощью кубических единиц стали выражать не только объем воды, но и объем пара. И. И. Ползунов пользовался «кубичными футами», например, для выражения объема воды в «запасном деревянном бассейне», объема воды и пара в сооруженном им котле, в котором, по его словам, «кубичное содержание воды — около восемнадцати, а паров — тридцать четыре фута». Кубические меры получили применение в научной работе, у физиков и химиков. В сочинениях Ломоносова, Рихмана и других академиков встречаются главным образом малые единицы: кубический дюйм, кубическая линия.

Наряду с неовещественными кубическими мерами использовали также вещественные. Их применяли при прямых измерениях, когда требовалось получить результаты непосредственно в кубических единицах. Такие меры употребляли не только в научно-исследовательской практике, но и, например, при определении объема больших массивных тел неправильной формы. Так, для определения объема статуи использовали водонепроницаемый ящик, заполняемый водою, и полую кубическую меру («сосуд такой, который бы содержал в себе точно кубический фут или кубический дюйм») [173, стр. 198], искомый объем непосредственно определяли в кубических единицах. Употребляли эти меры также и для метрологических целей, что имело место еще в деятельности Комиссии 1736 г. Иногда это вызывалось прямой необходимостью. Метролог XVIII в. маркшейдер Мартов, которому в 1780 г. было поручено определить в кубических единицах фактический объем изготовленных для 18 наместничеств России образцовых мер объема, не мог использовать линейные меры ввиду неправильной формы и грубого изготовления мер и потому требовал из Берг-коллегии, наряду с точными весами («дабы узнать, сколько кубический фут невской воды весит гран»), также «правильной и точной кубической фут или кубическую четверть» [132, № 1382, л. 175]. Указом от 29 апреля 1797 г. не только



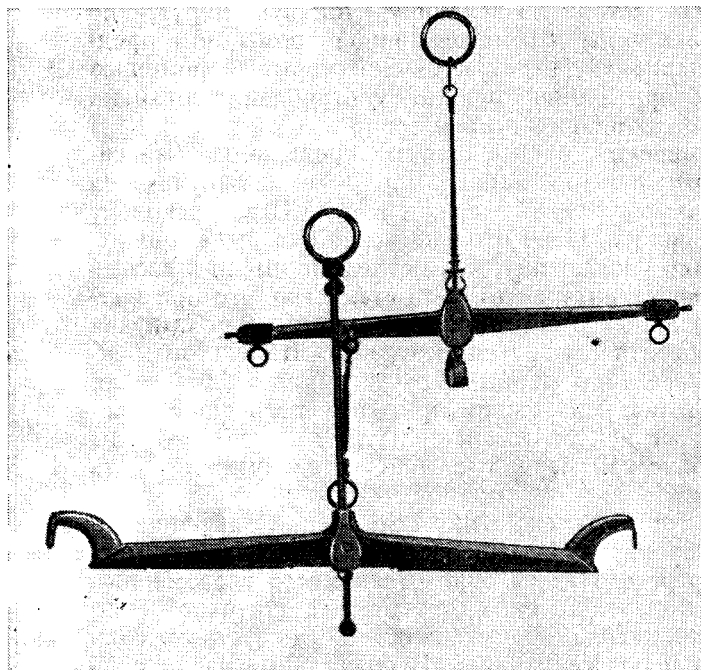
предписывалось «сделать в настоящую величину кубичную меру», по которой надлежало отливать меры объема различной формы, но и предусматривалось использование «чугунной кубичной меры», с помощью которой можно было бы при одновременном употреблении безмена «различить вес продаваемого хлебного гуртом товара».

Степень точности измерений, зависевшая от предельных (максимального и минимального) значений набора мер объема сыпучих тел и жидкостей, была, по-видимому, такой же, как и в XVII в., поскольку сама система мер не изменилась. Относительно выше она была при использовании кубических мер уже потому, что последние имели и весьма малые значения. Представляет интерес то обстоятельство, что при метрологических работах, связанных с определением емкости мер сыпучих тел и жидкостей по гидростатическому способу, не считалось возможным принимать удельный вес воды равным 1. Как видно из донесения Мартова, для предотвращения неизбежной при этом погрешности определяли действительный вес используемой воды (у Мартова — воды р. Невы) в некоторой кубической мере, т. е. действительную плотность воды.

**Измерение веса.** Рост торговых сношений (особенно внешних) и числа производственных предприятий способствовал увеличению масштабов использования мер веса. И хотя еще имели место глазомерные оценки, но правительство боролось с ними, правда, недостаточно решительно, ограничиваясь лишь отдельными указаниями. Так, устав о соли 1781 г. содержал в себе следующий пункт: «В соляной магазейн соль с судов или возов принимать с весу, и предписывается Казенной палате пресечь злоупотребление примерного приема соли в соляные магазейны» [174, п. 30].

В соответствии с ростом использования мер веса в торговой и промышленной практике успешно развивалось вообще весоизмерительное хозяйство страны, увеличивалось число не только наиболее распространенных весов переносного типа, но и крупных весоизмерительных установок. В Петербурге в 70-х годах имелось 11 «важен, или весовых амбаров»: при гостиных дворах, Монетном дворе, Адмиралтействе, бирже (для взвешивания «корабельных товаров»), Артиллерийской канцелярии, «пеньковых амбарах» и пр. [168, стр. 146—147].

На промышленных предприятиях меры веса применяли для определения веса отпущенных материалов, готовых изделий и их деталей, расхода горючего и пр. Как видно уже из упоминавшейся выше «Инструкции» Геннина, сам процесс работы на крупных заводах того времени, металлургических и металлообрабатывающих, был организован так, что постоянно требовалось употребление мер веса. «Железа... принимать пудовым числом и иметь записку, сколько угару, обрезков, расход угля и прочему... Отдавать в лудильню мастеру весом и счетом в лужение, над которым надлежит такожде надзирание иметь по сему, чтоб олово и сало говяжье напрасно не пропадало... Шпажные полосы... принимать весом понедельно, смотреть, чтоб лишнего угару не было, и в



Коромысла весов XVIII в.  
ГИМ

том его свидетельствовать». Прочие изделия также надлежало «в мере и весе свидетельствовать». В промышленности почти не употребляли берковец. Не выражали в нем и суммированные результаты измерений. В этих случаях указывали обычно десятки, сотни, тысячи пудов. Широко применяли также фунт и золотник. Именно на основе использования малых мер был организован точный (до золотников и их долей) учет веса материалов на различных стадиях их обработки вплоть до пре-

вращения в конечный продукт. Потери также исчисляли в весовом выражении. На Екатеринбургском монетном дворе вычисление вели с точностью до золотника, даже до сотых его долей. «Угару при расковке меди у 100 пуд не более бывает 2 фунтов 68 золотников, что на пуд 2 золотника и  $\frac{3}{5}$  доля составит... Утраты при обрезке кружков бывает не свыше 1 фунта и 17 золотников у 100 пуд, что на один пуд составит  $1\frac{13}{100}$  золотников... Ущербу при теснении бывает у 100 пуд по 1 фунт по 72 золотника, что на пуд  $1\frac{34}{50}$  золотник составит» [175, стр. 222—227].

В пудах точно определяли вес корабельного балласта; в «Журнале кампании вице-адмирала Ушакова в 1797 году» отмечено, что «корабль «Святой Павел» балласту имел чугуна 18612, каменного 12261 пуд» [176, ч. 2, стр. 26].

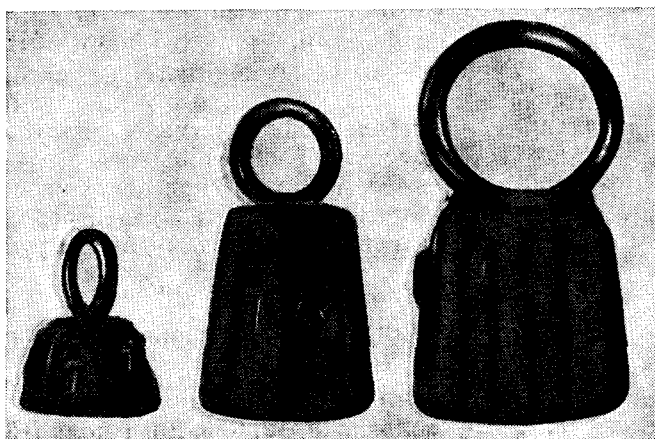
Как видно из указанных и других источников, при измерениях в металлургической и металлообрабатывающей промышленности лот использовали, по-видимому, сравнительно редко. Он нашел, однако, некоторое применение у академиков, которые, употребляя преимущественно меры аптекарского веса, пользовались и мерами основной системы, в том числе лотом. В химической лаборатории Ломоносова имелись

«медные весы в  $\frac{1}{2}$ , 1 и 4 лота». Долю употребляли во второй половине XVIII в. главным образом в практике монетных дворов. Доля фигурирует, в частности, в установленных Монетным ведомством точных соотношениях русских и иностранных единиц веса: английский фунт=1 русскому фунту 13 золотникам 44 долям, лондонский фунт=1 русскому фунту 9 золотникам 51 долям, амстердамский фунт=1 русскому фунту 19 золотникам 33 долям и т. д. [132, № 1382].

Изменения в методике измерений в XVIII в. были связаны главным образом с изменениями ассортимента и типов весоизмерительных устройств: увеличилось использование неравноплечих весов, появились пружинные весы, некоторые специальные типы весов (например, «портовые», в частности, сконструированные А. К. Нартовым), а также различные конструкции точных весов, из которых особенно следует упомянуть весы акад. И. Г. Лейтмана, механика Н. П. Крешкина и известного изобретателя И. П. Кулибина. Была также разработана теория весов (в особенности трудами Л. Эйлера). Официально четко разграничены контари на собственно контари, т. е. неравноплечие весы, у которых «сила передвигается с места на место, а тяжесть и подставка остаются неподвижными», и на безмены, у которых «точка равновесия передвигается с места на место, а весовая чашка и гиря пребывают неподвижны» [177].

В конце XVIII в. использование безмена с переменной точкой опоры, который давно вызывал нарекания и частично уже стал выходить из употребления, указом ют 29 апреля 1797 г. было запрещено («по способности его к обману»); однако, «дабы не отступать совершенно от принятых обычаев», было предписано организовать изготовление безменов иного типа, устроенных «по особливому правилу» (с передвижной гирей), причем наибольший предел измерений таким безменом составлял 3 пуда для нужд обывателей и 120 пудов для использования «в провиантских магазинах, в пакгаузах, на публичных торгах» и т. п.

В промышленности, особенно металлообрабатывающей, точность взвешиваний нередко выражалась в золотниках для изделий, весивших несколько фунтов, и такая точность была санк-



Гири 10 фунтов, 1 и 2 пуда XVIII в. ГИМ



Разборная мера веса 1789 г.  
ВНИИМ

ционирована на некоторых заводах в качестве обязательной.

Так, в нормативах Тульского оружейного завода указывалось, что для различных типов ружей «делаемые стволы весом должны быть: солдатской в 4 фунт. 78 золот.; егерской 4 фунт. 62 золотн.; драгунской 4 фунт. 71 золот.; карабинной 3 фунт. 12 золот.; пистолетной 1 фунт. 6 золотн.; штуцерной 5 фунт. 17 золотников» [178, стр. 81]. Но это сравнительно невысокая точность — погрешность составляла не менее  $2 \cdot 10^{-3}$ . Однако точность могла быть повышена использованием довольно широко применяемых тогда меньших гирь до  $\frac{1}{8}$  золотника (приблизительно 0,5 г), что уменьшало погрешность до  $2,5 \cdot 10^{-4}$ .

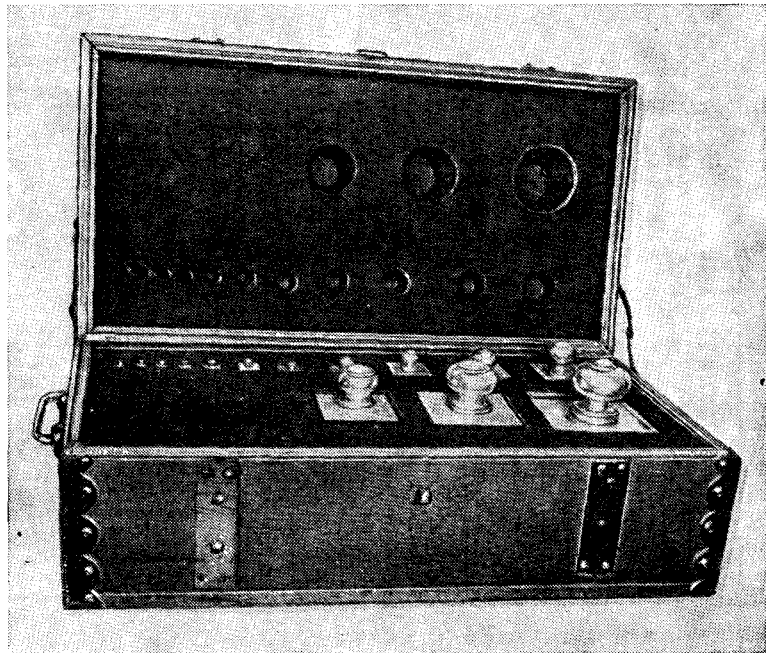
Значительно более высокой точности достигли в научных исследованиях. Можно, по-видимому, считать установленным, что М. В. Ломоносов пользовался разновесами, включавшими гири до 0,0003 г. Ломоносов, кроме того, стремился к усовершенствованию весов. Из Отчета о законченных и незаконченных научных и литературных работах М. В. Ломоносова известно, что им были изобретены и находились «в деле» (в изготовлении) «новые, весьма чувствительные вески» (весы — Н. Ш.) [137, т. 10, стр. 399; 179, стр. 57].

Существенным метрологическим актом явилась разработка «русского развеса», описанного в инструкции для пользования весами и гирями, составленной Монетным департаментом в связи с намеченной на 1782 г. рассылкой образцовых мер в 18 наместничеств России. «Русский развес» включал гири от 2 пудов до 1 доли. В инструкции нет подразделения на отдельные разновесы, но, по-видимому, можно считать, что таковыми являлись пудовый, фунтовый и золотниковый разновесы; в состав первого входили гири 2,  $1, \frac{1}{2}$  и  $\frac{1}{4}$  пуда, 5, 3, 2 и 1 фунт («пятерник», «тройник», «двойник» и «фунтовик»), в состав второго — гири  $1, \frac{1}{2}$  и  $\frac{1}{4}$  фунта, 12, 6, 3, 2 и 1 золотник, в состав третьего — гири  $1, \frac{1}{2}$  и  $\frac{1}{4}$  золотника, 12, 6, 3, 2 и 1 доля [132, № 1882, л. 173]. Как видно,

здесь имеет место деление по двоичному принципу за исключением малых мер каждого разновеса по соображениям практического удобства.

Законом от 29 апреля 1797 г. было предусмотрено вещественно воспроизвести ряд мер веса, долженствовавших образовать новую совокупность мер «торгового» разновеса: наряду с гирями 1 пуд, 1 фунт и 1 золотник подлежали изготовлению гири 2 пуда, 27, 9 и 3 фунта и 81, 27, 9 и 3 золотника. Как видно, соотношения выражались коэффициентом  $3^n$ . Своеобразные значения гирь, несвойственные прежде русскому разновесу, объяснялись стремлением обеспечить взвешивание любого груза (в соответствующих пределах) при помощи минимального числа гирь в целях борьбы с обвешиванием. Гири 1, 3, 9 и 27 фунтов давали возможность взвесить любой груз в пределах пуда (точнее — 41 фунта, а гири 1, 3, 9, 27 и 81 золотник — в пределах фунта и даже выше. Таким образом, набором из 11 разных гирь охватывали диапазон всех весовых значений от 1 золотника до 4 пудов. К тексту закона была приложена таблица по правильному и быстрому подбору и употреблению гирь при использовании как одной, так и обеих чашек весов. Примером второго случая может служить взвешивание 14-фунтового груза,

Набор гирь от 1 золотника до 1 пуда 1753 г.  
ВНИИМ



| Таблица для развеса гирь съ надлежащимъ толкованіемъ.   |       |                |                |                     |       |                |                |    |                |    |    |    |   |
|---|-------|----------------|----------------|---------------------|-------|----------------|----------------|----|----------------|----|----|----|---|
| (Указныя гирь имѣть быть всего 6, а именно: 2-хъ пудовая, 1 пудовая, 27 фунтовая, 9 фунтовая, 3 фунтовая и 1 фунтовая.) |       |                |                |                     |       |                |                |    |                |    |    |    |   |
| Продаваемый товаръ.   | Г.    |                |                | Продаваемый товаръ. | Г.    |                |                | Т. | Гиря и товаръ. | Т. |    |    |   |
|   | Гиря. | Гиря и товаръ. | Гиря и товаръ. |                     | Гиря. | Гиря и товаръ. | Гиря и товаръ. |    |                |    |    |    |   |
| Фунт.   |       |                |                | Пуд.                | Фунт. |                |                |    |                |    |    |    |   |
| 1   | 1     |                | 0              | 1                   | 1     | 1              | 1              | 0  |                |    |    |    |   |
| 2   | 3     |                | 1              | 1                   | 2     | 1              | 3              | 1  |                |    |    |    |   |
| 3   | 3     |                | 0              | 1                   | 3     | 1              | 3              | 0  |                |    |    |    |   |
| 4   | 1     | 3              | 0              | 1                   | 4     | 1              | 3              | 0  |                |    |    |    |   |
| 5   | 9     |                | 1              | 3                   | 1     | 5              | 1              | 9  | 1              | 33 |    |    |   |
| 6   | 9     |                | 3              | 1                   | 1     | 6              | 1              | 9  | 3              |    |    |    |   |
| 7   | 1     | 9              | 3              | 1                   | 1     | 7              | 1              | 9  | 3              |    |    |    |   |
| 8   | 9     |                | 1              | 1                   | 1     | 8              | 1              | 9  | 1              |    |    |    |   |
| 9   | 9     |                | 0              | 1                   | 1     | 9              | 1              | 9  | 0              |    |    |    |   |
| 10  | 1     | 9              | 0              | 1                   | 1     | 10             | 1              | 9  | 0              |    |    |    |   |
| 11  | 3     | 9              | 1              | 1                   | 1     | 11             | 1              | 3  | 9              | 1  |    |    |   |
| 12  | 3     | 9              | 0              | 1                   | 1     | 12             | 1              | 3  | 9              | 0  |    |    |   |
| 13  | 1     | 3              | 9              | 0                   | 1     | 13             | 1              | 1  | 3              | 9  |    |    |   |
| 14  | 27    |                | 1              | 3                   | 9     | 1              | 14             | 1  | 27             | 1  |    |    |   |
| 15  | 27    |                | 3              | 9                   | 1     | 1              | 15             | 1  | 27             | 3  |    |    |   |
| 16  | 1     | 27             | 3              | 9                   | 1     | 1              | 16             | 1  | 1              | 27 |    |    |   |
| 17  | 27    |                | 1              | 9                   | 1     | 1              | 17             | 1  | 27             | 1  |    |    |   |
| 18  | 27    |                | 9              | 1                   | 1     | 1              | 18             | 1  | 27             | 9  |    |    |   |
| 19  | 1     | 27             | 9              | 1                   | 1     | 1              | 19             | 1  | 1              | 27 |    |    |   |
| 20  | 3     | 27             | 1              | 9                   | 1     | 1              | 20             | 1  | 3              | 27 |    |    |   |
| 21  | 3     | 27             | 9              | 1                   | 1     | 1              | 21             | 1  | 3              | 27 |    |    |   |
| 22  | 1     | 3              | 27             | 9                   | 1     | 1              | 22             | 1  | 1              | 3  | 27 |    |   |
| 23  | 27    |                | 1              | 3                   | 1     | 1              | 23             | 1  | 27             | 1  |    |    |   |
| 24  | 27    |                | 3              | 1                   | 1     | 1              | 24             | 1  | 27             | 3  |    |    |   |
| 25  | 1     | 27             | 3              | 1                   | 1     | 1              | 25             | 1  | 1              | 27 | 3  |    |   |
| 26  | 27    |                | 1              | 1                   | 1     | 1              | 26             | 1  | 27             | 1  |    |    |   |
| 27  | 27    |                | 0              | 1                   | 1     | 1              | 27             | 1  | 27             | 0  |    |    |   |
| 28  | 1     | 27             | 0              | 1                   | 1     | 1              | 28             | 1  | 1              | 27 | 0  |    |   |
| 29  | 3     | 27             | 1              | 1                   | 1     | 1              | 29             | 1  | 3              | 27 | 1  |    |   |
| 30  | 3     | 27             | 0              | 1                   | 1     | 1              | 30             | 1  | 3              | 27 | 0  |    |   |
| 31  | 1     | 3              | 27             | 0                   | 1     | 1              | 31             | 1  | 1              | 3  | 27 | 0  |   |
| 32  | 9     | 27             | 3              | 1                   | 1     | 1              | 32             | 1  | 9              | 27 | 3  |    |   |
| 33  | 9     | 27             | 3              | 1                   | 1     | 1              | 33             | 1  | 9              | 27 | 3  |    |   |
| 34  | 1     | 9              | 27             | 3                   | 1     | 1              | 34             | 1  | 1              | 9  | 27 | 3  |   |
| 35  | 9     | 27             | 1              | 1                   | 1     | 1              | 35             | 1  | 9              | 27 | 1  |    |   |
| 36  | 9     | 27             | 0              | 1                   | 1     | 1              | 36             | 1  | 9              | 27 | 0  |    |   |
| 37  | 1     | 9              | 27             | 0                   | 1     | 1              | 37             | 1  | 1              | 9  | 27 | 0  |   |
| 38  | 3     | 9              | 27             | 1                   | 1     | 1              | 38             | 1  | 3              | 9  | 27 | 1  |   |
| 39  | 3     | 9              | 27             | 0                   | 1     | 1              | 39             | 1  | 3              | 9  | 27 | 0  |   |
| 40  | 1     | 3              | 9              | 27                  | 0     | 1              | 40             | 1  | 1              | 3  | 9  | 27 | 0 |

Каждое вѣсовое коромысло будетъ имѣть на одномъ концѣ съ обѣихъ сторонъ при самомъ тонкѣ мѣстѣ гдѣ навѣшались крюки, принадлежащія чашамъ, букву Г., а на другомъ Т. Подъ первую буквою полагаются въ чашу однѣ только гири, а подъ литтерую Т. товаръ и гири для довѣса, слѣдующимъ образомъ:

*Примѣръ 1-й фигура 1-я.*

Потребно купить 18 фунтовъ вѣсомъ продаваемого товара, приискавъ въ 1 градѣ число 18 фунтовъ, отыскавъ слѣдуетъ противъ сего гирию, показанную въ градѣхъ, подъ буквою Г., а именно 27 фунтовую, потомъ явствуетъ въ градѣхъ подъ буквою Т., что слѣдуетъ положить въ чашу вмѣстѣ съ товаромъ 9 фунтовую гирию, къ которой уже прибавлять должно столько товара, сколько потребуется въ покупкѣ. Въ доказательство сему слѣдующее расчисленіе.

Изъ 27 фунт. гири.  
Вычитая . . . 9 фунтовую.  
Останется 18 фунтовъ, вѣсъ продаваемого товара.

*Примѣръ 2-й фигура 2-я.*

Если надобно взвѣсить 31 фунтъ, то слѣдуетъ положить въ чашу подъ литтерую Г. 1, 3 и 27 фунтовую гирию, а въ чашу съ товаромъ подъ буквою Т. одинъ только товаръ въ довѣсъ, поелику сложность

1  
3  
и 27 фунтовой гири

составляетъ 31 фунтъ, или вѣсполнакупаемаго товара.

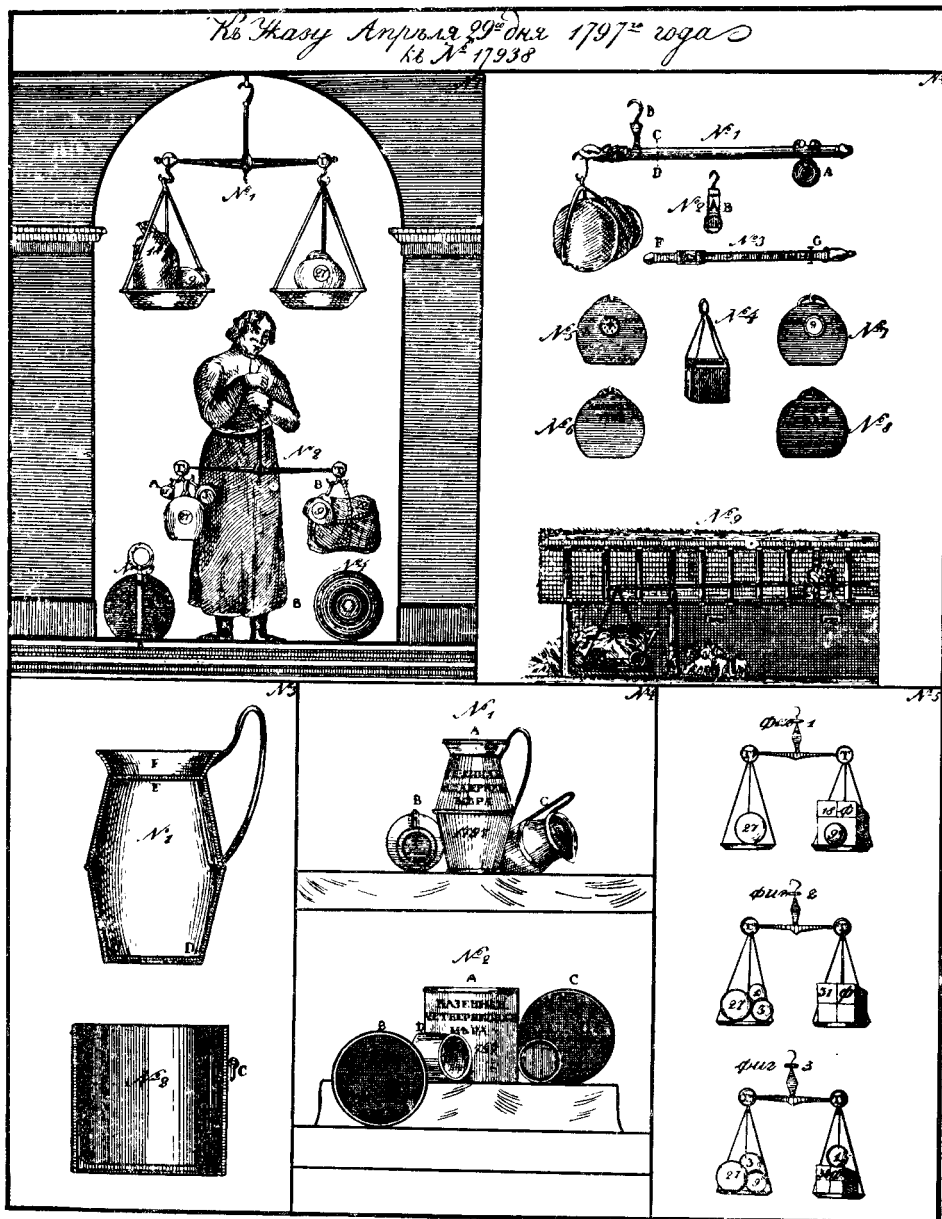
*Примѣръ 3-й фигура 3-я.*

Если нужно кому купить 38 фунтовъ товара, то сыскавъ противъ сего числа гири подъ буквою Г., а именно: 3, 9 и 27 фунтовую, и положи ихъ въ слѣдующую имъ чашу, а 1 фунтовую гирию съ товаромъ въ довѣсъ, получить должно желаемое количество, ибо въ сложности

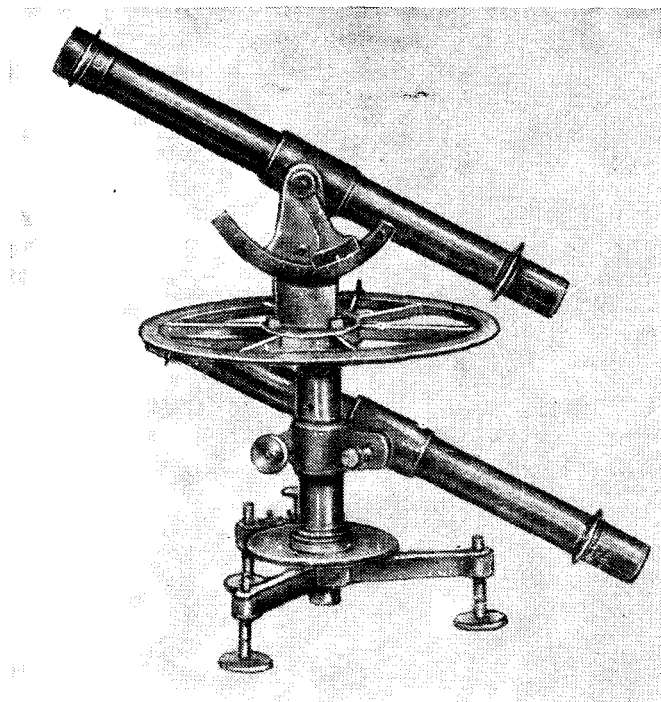
3  
9  
и 27 фунтовъ

составляютъ 39 фунтовъ.  
Вычитая 1 фунтъ,  
остается 38 фунтъ, вѣсъ покупаемаго товара.

Приложение к закону 1797 г.



Приложение к закону 1797 г.



Теодолит XVIII в. ГЭ

для чего нужно было положить на одну чашку весов гирию 27 фунтов, а на другую — гири 1, 3 и 9 фунтов (в качестве довески к грузу).

**Угловые измерения.**

Наиболее употребительной угловой единицей являлся градус. В промышленности при необходимости углы измеряли почти исключительно в градусах, а средствами измерения служили в основном транспортиры. При точных инструментальных съемках, в гидрографических работах, в мореплавании, при составлении планов городов и пр. применяли градусы и минуты. Наиболее крупную угловую единицу — румб

воспроизводили на компасах, причем в рассматриваемый период на компасах стали воспроизводить также градусы, а на некоторых компасах (главным образом, горных) — деления даже в половинах и четвертях градуса. Наблюдавшиеся нередко значительные расхождения показаний компасов были уменьшены посредством технологических мероприятий — осуществляли сильное намагничивание, изготавливали магнитную стрелку из стали, а не из двух железных проволок и др.

Секунды (наряду с градусами и минутами) применяли преимущественно при астрономических наблюдениях, связанных в основном с определением географических широт при помощи квадрантов. Терции использовали, главным образом, при расчетах в области астрономии, в частности мореходной; так, у С. И. Мордвинова читаем, что суточное собственное движение Солнца составляет «59 минут 8 секунд 20 терцов», что «длина (долгота — *Н.Ш.*) Солнца — 131 градус 52 минуты 17 секунд 58 терцов июля 24 дня 1740 году» и т. п. [110, кн. 3 и 4].

Угловые меры получили особенно большое распространение при работах, связанных с картографией России. Еще в процессе съемки России «геодезистами» (1715—1744 гг.) были определены широты нескольких тысяч пунктов, но с неудовлетворительной точностью. Значительно большей точностью отличаются результаты Камчатской и Великой се-



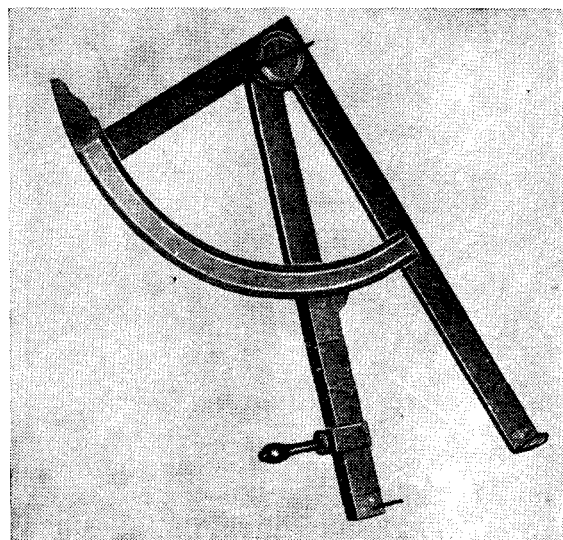
верной экспедиций, гидрографические описи морей и пр., а также результаты широтных определений А. Д. Мессершмидтом в 1720—1726 гг. для 180 пунктов.

Эти последние данные генерал Ф. Ф. Шуберт счел возможным включить 100 лет спустя в свою книгу «Собрание астрономических мест в Российской империи» (1822 г.). Определения широт в градусах, минутах и секундах были проведены академическими экспедициями второй половины XVIII в.

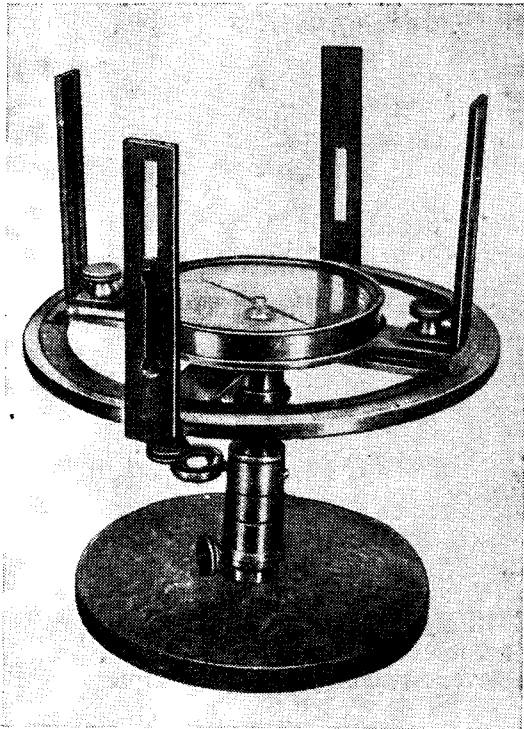
Совокупностью всех этих определений было охвачено пространство от берегов Тихого океана до Балтийского моря и от мыса Челюскина до Черного моря.

Использование долей градуса стало возможным благодаря широкому оснащению новыми инструментами — квадрантами, астролябиями, теодолитами. Продуктивная работа мастерских Академии наук привела, например, к тому, что в 60-х годах в распоряжении только Межевой канцелярии имелось свыше 1000 астролябий. В изготовление астролябий были внесены технологические новшества, а сам инструмент претерпел конструктивные изменения (тонкое подразделение шкал, применение нониусов, появление круговых делительных машин и пр.). Предельная возможность для измерений горизонтальных углов определялась прежде всего обычным подразделением каждого градуса лимба на четыре или шесть частей, равных соответственно  $15'$  и  $10'$ . Однако иногда употребляли также астролябии с нониусом. С. Я. Румовский описывал такого рода астролябию, в которой точность отсчета составляла  $5'$ , следующим образом: «К концу поперешника, на котором движущиеся диоптры находятся, приделывается дуга, которая бы на окружности астролябии занимала дугу  $11^\circ$ , а сама бы разделена была на 12 равных частей. Сей способ мерять и делить углы называется Ноней от изобретателя, которому имя было Ноний (Nonijs). Помощью сей дуги угол точно можно вымерять даже до  $5'$  без всякого деления градусов на части» [180, ч. I, стр. 382].

По отношению к угловым измерениям считаем не лишним еще раз напомнить о необходимости отличать точность отсчетов от точности как степени приближения к действительному значению измеряемой величины. Наибольшие возможности для точных определений создавал квад-



Квадрант XVIII в. ГЭ



Астролябия 1788 г. (г. Тула), ГИМ

рант, но в XVIII в. эти возможности использовались не всегда. «Геодезисты» выражали результаты своих определений широты места, проводимых при помощи квадрантов, с точностью до минуты, однако погрешности измерений далеко выходили за пределы 1'. Наоборот, в экспедициях Морского ведомства и особенно Академии наук высокая точность определений сочеталась с их верностью. Результаты широтных определений участников Великой северной экспедиции отличались не свыше, чем на 4—5' от результатов определений, произведенных в 20-х годах XIX в. для тех же пунктов [181, ч. I, стр. 54 и 80], а погрешности определений астрономических экспедиций Академии наук составляли не свыше 4—5".

**Измерение времени.** С внедрением определения времени в минутах начали применять часы с дву-

мя стрелками, часовой и минутной. Для научных целей (в астрономии, физике) использовали секунды. В астрономических расчетах фигурировали даже терции, вошедшие также в учебники; так, в учебнике С. И. Мордвинова читаем, что Солнце в кажущемся собственном движении с запада к востоку «на всякие сутки... придет на меридиан тремя минутами, 56 секундами, четырьмя терциями прежде 24-х часов» [110, кн. 4, стр. 62].

В XVIII в., конечно, особенно в быту продолжали глазомерно оценивать моменты времени по Солнцу и звездам, но постепенно и в целом весьма широко стали пользоваться времяизмерительными приборами. В различных отраслях распространение получили песочные часы, как наиболее простые, дешевые и неприхотливые, в особенности на флоте, где механические часы не выдерживали в то время суровых условий плавания. Если учесть, что еще по «рописям» 1697 г. полагалось на один барколон — 10 и на одну галеру — 12 песочных часов (с предельным отсчетом времени в 1/2, 1 и 2 ч), то общее число часов на флоте в XVIII в. оказывается весьма значительным. Расширялась и сфера использования механических часов. Их применяли на предприятиях наряду с песочными. Увеличилось число частных лиц, имевших карманные и на-

стольные часы. На некоторых башенных часах во второй половине века моменты времени стали отсчитывать также в минутах. Распространению механических часов способствовала, в частности, постройка в 1763 г. часовой фабрики, основанной в Белоруссии и переведенной затем в с. Купавну, Московской области.

Секунды могли воспроизводить главным образом специальные часы (астрономические, хронометры и пр.). Астрономические часы обычно ввозили из-за границы. Еще в 1726 г. А. И. Чириков использовал астрономические часы для точного определения долготы Илимска, выразив ее даже в секундах: «Сыскан по Илимскому меридиану час, бывший при начале затмения Луны — 11 ч 31 м 1 сек пополудни, а по санктпетербургскому меридиану начало сего затмения (как являет календарь) — 7 ч 3 мин 13 сек пополудни» [182, стр. 78].

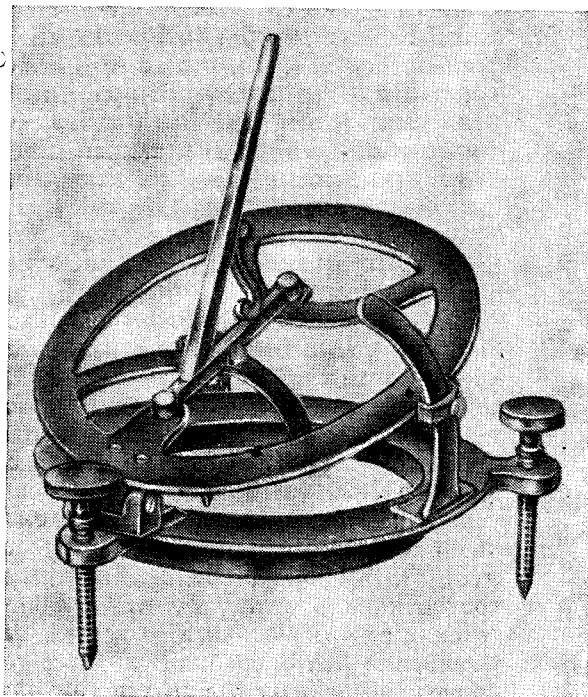
Часы с отсчетом времени в секундах употреблялись также в физических исследованиях.

Основными, технически наиболее перспективными средствами измерения являлись механические часы. Они подразделялись по «движущей силе» на пружинные и «отвесные» (с гирей), пружинные же, в свою очередь, подразделялись на карманные и столовые. Благодаря предложенному Гюйгенсом саморегулирующемуся маятниковому устройству ход механических часов стал в XVIII в. значительно более равномерным, правильным и надежным.

В XVIII в. существовали уже многочисленные разновидности часов, отличавшиеся по своему назначению, конструктивному оформлению, точности отсчета и пр.

Ряд оригинальных часов, выдающихся в каком-либо отношении, был сконструирован русскими учеными и мастерами: это высокоточные часы акад. И. Г. Лейтмана (названные им «петербургскими»), знаменитые часы яичной формы И. П. Кулибина, большие планетные часы Т. И. Волоскова и т. д.

Чрезвычайно большое внимание совершенствованию



Солнечные часы с компасом  
конца XVIII в. ГЭ

морских хронометров уделял М. В. Ломоносов. Он разработал конструкцию хронометра с четырьмя улитками и четырьмя пружинами. Каждую пружину следовало заводить в разное время суток (через 6 ч), благодаря чему значительно увеличивалась равномерность хода хронометра. М. В. Ломоносов уделял внимание и вопросам правильной установки хронометров на кораблях [179, стр. 207—210].

Для сохранения правильности и точности показаний были разработаны правила поверки различных часов — от песочных до астрономических. Поверка часов являлась особенно необходимой потому, что погрешность показаний нарастала во времени. В руководстве С. И. Мордвинова [110] рекомендовалось пользоваться для поверки песочных часов самодельным секундным маятником, изготовленным из подручных материалов — металлического грузика (например, небольшой пули) и нитки, длина которой (от центра тяжести грузика до точки подвеса) должна составлять 3 парижских фута  $8 \frac{1}{2}$  линии (приблизительно 3,27 английского фута). В конце века поверку песочных часов на флоте выполняли с помощью тщательно выверенных хронометров, которые, в свою очередь, поверяли астрономическим способом. Как указывал адмирал Г. А. Сарычев, песочные часы «поверить должно по хронометру, имеющему равномерной ход и установленному сходно с астрономическим средним временем, . . . что узнается посредством многократных, деланных несколько дней наблюдений при равных высотах Солнца до полудня и после» [153, стр. 2—3]. Хранение точного времени было очень хорошо организовано в астрономической обсерватории Академии наук; как указывал акад. И. Н. Делиль, «через посредство верных часов, которые — в обсерватории, можно всегда ведать прямой час, хотя бы не видно было Солнца целый месяц [183, т. 1, стр. 131]. Акад. С. Я. Румовский была опубликована таблица, в которой указана для разных дней года разница во времени между истинным полднем и средним, а также, когда следует прибавлять эту разницу к показаниям поверяемых часов и когда вычитать».

Для упрощенной ежедневной поверки хода механических часов в быту и в промышленности использовали солнечные часы, сверяя момент полудня. «Регламент» Берг-коллегии 1741 г. предписывал горнозаводским предприятиям «сделать солнечные часы для познания времени и устанавливать по оным и прочия часы».

**Механические измерения.** Ввиду слабого развития машинной техники в XVIII в. потребности в измерениях скорости были весьма ограниченными. Преимущественно определяли скорость течения воды и хода кораблей. Применяли главным образом сажень в минуту и фут в секунду. У П. Б. Иноходцова, помощника акад. Т. Е. Ловица при изысканиях трассы канала между Волгой и Доном, встречаем выражение скорости течения р. Камышенки в ее устье в сажнях в минуту (20 сажень/мин), у генерала Баура средняя скорость течения воды в Мытищинском водопроводе выражена в футах в секунду (0,5 фут/сек). Фут в секунду

использовали также в других случаях, например, при обозначении скорости ветра на море: «Дует ветер перпендикулярно со скоростью, кою он 10 футов в секунду перебегает... Ветр совершал 20 футов в секунду... Ветр 30 футов в секунду...» и т. д. [184, стр. 232]. Эта единица вошла даже в учебники для народных училищ: «Тело, падая с верху вниз, перебегает в первую секунду 15 футов, во вторую —  $3 \times 15$ , в третью —  $5 \times 15$ , в четвертую —  $7 \times 15$ » [177, стр. 13].

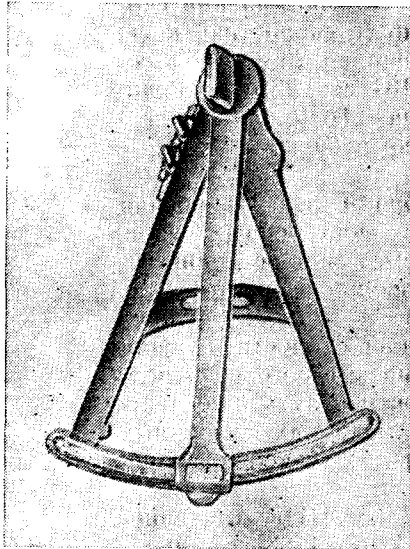
В морском деле, как уже указывалось, употребляли узел. Измерения скорости кораблей начинали с момента испытания построенных судов. Скорость определяли при помощи лага; на бросаемом в море конце веревки (линя) была укреплена «дощечка, погружающаяся мало», т. е. игравшая роль неподвижного поплавка.

Наиболее употребительным средством измерения скорости течения воды являлся простой поплавок, при использовании которого непосредственно определяли пройденный по течению путь и соответствующее время, эти измерения проводили при изысканиях, связанных с проведением каналов, с сооружением гидротехнических установок и пр.

Единицы ускорения практически использовали в XVIII в. для определений ускорения свободного падения. В 1757—1758 гг. акад. А. Н. Гришов определил значения этой величины для Петербурга, Ревеля, Аренсбурга (остров Эзель), Юрьева и Пернова; в 1761 г. С. Я. Румовский указал значение для Селенгинска, а в 1769 г. — для Колы и Архангельска. Определения проводили с помощью высокоточных маятниковых приборов того времени. Для гравиметрических определений, включая определения длины секундного маятника, т. е. маятника, совершающего в секунду половину полного колебания, были характерны многократные наблюдения с последующим точным вычислением средних значений; по поводу своих наблюдений в Селенгинске С. Я. Румовский сообщал следующее: «Из многих учиненных мною опытов... длина отвеса в Селенгинске, которой в каждую секунду одно совершает качание, происходит 36 дюймов  $8 \frac{59}{100}$  линей» (в парижских мерах) [185, стр. 23]. Результаты определений Гришова и Румовского были близки к данным, полученным во второй половине XIX в. при помощи более совершенных приборов.

Как уже упоминалось, плотность определяли довольно редко. Тем не менее в некоторых случаях находили вес именно для единицы объема. Так, П. И. Рычков в своем «Описании Илецкой соли» [167, ч. 20] сообщает: «По учиненным опытам вырубленная из сей соли кубическая аршинная штука сочиняет близ 60 пуд». Если перевести это значение в фунты на кубический дюйм, то плотность илецкой соли окажется равной  $\frac{60 \times 40}{23^3} = 0,125$  фунт/кубический дюйм.

В целях удовлетворения практических потребностей М. В. Ломоносовым, Т. Е. Ловицем и другими академиками был определен удельный



Секстан XVIII в. ГЭ

вес различных руд, минералов, соли, угля, торфа и пр. В последней четверти XVIII в. такие определения выполняли частично и по заданиям Вольного экономического общества, возникшего в 1766 г. и уделявшего особенное внимание сельскому хозяйству и использованию полезных ископаемых. Т. Е. Ловиц, член этого Общества, выполнял измерения с точностью до 0,001 и даже выше (до 0,0001): «Посредством гидростатических весов нашел я . . . специфическую, или собственнобытную, тяжесть гнилой воды в сравнении с дистиллированной или перегнанной только  $\frac{1}{10000}$  больше» [160, стр. 77].

Территориальные масштабы определений удельного веса и особенно концентрации были значительно расширены физическими экспедициями Академии наук. В особенности это

относилось к воде различных минеральных источников, соляных, нефтяных и других озер, для которых практически было важно знать концентрацию содержащихся в них растворенных веществ, выражаемую обычно в градусах («степенях») или в весовых единицах. У Палласа читаем: «Соляное озеро Подувальное... росол оно поднимает гидрометр токмо на 47 степеней... Озеро Чубарат... прежде изобиловало рыбою, но ныне сделалось так солоно, что гидрометр показывает 13 градусов» и пр. [165, ч. 2, стр. 463, 465]. Фальк обычно указывал результаты своих измерений в лотах соли на фунт воды: «Камыш-кул... содержал по моему гидрометру  $\frac{1}{2}$  лота соли в фунте воды... Улукактатиркул... дал из фунта воды более 1 лота соли... Одно озеро давало из фунта воды  $1\frac{1}{2}$  лота горькой соли» и т. д. [186, стр. 3 и 6]. Вместо использования гидрометра академики нередко, впрочем, прибегали к взвешиванию сухого остатка, относя его затем к единице веса воды.

На соляных промыслах для определения удельного веса воды озер или концентрации соли употребляли преимущественно деревянные ареометры, носившие название «волчков».

Единицами силы практически приходилось пользоваться прежде всего в процессе строительства, где применяли «машины», служившие в основном для поднятия тяжестей: например, «простые машины» (рычаг, блок, ворот) и «сложные» (полиспаст). В измерениях и расчетах основывались на использовании единиц силы: «Сила... равна быть должна 12 фунтов» (для рычага), «веревку 2... надобно натянуть силою во

110  $\frac{10}{19}$  фунтов» (для блока) и пр. [144, стр. 277, 332]. Практически весьма важным было получить данные о прочности веревок, канатов, проволок, для чего обычно нагружали их грузами известного веса до разрыва. Были составлены таблицы, в которых указывалась зависимость между разрывающим усилием и диаметром различных проволок, канатов и пр: «Проволока, которая толстота (т. е. диаметр — *Н.Ш.*) 0,1 дюйма ренландского, не подымает больше того по весу, как в таблице показано»; для «толстого» каната 6 линий предельный допустимый вес груза принимался равным 190 фунтов, а 8 линий — 330 фунтов и т. д. [187, ст. 91].

Единицы силы использовали также в области паротехники, прежде всего для расчета сил, действующих на поршень паровой машины. Такие расчеты выполнял еще И. И. Ползунов: «На всех  $63\frac{9}{14}$  дюймах (площадь поршня машин Ползунова — *Н.Ш.*) тягости атмосферы на эмвол ляжет 25 пуд  $2\frac{1}{4}$  фунта».

Аналогичные расчеты проводил известный русский механик Лев Собакин.

Единицы силы были введены в преподавание не только в специальных учебных заведениях, но и в народных училищах, как видно, например, из упоминавшегося выше «Руководства к механике [177, стр. 39, 61, 66 и др.]: «выйдет для силы 10 пуд», «найдется сила в  $18\frac{2}{11}$  фунта», «сила в 30 фунтов», «сила в  $\frac{1}{2}$  фунта» и пр.

Сфера использования единиц давления в XVIII в. распространялась преимущественно на области метеорологии и паротехники.

В метеорологии результаты измерений атмосферного давления выражали обычно в парижских или английских дюймах ртутного столба и их долях. Академики и подшефные им наблюдатели пользовались главным образом парижскими дюймами, а Морское ведомство и наблюдатели, получавшие барометры из известной тогда мастерской Э. Лаксмана, — английскими дюймами. Атмосферное давление (наряду с температурой) иногда измеряли в Петербурге еще в первой четверти XVIII в. (преимущественно в Морском ведомстве). С момента учреждения Академии наук барометрические наблюдения приобрели в Петербурге регулярный характер; их выполняли ежедневно трижды в день. В Москве начало таким измерениям было положено в 1731 г. Много наблюдений было проведено Великой северной экспедицией, причем академики (Г. Ф. Миллер, И. Г. Гмелин и др.) привлекли к работе ряд частных лиц, снабдив их барометрами и инструкциями. В течение ряда лет продолжались барометрические наблюдения в Казани, Екатеринбурге, Тобольске, Томске, Енисейске, Иркутске и других городах. Данные барометрических наблюдений стекались в Академию наук, где их подвергали математической обработке, в процессе которой находили максимальные,

минимальные и средние значения атмосферного давления за определенный период времени: «Состояние барометра с 1 мая по 1 ноября было: самое высокое — 28,62, октября 14 дня в 3 часа по полудни... Средняя высота — 28,123, т. е.  $28\frac{123}{1000}$  парижских дюймов. Высота барометра была 161 день 6 часов выше 27,90; 133 дни 15 часов выше 28,00 и 104 дни 18 часов выше 28,10» (Петербург, 1783 г.) [170].

Некоторые результаты барометрических наблюдений были использованы также для гипсометрических определений. Во время Великой северной экспедиции барометрические наблюдения послужили И. Г. Гмелину для определения высот над уровнем моря разных городов: Иркутска, Нерчинска, Селенгинска, Кяхты и пр. П. С. Паллас, выполнив ряд барометрических наблюдений, а также приняв во внимание результаты других наблюдений, пришел к правильному выводу, что уровень Каспийского моря значительно ниже уровня Черного моря (на 10 сажен), что довольно близко к полученному более точными методами в XIX в. значению (12,2 сажени). В Западной Сибири Э. Лаксманом была определена высота горы Малый Алтай, а также Барнаула и Змеиногорска. Лаксман отметил метрологически важную особенность методики наблюдений (несколько барометров при одновременных наблюдениях в трех местах): «Здесь я поставил несколько барометров и нашел, что ртуть не поднималась выше 23 лондонских дюймов  $+ \frac{8}{100}$  в трубе. Было 3 часа пополудни. В том же часу ртуть в Барнауле стояла  $29 \text{ дюймов} + \frac{4}{10} + \frac{8}{100}$ , а в Змеиногорске —  $28 \text{ дюймов} + \frac{1}{10} + \frac{5}{100}$ ». Отсюда Лаксман получил (по применявшейся тогда формуле Буге) соответственные значения высот: 6559, 377 и 1548 футов. Он усердно занимался в своей мастерской изготовлением барометров (и термометров) и успешно старался удовлетворить потребность в них: «Нет уже ни одного города во всей Сибири, — писал с удовлетворением в 1767 г. Лаксман, — где не было бы нескольких моих термометров и барометров» [188, стр. 48].

Использование единиц давления в паротехнике связано прежде всего с именем И. И. Ползунова. Пользуясь преимущественно водяным барометром, он определил высоту ртутного столба, уравновешивающего атмосферное давление в реальных условиях Барнаула (основном месте работы Ползунова) и вычислил затем фактическое давление атмосферы в фунтах на квадратный дюйм поршня машины. «По действительным опытам, — писал Ползунов, — кубичной фут здешней воды тянет 1 пуд  $27\frac{3}{8}$  фунта... Воздух в барометрах ртуть держит, по обыкновенной его тягости, от 29,2030 дюймов, а ртуть воды тяжелее в 14 крат; в таком случае, положи на малую меру и умножа ртуть 29 чрез 14 крат, произведет 406 дюймов, что значит число воды вышиною, которую воздух вместо ртути содержать повинен. Кубичной же фут имеет 1728 дюймов,



а воды тянет 1 пуд 27 фунтов, из чего 406 таких дюймов потянет весу  $15\frac{3}{4}$  фунта» [169].

Для измерения давления пара в котле Ползунов воспользовался простым устройством — оригинальным «водяным барометром» в форме вертикальной трубки, которая была открыта сверху, так что измеряла избыточное давление (разность между давлением в котле и атмосферным давлением). В то время еще не было четкого деления на барометры и манометры в современном нам понимании (приборы, служившие для измерения давлений выше атмосферного, также назывались барометрами), но водяной барометр Ползунова следует рассматривать как один из прототипов именно манометра. После преждевременной смерти Ползунова его учениками Черницыным и Левзиным «водяной барометр» был использован для определения давления дутья в обслуживающих плавильные печи мехак.

Дальнейшее расширение масштабов использования единиц давления было связано с внедрением паровых машин в России, их импортом, сооружением паровой машины на одном из Олонецких заводов (Александровском) в 1790 г. и особенно с работой построенного в конце XVIII в. в Петербурге завода паровых машин Берда.

**Тепловые измерения.** Практически использование тепловых единиц ограничивалось единицами температуры (градусом в его различных модификациях), поскольку единицы количества теплоты (калории большая и малая) вошли в практику только в XIX в.

Модификации градуса нашли применение в XVIII в. (в первой четверти века, правда, очень нерегулярно) главным образом в физико-химических исследованиях и в гидрометеорологии. В системе Морского ведомства спорадически проводили измерения температур воздуха и воды. Первоначально температуру измеряли в градусах Фаренгейта, но после учреждения Академии наук эти единицы вскоре были вытеснены в России единицами шкалы Делиля. Градусы Делиля решительно преобладали в научных исследованиях академиков (хотя, например, Рихман часто пользовался градусами Фаренгейта). Даже Ломоносов, предложивший свою более рациональную шкалу температур, широко пользовался также и градусами Делиля, например (по его собственному свидетельству), при опытах по определению температуры морской воды, температуры замерзания ртути и пр.: «Термометр на воздухе показывал градус 177, или 27 ниже предела замерзания. Декабря 26 дня... мороз был 208 градусов». Регулярные измерения температуры в Петербурге проводили последовательно несколько академиков (Мейер, Г. В. Крафт, И. А. Браун и пр.) в градусах Делиля даже в последней четверти XVIII в. Ломоносов изготовил оригинальный воздушный термометр для измерения низких температур, «для примечания больших градусов искусством произведенной стужи» [179, стр. 67—69]. Акад. Г. В. Рихман, изучая процессы нагревания и охлаждения жидкостей, установил положенную в дальнейшем в основу калориметрии формулу

для выражения в градусах результирующей температуры смеси:  

$$T = \frac{m_1 t_1 + m_2 t_2 + m_3 t_3 + \dots}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots}$$
 . «Теплота массы  $a$ , равная  $m$ , — писал Рихман, — и теплота массы  $b$ , равная  $n$ , распределяются по массе  $a+b$  и теплота в этой массе, т. е. в смеси из  $a$  и  $b$ ... равна  $\frac{ma+nb}{a+b}$ ... Теплота после смешивания всех теплых масс равна  $\frac{am+bn+co+dp+eq}{a+b+c+d+e}$  и т. д.» [149, стр. 12].

В градусах Делиля и по его шкале выполняли многочисленные измерения в области гидрометеорологии как в Петербурге, так и в других пунктах России.

В Петербурге температуру воздуха стали измерять ежедневно с декабря 1725 г., а с марта 1726 г. — регулярно уже три раза в день (в Москве такие измерения были начаты в 1731 г.).

Экспедиция Биллингса—Сарычева (1785—1793 гг.) пользовалась также термометрами Реомюра.

В ряде пунктов Сибири академики, входившие в состав Великой северной экспедиции, привлекли к наблюдениям местных жителей, которым были даны термометры и инструкции для наблюдений; наблюдения велись в течение ряда лет после отъезда академического отряда этой экспедиции из Сибири. Благодаря деятельности экспедиции «ученый мир впервые услышал о неравномерном распределении температуры под одним и тем же параллельным кругом» [189]. Академические экспедиции второй половины XVIII в., охватившие своими наблюдениями самые различные районы Европейской России, отчасти Кавказа и Сибири, тоже привлекли к выполнению наблюдений местных жителей. Инструкциями Академии наук всем экспедициям предписывалось иметь термометры одного типа — «ординарно сделанные». Их надлежало перед выездом поверить по образцовым — «свести с протчими санктпетербургскими, которых действие уже ведомо...». Данные наблюдений подвергались обработке, в процессе которой устанавливали в градусах Делиля максимальные и минимальные температуры за определенный период времени и значения средних суточных температур (например, в Петербурге с 1 мая по 1 ноября 1783 г. «средний жар, выведенный из утреннего и вечернего жару..., был в  $135\frac{1}{2}^\circ$ » (+9,67°C). Подсчитывали число дней, в течение которых измеренная температура достигала какого-либо значения; так, для того же года были опубликованы следующие результаты обработки: «Жар, примеченный по утру и вечеру в течении сих самых шести летних месяцев был: 10 дней меньше 150°, 41 день — между 140 и 150. 74 дни — между 130 и 140, 55 дней—между 120 и 130, 4 дни — между 110 и 120 градусами».

**Магнитные измерения.** Целью магнитных измерений было определение склонения, а иногда и наклонения магнитной стрелки в том или ином пункте (в градусах) и «притягательной силы» намагниченных тел (в весовых единицах).

Практически магнитное склонение приходилось определять для целей навигации, описи морей, при сухопутных путешествиях и пр. В соответствии с сильно возросшей еще в начале XVIII в. важностью этих определений в 1732 г. в Петербурге была устроена «компасная мастерская» Морского ведомства. Для большей точности определений на компасы (главным образом морские) наносили деления не только в румбах и четвертях румба, но и в градусах. Для удобства определений с течением времени были внедрены в практику компасы с двумя стрелками, имевшие «стрелку склонения и другую наклонения». Однако магнитное наклонение определяли лишь в редких случаях.

Начало точным определениям магнитного склонения было положено в основном при описях Каспийского моря. К. П. фон Верден и Ф. И. Соимонов в 1718—1720 гг. определили магнитное склонение в пяти пунктах. Во второй половине третьего десятилетия магнитное склонение было определено в 10 пунктах Каспийского моря (Ф. И. Соимоновым) и в разных пунктах Сибири (Камчатской экспедицией Беринга), а затем эти определения выполняла Великая северная экспедиция и акад. И. Н. Делиль (при его поездке в Березов в 1740 г.). Соимонов констатировал значительные изменения склонения во времени: за немногие годы, протекавшие от первой описи Каспийского моря (1718—1720 гг.) до второй (1726—1727 гг.), они составили свыше 5°, в связи с чем возник вопрос о необходимости повторных измерений склонения.

Во второй половине XVIII в. точные определения магнитного склонения выполняли астрономические экспедиции и лица, занимавшиеся описью морей.

«Притягательную силу» искусственных магнитов определял еще акад. Г. В. Крафт, а затем Г. В. Рихман, которому удалось достигнуть значительных успехов. Так, сравнивая полученные им результаты с результатами известного в то время английского ученого Джона Майчелла, автора трактата «Об искусственных магнитах», Рихман писал: «Магнитная сила, которую Майчелл сообщал стальной пластинке путем трения ее о железную кочергу, была меньше той, которую мне удалось достигнуть при помощи штанги, ибо его пластинка, весившая 80 гранов, притягивала после трения только 4 драхмы, тогда как моя, весившая 69 гранов, притягивала 7—8 драхм» [149, стр. 367].

Наиболее эффективные действия естественных магнитов были констатированы физическими экспедициями 1768—1774 гг., в особенности П. С. Палласом, которому ввиду разнообразия встречающихся естественных магнитов пришлось пользоваться для измерения их силы притяжения как большими, так и малыми единицами. Паллас исследовал «великие магниты», в том числе «пудовой магнит», который «подымал тяжесть пяти пуд, что, сколько мне известно, кажется еще небывалое»; с другой стороны, он исследовал ряд малых магнитов, причем установил, что «маленькие, от десяти до тридцати золотников весом, притягивают к себе в двадцатеро и в двадцать пятеро против своей тяжести».

**НАДЗОР ЗА МЕРАМИ И ВЕСАМИ И ЗА ОТСУТСТВИЕМ  
ЗЛОУПОТРЕБЛЕНИЙ**

Как и в XVI—XVII вв., действительные значения мер нередко отличались более или менее значительно от номинальных вследствие изгоса или злонамеренных актов, порой в обращении были неповеренные и незаклейменные меры, вместо мер применяли подручные средства и пр. и притом не только в торговле, но и в деятельности правительственных учреждений. Определенную роль в этом последнем нарушении играла также недостаточная обеспеченность запасными мерами, вынуждавшая пользоваться суррогатами мер (камнями вместо гирь). Сказывалось и качество материала, из которого изготовляли меры объема (отчасти длины); по экономическим соображениям их делали обычно из дерева, которое от атмосферных воздействий высыхало, коробилось и пр. В изданных в 1758 г. «Провиантских Регулах»\* дана следующая характеристика ненормального положения, создавшегося в воинских магазинах из-за недостатка гирь и использования деревянных мер объема: «За неимением гирь принуждены бывают употреблять вывешенные каменя, зашивая оные по нескольку в рогожу, из которых многие такие есть, кои крошатся, и между тем весу убывает, к тому же и те рогожи по нескольку весу в себе имеют и хотя оные вывешиваются, но когда рогожи намокнут и замерзнут, то в них весу прибывает; а меры употребляются по большей части деревянные, из коих некоторые ссыхаются и также справедливы быть не могут, к тому же они скоро портятся» [190, п. 31].

Наблюдение за мерами и весами и за отсутствием злоупотреблений осуществлялось в городах новыми административными органами, названия которых отражали западное влияние (бурмистерские палаты, ратуши, магистраты и пр.), а в уездах — местными органами власти, которые возглавлялись воеводами, губернаторами и пр. Наказом 1719 г. воеводам поручалось «осмотрительно наблюдать, чтоб... вёсы и мера везде были правдивые и истинные и никто б чрез оные не был обижен». Таможенный устав 1755 г. возлагал поверку и клеймение мер и весов на губернские, провинциальные и воеводские канцелярии; эти же учреждения должны были изымать безнадежно испорченные весы и заменять их новыми («с доклада Коммерц-коллегии»). Одновременно надзор за мерами и весами несла полиция. Инструкциями 1722 г. [118, т. 6, № 4047 и 4130] для Москвы на обер-полицеймейстера возлагалась обязанность «смотреть и хранить с прилежанием, дабы была мера и вёсы прямые и равные за орлом». Согласно «Уставу благочиния или полицейскому» (1782 г.) управы благочиния (полицейские органы) должны были наблюдать за правильностью мер и весов и «за лживые чинить взыскания по законам». Контрольные функции органов городских управлений и полиции почти не были разграничены. «Учреждение для управления губерний Всероссийской империи» (1779 г.) [191, ст. 259]

\* «Регулы» — правила.

содержит следующий очень кратко сформулированный пункт: «За мерами и весами в городе имеет городничей обще с городским магистратом смотрение».

В ведомствах и учреждениях надзор за измерительным хозяйством был возложен на администрацию и на определенных должностных лиц. «Регламентом о управлении Адмиралтейства и Верфи» (1722 г.) контрольные функции были возложены на «контролеров», «офицеров над магазинами» и «обер-провиантмейстера». Согласно «Провиантским Регулам» [190] ответственность за состояние мер и весов и за использование лишь правильных мер и весов в военно-продовольственных магазинах лежала на командирах (вплоть до полковых), обязанных наблюдать, чтобы прием провианта проводили «по пробе в указанный вес и меру», и даже на «генерал-провиантмейстер-лейтенанте». Для мер и весов в Военном и Морском ведомствах, Монетном дворе, таможнях, при торговле драгоценными изделиями предусматривалась регулярная периодическая поверка. Так, указом от 24 марта 1709 г. предписывалось, чтобы «у торговых людей серебряного ряда» имелись «весы и фунты правдивые, клейменные годовым клеймом» [118, т. 4, № 2229]. Иногда вводили даже не годовую, а полугодовую поверку мер. Это было предписано упомянутым «Регламентом о управлении Адмиралтейства и Верфи»: «Контролер... должен каждые полгода осматривать весы и меры в магазинах, верны ль они». Указом от 21 января 1735 г., относившимся главным образом к монетному производству, было предписано выделить особые (образцовые) весы, «которыми ничего не весить, кроме поверки, дабы не сломались и не испортились», и при помощи этих весов «исправлять и поверять прочие все весы по дважды в год» [118, т. 9, № 6672]. «Провиантскими Регулами» предлагалось иметь в продовольственных амбарах образцовые весы («по одним весам, не употребляя никуда, токмо для поверки других содержать»). Наиболее употребительным способом определения верности весов был хорошо известный простой способ, который в одном издании 1764 г. описан следующим образом: «Ежели только перенести весимую вещь из одной чашки в другую, а она будет в обеих чашках одного весу, то весы верны, а ежели разного, то неверны» [144, стр. 272].

Ряд указов и распоряжений касался изготовления и порядка клеймения мер. Практика показала, что деревянные меры нередко коробились, а меры длины можно было со злонамеренными целями укоротить; кроме того, выяснилось, что места для клейм не всегда выбирали удачно и что нередко ограничивались одним и притом неудачно наложенным клеймом. В связи с этим еще, например, «Регламент» 1722 г. предписывал, «чтоб как весы, так и меры все были заклеены в таких местах, в которых бы ни урезать, ни упиловать не можно было; також и аршины иметь верные и с обоих концов заклеенные» [118]. «Провиантскими Регулами» [190] было предусмотрено изготовление для военно-продовольственных магазинов железных мер объема («для лучшей верности и твердости»), а также чугунных гирь.

Наряду с более или менее постоянным наблюдением за состоянием мер и весов и их поверкой практиковались также и внезапные ревизии, причем в это дело иногда вмешивались даже высокопоставленные сановники; так, от 1740 г. сохранился направленный в Кабинет министров доклад генерал-прокурора князя Трубецкого, содержащий следующее сообщение о произведенной им вместе с членами Коммерц-коллегии ревизии: «Вчерашнего числа поутру... на Гостин двор, в портовую таможенную и во все построенные по обеим сторонам Невы-реки пенечные амбары я ходил и казенные вёсы... свидетельствовал» [118, т. 11, № 8240]. В результате этой ревизии Кабинет министров дал Сенату предписание «правдивыми вёсами удовольствоваться в немедленном времени» не только Петербург, но и другие крупные города. «Уставом столичного города Санктпетербурга» предусматривалось, что «ваге-юстиреры» (весопроверители), закреплявшиеся за рынками, «меру и вес свидетельствуют так, что бы торгующие о таком свидетельстве наперед не ведали, дабы тем предупредить всякие подлоги».

Диапазон предусматривавшихся правительственными актами контрольных функций был очень широк. Надлежало наблюдать не только за исправностью мер и весов, но и за отсутствием обмеривания и обвешивания и даже за качеством и ценой товаров. В сжатой форме это лучше всего характеризуется словами Устава благочиния, где предписывалось иметь «недреманное надзирание, чтоб обман и подлог не происходили в качестве, в количестве, в цене, в мере и в весе». Таможенный устав 1755 г. предписывал магистратам, ратушам и таможням наблюдать за тем, чтобы «купецкие люди продавали товары правдиво и, не чиня никакого обмана и не мешая добрые с худыми». В «Провиантских Регулах» уделяется много внимания качеству провианта и отсутствию в нем посторонних примесей, причем проводилась разница между такой примесью, которая «вреда людям причинить не может, а такмо вес или меру умножает» (примесь низких сортов муки или крупы), и примесью, вредной для здоровья потребителей (известь, песок, дресва, битый кирпич и т. п.). «Устав столичного города Санктпетербурга» требовал от ваге-юстирера проверки «доброты и веса продаваемого хлебного печения», а от Камерального департамента—также «потребления всякого рода обмана, обмера и обвеса». Иноземным купцам было предписано давать сведения о количестве привезенных товаров «русскими аршинами и весом» и вместе с тем подвешивать «у всякой штуки или половинки товаров, которые аршинами меряются» меру длины той страны, из которой привезены товары (аналогичное предписывалось относительно мер веса) [192, ст. 16].

За неправильные меры и весы, за обмеривание, обвешивание и другие обманы и злоупотребления предусматривались наказания, большей частью суровые, имевшие целью удержать торговцев от «воровских умыслов». Основными формами взыскания являлись штрафы и телесные наказания. «Устав воинский» 1716 г. содержал следующую статью: «Ежели кто мерою и весом лживо поступит, оный не точию то добро

(которым он обманул — *Н. Ш.*) имеет возратить втрое, но и сверх того денежный штраф дать, и на теле имеет быть наказан» [118, т.5, № 3006]. Указом 1718 г. «О наблюдении порядка и чистоты по городу Санктпетербургу» предусматривалось, что торговец, употребляющий «фальшивые меры и весы», будет «жестоко штрафован» [118, т. 5, № 3210]. Таможенный устав 1755 г., возлагавший заботу о предотвращении обманов на магистраты, ратуши и таможи, касался также деятельности изготовителей, предписывая, в частности, делать бочки для различных товаров «без всякой фальши и тайников», он предусматривал за нарушение этого предписания денежное взыскание (компенсацию убытка покупателю в двойном размере и «магистратский штраф», т. е. штраф в пользу городского магистрата, в размере одного рубля за каждую бочку) или, при отсутствии денег у правонарушителя, наказание батогами «нещадно». Размеры наказания зависели также от «важности тех товаров, которые на тот фальшивый вес продаваны будут» [118, т. 8, № 5333]. Предусматривались также меры общественного воздействия; «Уставом о вине» 1781 г., наряду с тем, что отнимались права на продажу вина у тех, «кто... учинит или научит делать обмер или обман», конфисковалось у них наличное вино и взыскивалось удвоенный «противу обмера или обмана» денежный штраф, предписывалось прибавить это постановление с указанием имени виновного к ближайшему винному магазину ко всеобщему сведению, «дабы... поносно было бы обмерить или обмануть». Аналогичное предписывалось также «Уставом о соли» 1781 г. [174].

В завершающем собой совокупность правительственных указов общегосударственного порядка того времени законе от 29 апреля 1797 г. «Об учреждении повсеместно верных весов, питейных и хлебных мер» упор был взят на внесение в технологию и состав измерительного хозяйства таких изменений, которые бы реально предотвращали возможность обмеривания и обвешивания. Сюда относятся упоминавшиеся уже выше выбор материала и формы мер объема и веса и ограничение состава разновеса минимальным числом гирь. Было запрещено употреблять обыкновенный российский безмен «по способности его к обману» и разрешено использовать только безмен новой конструкции, на котором, используя двухпудовую гирю, можно было взвешивать от медного пятачка до 120 пудов.

#### ДЕСЯТИЧНЫЙ ПРИНЦИП В РУССКОЙ МЕТРОЛОГИИ XVIII в.

История метрологии XVIII в. содержит интересные материалы относительно первых шагов в области десятичного подразделения мер длины — того принципа, который лег в основу метрической системы мер. Однако освещение предварительных начинаний в деле перехода на десятичную систему мер почти не встречается в отечественной литературе, за исключением материалов, связанных с деятельностью Комиссии о

весах и мерах 1736 г., с инициативой шведа Иоганна Габермана, привлеченного к работе этой Комиссии. Между тем такая трактовка является неточной.

Предложение о переходе на десятичную систему мер было сделано В. Н. Татищевым, как явствует из его биографии, еще в 20-х годах, т. е. значительно ранее образования Комиссии, и этот вопрос был поставлен официально еще до начала работ Комиссии, учреждение которой Татищев связывал именно с этим предложением; мы читаем в его «Лексиконе Российском» [140]: «В 1730-м году учинено предложение, *чтобы вес и меры учиня в десятиричном разделении* (курсив наш — Н. Ш.) положить пропорцию от чистой воды или золота, для которого была учинена Комиссия, токмо, весьма мало в том прилежа, оставили ни чего не учиня». Тем не менее очень интересно, что Комиссия 1736 г. все же рассматривала вопрос об использовании десятичного принципа для подразделения русских мер. Если эта идея и не была в то время совершенно новой, то все же постановка ее в общей и радикальной форме весьма знаменательна.

Комиссия не решилась все же провести столь коренную ломку системы русских мер; практически результаты ее деятельности в этом направлении выразились, по-видимому, лишь в том, что было предложено А. К. Нартову использовать десятичный принцип для образца аршина, который ему надлежало изготовить, и в том, что в составленный Комиссией «Регламент» было внесено предложение разделить вершок на 10 частей и каждую из последних — на 10 линий. В соответствии с указанием Комиссии на изготовленном А. К. Нартовым первичном образце аршина было сделано деление «одного вершка на десять частей и каждая часть содержит в себе десять линий» [139, т. 3, стр. 779].

Из других источников также явствует, что десятичное подразделение мер было известно как на Западе, так и в России еще до начала работ Комиссии. Так, в изданном в 1728 г. руководстве по математическим наукам петербургского акад. Я. Германа читаем: «Пертика содержит 10 футов в длину, фут — 10 дюймов, а дюйм — 10 линей и тако по ряду» [142, ч. 1, стр. 91]; особенно интересно то, что здесь предусматривается неограниченное продолжение десятичного деления («и тако по ряду»), как в метрической системе мер. Упоминалась в литературе также «геометрическая сажень», по поводу которой у С. Я. Румовского в его «Сокращениях математики» [180] читаем: «Сажень геометрическая разделяется на 10 футов, фут на 10 дюймов, дюйм на 10 линей, линия на 10 скрупулов . . . и такое деление можно продолжить сколько угодно».

Вопрос о десятичном подразделении системы мер не был, по-видимому, снят с повестки дня даже через 20 лет после завершения работ Комиссии о весах и мерах; так, в этой же работе Румовский упоминает о возможности того, что «десятичное деление меры принято будет», и считает нужным ставить задачи, связанные с использованием мер, опирающихся не только на 7-футовую, но и на 10-футовую геометрическую сажень.



### ФИЗИЧЕСКИЕ ПОСТОЯННЫЕ В РУССКОЙ МЕТРОЛОГИИ XVIII в.

В XVIII в. русскими учеными были предприняты первые попытки определить ряд физических постоянных и частично даже связать с ними различные единицы измерения, чем, как известно, обеспечивается воспроизводимость эталонов в случае их порчи или утраты и уточняется вся метрологическая база.

Еще в начале работы Комиссии 1736 г. была выдвинута идея связать единицы длины с физической постоянной — длиной земного градуса. В 1737 г. Комиссия послала в Академию наук «проме́морию» с просьбой ответить на пять вопросов: 1) Равны ли между собой градусы меридиана от экватора до полюса? 2) Сколько английских футов заключает в себе градус широты петербургской параллели?... 5) Сколько английских футов заключается в «употребляемом сферическом градусе», т. е. в градусе, соответствующем сферической форме Земли? [138, № 1656, л. 395]. Академики Фарварсон и Делиль, отметив в своем ответе, что предполагавшееся в России градусное измерение не было осуществлено\* и что длина градуса меридиана зависит от широты, сообщили расчетные результаты (в английских футах) для градусов петербургской параллели и меридиана при сферической и овальной форме Земли. Однако самая неизвестность точной формы Земли, а также расхождение в расчетах Фарварсона и Делиля для «параллелического градуса» в простейшем случае шарообразной формы Земли, достигавшее примерно 5 % (172959 английских футов по Фарварсону и 182737 по Делилю), не создавали прочной базы для реализации намерений Комиссии, не говоря уже об отсутствии фактических данных измерения.

В дальнейшем русские ученые достигли довольно значительных результатов в определении и уточнении значений различных физических постоянных, а также поставили и подвергли обсуждению вопросы экспериментального определения значений некоторых постоянных.

Было уточнено значение так называемой астрономической единицы, т. е. среднего солнечного расстояния от Земли, представляющего «основание всей астрономии» (С. Я. Румовский). Критически рассмотрев и обработав результаты проведенных разными учеными (а также свои) наблюдений прохождения Венеры по диску Солнца в 1761 г., которое давало «надежнейший и вернейший способ определения расстояния Земли от Солнца», Румовский получил значение солнечного параллакса  $8'',33$  (ныне считается  $8'',80$ ) вместо принятого в то время значения

---

\* Задача измерения части дуги земного меридиана была поставлена, как указали Фарварсон и Делиль, еще Петром I, который в 1719 г. особым указом поручил генерал-фельдцейхмейстеру Я. В. Брюсу провести это измерение по льду Ладожского озера; для этого были уже подготовлены необходимые средства измерения, однако вследствие мягкой зимы при раннем наступлении весны лед озера оказался ненадежен и мало пригоден для такой операции, она была отложена на последующее время и осталась невыполненной.

10",2; отсюда вытекало, что «расстояние Земли от Солнца  $\frac{1}{5}$  частью больше, а самое Солнце почти вдвое больше, нежели как прежде полагали» [185; 193, ст. 383].

М. В. Ломоносов исследовал общий вопрос о возможном изменении числового значения и направления ускорения свободного падения (ускорения силы тяжести). Для решения первой из этих задач Ломоносов предложил совершенно оригинальный прибор, названный им «универсальным барометром» [137, т. 2, стр. 329]\*. Наряду с этим Ломоносов при помощи сложного маятника, имевшего длину, эквивалентную 17 сажням, и конструктивно оформленного так, что его можно было установить «в обыкновенном покое» (т. е. в обычном помещении), пытался решить вопрос о постоянстве или изменении направления ускорения свободного падения («Всегда ли с Земли центр, притягивающий к себе тяжелые тела, стоит неподвижно или перемещает место»). Едва ли можно считать, что экспериментальная база у Ломоносова была достаточна для решения поставленных вопросов. Однако большой заслугой его является уже то, что он был пионером в таком исследовании (в дальнейшем длинные маятники — до 38 м были использованы Д. И. Менделеевым в Главной палате мер и весов). Измерения ускорения свободного падения нашли в XVIII в. даже практическое применение. Так, во флоте рекомендовалась проверка песочных часов при помощи секундного маятника [110, кн. 4, стр. 27]; использовали «часовой фут», под которым подразумевалась третья часть длины секундного маятника и который еще Гюйгенсом был предложен в качестве физического эталона мер длины (в ту эпоху, когда ускорение свободного падения и, следовательно, длина секундного маятника считались постоянными на всей земной поверхности); этот фут, в частности, был рекомендован в XVIII в. для проверки мер длины («по оному всякую меру легко поправить» [127, стр. 340]) уже с учетом различия значений длины маятника в разных географических пунктах. Далеко не сразу признанная на Западе зависимость ускорения свободного падения от географической широты была установлена на территории России акад. А. Н. Гришовым, точно определившим для Петербурга, Аренсбурга (о. Эзель) и Ревеля значения длины секундного маятника в парижских мерах: «из опытов известно, что в Санктпетербурге отвес, совершающий в секунду 1 размах, должен быть в 3 фута и  $8\frac{3}{5}$  дюйма парижской меры длиною» [177, стр. 122—123]; это значение оказалось близким к полученному во второй половине XIX в. при помощи более точных приборов.

С. Я. Румовский изучал равномерность вращения Земли и методику обнаружения его нарушений, если они совершаются. Он пришел к выводу о возможности решения этого вопроса с помощью отвеса: «Надеж-

\* Следует отметить, что слово «барометр» в переводе с греческого значит «измеритель тяжести» (*βαρος* — тяжесть), в связи с чем оно могло в то время считаться подходящим также для данного прибора Ломоносова.

нейшее средство к открытию сей тайны есть прилежнейшее наблюдение в разных местах длины так называемого простого отвеса, в каждую секунду один размах совершающего, а особливо близь экватора; ибо ежели бы сутошное обращение Земли паче чаяния переменилося, то бы перемена в длине отвеса под экватором была чувствительнее, нежели в каком ином месте» [170, стр. 193].

Определение точки замерзания ртути, т. е. установление нижнего предела использования ртути в термометрах, было выполнено во второй половине XVIII в. Ртутные термометры Делиля градуировали даже до  $300^{\circ}$  ( $-100^{\circ}\text{C}$ ), но, как выяснилось в дальнейшем, такая градуировка не имела смысла, так как ряд наблюдателей констатировал замерзание ртути уже при значительно более высоких температурах (казак Саломатов в Томске в 1734 г., акад. И. Г. Гмелин в Енисейске и Киренске в 1735–1736 гг. и др.) В декабре 1759 г. акад. И. А. Браун не только установил факт замерзания ртути, но и определил температуру ее замерзания, проверив и пополнив результаты опыта вместе с Ломоносовым; температура замерзания ртути была достаточно точно определена ими:  $208^{\circ}$  по термометру Делиля, т. е.  $-38\frac{2}{3}^{\circ}\text{C}$ . В 1785 г. Академия наук поручила дополнительно изучить этот вопрос физикам В. Л. Крафту и Х. Л. Эйлеру, которые, впрочем, получили несколько менее точное значение точки замерзания ртути:  $210^{\circ}$  по Делилю ( $-40,0^{\circ}\text{C}$ ).

Из «многократно учиненных» Ломоносовым опытов, касавшихся установления зависимости между объемом и температурой воздуха, вытекало значение коэффициента расширения воздуха: 0,0018 длр  $1^{\circ}$  ртутного термометра Ломоносова или 0,0027 для стоградусного термометра. Оно было ближе к действительному, чем значения, следовавшие из определений некоторых ученых за рубежом.

**РУССКАЯ МЕТРОЛОГИЯ ЭПОХИ ЗАРОЖДЕНИЯ  
И РАСПРОСТРАНЕНИЯ МЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ.  
МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ  
Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА  
XIX — НАЧАЛО XX в.**

---

**УЧАСТИЕ РУССКИХ МЕТРОЛОГОВ В РАЗРАБОТКЕ  
МЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МЕР.  
СТАНОВЛЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ  
СЛУЖБЫ**

На пороге XIX в. произошло знаменательное в истории метрологии событие: декретом французского революционного правительства от 10 декабря 1799 г. была легализована и введена во Франции в качестве обязательной метрическая система мер, предназначенная по мысли ее творцов на все времена, для всех народов (*à tous les temps, pour tous les peuples*). Однако, несмотря на свои крупные преимущества, эта система не сразу была внедрена даже во Франции.

Наполеон Бонапарт декретом от 12 февраля 1812 г. связал метр с туазом и тем нарушил десятичный принцип деления. В 30-х годах во Франции фактически применялись две системы мер: основанная на туазе и основанная на метре. «Во Франции, — писал Э. Х. Ленц в 1839 г. — приняты две меры: парижский фут . . . , 6 футов составляют туаз (*toise*); метр (*mètre*)» [194, стр. 9]. Лишь законом от 4 июля 1837 г. метрическая система мер в ее первоначальном виде была объявлена обязательной для употребления во Франции с 1 января 1840 г. Только после этого распространение системы за пределы Франции стало сколько-нибудь реальным.

Для России описываемый период характеризуется значительно возросшими темпами развития науки, техники, промышленности и торговли. Основываются различные высшие учебные заведения (общего и специального типа), научно-исследовательские учреждения высокого класса, многочисленные научные общества, проводится ряд съездов ученых, исследователей и инженеров, совершаются кругосветные плавания, увеличивается во много раз добыча полезных ископаемых, создаются новые отрасли промышленности, появляются железные дороги, строится паровой флот, сооружаются электрические станции, начинается электрификация предприятий, чрезвычайно расширяется торговля внутренняя и внешняя, а многочисленные выставки и ярмарки особенно ярко иллюстрируют рост торговли и промышленности в государстве.

В соответствии с этим развивалась и метрология: были проведены мероприятия в целях повсеместного распространения единой системы русских мер, коренным образом улучшено состояние эталонного и образцового измерительного хозяйства, расширена номенклатура мер, организовано центральное метрологическое учреждение — Главная палата мер и весов, на территории России создаются государственные поверочные учреждения.

В 1827 г. была образована Комиссия «для постановления на неизменных началах системы Российских мер и весов». В состав Комиссии входили академики А. И. Ламберти (известный метролог того времени), В. К. Вишневецкий и Э. А. Коллинс. Комиссия провела большую предварительную работу, собрав образцы различных русских и иностранных мер, выполнив ряд сличений их и др. После смерти акад. Ламберти (1830 г.) работа Комиссии несколько затормозилась, но в 1833 г. Комиссия была реорганизована и состав ее усилен; в нее вошли министр внутренних дел, представители Министерства финансов, Горного и Монетного департаментов и акад. А. Я. Купфер; были также приглашены астроном В. Я. Струве — будущий директор Пулковской обсерватории; начальник Корпуса военных топографов генерал Ф. Ф. Шуберт и др. Комиссией были созданы в 30-х годах единые государственные эталоны мер длины и веса (массы) и первичные образцы мер объема сыпучих тел и жидкостей. В соответствии с указом «О системе Российских мер и весов» 1835 г. [195, т. 10, № 8459], узаконившим ряд мер длины, объема и веса, при Министерстве финансов, ведавшем в XIX в. также вопросами торговли и промышленности, было построено в 1841 г. в Петербурге, на территории Петропавловской крепости здание для центрального метрологического учреждения — Депо образцовых мер и весов, которое возглавлял акад. А. Я. Купфер с 1842 по 1865 г. Основными задачами Депо явились хранение созданных эталонов, их копий и образцов различных иностранных мер, сличение их с образцами русских мер, изготовление и поверка копий эталонов, составление сравнительных таблиц русских и иностранных мер, поверка образцовых мер, рассылаемых в разные районы государства. После подведения такой метрологической базы и изготовления достаточного количества образцовых мер было издано Положение о весах и мерах от 4 июня 1842 г. [195, т. 17, отд. 1, № 15718], предусматривавшее обязательное применение только русских мер во всем государстве.

Первая половина XIX в. характеризуется также повышением интереса ученых к теоретическим вопросам метрологии, в частности, к классификации погрешностей. Необходимо назвать В. Я. Струве, который в 1837 г. в своем знаменитом произведении «Микрометрические измерения двойных и многократных звезд» (на латинском языке) писал: «Природа возникающих погрешностей двойственна. Они возникают или из причин, действующих в постоянном направлении, или из дефектов органов чувств и из вредного воздействия внешних условий, называемых случайными причинами...», Струве разделял также постоянные (т. е.

систематические) погрешности на инструментальные и личные и указывал пути их уменьшения.

Во второй половине и особенно в последней четверти XIX в. произошли важные события международного метрологического значения, положившие прочное начало объединенной работе метрологов разных стран и распространению метрической системы.

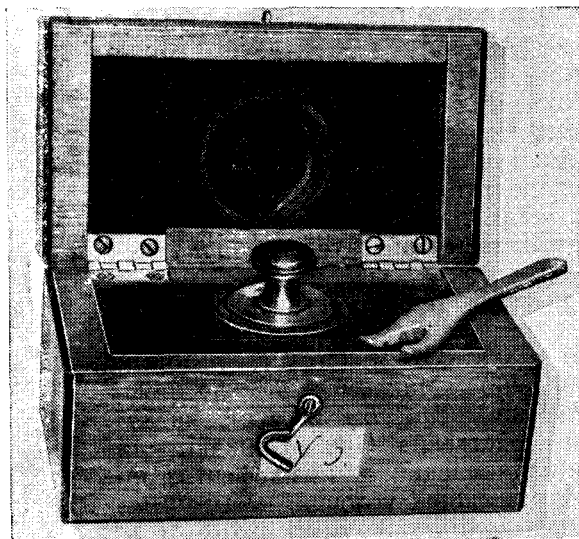
Сначала в пользу введения единообразной системы мер высказались жюри международных промышленных выставок 1851 г. в Лондоне и 1855 г. в Париже. В этом же 1855 г. в Париже было учреждено Международное общество по установлению единой десятичной системы мер, весов и монет. Вопрос о наиболее целесообразной системе мер был предметом длительного обсуждения этим обществом и Комитетом мер, весов и монет, образованным при Международной парижской выставке 1867 г. В 1870 г. по инициативе Петербургской Академии наук была организована в Париже Международная комиссия, рассматривавшая вопросы введения метрической системы мер в разных странах и изготовления новых прототипов метрических мер и их копий, но работа комиссии была прервана франко-прусской войной 1870—1871 гг. В дальнейшем этот вопрос был перенесен на официальную почву.

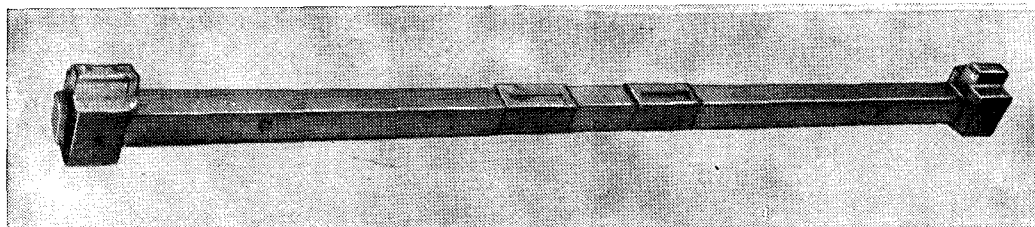
В 1875 г. представителями ряда государств (в том числе России) была подписана Метрическая конвенция, которой предусматривалось изготовление международных и национальных прототипов метра и килограмма и создание международных метрологических учреждений: Международного комитета мер и весов — руководящего метрологического органа, состоящего из ученых-представителей государств, присоединившихся к конвенции, и Международного бюро мер и весов — научно-исследовательского метрологического института (содержался на ежегодные взносы присоединившихся к конвенции государств), начало деятельности которого относится к 1879 г.

Основными задачами Бюро являлись изготовление международных и национальных метрических прототипов, хранение международных прототипов, сравнение с ними национальных прототипов и установление точных соотношений между метрическими и прочими мерами.

Основными задачами Бюро являлись изготовление международных и национальных метрических прототипов, хранение международных прототипов, сравнение с ними национальных прототипов и установление точных соотношений между метрическими и прочими мерами.

Нормальный русский фунт  
1833 г. ВНИИМ



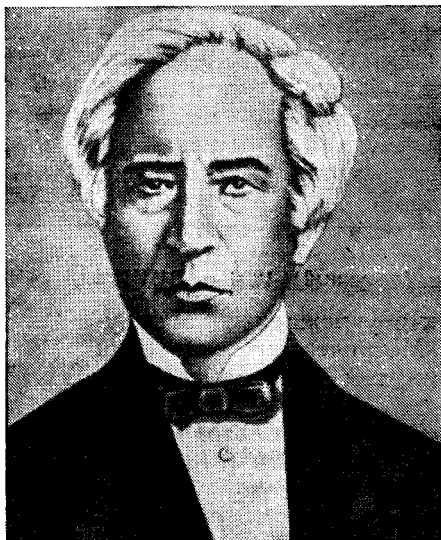


Образцовый аршин (латунный) 1806 г. ВНИИМ

Инициатива Петербургской Академии наук в учреждении Международного общества и подписание Россией Метрической конвенции 1875 г. ни в коей мере не были изолированными, тем более случайными моментами в истории русской метрологии.

Метрическая система мер издавна встречала благоприятное отношение в России со стороны ряда ученых. Еще в 1826 г. профессор астрономии Московского университета Д. М. Перевошиков, рассматривая сравнительные достоинства и недостатки разных систем мер, писал, что «метрические меры имеют все желаемые совершенства» [196, стр. 223]. Ф. П. Литке (будущий адмирал, вице-председатель Русского географического общества и президент Академии наук) в ходе своих гравиметрических определений во время кругосветного плавания 1826—1829 гг. выражал длину секундного маятника в долях метра. Э. Х. Ленц употреблял метрические меры (обычно наряду с русскими) в 1838 г. для измерения веса (миллиграммы), в 40-х годах — для измерения объемов газа (кубические сантиметры), барометрического давления (миллиметры ртутного столба), расхода газа (кубические сантиметры в минуту и в час).

Русские ученые В. И. Ламанский, А. Я. Купфер, Б. С. Якоби принимали участие в деятельности Международного общества по установлению десятичной системы мер, весов и монет и Комитета мер, весов и монет, причем в последнем Б. С. Якоби был председателем комиссии по единообразию мер и весов. В 60-х годах в журнале «Морской сборник» было напечатано несколько статей по поводу метрической системы, вызвавших благоприятный отклик со стороны Международного общества. В 1867 г. Д. И. Менделеев и в 1869 г. А. Ю. Давидов выступили на I и II съездах русских естествоиспытателей и врачей в пользу введения метрической системы мер в научных исследованиях, печатных трудах и учебных руководствах; эти выступления встретили весьма благоприятное отношение со стороны участников обоих съездов, и после этого метрическую систему начинают довольно широко внедрять в научную и научно-техническую литературу. Если в 1860 г. А. Я. Купфер в своей капитальной монографии «Опытное исследование упругости металлов» подчеркивал, что «все численные величины, содержащиеся в моем труде, выражены в единицах веса и мер русских», то с 70-х годов



А. Я. Купфер

метрические меры начинают постепенно даже доминировать над русскими, первоначально, впрочем, с одновременным переводом в русские меры. С 1870 г. метрическая система была сделана обязательной для всех изданий Главной физической обсерватории, возглавлявшей в России сеть магнитных и метеорологических станций.

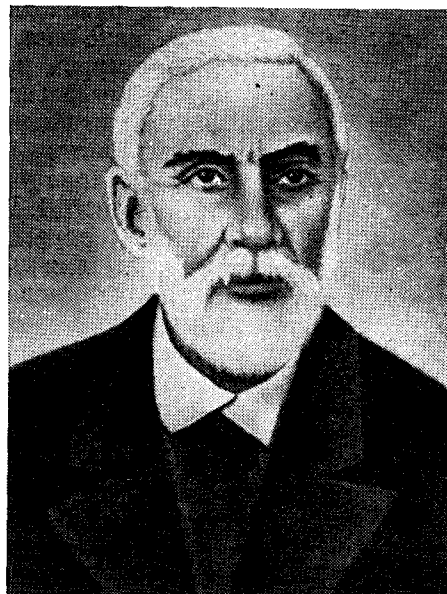
Параллельно происходил процесс постепенного внедрения метрических мер в практику измерений. В 1868 г. профессора Ф. Ф. Петрушевский и Н. С. Еремеев издали «Сравнительные таблицы десятичных и русских мер» [197]. В 1870 г. Съезд русских фабрикантов, заводчиков и лиц, интересующихся отечественной промышленностью, принял резолюцию о необходимости постепенного введения метрической системы в России.

В 1872 г. на Политехнической выставке в Москве был сооружен особый павильон для популяризации метрической системы мер.

Под влиянием этих событий, а также в связи с выросшими внутренними потребностями в России была значительно улучшена материальная база для метрологических работ. Построенное в 1841 г. здание Депо оказалось мало подходящим для метрологических работ, поскольку в нем наблюдались резкие изменения температуры в зависимости от летнего зноя и зимних холодов, так что А. Я. Купфер вынужден был перенести часть измерительной аппаратуры для метрологических работ из Депо в основанную в 1849 г. Главную физическую обсерваторию, директором которой он был. В целях улучшения материальной базы при преемнике А. Я. Купфера проф. В. С. Глухове было спроектировано и построено новое, гораздо более соответствующее характеру научно-ме-



В. С. Глухов



метрологических работ здание Депо образцовых мер и весов (в дальнейшем — Главная палата мер и весов). Оно было расположено в 46 сажнях от ближайшей улицы, и в нем имелись каменные устои (длиной 2 сажени, шириной 1 сажень), покоившиеся на сваях, углубленных в землю до твердого грунта и отделенные глубокими и широкими рвами от верхних слоев окружающей почвы во избежание передачи сотрясений с улиц. На этих устоях были сооружены каменные столбы для установки точных приборов. Центральные помещения первого и второго этажей, использованные для основных лабораторий — мер длины и мер массы, были окружены коридорами, вокруг которых находился ряд комнат, защищавших эти помещения от влияния изменений внешней температуры и имевших не дровяное отопление (как другие комнаты), а водяное, причем трубы отопления были проведены по наружным стенам. В центральных помещениях, как свидетельствовал В. С. Глухов, «температура ... зимою при самых сильных морозах в продолжение нескольких часов изменяется только на  $1/10$  или  $2/10$  доли градуса Цельсия» [198]. Незначительна была амплитуда колебаний температуры также в течение всего года; по свидетельству Д. И. Менделеева, она изменялась лишь в пределах от  $+17$  до  $+20^\circ$ . Таким образом, эти помещения могли с достаточным основанием считаться термokonстантными. Башня для астрономических наблюдений имела внизу термokonстантный подвал, где находились точные часы.

В. С. Глухов, руководивший Депо образцовых мер и весов с 1865 по 1892 г., пополнил оборудование усовершенствованной измерительной аппаратурой и разработал проекты возобновления русских эталонов мер длины и веса, введения метрической системы мер в России в факультативном порядке и пр., однако довести до завершения эти планы Глухову из-за смерти не удалось.

После В. С. Глухова ученым хранителем Депо был назначен знаменитый русский ученый Д. И. Менделеев.

В 1893 г. в Петербурге «для сохранения единообразия, верности и взаимного соответствия мер и весов» была на базе Депо учреждена Главная палата мер и весов — многолабораторный метрологический институт, на который, в простивоположность Депо, возлагались также испытание и поверка самых различных измерительных приборов (термометров, манометров, водомеров, электроизмерительных приборов и пр.) «по соответствию с основными измерениями веса, длины и времени».

В первую очередь Главная палата изготовила новые эталоны прототипов мер длины и веса взамен созданных ранее, внушавших сомнения в их достаточной сохранности; в качестве материала для прототипов был избран хорошо зарекомендовавший себя при изготовлении метрических прототипов в Международном бюро мер и весов сплав платины (90%) с иридием (10%), отличавшийся большой тугоплавкостью, твердостью, упругостью и химической неизменностью. Затем был организован ряд лабораторий, оснащенных первоклассной измерительной аппаратурой. Именно Менделеев смог преобразовать Депо в подлинно-метрологическое учреждение, которое сыграло исключительную роль в создании государственной службы мер и весов. Менделеев возглавлял Главную палату почти 14 лет (1893—1907 гг.) — до своей смерти.

При Д. И. Менделееве в Главной палате был выполнен ряд работ, целью которых было максимально возможное достижение верности и единства измерений и обработки их результатов: определен ряд физических постоянных (плотность воды и воздуха, географические координаты Главной палаты, ее высота над уровнем моря и ускорение свободного падения). Метрологический уровень работ лабораторий существенно повысился. В наибольшей степени это относилось к измерениям основных величин (длины, массы и времени). Особенное внимание Д. И. Менделеев уделял лаборатории мер массы, деятельностью которой он непосредственно руководил и в которой сам выполнял значительную часть экспериментальных исследований. Мероприятия, направленные на достижение единства и повышение точности измерений, были осуществлены и в других лабораториях Главной палаты. В лаборатории мер длины оборудование пополнилось, в частности, 40-метровым базисом Едерина для поверки 24-метровых проволок и жезлов длиной 3 и 4 м. Рост авторитета этой лаборатории характеризуется уже тем, что ряд ведомств, пользовавшихся ранее услугами других организаций, стал направлять свои меры длины на поверку в Главную палату. Так

поступал и геодезический отдел Генерального штаба, справедливо гордившийся высокой сходимостью результатов своих измерений и поверявший ранее свои жезлы (высокоточные меры длины) в Пулковской обсерватории.

В соответствии с развитием различных отраслей промышленности и прогрессом науки номенклатура допущенных к применению мер значительно увеличилась, вошли в практику новые виды измерений в области механических и тепловых величин, начали измерять электрические и световые величины. В течение почти всего XIX в. имелись только ведомственные эталоны единиц физических величин (точнее, исходные образцовые меры и измерительные приборы), с основанием же Главной палаты стали создавать государственные эталоны, признанные общезначительными для различных отраслей хозяйства.

Процесс создания новых эталонов, выполнения исследовательских работ, проведения мероприятий, направленных на осуществление верности и единства мер, освещался в основанном в 1894 г. неперiodическом журнале «Временник Главной палаты мер и весов».

Особого рассмотрения заслуживает деятельность по постепенному, параллельному внедрению в России метрической системы мер. Созданная в 1876 г. Русским техническим обществом комиссия под председательством акад. А. В. Гадолина составила план постепенного внедрения системы в России; в 1884 г. это общество издало брошюру проф. О. Д. Хвольсона «О метрической системе мер и весов и о ее введении в России» [199]. В 80-х годах русские электрики стали ориентироваться на разработанные и принятые международными конгрессами электриков 1881 и 1889 гг. абсолютные системы электрических единиц, основанные на метрических единицах длины и массы. Военно-топографический отдел Главного штаба впервые в мире стал пользоваться с 1888 г. базисным прибором шведского профессора Едерина, предназначенным для измерения базисов в метрических мерах.

Русское правительство аккуратно уплачивало ежегодный членский взнос на содержание международных комиссий и Международного бюро мер и весов, который для России был особенно велик, так как размер взноса устанавливался пропорционально численности населения страны, подписавшей конвенцию 1875 г. В 1889 г. русская делегация получила на первой Генеральной конференции по мерам и весам по две копии новых, так называемых международных прототипов метра и килограмма, изготовленных взамен прежних, «архивных» прототипов. Положением о мерах и весах от 4 июня 1899 г. [220] было разрешено в факультативном порядке применять метрические меры в торговле, в казенных ведомствах и общественных управлениях. На базе этого Положения частично перешли на метрическую систему мер некоторые ведомства (Почтовое, Медицинское, Горное и др.), продолжавшие, впрочем, пользоваться также и русскими мерами; так, в правилах и инструкциях Горного ведомства указывалось, что в золотодобывающей промышленности следует применять «половинный граммовый разно-



Первоначальный вид здания Главной палаты мер и весов.

вес» наряду с разновесами из русских мер, что ступеньки лестниц при доменных печах должны быть «шириной не менее 8 дюйм. или 20 сант.» и пр., объем выражался как в литрах, так и в кубических футах и т. д. [201, ч. I, стр. 206].

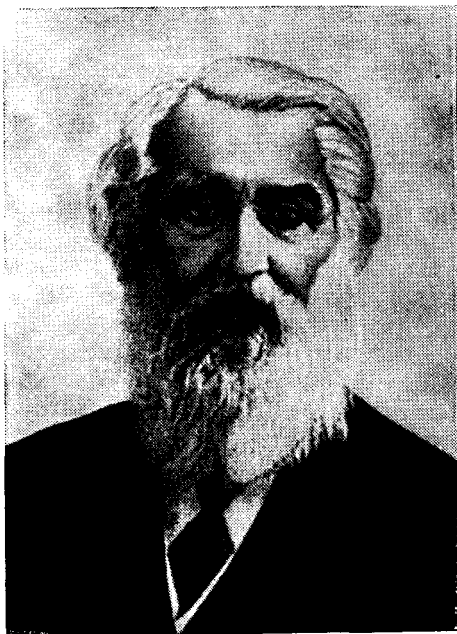
Правительственным постановлением от 16 июля 1886 г. в Великом княжестве Финляндском, входившем тогда в состав России, была введена в факультативном порядке метрическая система с 1887 г. и в обязательном — с 1 января 1892 г. Наконец, новым Положением о мерах и весах от 27 июля 1916 г. [202] метрическая система была объявлена равноправной с русской системой мер; первая статья Положения гласила: «В Российской империи применяются меры русские и международные метрические».

Центральные метрологические учреждения активно участвовали в подготовке к введению метрической системы. Выше было уже сказано, что проф. В. С. Глухов еще в 70-х годах выдвинул проект введения этой системы в факультативном порядке. Он приобрел за грани-

цей для Депо метрические меры и весы (в частности, весы с наибольшим пределом взвешивания 2 кг, 500 г, 200 г, 50 г и от 0,1 мг до 2 г с соответствующим набором гирь). Д. И. Менделеев продолжил начинания В. С. Глухова. Он приобрел концевую копию прототипа метра, метрический разновес и др. Определил физические постоянные для метрических мер объема (литра и кубического дециметра). По идее Менделеева был изготовлен эталон мер длины в форме полусажени П4, на котором были нанесены аршин, ярд и метр с их подразделениями (всего 253 линии) и который он характеризовал как «единственный в мире экземпляр, драгоценный во множестве отношений». Эта полусажень сыграла значительную роль в процессе перехода на метрическую систему мер. Новые прототипы были сличены с метрическими прототипами, и значения аршина и фунта были выражены через метрические меры, что узаконило Положение 1899 г. (аршин=0,711200 м, фунт=0,40951241 кг). Д. И. Менделеев высоко ценил русскую систему мер, отмечая, что из «всех систем мер и веса только три: английская, французская (метрическая) и русская отличаются полною разработкой и выдерживают научную критику» [203, т. 22, стр. 191]. Однако решительное предпочтение он отдавал метрической системе, и лишь практические трудности, особенно значительные в то время, заставляли ученого соблюдать осторожность. Основным препятствием он считал отсутствие в России специальных поверочных учреждений: «Пока у нас этих учреждений не будет, — указывал он в 1896 г. — до тех пор толка, порядка и пользы от введения метрической системы ожидать невозможно; напротив, недоразумений, всякого рода обманов и т. п. ожидать неизбежно должно . . . Поэтому . . . , будучи поклонником метрической системы, я . . . стою за факультативное ее применение, а главным образом, за введение поверочных учреждений» [Там же, стр. 329—330].

Такие учреждения («поверочные палатки») стали создавать с конца 1900 г.

В 1899 г. Главная палата издала краткие, а в 1902 г. более подробные «Сравнительные таблицы русских, метрических и английских мер», где точность вычисленных значений соответствовала точности, достигнутой при возобновлении прототипов (отклонение не превышало  $1 \cdot 10^{-6}$  для мер длины и  $1 \cdot 10^{-8}$  для мер веса). «Таблицами» Главной палаты 1902 г. были установлены допускаемые погрешности также для метрических мер. Для рабочих («торговых») мер длины они составляли по видам мер: для концевых мер (металлических и деревянных) — 1 мм на метр ( $1 \cdot 10^{-3}$ ) и  $\frac{1}{2}$  мм на полметра и на дециметр; для штриховых мер (металлических и деревянных) — 1 мм на каждый метр или часть метра; для землемерных цепей и лент длиной 20 м — 127 мм, длиной 10 м —  $63 \frac{1}{2}$  мм. Для мер сыпучих тел и жидкостей была установлена единая общая погрешность —  $1 \cdot 10^{-2}$  по весовому содер-



Н. Е. Егов

жанию. Для мер веса погрешности были значительно дифференцированы: для обыкновенных мер веса — 800 мг на килограмм ( $8 \cdot 10^{-4}$  кг), 120 мг на гектограмм, 20 мг на грамм; для точных мер веса — 200 мг на килограмм, 30 мг на гектограмм, 2 мг на грамм; для специальных мер веса — в зависимости от типа весов (десятичных, сотенных, тысячных).

С первого года деятельности палаток в них стали поверять частично концевые и штриховые метрические меры длиной до 1 м, а также землемерные ленты длиной до 20 м. В 1900/1901 отчетном году поверочными палатками было поверено точных метрических мер 8907 шт. (почти исключительно Московской палаткой), а в 1906 г. — уже 165447 шт., т. е. объем поверки возрос почти в 20 раз (раздельно те и другие меры стали учитывать только с 1908 г., когда число поверенных метрических мер составило 112289 шт.). В 1914 г. было поверено 271199 метрических мер, причем брак составлял 3,1 %.

Следует заметить, что внедрению метрической системы мер способствовало также то обстоятельство, что единицы многих физических величин с самого начала были образованы с использованием метрических мер (калория, электрические единицы и др.) и в таком именно виде пришли с Запада в Россию.

Все же, несмотря на такие несомненные успехи, царское правительство оказалось не в состоянии сделать последний, решительный шаг и

узаконить метрическую систему в качестве единой и общеобязательной.

Это сделала Советская власть декретом правительства от 14 сентября 1918 г.

#### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЕДИНИЦ ИЗМЕРЕНИЙ. ВОЗНИКНОВЕНИЕ ЭТАЛОННОЙ СЛУЖБЫ

##### Единицы длины

Система единиц длины осталась в основном той же, какой она была в XVIII в. (1 сажень=3 аршинам=7 футам=48 вершкам=84 дюймам=840 линиям). Указом 7 ноября 1835 г. было дополнительно узаконено значение сажени, как меры, равной 7 английским футам (поскольку указ Петра I так и не нашли), и утверждены созданные Комиссией 1827 г. единые общеобязательные образцы (эталон) этой основной меры длины. Комиссия успешно выполнила поставленную перед ней задачу — «определить с возможной по нынешнему состоянию наук точностью сперва линейную меру сравнением оной с английскою, с давнего времени уже принятою основанием Российской» [195, т. 10, № 8459]. За материальную основу при изготовлении эталонов сажени были приняты экземпляры сажени, ярда и фута, изготовленные в 1832 г. по специальному заданию русского правительства английским метрологом Кэтером и сличенные им с английскими прототипами. Были изготовлены два эталона сажени — основной, состоящей из шести платиновых и шести латунных полос, помещенных в пазах двух латунных цилиндров, и рабочий в форме железной полосы. Практически основной эталон не употребляли для проверки образцовых мер длины, тем более что последние делали обычно из железа, т. е. из материала, имевшего иной коэффициент теплового расширения, чем платина. Основную роль играла железная сажень (штриховая мера), точная длина которой составляла (как показали сличения ее с мерами Кэтера) 83,999982 дюйма и на которой были обозначены штрихами аршины.

«Положением о мерах и весах» от 4 июня 1899 г. [200] был узаконен в качестве основной меры аршин (главным образом из-за удобства обращения с ним в торгово-промышленной практике), причем длина аршина была выражена не только через английские меры (28 дюймов), но и через метрические: 1 аршин=0,711200 международного метра при температуре  $16\frac{2}{3}^{\circ}$  по стоградусному международному водородному термометру\*, было узаконено деление дюйма не только на 10 линий, но и на 100 точек; разрешено подразделять сажень по десятичному принципу. Вместо эталонов сажени 1832 г., внушавших сомнения в их дос-

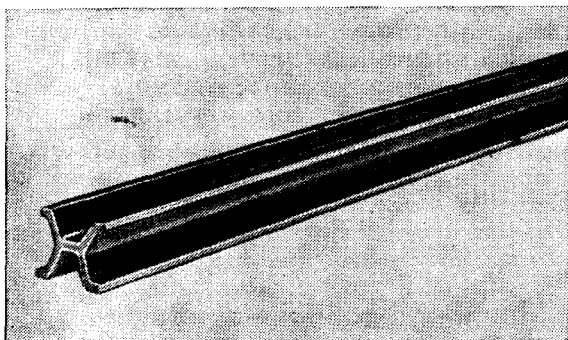
\* Практически температуру измерения определяли с погрешностью не выше нескольких тысячных долей градуса.

таточной сохранности, был изготовлен в Лондоне, по английским прототипам, образец полусажени П4, представлявший комбинированную меру, на которой были нанесены аршин, метр и ярд с их подразделениями\*, и затем по этой сажени — три экземпляра аршина. Новые образцы мер длины, изготовленные в 1894—1898 гг., представляли собой штриховые меры, имевшие в сечении принятую для международного прототипа метра и его копий X-образную форму, гарантирующую при относительно малом весе максимум сохранности и неизменности длины, а также большую равномерность температуры всех частей меры в зависимости от температуры окружающей среды.

Следует отметить, что значение сажени на протяжении XIX в. не осталось строго неизменным, а несколько изменилось (хотя и очень незначительно). Указом 1835 г. [195, т. 10, № 8459] предписывалось: «Основанием Российской линейной меры оставить навсегда сажень в 7 настоящих английских футов», т. е., по разъяснению акад. А. Я. Купфера, значение сажени должно было оставаться в России неизменным, «каковы бы ни были те изменения, которые англичане могут в дальнейшем ввести в свою систему мер» [128, ч. 8]. Эта оговорка была вызвана тем, что в 1834 г. в Англии были уничтожены при пожаре хранившиеся в здании Парламента первичные государственные образцы мер, причем не было уверенности в возможности абсолютно точно воспроизвести значения этих образцов при изготовлении новых эталонов. Поэтому предписание указа 1835 г. представлялось вполне целесообразным с точки зрения соблюдения единства измерений во времени, и, кроме того, оно обеспечивало последующую независимость русских мер длины от английских. Однако требования торгово-промышленной практики, особенно интересы торговли с заграницей, когда необходимо было считаться с реальными значениями новых (возобновленных) английских эталонов, заставили отступить в дальнейшем от принятого решения. «Существующие ныне русские прототипы, — указывал в 1895 г. Д. И. Менделеев, — сличены лишь с прежними иностранными прототипами, ныне же следует установить отношение русских прототипов к возобновленным за последние годы иностранным прототипам» [203, т. 22, стр. 186]. Поэтому при возобновлении русских эталонов мер длины в 1894—1898 гг. Д. И. Менделеев совместно с английским метрологом Ченеом сличил в Лондоне

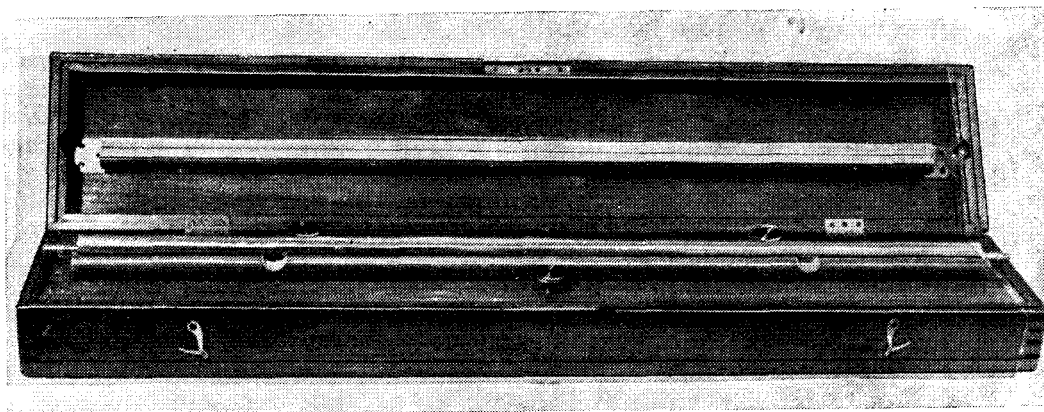
прототипов к возобновленным за последние годы иностранным прототипам» [203, т. 22, стр. 186]. Поэтому при возобновлении русских эталонов мер длины в 1894—1898 гг. Д. И. Менделеев совместно с английским метрологом Ченеом сличил в Лондоне

\* Аналогичная комбинированная мера, но с меньшим количеством подразделений, была изготовлена еще раньше под руководством В. С. Глухова.



Полусажень п4. ВНИИМ





Нормальный метр 1872 г. ВНИИМ

полусажень П4 с новым английским прототипом ярда, после чего было воспроизведено значение аршина на трех платино-иридиевых образцах; за первичный образец (эталон) был принят тот, отклонение длины которого от 28 дюймов являлось минимальным (3,7 мкм).

Неоднократно изменялись на протяжении XIX в. также соотношения между русскими и метрическими мерами длины, что зависело уже от усовершенствования методики и повышения точности неоднократно проводимых сличений. С таким расхождением результатов сличений пришлось столкнуться, например, составителям «Сравнительных таблиц десятичных и русских мер», изданных в 1868 г.: «В наших таблицах принято отношение между метром и . . . русским дюймом не то официальное, которое установлено французским правительством (т. е. метр = 39,361 дюймам), но то, которое было найдено Кэтером, а именно 1 метр = 39,37079 дюймам с небольшим изменением, а именно с прибавлением 0,00001 дм.; следовательно, принято, что 1 метр = 39,3708 дюймам» [197, стр. III—IV]. В дальнейшем были получены новые отношения: «В Англии, — писал Д. И. Менделеев, — узаконено (1877), что метр (как нашел Кэтер) = 39,37079 английским дюймам, а измерения Кларка дают отношение: 1 м = 39,36994 дюйма; Титмана: 1 м = 39,36980 дюйма. Разности эти достигают до 0,00099 дюйма или до 25 микронов . . . Английские сравнения метра с ярдом не могут быть считаемы при настоящем состоянии метрологических сведений за окончательно установленные . . . Вывод Кэтера . . . при последующих сличениях не подтвердился, так что ныне, на основании совокупности имеющихся данных, вероятнее принять, что 1 м = 39,3700 дюйм». Принимая первоначально это значение, Д. И. Менделеев дал в дальнейшем (уже на основании непосредственных сличений русских и метрических прототипов) окончательное значение: 1 м = 3,28084 фута = 39,37028 дюйма.

Метрические меры длины с 1889 г. получили в России эталонную базу в форме двух копий международного прототипа метра (штриховых мер), из которых одна находилась в Академии наук, другая — в Депо образцовых мер и весов и затем в Главной палате, а в 1895 г. последней была приобретена в Международном бюро мер и весов копия международного прототипа уже в форме концевой меры.

Значительно расширился диапазон единиц измерений длины, правда, преимущественно в научно-исследовательской практике: в астрономии для измерения расстояний в пределах солнечной системы стал служить радиус (или диаметр) Земли, для измерения космических расстояний — средний радиус земной орбиты ( $149,5 \cdot 10^6$  км), световой год ( $9,45 \cdot 10^{15}$  м), в оптике, спектрографии и молекулярной физике — миллимикрон ( $1 \cdot 10^{-9}$  м) и ангстрем ( $1 \cdot 10^{-10}$  м), предложенный в 1868 г. шведским ученым Ангстремом.

#### Единицы площади

Как и в XVIII в., единицы площади подразделялись на квадратные и специфические единицы измерения земельных площадей; номенклатура их оставалась в основном та же. Квадратные единицы существовали и широко применялись без их узаконения общегосударственными официальными актами; указ «О системе Российских мер и весов» 1835 г. о них вообще не упоминает (как, впрочем, и о мерах земельных площадей). Только Положением о мерах и весах от 4 июня 1899 г. были узаконены квадратные единицы, но без какого-либо указания на конкретные меры, т. е. по существу были узаконены все квадратные единицы, образованные от узаконенных единиц длины. То же Положение узаконило в качестве специфической единицы измерения земельных площадей десятину, равную 2400 квадратных сажен. В соответствии со статьей 11 Положения, допускавшей применение метрических мер, официально были установлены соотношения русских и метрических мер площади, опубликованные в изданных Главной палатой «Сравнительных таблицах» (1902 г.); 1 квадратная верста =  $1,13806$  км<sup>2</sup>, 1 десятина =  $1,09254$  га, 1 квадратный аршин =  $0,505805$  м<sup>2</sup>, 1 квадратный фут =  $0,0929030$  м<sup>2</sup> и т. д. Ранее неофициально были приняты несколько иные соотношения; например, в «Сравнительных таблицах» Ф. Ф. Петрушевского и Н. С. Еремеева [197]: 1 квадратная верста =  $1,13802$  км<sup>2</sup>, 1 десятина —  $1,0924997$  га, 1 квадратный фут =  $0,09289964$  м<sup>2</sup> и пр.

Издание «Таблиц» Главной палаты внесло необходимое единство в эти соотношения.

Положением о мерах и весах от 27 июля 1916 г. [202] были узаконены следующие метрические меры: квадратный километр, квадратный метр, квадратный дециметр, квадратный сантиметр и квадратный миллиметр, а для земельных площадей — ар и гектар.

## Единицы объема

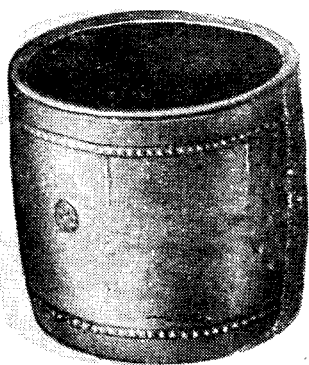
Указом 1835 г. [195, т. 10, № 8459] были легализованы следующие системы мер: сыпучих тел — четверть=2 получетвертям=8 четверикам=64 гарнцам; жидкостей — ведро=2 полуведрам=10 кружкам (штофам)=20 полукружкам (было разрешено также «осмеричное разделение»). Четверик был определен как объем перегнанной воды весом 64 фунта или (в соответствии с весом 1 кубического дюйма воды, определенным А. Я. Купфером) равный 1601,22 кубического дюйма, а ведро — как объем, вмещающий 30 фунтов перегнанной воды (750,57 кубического дюйма). Таким образом, изменились как метрологические предпосылки определения этих мер, так и их значения. Если Комиссия 1736 г. ставила своей задачей воспроизвести наиболее вероятные объемные значения употребляемых в XVII — начале XVIII в. четверика и ведра, то Комиссия 1827 г., на основании работ которой был составлен указ 1835 г., встала на путь установления значений мер объема в зависимости от весовых количеств вмещаемой ими воды. Были выбраны количества, близкие к прежним значениям, но все же достаточно произвольно округлявшие последние. Соответственно изменились объемные значения мер. Были изготовлены исходные образцы новых четверика и ведра.

Кубических мер указ не касался, но по существу легализовал их уже тем, что именно через них выражены узаконенные значения мер объема сыпучих тел и жидкостей.

На основе Положения о мерах и весах 1899 г. система мер объема жидкостей приняла следующий вид: ведро=10 штофам (кружкам)=16 винным бутылкам=20 пивным (водочным) бутылкам=100 чаркам=200 шкаликам; кроме того, было предусмотрено изготовление, поверка и клеймение следующих мер: полведра, четверть ведра,  $\frac{1}{32}$  ведра и  $\frac{1}{40}$  ведра. Основная мера — ведро — была определена как объем 30 фунтов перегнанной и совершенно очищенной воды (по весу в безвоздушном пространстве) при температуре  $16\frac{2}{3}$  по стоградусному международному водородному термометру.

В качестве основных мер объема сыпучих тел было узаконено прежнее соотношение: четверть=8 четверикам («мерам»)=64 гарнцам; гарнец определен как объем, вмещавший 8 фунтов (по весу в безвоздушном пространстве) перегнанной и совершенно очищенной воды при той же температуре, что и для ведра. Дополнительно были указаны, осьмина ( $\frac{1}{2}$  четверти), полuosьмина и полугарнец.

Положением были узаконены также кубические меры (без какого-либо перечисления их). В «Сравнительных таблицах» 1902 г. даны следующие значения четверика и ведра в метрических мерах: четверик=26,239 л, ведро=12,299 л.



Мера объема — четверик с клеймом 1848 г.  
ГИМ

Положением о мерах и весах от 27 июля 1916 г. из метрических мер были узаконены для измерения объемов жидкостей и сыпучих тел литр, декалитр, гектолитр, причем литр определен как объем 1 килограмма химически чистой воды при температуре  $4^{\circ}$  по стоградусному международному водородному термометру, а также кубические километр, метр, дециметр, сантиметр, миллиметр; для кубического метра было легализовано также наименование «стер», а для 10 кубических метров — «декастер».

#### Единицы веса

Предписанное указом 1797 г. третичное подразделение мер русского равновеса оказалось практически нецелесообразным, и основанные на этом указе меры еще в начале XIX в. перестали применять. За основную единицу в XIX в. был принят, как и ранее, фунт, но значение его воспроизводилось уже новым эталоном — платиновой гирей, изготовленной Комиссией (1827 г. по бронзовому золоченому фунту 1757 г. Вместе с тем значение этого эталона было выражено в объемных единицах «согласно с выведенным результатом, что русский или английский кубический дюйм воды при температуре  $13\frac{1}{3}^{\circ}$  Реомюра в безвоздушном пространстве весит 368,361 долю или что объем русского фунта той же воды равен 25,019 английским кубическим дюймам, что составляет совершенное равенство с известным золоченым фунтом С.-Петербургского Монетного двора, сделанным в 1747 году и служащим с того времени основанием Российской монетной системы» (указ 1835 г.).

А. Я. Купфер добился того, что разница в весе платинового фунта и фунта 1747 г. составляла в пустоте только 0,0042 доли. Был изготовлен также «второй нормальный фунт» латунный, золоченый (вторичный эталон), вес которого отличался в пустоте от первичного лишь на 0,001 доли. Этот фунт употребляли для проверки образцовых мер.

В 1894—1898 гг. Д. И. Менделеевым был изготовлен новый платино-иридиевый эталон фунта по купферовскому платиновому прототипу, для которого можно было считать, что он «не имел возможности изменить свой вес со времени его устройства» (Д. И. Менделеев). Были изготовлены также три копии первичного образца и образцовые разновесы: платино-иридиевый, платиновый и золотой. При изготовлении и

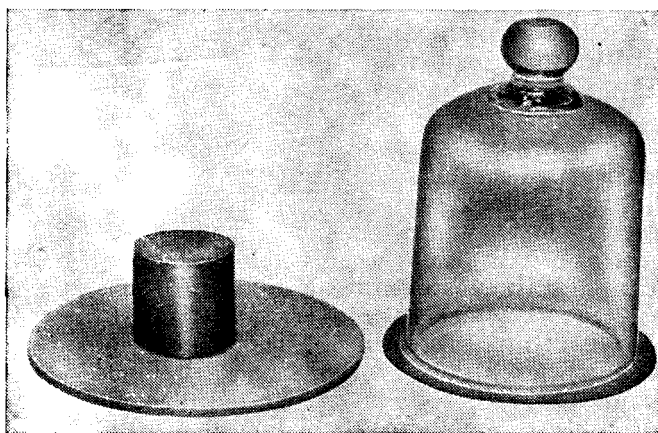
сличении этих мер соблюдали максимально возможную точность, необходимость которой Д. И. Менделеев мотивировал следующим образом: «Такая погоня за всею возможною точностью может с первого взгляда показаться преувеличенною и в некоторой степени излишнею. При этом мы должны обратить внимание на следующее: прототип фунта употребляется лишь для выверки основных копий. С этими основными копиями сличаются рабочие копии для Главной Палаты мер и весов; с этими последними—копии первого разряда для поверочных палаток торговых мер и весов, с перворазрядными копиями сличаются копии второразрядные и, наконец, с последними — уже обиходные торговые меры. При такой цепи сличений ошибка исходного прототипа может суммироваться и повлечь за собою уже заметную погрешность даже и в торговых мерах тем более, что и погрешность взвешивания по мере удаления от прототипа увеличивается примерно раз в пять при каждом переходе» [203, т. 22, стр. 367—368]. Выполнив ряд исследовательских работ, Д. И. Менделеев довел точность взвешиваний до  $1 \cdot 10^{-8}$  и даже выше.

Самой трудной задачей являлось устранение переменных температурных влияний, имевших место несмотря на термоконстантность помещения.

В целях достижения максимально возможного «постоянства показаний» весов Д. И. Менделеев стремился к устранению «неравномерности и переменчивости температуры весового помещения», «неправильного влияния» лучистой теплоты от тела наблюдателя и от ручных манипуляций с весами, «неравномерности действия солнечного света» и пр. В существовавших условиях весы, приобретенные от известных иностранных фирм (Эртлинга, Колло), давали расхождения показаний до 0,3 мг при грузе 1 кг, что Д. И. Менделеев считал совершенно неприемлемым. Значительные (с метрологической точки зрения) нарушения единства в процессе взвешиваний вызывались, как показал Д. И. Менделеев, изменением «состояния» весов, т. е. «положения нуля (ответчающего равенству моментов обоих плеч коромысла или, при одинаковой длине плеч, — равенству нагрузок),... на что до сих пор еще никто не обращал сознательного внимания». Такое изменение происходит, когда «воздух,



Образцовая мера 2 л. ВНИИМ



Платино-иридиевая ги-  
ря 1 кг, 1894 г. ВНИИМ

окружающий грузы и плечи коромысла, не находится в полном равновесии» или когда не является строго неизменным «действие того малого количества тепла, которое испускают удаленные от весов электрические лампы накаливания, применяемые для освещения шкалы, не говоря уже о влиянии неравномерного общего освещения или неравномерно нагретых стен комнаты, в

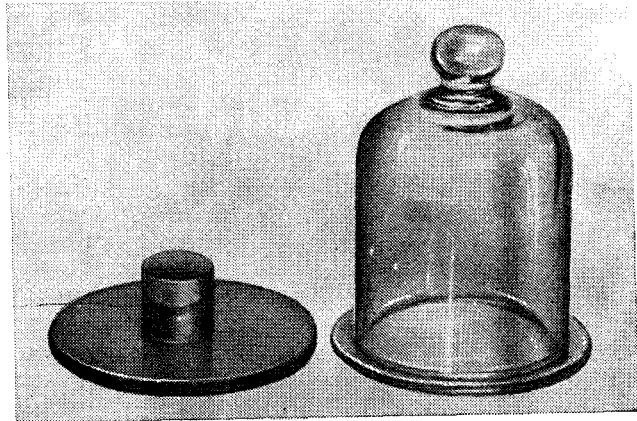
которой помещаются весы» [203, т. 22, стр. 225 и 227]. Д. И. Менделеев указал, что «сущность точных взвешиваний . . . определяется именно понятием о состоянии весов» и, изучив изменения последнего, обобщил их в виде «функции времени», выражающей изменения равновесия в течение процесса взвешивания, установил, что она носит закономерный характер и может быть выражена с достаточной для большинства случаев точностью параболой второго порядка; это давало возможность «ввести все необходимые поправки, относящиеся к перемене состояния весов, . . . с большой вероятностью знать положение равновесия в те промежуточные времена, в которые наблюдений не производилось, что и требуется при точных взвешиваниях». [Там же, стр. 256 и 261]

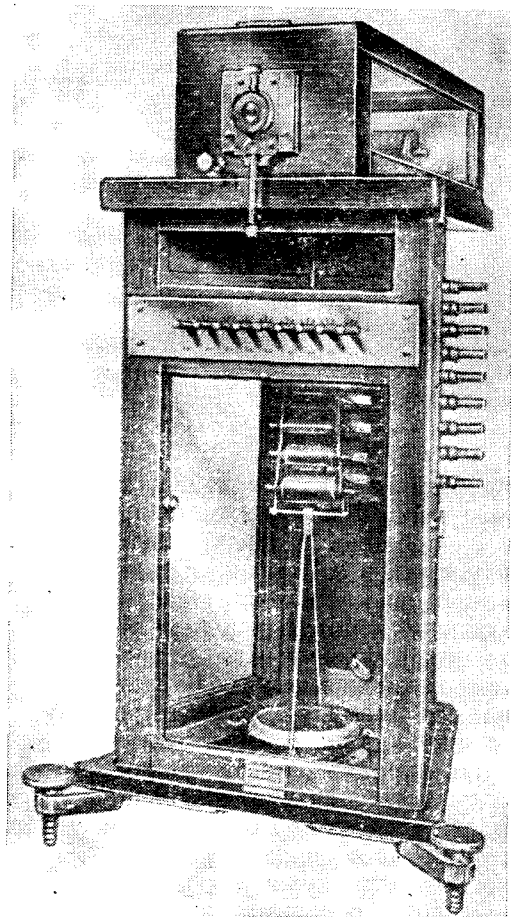
В целях возможно большего достижения единства результатов Д. И. Менделеев осуществил также ряд практических мероприятий. Так, еще в 1894 г. «для защиты коромысла от посторонних лучей тепла и для возможно равномерного распределения тепла по всей длине коромысла» он окружил коромысло весов «массивною сплошною медною рамою (коробкою из толстых сплошных листов красной меди)» [Там же, стр. 227]. Не довольствуясь имевшимися весами, Д. И. Менделеев приобрел по специальному заказу весы фирм Рупрехта и Неметца, в которых устранение ряда посторонних влияний достигалось благодаря приспособлениям, позволявшим издали арретировать весы, менять грузы на их чашках и отсчитывать качания коромысла (для весов Неметца можно было издали накладывать **добавочные грузы**). Но и в эти установки Д. И. Менделеев внес усовершенствование: шкалы были перенесены на потолок помещения для уменьшения боковых нагреваний, особенно, нежелательных, поскольку они изменяли длину только одного плеча коромысла. По правилам, установленным Д. И. Менделеевым, грузы ставили на чашки весов накануне предполагаемого дня взвешивания.

**Платино-иридиевый эталон  
фунта 1894 г. ВНИИМ**

ваний, а в день взвешиваний наблюдателям запрещалось входить в помещение для весов.

Задача максимально возможного внесения единства в результаты взвешиваний очень осложнялась, как указывал Д. И. Менделеев, ибо происходило «изменение времен размахов и убыль величины их амплитуд или отклонений (от положения равновесия) в зависимости от перемены разных условий, например от угла наклона, от нагрузки, от положения центра тяжести, от плотности среды, в которой совершается колебание, от внутреннего трения этой среды, от трения ножей о подставки и от других обстоятельств» [204]. Поэтому Д. И. Менделеевым было проведено тщательное изучение весов, их колебаний, по наблюдениям которых определялись малые разности веса, декрементов колебаний, трения и пр. В процессе этого изучения были выполнены «сотни возможно точных наблюдений, в каждом из которых число записанных размахов было велико, — до 126». Особенно важным результатом, наряду с выражением «функции времени» в форме параболы второго порядка при постоянной нагрузке, явилось установление зависимости изменения времени колебаний весов и декрементов от нагрузки, сводящейся «в первом приближении к гиперболе». В целях устранения «вредного влияния на точность взвешиваний неравномерности и переменчивости температуры весового помещения (а следовательно, и изменчивости относительной длины плеч весов)» Д. И. Менделеевым были разработаны «системы взвешиваний», основанные на его исследованиях «состояния» весов и оказавшиеся достаточно рациональными. Он отмечал, что указанное вредное влияние «значительно уменьшается введенною системою взвешиваний . . . Обычное точное взвешивание . . . , состоящее из трех взвешиваний, основано на предположении неизменности в отношении длины плеч в период 3 взвешиваний, тогда как введенное мною основывается на определении меры изменения этого отношения во время некоторого числа взвешиваний, следующих друг за другом, с отметкою времени, которому они отвечают . . . Обыкновенно взвешивания наши состоят ныне из системы 7 взвешиваний» [203, т. 22, стр. 198—199]. Использовались также системы из большего числа взвешиваний (10, 14, 20, 22).





Весы конструкции Д. И. Менделеева  
(модель). ВНИИМ

Подводя итоги этим работам, сам Д. И. Менделеев писал: «В достигнутых за последнее время (к 1895 г. — Н. Ш.) в Главной Палате взвешивания отдельные определения, производимые отдельно Ф. П. Завадским и В. Д. Сапожниковым и состоящие каждое из 14 взвешиваний, не различаются между собою более чем в тысячных долях миллиграмма, а обыкновенно менее 0,004 мг» [Там же, стр. 211]. В 1902 г. он так характеризовал итоги своих работ по возобновлению эталонов мер массы: «После введения всех необыкновенных поправок... вероятная погрешность результатов достигает до  $\pm 0,002$  или  $\pm 0,003$  мг, а отдельные взвешивания не разнятся между собою более, как на 0,02 мг», тогда как «при сличениях международных килограммов в 1870—1890-х годах... отдельные взвешивания отличались на 0,3 мг на килограмм» [Там же, стр. 375].

Положением о мерах и весах 1899 г. новый прототип фунта был узаконен и вместе с тем выражен также и в метрических мерах (на основании сличений с копиями международного прототипа килограмма в Главной палате и в Международ-

ном бюро мер и весов): 1 фунт = 0,40951241 кг.

Из мер веса в Положении были узаконены: пуд, фунт, лот, золотник и доля (ст. 2). Однако тем же Положением были легализованы (ст. 29) также разновесы, заключавшие значительно большее число мер: 1) 3, 2 и 1 пуд; 2) 20, 10, 5, 3, 2 и 1 фунт; 3) 48, 24, 12, 6, 3, 2 и 1 золотник; 4) 48, 24, 12, 6, 3, 2 и 1 доля. Были нормированы также материал и форма гирь.

Номенклатура мер веса пополнилась метрическими мерами от тонны до миллиграмма. Эталлонной базой для этих мер являлись две копии международного прототипа килограмма, которые были получены Россией в 1889 г. и одна из которых находилась в Главной палате. В «Сравнительных таблицах» 1902 г. были указаны в метрических мерах



значения самых различных мер веса, в частности, пуда (16,380496 кг), аптекарского фунта (358, 32336 г) и пр.

Положением о мерах и весах 1916 г. были узаконены метрические меры от «метрической весовой тонны» до миллиграмма; кроме того, для взвешивания бриллиантов, жемчуга и драгоценных камней был легализован метрический карат (200 мг).

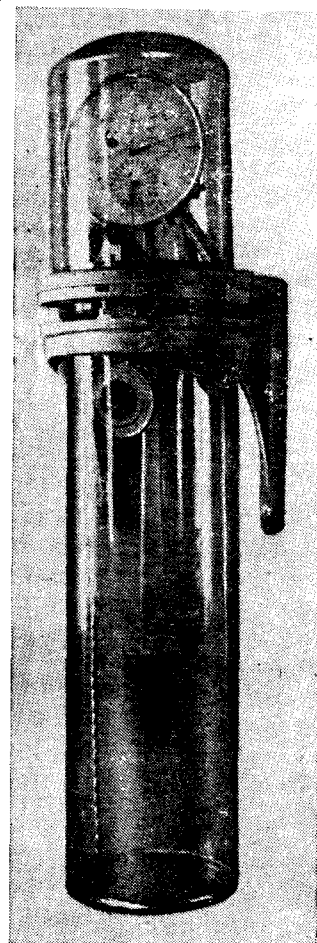
#### Угловые единицы

Система угловых единиц оставалась в основном неизменной: градус, минута, секунда. Меньшие единицы, образованные по 60-ричному принципу, фактически были заменены десятными и сотыми долями секунды (до некоторой степени сохранилась только терция). В навигации и гидрографии, наряду с этими единицами, остался румб. В расчетах, связанных с тригонометрией, основной единицей являлся радиан (известный еще в XVIII в.).

Наиболее точно значение градуса воспроизводили с помощью астрономических (угломерных) инструментов Пулковской обсерватории, имевших шкалы, нанесенные с применением лучших делительных машин того времени.

#### Единицы времени

Система измерений времени по-прежнему включала год, месяц, сутки, час, минуту и секунду, меньшие же единицы были фактически заменены (как и в области угловых измерений) десятичными подразделениями секунды. В конце XIX в. были внесены официальные уточнения в определения и значения наиболее употребительных единиц времени, до этого, строго говоря, еще не легализованных законодательными актами. Положением о мерах и весах 1889 г. в качестве основной были узаконены сутки, равные 24 ч по среднему солнечному времени, с делением часа на 60 минут и минуты на 60 секунд. Год был определен как тропический год, т. е. интервал времени, в течение которого Солнце при своем движении по эклиптике проходит путь от точки весеннего равноденствия до этой же точки (указано уже не в Положении, а в «Таблицах» Главной палаты). Длительность тропического года была выражена в средних солнечных сутках; год = 365,24219 суток (иначе — 365 дням 5 ч 48 мин 46с).



Часы Риффлера, 1902 г. ВНИИМ

## ГЛАВА ШЕСТАЯ

Точное воспроизведение единиц времени и точное определение моментов времени осуществляли с помощью астрономических часов обсерватории Академии наук и затем Пулковской обсерватории, опиравшейся в своих данных на наблюдения специально выделенных «часовых звезд». В Положении 1899 г. было указано, что счет времени в Петербурге определяется по данным Пулковской обсерватории, в прочих местах — в зависимости от географической долготы. В Главной палате, первоначально получавшей точное время из Пулковской обсерватории, была оборудована в 1902 г. собственная астрономическая обсерватория для хранения точного времени и точного определения моментов времени, для чего использовали пассажный инструмент Бамберга с регистрирующим микрометром, смонтированный на каменном столбе в башне с меридиальной щелью, а также четверо астрономических часов Риффлера (для солнечного и звездного времени) и большой автоматический хронограф Хиппа.

### Механические единицы

Номенклатура механических единиц расширилась в XIX в. за счет тех единиц, которые в XVIII в. при слабой механизации производства еще мало требовались (единицы работы, мощности), и единиц, основанных на метрической системе. Эти единицы были допущены полуофициально, они не были узаконены особыми государственными актами.

Тем не менее единицы существовали достаточно легально, поскольку представляли собой производные от узаконенных единиц длины и веса и полузаконенных единиц времени. Была в значительной степени упорядочена и унифицирована терминология, но по отношению к единицам доминировали, как ранее, не термины, а словесные выражения, характеризовавшие единицы как математические функции единиц длины, веса и времени.

**Единицы скорости.** Номенклатура единиц линейной скорости в основном осталась той же, какой была в XVIII в. и лишь несколько расширилась в сторону крупных единиц в связи с необходимостью измерять высокие скорости в машинной технике. С другой стороны, номенклатура этих единиц пополнилась единицами, основанными на метрических мерах длины, — метром в секунду, километром в час и пр., причем для удовлетворения потребностей научных исследований понадобились также исключительно малые и исключительно крупные единицы. Для весьма медленно протекающих явлений, например, при характеристике поднятия и опускания берегов, пришлось ввести совершенно искусственную расчетную единицу — сантиметр в столетие, а в астрономии и физике понадобилась такая колоссальная единица, как скорость света (приравниваемая обычно 300000 км/с). В области единиц угловой скорости, почти не употребляемых в XVIII в., основной единицей являлся оборот в минуту и отчасти оборот в секунду.

**Единицы ускорения.** В основном сохранились единицы, применяемые в XVIII в. Однако в связи с использованием в технике высоких скоростей появились крупные единицы — сажень/ $c^2$  и даже верста/ $c^2$ . В дополнение к этим единицам появились метрические: см/ $c^2$ , м/ $c^2$ , вплоть до км/ $c^2$ .

**Единицы плотности и удельного веса.** Как и ранее, имелись три категории единиц, выражавшиеся в именованных числах (для плотности), в отвлеченных числах (для удельного веса) и в процентах или градусах (для концентрации растворов). Однако терминологическое и метрологическое различие не всегда строго выдерживалось. Даже у Д. И. Менделеева в ранний период его деятельности плотность охарактеризована иногда в отвлеченных единицах и термины «плотность» и «удельный вес» употреблены как синонимы. Были попытки изъять из употребления термин «удельный вес», в соответствии с чем пользоваться терминами «абсолютная плотность» и «относительная плотность». Плотность (как величина, выражаемая именованным числом) и удельный вес имели с метрологической точки зрения то важное отличие, что в русских единицах они выражались разными числами (в противоположность выражению их в метрических единицах). Это было связано с тем, что удельный вес чистой воды принимали равным 1, тогда как единицы плотности были различны в зависимости от отнесения их к тому или иному объему воды (кубическому дюйму, кубическому футу и пр.) и вообще не выражались при использовании русских мер объема и веса числом «единица» — так, вес кубического дюйма воды (единица плотности) равнялся 3,84 золотника (368 долям). Это расхождение в числовых значениях единиц плотности и удельного веса наглядно характеризовало один из частных недостатков системы русских мер. Поэтому оказалось особенно целесообразным пополнение существовавших единиц плотности в XIX в. единицами, основанными на метрической системе. За основную единицу плотности Главная палата приняла выраженную в метрических мерах плотность химически чистой воды при температуре 4° по стоградусному международному водородному термометру: 1000,000 г/л или 1,000000 г/мл. Такая вода, а также набор жидкостей с известными (определяемыми весовым способом) значениями плотности служили для проверки точных ареометров, в то время как прочие поверяли с помощью набора образцовых ареометров.

Номенклатура единиц несколько расширилась и вследствие увеличения числа модификаций градуса в различных типах ареометров (Боме, Гей-Люсака, Бека, Картье, Траллеса). Для разных градусов составляли таблицы перевода в значения удельного веса.

**Единицы силы.** В XIX в. имело место довольно значительное расширение номенклатуры этих единиц главным образом вследствие внедрения метрической системы мер. Она же позволила также значительно расширить пределы значений единиц силы. Если в XVIII в. наиболее крупной единицей являлся пуд (пуд-сила), то в XIX в. применяют тонну (тонна-силу), т. е. единицу, в 61 раз большую. Диапазон значений

особенно расширился в сторону малых значений, включив дину. Единицы силы воспроизводили посредством ведомственных образцовых приборов — пружинных весов (динамометров), получаемых в основном из-за границы.

**Единицы давления.** Как и в XVIII в., основными единицами являлись фунт/квадратный дюйм и давление ртутного столба высотой 30 дюймов (англ.). Во второй половине XIX в. дюймы были почти вытеснены метрическими мерами и за нормальное давление атмосферы было принято значение 760 мм рт. ст. при 0°C на широте 45° и на уровне моря, а в русских мерах его стали выражать по точному соотношению как 29,9 дюйма; в единицах силы оно составило 1,033 кгс/см<sup>2</sup>. Это давление стали именовать «атмосферой», но в технике по соображениям практического удобства под «атмосферой» (технической) стали понимать с течением времени значение 1 кгс/см<sup>2</sup>. Переход от первого значения ко второму произошел постепенно, в связи с чем иногда параллельно использовали обе единицы; так, в книге А. С. Ломшакова [205, т. 1, стр. VI] читаем: «Атмосфера — давление 1 kg на 1 квадратный сантиметр =  $1 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ ». Там же иногда указаны старые атмосферы (=  $1,033 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ ).

В связи с использованием метрической системы мер расширились не только номенклатура единиц давления, но и диапазон значений: появились такие крупные единицы, как тонна/см<sup>2</sup>, и такие малые, как дина/мм<sup>2</sup> и даже дина/см<sup>2</sup>.

Значение атмосферы как единицы давления воздуха и ее долей последовательно воспроизводили образцовыми ртутными барометрами Академии наук, Петербургской магнитно-метеорологической обсерватории Горного ведомства, возглавлявшей сеть магнитно-метеорологических станций, и Главной физической обсерватории. Сконструированный в 1870 г. директором обсерватории акад. Г. И. Вильдом нормальный ртутный барометр можно рассматривать уже как эталон (ведомственный). Он воспроизводил атмосферное давление с точностью до 0,01 мм рт. ст. и отличался таким высоким конструктивным совершенством, что в значительной степени послужил образцом при изготовлении эталонных барометров Международного бюро мер и весов: сам Вильд с удовлетворением отмечал, что этот барометр «без существенных изменений служил нормою не только для России, но и при многих... сравнениях нормальных барометров различных государств» [206, т. 72].

В 1894 г. Д. И. Менделеев создал в Главной палате эталонный ртутный барометр, конструктивной основой для которого явился барометр, изготовленный самим ученым еще в 70-х годах при исследовании упругости газов. В качестве образцового манометра в Главной палате первоначально служил грузопоршневой манометр Бухгольца, в котором при отсутствии гирь на площадке давление составляло 1 кгс/см<sup>2</sup>, а чугунные кружки (гири) служили для повышения давления до 15 кгс/см<sup>2</sup> (для больших давлений использовали особый контрольный манометр).

Затем был изготовлен эталонный манометр конструкции Д. И. Менделеева, состоящий из 25 пар сообщающихся между собою стеклянных трубок и имевший зеркальную шкалу. Верхний предел измерений прибора составлял 100 кгс/см<sup>2</sup>; для давлений от 100 до 400 кгс/см<sup>2</sup> служили образцовые манометрические весы Штюкрата. В дальнейшем в Главной палате была смонтирована установка Шеффера и Буденберга для давлений от 100 до 1000 и от 1000 до 4000 кгс/см<sup>2</sup>.

**Единицы расхода.** Единицы для этой области измерений частично существовали еще в XVIII в. и даже ранее в области определения расхода воды (преимущественно в ведрах), а также топлива и материалов, когда для образования единиц расхода употребляли даже кубические меры; так, Шляттер в своем «Наставлении рудному делу» (1760 г.) сообщает об одной пароатмосферной машине, которая требовала для работы 28 кубических футов каменного угля в сутки. Однако если тогда количество расходуемого вещества определяли в основном за крупные единицы времени (сутки, час), то в XIX в. номенклатура фактически используемых единиц расхода увеличилась прежде всего вследствие отнесения количества вещества к малым единицам времени (минуте, секунде), в соответствии с чем получили широкое применение такие единицы, как ведро/мин, кубический фут/с и пр. Появились и единицы, в которых количество вещества выражалось в метрических мерах: м<sup>3</sup>/мин; см<sup>3</sup>/с и др. Новые технико-экономические потребности вызвали появление также дифференцированных, более сложных по размерности единиц, характеризовавших, например, расход вещества по отношению к единице мощности машины, к единице затрачиваемого топлива и т. д., например, для расхода топлива или пара в тепловых установках — кг/(ч.л. с.).

На окраинах государства, где велись работы по орошению полей, имелись собственные специфические единицы расхода. В Туркестане такой единицей являлся «кулак», характеризующий количество воды, протекавшей без напора через глиняную трубку длиной  $1\frac{1}{2}$  фута и диаметром 7 дюймов на одном конце и 6 дюймов на другом; 5 «кулаков» составляли «тагерман». В Закавказье единицей расхода служила «лопата», а с 90-х годов «баш», равный 1/400 кубической сажени/с (официально узаконен в 1891 г.).

Главная палата мер и весов за основную единицу расхода приняла единицу ведро/мин; для ее воспроизведения служила с 1902 г. оригинальная водомерная установка, позволявшая воспроизводить также кратные и дольные значения этой единицы при использовании шайб различного диаметра в водопроводном канале.

**Единицы работы** (механической). Так как в выражение единиц работы входят единицы силы и пути, которые можно выбирать произвольно, то единицы работы оказались достаточно разнообразными. Практически доминировали фунто-фут (фунтосила × фут), пудо-фут (пуд-сила × фут), пудо-верста (пуд-сила × верста). Их значения в мет-

## ГЛАВА ШЕСТАЯ

рических мерах определяли исходя из того, что фунтосила = 0,4095 кгс, отсюда фунто-фут = 0,4095 · 0,3048 = 0,1248 кгс·м, пудо-фут = 0,1248 · 40 = 4,992 кгс·м, пудо-верста = 4,992 × 3500 = 17472 кгс·м = 17,472 кгс·км. Наряду с единицами работы, основанными на русских мерах, появились единицы, основанные на мерах метрических, что привело к расширению и номенклатуры, и диапазона значений — от тонно-километра до дино-сантиметра (эрга).

**Единицы мощности** (механической). Так как эти единицы получали непосредственно из единиц работы, то возникли (при отнесении к секунде) фунто-фут/с (0,1248 кгс·м/с), пудо-фут/с (4,992 кгс·м/с) и пр. В машинной технике и особенно на транспорте иногда более удобными оказывались единицы, образованные от крупных единиц длины и времени, в соответствии с чем, например, на транспорте получила значительное распространение пудо-верста/ч (17,472 кгс·км/ч), но она не характеризовала мощности машин на валу, и основной крупной единицей в промышленности стала введенная Джемсом Уаттом (1736—1819 гг.) «лошадиная сила» (HP или PS, также л. с.) иначе «паровая лошадь», равная в русских мерах 15,02 пудо-сила·фут/с или 611 фунто-фут/с, в метрических 1 л. с. = 611 · 0,1248 = 76,25 кгс·м/с. По практическим соображениям полученное выражение подвергли некоторому изменению. Французские ученые округлили это число до 75 кгс·м/с; такое значение лошадиной силы и удержалось в странах с метрической системой мер. Английская лошадиная сила получилась, таким образом, несколько больше метрической: 1 HP = 1,0139 л. с. [207, стр. 71]. В России также было принято значение 1 л. с. = 75 кгс·м/с.

### Тепловые единицы

В XIX в. в России, как и в других странах, наряду с единицами температуры появилась также единица количества теплоты, которая вытекала уже из формулы Г. В. Рихмана, но оказалась внедренной далеко не сразу.

**Градус.** Единицами температуры являлись в основном градусы Реомюра и Цельсия, значительно реже — Фаренгейта; градус Делиля вышел из употребления еще в начале века. Таким образом, основными температурными шкалами являлись 80-градусная и 100-градусная, причем ртутные термометры допускали расширение 100-градусной шкалы в пределах от —39 до +357°. В 1887 г. состоялось решение Международного комитета мер и весов «принять за нормальную термометрическую шкалу шкалу стоградусной системы водородного термометра при постоянном объеме и при начальной упругости водорода при 0° под давлением ртутного столба в 1 м высоты, т. е. при 1,3158 атмосферы» [208]; оно было подтверждено постановлением первой Генеральной конференции по мерам и весам 1889 г.

Задача воспроизведения единицы температуры облегчалась тем, что градус представлял строго определенную часть шкалы термомет-

ра, ограниченную физическими постоянными (точками замерзания и кипения воды). Поэтому разные организации воспроизводили в России значение градуса самостоятельно и притом более или менее единообразно, создавая собственные ведомственные эталоны (Академия наук, Морское ведомство, Горное ведомство, в ведении которого находились многие заводы, сеть магнитно-метеорологических станций и пр.). В системе метрологической службы первым температурным эталоном можно считать приобретенный Депо образцовых мер и весов в 1886 г. ртутный термометр Тоннело № 4532, изученный в 1887 г. в Международном бюро мер и весов; пределы измерения термометра составляли от  $-3,5$  до  $+103,7^{\circ}\text{C}$  с подразделением через  $0,1^{\circ}\text{C}$ . В соответствии с постановлением первой Генеральной конференции сначала в Главной физической обсерватории (1891 г.) и затем в Главной палате мер и весов (1897—1898 гг.) был установлен и отградуирован водородный термометр. Части для него были выписаны из той же фирмы («Голанц»), которая поставила водородный термометр в Международное бюро мер и весов; точки  $0$  и  $100^{\circ}$  были определены при помощи трех термометров Тоннело Главной палаты, поверенных в Международном бюро по шкале водородного термометра. В результате тщательного исследования оказалось, что «шкала водородного термометра Главной Палаты должна быть признана тождественной с нормальной», т. е. с принятой за таковую Международным комитетом мер и весов. Новый эталонный термометр был использован прежде всего при точных метрологических исследованиях и, в частности, для измерения температуры при установлении значений прототипов аршина и фунта. Переход на новый эталон практически не отразился на шкале применяемых термометров, поскольку шкала термометров Цельсия весьма близка к шкале стоградусного водородного термометра, а прочие шкалы связаны со шкалой Цельсия строго определенными соотношениями.

**Калория.** Определение и значение единицы количества теплоты были установлены далеко не сразу. Первоначально в определении фигурировали неметрическая единица веса и градус Реомюра. Лавуазье и Лаплас принимали (1780 г.) за единицу «количество теплоты, необходимое для повышения температуры фунта воды на один градус термометра Реомюра». Сам термин «калория» появился лишь в середине XIX в. Содержание термина с течением времени дифференцировалось. У Реньо (1857 г.) уже фигурирует «калория при  $0^{\circ}$ , отнесенная к одному градусу воздушного термометра и к одному грамму воды». Варбург (1899 г.) привязал калорию к определенной температуре (15-градусная калория) и давлению, определив ее как «количество теплоты, потребное для повышения температуры грамма воды от  $14,5$  до  $15,5^{\circ}\text{C}$  при атмосферном давлении  $760$  мм рт. ст.». Все эти и некоторые другие определения отражались на понимании термина «калория» и на использовании этой единицы русскими учеными при физических, химических и научно-технических исследованиях. В Рос-

сии совершенно не привилась калория в английской трактовке XIX—XX вв. как количество теплоты, потребное для повышения температуры одного фунта воды на 1° Фаренгейта.

### Магнитные единицы

В первой половине XIX в. наряду с применением геометрических (выражаемых через градусы) единиц магнитного склонения и наклона стали применять физическую единицу напряженности магнитного поля, определяемую как отношение единицы силы к электромагнитной единице количества магнетизма. Предложенные Гауссом на основании абсолютной системы «миллиметр—миллиграмм—секунда» магнитные единицы (напряженности магнитного поля, магнитного потенциала и пр.) не получили распространения. Дальнейшая разработка системы абсолютных магнитных единиц СГСМ производилась в 60-х годах Комитетом по электрическим эталонам Британской ассоциации научного прогресса и затем на Международных конгрессах электриков. В 1900 г. Парижским конгрессом было рекомендовано присвоить наименование «гаусс» абсолютной единице напряженности магнитного поля в системе СГСМ и наименование «максвелл» абсолютной единице магнитного потока, для прочих же единиц было решено не давать особых наименований. В начале XX в. по инициативе некоторых западно-европейских ученых стали входить в употребление практические магнитные единицы, основанные на системе единиц «вольт-ампер-сантиметр-секунда»: вольт-секунда для магнитной индукции, ампер-виток (или ампер) для единицы магнитодвижущей силы, ампер-виток на сантиметр для единицы напряженности магнитного поля.

В России новые магнитные единицы принимали по мере того, как они утверждались в западно-европейской научно-технической практике и постановлениями Международных конгрессов электриков; указанные практические единицы встретили в России благожелательное отношение вследствие их удобства для изучения магнитных свойств железа и стали и дополнили собой к концу рассмотренного периода номенклатуру магнитных единиц (в лабораторной и частично заводской практике).

### Электрические единицы

В течение большей части XIX в. электрические единицы еще находились в процессе становления. Работы Гаусса (1832 г.) и В. Вебера (1851 г.) по созданию абсолютной системы единиц проложили путь к теоретическим определениям электрических единиц, но практически их значения определялись той или иной материальной конструкцией, предложенной кем-либо из ученых. В этот период не первичные образцы создавались на основе максимального приближения к теоретическим определениям единиц, а наоборот, значения единиц определялись



теми или иными произвольно установленными образцами. При таком положении дел основной задачей являлось создание таких образцов, которые были бы прежде всего практически удобны и более или менее легко воспроизводимы. В решении этой задачи деятельное участие принимали также русские ученые, особенно академики Э. Х. Ленц (1804—1865 гг.) и Б. С. Якоби (1801—1874 гг.).

В 1838 г. Ленц предложил принять электрическое сопротивление медной проволоки № 11 длиной 1 фут при температуре  $15^{\circ}\text{R}$  в качестве единицы сопротивления. В дальнейших его трудах встречаем предложенные им значения всех трех основных единиц. В установлении значений единиц сопротивления и силы тока Ленц исходил из параметров собственных приборов («мой агометр\*», «мой мультипликатор»), но затем он придавал этим значениям объективный характер, относя их к строго определенным характеристикам некоторых легко воспроизводимых материалов и конструкций. Что же касается единицы электродвижущей силы, то он правильно определял ее (исходя из еще не вполне признанного тогда закона Ома) как производную от единиц сопротивления и силы тока. «Единицей сопротивления, — писал он в 1842 г., — всех сопротивлений, за исключением особо оговоренных случаев, является один виток моего агометра из нейзильберовой проволоки. Он соответствует 6,358 фута медной проволоки диаметром 0,0336 англ. дюйма при температуре  $15^{\circ}$ . Единицей тока является ток, отклоняющий стрелку моего мультипликатора на  $1^{\circ}$ . Электрическое действие этой единицы тока по вышеуказанному равно 41,16 куб. сантиметра гремучего газа, при 760 мм (температура  $0^{\circ}$ ) давления и при  $0^{\circ}$ , в час... Единицей электродвижущей силы является сила, вызывающая при единице сопротивления ток в 1 единицу. Электродвижущая сила одного из моих элементов Даниэля в этих единицах... = 47,16» [209, стр. 385]. Если принять электродвижущую силу элемента Даниэля равной 1,1 В, то очевидно, что единица электродвижущей силы Ленца равнялась приблизительно 0,023 В.

В 1848 г. Б. С. Якоби изготовил и разослал физикам своего времени в качестве эталона единицы сопротивления медную проволоку длиной 25 футов, весом 345 гран (22,4 г) и диаметром 0,67 мм; эта единица, составлявшая приблизительно 0,636 Ом, получила значительное распространение в Европе, уступив, однако, в 60-х годах место единицам сопротивления Сименса и Британской ассоциации научного прогресса. Кроме того, Якоби предложил принять за единицу силу электрического тока, выделяющего 1 мг гремучего газа в 1 с; эта единица являлась практически удобной и легко воспроизводимой.

Следует отметить, что разрозненные усилия ученых разных стран не привели к единым общепризнанным результатам. В третьей четверти XIX в. в различных странах и разными учеными применялись около 15 единиц электрического сопротивления, 8 единиц электродви-

\* Агометр, или вольтагометр — наименование, данное В. С. Якоби сконструированному им реостату.

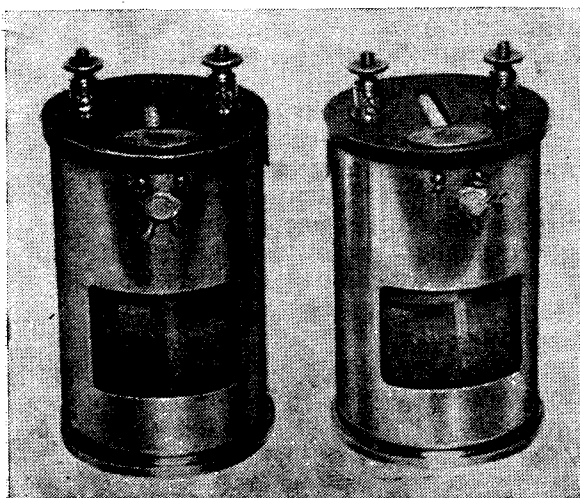
жущей силы и 5 единиц силы тока. Кроме того, недостаточный уровень развития техники и отсутствие единых спецификаций для изготовления приводили к тому, что даже вещественные образцы единиц, изготовленные в одной и той же конструктивной форме (элемент Даниэля, единица сопротивления Якоби и пр.), более или менее значительно расходились в своих значениях.

Положение улучшилось лишь тогда, когда вопрос об электрических единицах стал предметом коллективного рассмотрения. Большую и продуктивную работу выполнил Комитет по электрическим эталонам в Англии (1861—1870 гг.). Однако требовалось уже международное соглашение. Коренное улучшение связано в своей начальной стадии с деятельностью первого Международного конгресса электриков (1881 г.), который прежде всего принял две системы абсолютных электрических единиц — электромагнитную (СГСМ) и электростатическую (СГСЭ) — и дал четкие определения электрических единиц в абсолютной мере. Вместе с тем, учитывая их практическое неудобство (слишком большие и слишком малые значения), Конгресс установил также абсолютную практическую систему, единицы которой получили из предыдущих путем умножения их значений на 10, в связи с чем появились общеизвестные единицы: вольт, ом, ампер, кулон, фарада и, несколько позднее, джоуль, ватт, квадрант (генри). Будучи основаны на абсолютной системе единиц Гаусса—Вебера, все предложенные единицы опирались на метрическую систему мер и для образования дольных и кратных электрических единиц были использованы приставки этой же системы. Крупное значение деятельности Конгресса было четко охарактеризовано его активным участником известным русским физиком

А. Г. Столетовым: «Всякие недоразумения в электрических мерах покончены. В области электрической науки и техники создано то всеветное единство мер, какого нет еще ни в монетных единицах, ни в других мерах практической жизни. Выбранная общая система такова, что она с особенной простотой и логичностью связывает учение об электричестве с остальными частями механики и физики» [210, т. 1, стр. 385].

На Чикагском конгрессе 1893 г. было постановлено положить в основу электрических измере-

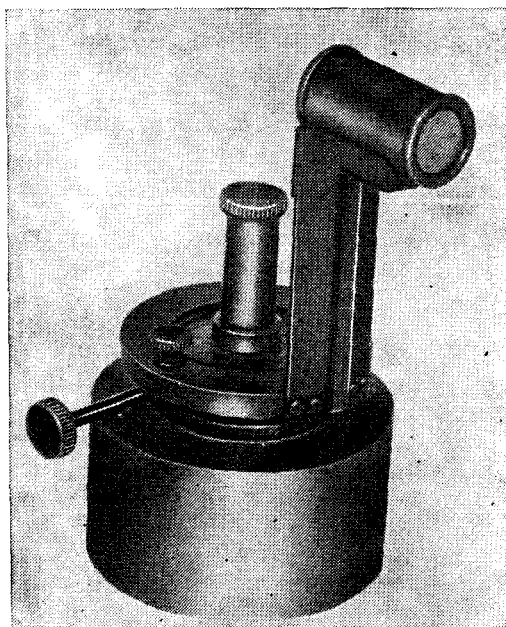
Эталон э. д. с. (нормальный элемент) 1898 г. ВНИИМ



Свеча (лампа) Гефнера, 1900 г.  
ВНИИМ

ний эталоны практических электрических единиц, а не их теоретические определения, т. е. перейти от абсолютной практической системы единиц к так называемой международной. На Международной конференции 1908 г. в Лондоне были уточнены числовые значения международных единиц и разработаны точные спецификации для их вещественного воспроизведения. Были приняты следующие определения практических международных единиц: ом — сопротивление, которым обладает столб ртути постоянного поперечного сечения длиной 106,300 см и массой 14,4521 г при прохождении неизменяющегося электрического тока при температуре таящего льда; ампер — сила неизменяющегося тока, который, проходя через водный раствор азотнокислого серебра, выделяет 0,00111800 г серебра в 1 с; вольт — напряжение, которое в проводнике сопротивлением 1 международный ом производит ток силой 1 международный ампер. Конкретно единицу напряжения следовало воспроизводить при помощи нормального элемента; если Чикагским конгрессом за таковой был принят элемент Латимера Кларка с э. д. с., равной 1,434 международного вольта, то Лондонская конференция отдала предпочтение нормальному элементу Вестона с э. д. с. = 1,0183 международного вольта.

В Главной палате мер и весов с момента возникновения электроизмерительной лаборатории (1900 г.) основными эталонами являлись комплект нормальных элементов Латимера Кларка и набор образцовых катушек электрического сопротивления немецкой фирмы «Вольф», поверенных в германском Физико-техническом институте. Ампер рассматривался как производная единица; значение его реально воспроизводили при помощи серебряного вольтметра и электрических весов Кельвина. После Лондонской конференции в Главной палате были созданы эталоны, отвечавшие требованиям, сформулированным в постановлениях этой конференции: групповой эталон э. д. с. из 26 нормальных эталонов Вестона, изготовленных в Английской физической лаборатории и частично в Главной палате (1912 г.), 3 серебряных вольтметра и ртутный эталон международного ома, изготовленный в 1913 г. под руководством Н. Н. Георгиевского и М. Ф. Маликова; этот эталон



был вскоре сличен с аналогичными эталонами трех других метрологических институтов (Германии, Англии и США), причем было выявлено высокое качество изготовления нового эталона — расхождения его значения со значениями других эталонов выражались только в миллионных долях среднего международного эталона.

### Световые единицы

Основной задачей в данной области единиц являлось установление единицы силы света, поскольку прочие световые единицы были производными от нее. В основу установления этой единицы легло не теоретическое определение, а различные предлагаемые материальные образцы. Именно на воспроизведении единицы силы света концентрировались усилия изобретателей и метрологов.

На протяжении XIX в. был сделан ряд предложений. Так, французский техник Карсель сконструировал еще в 1800 г. оригинальную масляную лампу, которая благодаря регулярной, равномерной подаче масла поршнем, связанным с часовым механизмом, отличалась относительной правильностью горения и постоянством силы света. Вследствие этого лампы стали постепенно употреблять для измерений, а в 1860 г. французскими учеными были разработаны технические условия для ее применения в качестве единицы силы света: диаметр светильни 30 мм, высота пламени 40 мм, количество очищенного сурепного масла, сжигаемого в час, 42 г. Предложенная в Англии нормальная спермацетовая свеча должна была иметь высоту пламени 45 мм и расходовать в час 7,8 г спермацетового вещества свечи. Нормальная парафиновая свеча, рекомендованная к применению в Германии в 1869 г., должна была иметь поперечник 20 мм при весе  $\frac{1}{12}$  кг, высоту пламени 50 мм. Платиновая свеча Виоля, характеризующаяся количеством света, испускаемого 1 см<sup>2</sup> поверхности расплавленной чистой платины при температуре ее затвердевания, была признана первым Международным конгрессом электриков 1881 г. имеющей ряд преимуществ перед карсельской, спермацетовой и парафиновой свечами (по белизне света, большему постоянству силы света). Однако ее воспроизведение должно было обходиться слишком дорого, так как требовалось около 1 кг платины. Второй Международный конгресс электриков (1889 г.) в качестве практической единицы силы света рекомендовал так называемую десятичную, или децимальную, свечу, приравнивавшуюся  $\frac{1}{20}$  свечи Виоля. На основе этой свечи были установлены единицы других световых величин: для светового потока — люмен (десятичная свеча на стерадиан), для освещенности — люкс (люмен на 1 м<sup>2</sup>), для яркости — десятичная свеча на 1 м<sup>2</sup>, для световой энергии («светоспособности») — люмен-час (аналогичным образом были образованы производные единицы от принятой в дальнейшем лампы Гейфнера).

На Международном конгрессе электриков 1893 г. была рекомендована в качестве единицы силы света по соображениям простоты устройст-

ва, легкости воспроизведения и дешевизны амил-ацетатная лампа Гефнера—Альтенека, в которой нормальная высота пламени (горел уксуснокислый амил), соответствовавшая единице силы света, составляла 40 мм. Лампа была усовершенствована германским Физико-техническим институтом и нашла значительное применение.

В 1915 г. была предложена так называемая международная свеча, состоявшая уже из электрических ламп накаливания.

Значения предложенных единиц были различны: карсельская лампа превосходила по силе света лампу Гефнера—Альтенека в 10,9 раза, спермацетовая свеча составляла 1,14, парафиновая — 1,22 и десятичная — 1,13 значения свечи той же лампы.

В России самостоятельной работы по созданию единиц силы света почти не проводили. До конца XIX в. не было также общепринятой единицы, хотя можно, по-видимому, считать, что в последней четверти XIX в. до появления лампы Гефнера — Альтенека доминировала спермацетовая свеча. Специфической русской единицей силы света была стеариновая свеча Невского завода, «четвериковая» свеча, называемая так потому, что ее начальный вес равнялся четверти фунта. Постепенно лампа Гефнера—Альтенека, официально принятая в Германии и Австро-Венгрии в качестве единицы силы света, вытеснила в России прочие единицы. Лампа была использована также для метрологических целей, в частности потому, что германский Физико-технический институт воспроизводил ее в достаточно совершенной форме. В Главной палате мер и весов для воспроизведения единицы силы света имелись четыре лампы Гефнера—Альтенека, аттестованные в германском Физико-техническом институте, а также электрическая лампа сравнения с силой света около 1 свечи, поверенная по лампе Гефнера—Альтенека и служившая для непосредственной поверки светоизмерительных ламп и определения силы света различных источников.

#### ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Материальной основой для осуществления единства измерений явилась впервые получившая в XIX в. широкое развитие система эталонов основных единиц. Ее роль была достаточно велика несмотря на то, что большинство эталонов юридически не являлось общегосударственными.

Чтобы оценить всю важность создания системы эталонов в истории русской метрологии, необходимо отметить, что еще в начале и даже в середине XIX в. «самая точная поверка мер, их определение и проч. составляли тогда специальность только некоторых ученых, посвятивших себя метрологии, а также академий и вообще ученых обществ, так что сами правительства принуждены были к ним обращаться. Поверочные учреждения, существовавшие тогда в некоторых государствах, имели обязанностью поверку мер и весовых гирь только для целей торговых и промышленных, для которых особой верности не требуется. Если какие-либо меры поверялись в подобных учреждениях, то, очевидно,



Набор образцовых гирь 1838 г. ВНИИМ

большой точности в поверке их нельзя было ожидать, хотя бы верность их и была засвидетельствована правительством» [211, стр. 10—11]. Именно этим обстоятельством В. С. Глухов объяснял то, что акад. Купфер при метрологических работах, связанных с созданием эталонов, пользовался не теми образцовыми мерами длины и веса, которые были поверены для России в правительственных метрологических органах Англии и Франции и имели официальные свидетельства, а теми, которые были поверены такими видными учеными, как физик Араго и астроном Шумахер (директор астрономической обсерватории в г. Альтоне).

Юридической основой для обеспечения единства измерений служили правительственные указы (большая часть которых упомянута в начале главы), развитие систем государственного и ведомственного надзора.

Существенную роль для обеспечения единства измерений играло осуществление мероприятий по организации централизованного изготовления мер.

Прежде всего с созданных Комиссией 1827 г. первичных образцов всех мер были сделаны копии и разосланы по губерниям в качестве образцовых мер. На эту метрологическую базу, легализованную Положением о весах и мерах 1842 г., должно было опираться все измерительное хозяйство страны. Была введена централизация изготовления образцовых мер; ответственность за их своевременное изготовление (а также за их поверку) была возложена сначала на Дело образцовых мер и весов и затем на Главную палату мер и весов. Образцовые меры рассылали на места только после аттестации их центральным метрологическим учреждением. Приборостроительные организации должны были иметь образцовые меры, а кустари — клейменные рабочие меры для использования в качестве образцов.

В начале века изготовление мер объема и веса было сконцентрировано только на трех заводах (согласно указам 1797 и 1799 гг.), а изготовление мер длины возложено на «фабрику аршинов», основанную в 1810 г. В дальнейшем от политики централизации изготовления мер пришлось отступить — вследствие быстрого роста потребности в мерах и весах пришлось привлечь к изготовлению и другие казенные заводы, а затем совершенно отказаться от государственной монополии, разрешив частным заводам и даже кустарям изготавливать меры и веса, правда, при условии обязательной государственной поверки и клеймения их, тогда как для продукции казенных заводов достаточно было их собственного клейма (Положение о весах и мерах 1842 г.). Необходимым дополнением к таким указам являлось установление определенных допусков для вновь изготовленных мер и весов. Эти допуски были приведены в правилах изготовления и в иных официальных документах. На пороге XX в. допуски были зафиксированы в Положении о мерах и весах 1899 г. [200], несколько более подробно в «Правилах, нормирующих деятельность поверочных палаток» 1901 г. [212] и особенно подробно в составленных Главной палатой «Таблицах наибольших погрешностей, допускаемых в торговых мерах, 1903 г.» [213].

Номенклатура местных (национальных) мер в целом постепенно сокращалась благодаря различным правительственным мероприятиям, однако время от времени она возрастала под влиянием специфических, местных мер народов вследствие присоединения к России Финляндии, Бессарабии, Кавказа, Туркестана. Для некоторых из этих земель, прежде всего для областей с однородным культурным населением и достаточно прочно сложившимися системами мер (особенно для Финляндии и Польши) в течение длительного времени допускали более или менее самостоятельную метрологическую политику. Унификацию мер проводили постепенно, последовательными этапами. В 1825 г. было предписано применять в нескольких западных и юго-западных губерниях с более или менее значительным количеством русского населения (в губерниях Виленской, Гродненской, Минской, Подольской, Волынской), а также в Белостокской только русские меры. Постановление 1832 г. говорило об обязательном использовании русских мер в Грузии и вообще в Закавказском крае. В порядке подготовки к опубликованию Положения о весах и мерах 1842 г. Комиссия составила и издала в 1836 г. сравнительные таблицы русских и иных мер. Положение 1842 г., предписывавшее повсеместное в государстве использование русских мер в качестве общеобязательных, представляло собой крупный шаг вперед в деле установления единства измерений, подкреплявшийся тем, что государственные учреждения, выполнявшие поверочные функции, в основном поверяли и клеймили только русские меры.

В 1894 г. было объявлено об обязательном использовании русских мер в Туркестане, причем для перехода на единые в государстве меры для крупных оптовых торговцев был установлен срок 3 года, для остальных — 5 лет.

Положением о мерах и весах от 27 июля 1916 г. [202] были значительно расширены права и обязанности Главной палаты. В целях дальнейшего развития работ по установлению единства измерений Главная палата охарактеризована в Положении как «центральное научно-техническое учреждение для сохранения в России верности, единообразия и взаимного соответствия мер и измерительных приборов, применяемых в науке, технике, промышленности и торговле (разрядка наша — *Н. Ш.*).

**Измерения длины.** Отступление от единства измерений иногда допускалось официально. Наряду с общепринятыми единицами измерений в качестве внесистемной путевой единицы была официально разрешена миля (географическая), составляющая  $\frac{1}{15}$  часть градуса земного меридиана и равная 6,9569 версты (практически нередко принимали милю равной 7 верстам). В некоторых случаях официально разрешалось пользоваться иностранными мерами; так, Положением о мерах и весах 1899 г. [195] при заготовке корабельного леса и изготовлении лесных изделий для экспорта «можно было измерять теми иностранными мерами, которые введены в употребление».

Некоторые ведомства и организации допускали значительные отступления от установленной системы единиц: 1000-саженную версту применяли в Межевом ведомстве, 8-футовую сажень — в таможенных. В особенности это относилось к Морскому ведомству, где применяли морскую милю (1,8532 км) и 6-футовую сажень.

Значительные нарушения единства измерений, как это ни странно, отмечены в Академии наук, долго пользовавшейся для измерений длины туазом. На копию парижского туаза, тщательно сличенную с последним в Париже Араго, опирался в своих тригонометрических и градусных измерениях вдоль дуги меридиана (1816—1855 гг.) директор Дерптской астрономической обсерватории В. Я. Струве (затем первый директор Пулковской обсерватории). При производившихся им в 1828—1829 и в 1852—1853 гг. сличениях русских и частично иностранных мер, применяемых при триангуляциях и градусных измерениях в России и за границей, Струве брал в качестве образца копию туаза, в долях которого и были выражены результаты сличений. При окончательной обработке итогов градусных измерений Струве выразил в туазах значения всех базисов (в том числе измеренных в сажнях). Правда, Военное ведомство (ближайшим образом Военно-топографическое дело), хотя и мирилось с использованием туаза В. Я. Струве, опиралось в производимых им тригонометрических измерениях на русские меры, в основном на сажень, равную 7 английским футам. Однако единого первичного образца мер длины в Военном ведомстве не было; основными образцами являлись сажень Т (№ 10), двойная сажень Д (№ 15) и 5-футовая мера Лондонского астрономического общества, а начальник Военно-топографического депо генерал Ф. Ф. Шуберт выражал результаты своих измерений в условной (неовещественной) сажени, строго равной 7 английским футам; к этой же условной сажени приводились результаты изме-



рений при соединении русских триангуляций. Выражение результатов всех триангуляций в одних и тех же мерах (условных сажнях и метрах) было осуществлено только при перевычислении триангуляций комиссией генерала К. В. Шарнгорста в начале XX в.

Вопрос о единстве измерений длины дополнительно осложнялся некоторым различием результатов, получаемых при последовательных сличениях английских мер с французскими, в долях которых выражались английские меры; это различие зависело от степени совершенства методики и точности сличений. В связи с этим менялось значение также русской условной сажени. Ее последовательно принимали равной 945,7987 парижской линии или 2,13356035 м (на основании сличений, проведенных английским метрологом Кэтером), 945,8079 парижской линии или 2,1335832 м (после сличений английского метролога Кларка в 1865 и 1873 гг.) и, наконец, 2,133600 м (в соответствии с Положением о мерах и весах 1899 г.). В высокоточных измерениях геодезистов эти небольшие по своему абсолютному значению изменения играли заметную роль.

В быту, мелкой торговле и мелком ремесле продолжали употреблять меры, отличные от установленных и иногда все еще воспроизводимые с помощью частей человеческого тела: косую и маховую сажени, шаг, четверть и пр.

Местные меры длины сохранялись у нерусского населения преимущественно в обиходной практике. В прибалтийских провинциях применяли иногда старую систему единиц измерений: сажень (рута) = 3 локтям = 6 футам = 72 дюймам (с подразделением последнего на 12 линий); однако фут (следовательно, и другие меры) имел несколько различных значений и равнялся 12,62 русского дюйма в Эстляндии, 10,58 — в Финляндии, 12,36 — в Курляндии. В польских губерниях соотношения между единицами измерений были те же, но фут равнялся 11,34 русского дюйма [214]; кроме того, применяли метр (в механических заведениях и у портных), фут бреславльский, фут рейнский и пр. [215, ч. 5]. В Финляндии при тех же соотношениях фут составлял 11,69 русского дюйма. В Закавказье даже в начале XX в. сохранялись специфические национальные меры, как например, ханаршун (ханский аршин), равный  $22\frac{1}{2}$  вершка, т. е. приблизительно 1 м; адли =  $1\frac{1}{2}$  аршина (в Грузии) и др. Местными мерами пользовались народы Туркестана и горных областей Кавказа, присоединенных во второй половине XIX в. к России.

Установление единства измерений длины происходило в разных областях их использования неравномерно, и результаты были неодинаковы. Специфические ведомственные меры, связанные с научными исследованиями, не являлись, как правило, объектом правительственных указов и продолжали в основном сохраняться. Туаз, употребляемый наряду с русскими мерами, уступил место в последней четверти XIX в. метру не вследствие каких-либо официальных распоряжений, а в связи с успехами распространения метрической системы мер.

Довольно значительные результаты были достигнуты в области торгово-промышленной практики, чему способствовали прежде всего законодательные акты, направленные на повсеместное использование узаконенных русских мер, на достижение единообразия их значений в процессе изготовления и пр. В соответствии с указом 1810 г. [118, т. 31, № 24275] изготовление мер длины было централизовано на фабрике аршинов, снабжавшей все губернии потребным числом узаконенных мер длины (преимущественно железных аршинов), причем старые меры подлежали изъятию. Тому же способствовало установление определенных допусков на изготовление мер длины. Так, специальными таблицами Главной палаты, утвержденными министром финансов в 1902 г., были установлены дифференцированные допускаемые погрешности мер длины: концевых металлических мер —  $1\frac{1}{2}$  линии на сажень ( $1,8 \cdot 10^{-3}$ ),  $\frac{1}{2}$  линии на аршин, 0,2 линии на фут; концевых деревянных мер — соответственно 3; 1 и  $\frac{1}{2}$  линии; штриховых металлических мер —  $\frac{1}{2}$  линии на каждый аршин; штриховых деревянных мер — 1 линия на аршин. Фактические погрешности изготовленных мер и вообще их качество определяли в процессе поверки.

**Измерения площади.** В сфере измерений земельных площадей наряду с «казенной» десятиной  $80 \times 30$  сажен применяли иногда (особенно для частновладельческих земель) «хозяйственную» десятину ( $80 \times 40$  сажен), реже «двадцатую» десятину ( $100 \times 20$  сажен) и «бахровую» десятину ( $80 \times 10$  сажен).

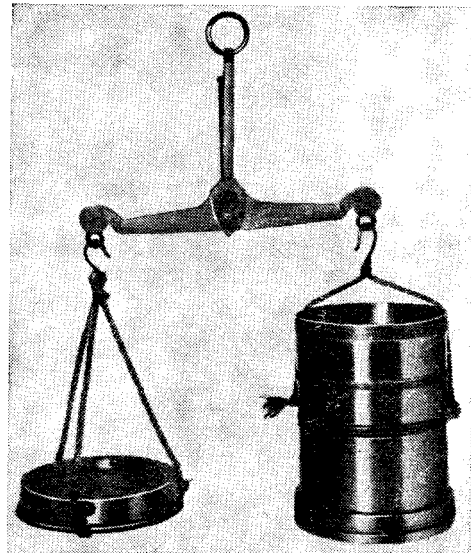
В областях с нерусским населением сохранение на какой-то период местных мер объяснялось не просто постепенным характером замены их русскими мерами, но и тем, что результаты измерений не исчезали со временем (как в процессе потребления той или иной продукции), а были твердо зафиксированы в размерах земельных участков и в соответствующих документах. Это налагало ограничения на законодательную деятельность, что отражалось и в актах, касавшихся унификации земельных мер даже на пороге XX в. Так, по отношению к польским мерам в Положении о мерах и весах 1899 г. было, правда, указано, что на русские меры, применяемые при измерении земельных площадей, не должно наносить польские меры и что последние не должны фигурировать наряду с русскими в межевых планах и реестрах, однако одновременно было указано, что второе предписание не относится к измерениям, начатым до опубликования закона от 30 декабря 1891 г. [216, ст. 148], и к связанным с ними межевым актам, которые уже составлены или будут составлены.

В Лифляндии применяли лофштелле ( $0,335$  казенной десятины) = 25 каппам, тоннштелле = 35 каппам. В польско-литовских губерниях применяли волоку ( $15,374$  казенной десятины) = 30 моргенам = 90 квадратным шнурам = 9000 квадратным прентам = 900000 квадратным прентикам. В Финляндии бытовал туннеланд = 32 капландам = 0,452 казенной десятины.

**Измерения объема.** Двойственность мер объема, выражавшаяся в раздельном существовании мер сыпучих и мер жидких тел и в одновременном наличии кубических мер, несколько сглаживалась тем, что указом 1835 г. «О системе Российских мер и весов» первые (непосредственно четверик и ведро) были выражены официально через кубические меры; кроме того, области применения всех этих мер были в достаточной степени различны.

Продолжали еще существовать одноименные меры, отличавшиеся друг от друга в зависимости от назначения. В области мер сыпучих тел это относилось в основном к бочкам: так, бочка для сельдей имела иной объем, чем бочка для цемента и пр. В еще большей степени такое отличие характерно для мер жидкостей (бочек, ведер и бутылок) в зависимости от того, для измерения какой жидкости мера была предназначена. Особенным разнообразием отличались винные бочки. Их объем, в противоположность полуофициально установленной 40-ведерной бочке для воды и 10-ведерной бочке для пива, первоначально даже не был регламентирован. Указ от 18 июля 1810 г. гласил: «Мера бочек, в коиx вино, водку и наливки промышленникам ввозить, а помещикам для оптовой продажи приготавливать, не определяется; всякой может оные употреблять такой величины, как кому удобно, лишь бы она не менее 15 ведер была» [118, т. 31, № 24299]. Вместе с тем для более мелких винных мер подтверждались предшествовавшие законодательные акты и указывалось, что эти меры должны иметь общие, установленные законом значения и все вина следует продавать на казенных питейных дворах «клеяемыми мерами» («ведрами, квартами и мелочными мерами»). Во второй половине XIX в. во внешней торговле вином, наряду с доминировавшими в это время метрическими мерами, применяли заимствованные извне старые незаконные меры. Касаясь торговли виноградными винами, Д. И. Менделеев указывал (1872 г.), что «в международной торговле ныне преобладает продажа на литры или гектолитры (= 100 л), но иногда еще поныне меряют отчасти оксофтами (=  $16\frac{3}{4}$  ведра), мюи (= 22,3 ведра) и другими старыми мерами» [203, т. 16, стр. 450].

Местные меры сохранились главным образом в обиходной практике (в быту, мелкой торговле, мелком ремесле), где акты купли-продажи не оформлялись



Пурка образцовая 5 фунтов 1889 г.  
ВНИИМ



Русская чугунная мера объема сыпучих тел. ВНИИМ

официальными документами. В прибалтийских провинциях по-прежнему применяли свои меры. Так, в Курляндии и Лифляндии сохранялись бочка, оксофт, ам (ом), анкер, канна и пр., причем отличались друг от друга бочка для водки (12,444 русского ведра) и бочка для пива (9,333 ведра). Особенно различны были сажени для дров: 1 сажень обыкновенных дров = 0,688 кубической сажени, сплавных дров — 0,929, казенных дров — 1,630; различались, кроме того, сажень для строительных камней и сажень для извести (соответственно 0,344 и 0,161 русской кубической сажени). В польских губерниях бочка составляла 8,13 русского ведра и равнялась 25 гарнцам, или 100 квартам, или 400 кварточкам; мера сыпучих тел — корец (4,878 русского четверика) = 4 четверикам = 32 гарнцам = 128 квартам = 512 кварточкам. В конце XIX в. эти меры уже почти не употребляли в связи с тем, что сыпучие и кусковые тела (хлеб, уголь, известь и пр.) продавались на вес. В быту и торговле широко использовали даже в конце XIX в. такие специфические меры, как ахтель (кубическую меру для дров, равную 216 польским кубическим футам) и сервитутную, или крестьянскую, сажень (употребляемую при выдаче помещикам топлива крестьянам и равную  $\frac{1}{4}$  русской кубической сажени) [215, ч. 5]. В Финляндии 1 ом (12,768 русского ведра) = 4 анкерам = 60 каннам = 120 штофам, бочка для сыпучих тел (6,284 русского четверика) = 30 каппам = 63 каннам [214]. В Закавказском крае местные меры жидкостей упорно держались даже в начале XX в., причем вследствие того, что в данной административной единице были соединены различные по национальным особенностям Грузия (Мегрелия, Имеретия), Армения и др., различия местных мер были существенными. В дополнение к этому имелись чисто местные отличия; в Грузии одноименные меры (сапалне, чапа, тунга) имели различные числовые значения в разных уездах (Тифлиском, Зангезурском и др.).

Были в употреблении также кубические меры, образованные от местных мер длины, причем не всегда соблюдались точные соотношения с русскими мерами; так, польский кубический локоть, применяемый в строительном деле, упрощенно приравнивали  $\frac{1}{50}$  доле русской кубической сажени, хотя в действительности последняя заключала в себе 51,06 таких локтей [215, ч. 5].

Благодаря совокупности законодательных мероприятий разнообразие местных мер объема постепенно уменьшалась. Как правило, государственные учреждения не принимали их для поверки и клеймения. Частично эти меры отпадали сами собой, поскольку объемные определения заменялись весовыми; допуски, установленные Главной палатой мер и весов, были выражены в мерах веса, они составляли обычно  $1 \cdot 10^{-2}$  часть веса воды, вмещаемой мерой.

**Измерения веса.** В XIX в. еще продолжали употреблять артиллерийский, пробирный и аптекарский вес (не только в аптекарском деле, но даже в научных исследованиях).

Довольно живучими оказались и местные меры веса, особенно в западных губерниях. Хотя там основной мерой веса также являлся фунт, но значение его в русских мерах было неодинаково, в Лифляндии и Курляндии — 1,022, а в Эстляндии — 1,051 русского фунта. В Прибалтийском крае сохранились также шиффунт и лисфунт. В польских губерниях применяли развитую систему мер веса, основанную на фунте, близком по значению к русскому (1 польский фунт = 1,038 русского фунта): 1 фунт = 16 унциям = 32 лотам = 128 драхам = 384 скрупулам = 9216 грамам; крупной мерой являлся центнер, равный 4 штейнам или 100 фунтам; наряду с центнером, равным 100 фунтам, имелись центнеры, приравненные 132 фунтам (для шерсти) и 120 фунтам (для сена) [215, ч. 5]. В Финляндии до введения метрической системы мер (1887—1892 гг.) применяли следующую систему: 1 ласт = 288 лисфунтам; 1 скепфунт = 20 лисфунтам = 400 фунтам; 1 фунт = 32 лотам = 128 квантам = 1,038 русского фунта. Даже в конце XIX в. преимущественно в мелкой торговле в обиходе частично сохранялись местные меры, но постоянно их удельный вес уменьшался, так как в крупной торговле и официально оформляемых сделках и договорах русские меры решительно доминировали и только их в основном поверяли в государственных учреждениях. В результате проведенных мероприятий по унификации мер веса их разнообразие было в значительной степени уменьшено. В третьей четверти XIX в. в связи с отказом от изготовления круглых ядер и переходом к нарезному огнестрельному оружию исчез артиллерийский вес. Пробирный вес претерпел изменение. Пробирному фунту были

Полугарнец № 110. ВНИИМ

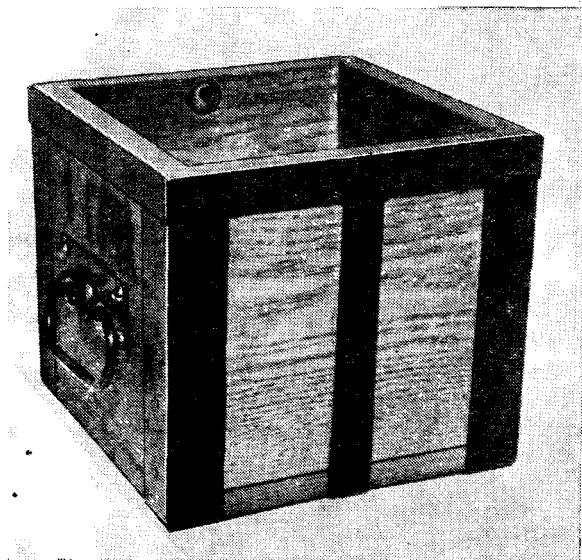


присвоены различные значения. В «Уставе пробирном 1873 г. читаем [217, ст. 91]: «Проба золоту и серебру производится... на пробирный разновес, фунт которого равняется или двенадцати или восьми или шести долям золотника гражданского веса и делится на девяносто шесть золотников, а золотник — на пять шестых, две третьих, одну треть и одну шестую». Таким образом, если ранее фунт пробирного веса составлял  $\frac{1}{3840}$  часть фунта торгового веса, то затем он стал составлять  $\frac{1}{768}$ ,  $\frac{1}{1152}$  и  $\frac{1}{1536}$ . С другой стороны, золото и другие драгоценные металлы стали взвешивать уже и с помощью обыкновенного гражданского разновеса (от пуда до долей) [217, ст. 129].

Аптекарский вес в последний раз был узаконен Положением о мерах и весах 1899 г. Однако непосредственно вслед за тем в аптекарском деле частично был совершен переход на метрическую систему мер, что официально зафиксировано в «Российской фармакопее» [218], содержащей следующую статью: «Единицей веса принят грамм, а потому как в тексте фармакопии, так и при обозначении доз, весовые количества выражены исключительно в граммах». Утвержденные в том же году таблицы допускаемых погрешностей Главной палаты в соответствующем разделе ориентировались еще на аптекарский вес, но погрешности были выражены уже в метрических мерах: 90 мг на аптекарский фунт, 20 мг на унцию, 3 мг на драхму, 2 мг на скрупул,  $\frac{1}{2}$  мг на гран.

От аптекарского веса еще ранее отказались физики и химики в пользу метрической системы мер и в значительно меньшей степени в пользу русской.

Относительные допустимые погрешности, не говоря уже об абсолютных, установленные таблицами Главной палаты, были различны в зависимости от числового значения веса гири, их назначения и пр.; для точной гири 1 фунт допускаемая погрешность составляла 3 доли ( $3,2 \cdot 10^{-4}$ ), для обыкновенной гири — 10 долей ( $1,1 \cdot 10^{-3}$ ); для обыкновенных торговых гири допускаемая погрешность варьировала от 1 доли на золотник ( $1,0 \cdot 10^{-2}$ ) до 10 долей на фунт ( $1,1 \cdot 10^{-3}$ ) и 3 золотника на пуд ( $7,8 \cdot 10^{-4}$ ).



Гарнец (деревянный). ВНИИМ

### РАСШИРЕНИЕ НОМЕНКЛАТУРЫ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ И ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

**Измерения длины.** Наиболее употребляемой мерой длины был аршин, о чем свидетельствует основание специальной «фабрики аршинов» в начале XIX в. для снабжения этими мерами русских губерний; заслуживает внимания факт, что в конце XIX в. Д. И. Менделеев создал новый эталон аршина, мотивируя это большой распространенностью и практическим удобством этой меры. Сажень преимущественно применяли в дорожных работах Министерства путей сообщения (длина железнодорожных путей уже исчислялась тысячами верст), при геодезических работах, в крупном строительстве и пр. Десятые и сотые доли сажени использовали прежде всего при градуировании реек для нивелировочных работ; применение этих долей было официально разрешено Положением от 4 июня 1899 г.

Новыми моментами во внедрении мер длины в XIX в. следует считать чрезвычайное расширение масштабов точных измерений, связанных с геодезическими и нивелировочными работами, измерениями длины при прокладке путей сообщения, усовершенствованием методики измерений, повышением требований к результатам измерений в промышленности — заводы переходили на выпуск все более сложных изделий, что приводило к значительному увеличению числа актов измерения и использованию различных специфических мер. Так, при изготовлении каждой винтовки образца 1891 г. приходилось пользоваться 540 лекалами и «ими произвести 812 обмеров» [219]. Чрезвычайно расширилось использование мер длины в процессе изучения территории России, географических измерений рельефа.

Важным моментом для характеристики данного периода явился рост использования метрических мер, которые постепенно завоевали себе место рядом с русскими мерами в разных отраслях хозяйства. Даже в системе Министерства путей сообщения, которое упорно придерживалось русских мер, применяли также и метрические меры. Они постепенно проникли даже в официальную документацию (циркуляры, предписания, нормы, технические условия). В некоторых отраслях науки метрические меры получили исключительное применение, например, с начала 70-х годов в метеорологии, на станциях, подведомственных Главной физической обсерватории. Такое же вытеснение русских мер метрическими происходило и в геодезии, где в этих мерах были измерены, в частности, такие громадные базисы, как Павлодарский — длиной 16,96 км (1911 г.) и Гомельский — длиной 18,29 км (1915 г.). Широко представлены метрические меры длины в научной и научно-технической литературе.

В «Русском нормальном метрическом сортаменте фасонного железа» (1899 г.), выдающемся труде по стандартизации в России, размеры железа были выражены в миллиметрах (с последующим переводом в дюймы).

Методика линейных измерений пополнилась различными способами косвенного определения длин, расстояний и пр. При измерении расстояний получил распространение тригонометрический метод (особенно в деятельности геодезистов), при измерении высот — тригонометрический и гипсотермометрический методы (наряду с геометрическим и барометрическим). Иногда применяли и звукометрический метод, притом для измерения не только глубин, но и расстояний.

Точность линейных измерений в торговле и промышленности определялась в основном точностью мер. Довольно высокой точности добились машиностроительные и особенно оружейные заводы еще в первой четверти XIX в.: правительственной «Инструкцией по приему оружия с заказных оружейных заводов» 1810 г. допуски при изготовлении огнестрельного и холодного оружия выражались в линиях с точностью до  $\frac{1}{8}$  линии [118, т. 31, № 24081], т. е. до 0,32 мм. Измерительные инструменты изготовления Путиловского завода позволяли в 90-х годах измерять с точностью до 0,01 мм. В процессе изучения и освоения территории России еще в работе нивелировочной экспедиции Академии наук 1836—1837 гг. при изучении уровней Черного и Каспийского морей относительная погрешность определения хода пути между обоими морями (около 700 км) составляла, по вычислениям В. Я. Струве, около  $\frac{1}{28000}$  (приблизительно  $3,6 \cdot 10^{-5}$ ).

Характеризуя устройство геодезических жезлов и их «оконечностей», В. Я. Струве писал: «Другую оконечность составлял язычок, разделенный на сотые доли дюйма, положение которого отсчитывалось микроскопом с помощью верньера, дающего прямо тысячные доли, а глазомерной оценкой — четырехтысячные доли» [220, § 19].

Особенно высокой точности и вместе с тем единства результатов достигали в процессе сличения образцовых мер; по поводу двукратного сличения образцовой сажени Т с образцовой мерой В. Я. Струве указывал следующее: «Разность между двумя числами Т, полученными в 1828 и 1852—1853 гг., составляет только 0,00832 линии».

При поверке мер длины в поверочных палатках допускаемая погрешность колебалась примерно в пределах от 0,2% (для металлических штриховых и концевых мер) до 0,7% (для землемерных цепей и лент).

Официальный источник начала 70-х годов свидетельствует о высокой точности и согласованности результатов, получаемых при выполнении полевых геодезических работ: «При множестве связи разных триангуляций между собою только весьма редко оказывались в общих боках разногласия, большие  $\frac{1}{10000}$  самих боков, несмотря на вообще значительное удаление этих боков от измеренных базисов» [221, стр. 549].

Наиболее крупными литературными итогами выполненных линейных измерений явились многолистные географические атласы России (отра-



жавшие также результаты угловых измерений) и издания: «Каталог высот русской нивелирной сети» С. Д. Рыльке (1872 и 1894 гг., 1092 точки), «Гипсометрическая карта Европейской России» А. А. Тилло (1889 г., 51385 точек) и «Гипсометрическая карта Российской империи» Ю. М. Шокальского (1914 г.).

**Измерения площади.** Для определения земельных площадей применяли десятину, в основном равную 2400 квадратных сажен. Именно в этих десятинах была выражена по частям и в целом огромная площадь, охваченная Генеральным межеванием 1766—1861 гг. (275 миллионов десятин).

Эту десятину использовали также при мелиоративных работах. С конца XIX в. десятина нашла значительное применение в Восточной Сибири при работах Переселенческого управления, топографических съемках и пр.

Такие меры, как квадратная сажень и менее, использовали в разных сферах хозяйства страны (особенно широко в строительстве). В научно-исследовательской практике преобладали меры от квадратного фута до квадратной линии.

Во второй половине XIX в. стали входить в практику также метрические меры площади, правда, в довольно ограниченной степени. Особенно упорно держались русские меры в строительстве. В научной и научно-технической литературе русские меры постепенно вытеснялись метрическими. В ряде случаев те и другие меры употребляли параллельно или же значения измеренных площадей, полученные в русских мерах, выражали также и в метрических мерах. Например, определенные по картам в верстовом масштабе площади морей и даже всего государства были затем выражены и в квадратных километрах: Черного моря — 411540 км<sup>2</sup>, Каспийского моря — 463244 км<sup>2</sup>, Европейской России — 5515056,8 км<sup>2</sup> [222, стр. 2], для Азиатской России — 16805523 км<sup>2</sup> [223] и т. д.

Для использования метрических мер в промышленности иногда давали специальные разрешения вроде следующего: «Разрешается выражать размеры котла в мерах метрической системы, но с тем, чтобы... общая поверхность котла была... выражена и в квадратных футах, причем один квадратный метр принимается равным 10,76 кв. фут».

Точность измерения земельных площадей может быть охарактеризована следующей выдержкой из сочинений Д. И. Менделеева: «Деля землю на десятины, легко ошибаются при обычных способах измерения хоть на 10 кв. саж. потому уже, что цепь и колья дают ошибку и сами по себе и по способу их применения, по крайней мере, на 1 вершок на 10 саж., следовательно на 100 саж. — 10 вершков, на 24 саж. — 2,4 вершка, а эти ошибки в совокупности делают погрешность на десятине равную 10 кв. саж.» [203, т. 16].

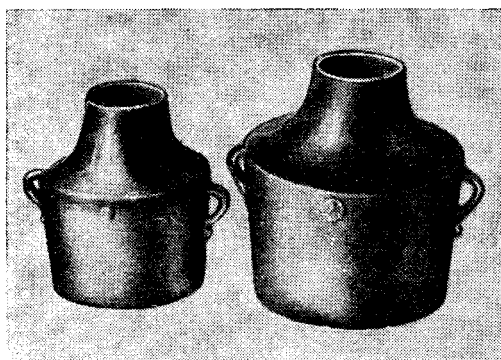
**Измерения объема.** Русские меры сыпучих и жидких тел доминировали и в хозяйственном обиходе, кубические меры — в строительстве, производстве и научных исследованиях.

Масштабы использования мер объема увеличились главным образом вследствие развития торговли, строительства и таких отраслей промышленности, как нефтяная, химическая и др. Добыча нефти возросла с 1860 по 1900 г. почти в 1000 раз, что не только расширило спрос на прежние меры объема, но и привело к появлению весьма крупных емкостей в качестве счетных единиц. Таковыми явились прежде всего мерные баки (их емкость была определена по геометрическим размерам), которые широко использовали при приемке и отпуске нефти и нефтепродуктов на промыслах и нефтеперерабатывающих заводах; для учета нефти служили иногда в качестве мер даже нефтяные цистерны, емкость которых предварительно определяли с помощью нефтемernih баков.

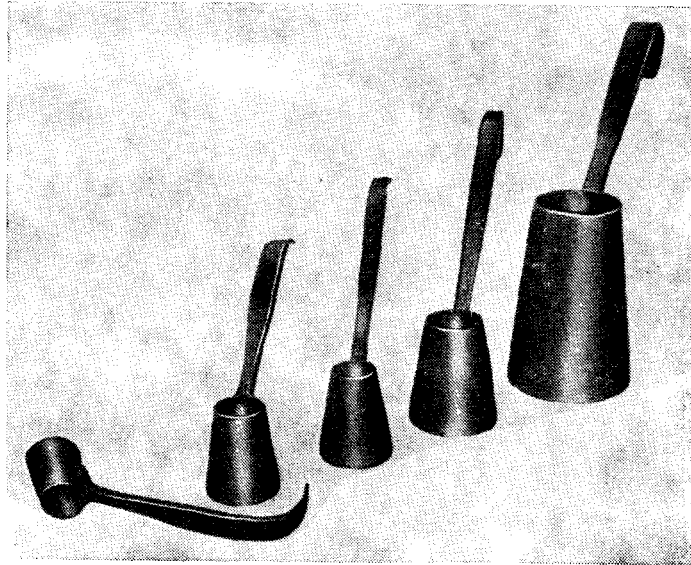
Во второй половине XIX в. метрические меры объема стали проникать не только в научные исследования, а следовательно, и в научно-техническую литературу, но и в промышленность, даже в официальную документацию. Так, установленные в 80-х годах размеры опытных образцов материалов (для испытания на прочность), определявшие их объем, были выражены в метрических мерах; как отмечал проф. Н. А. Беллюбский, «нормальные образцы для испытания камней на раздробление приняты ныне 10×10×10, 7×7×7 и 5×5×5 сантим.» [224, стр.10]. Объемы крупных водных резервуаров (морей) выражали даже в кубических километрах.

Методы измерений применяли прямые (объемный метод — заполнение измеряемых объемов с помощью мер жидкости) и косвенные (геометрический и весовой методы). Наряду с этими, более или менее точными методами, в практике использовали также упрощенные способы; так, по свидетельству Д. И. Менделеева (1872 г.) «в русской таможенной практике виноградные вина, привозимые в бочках и боченках, измеряются пудами брутто, причем можно принимать, что от 10 до 20% идет на тару» [203, т. 16].

В Главной палате мер и весов широко применяли весовой способ определения емкости бочек, при котором искомую емкость в ведрах получали делением найденного в фунтах и золотниках веса на 30 (число фунтов воды в ведре); в связи с этим Главной палатой были составлены и в 1901 г. опубликованы подробные вспомогательные таблицы для перевода фунтов и золотников в объемные количества воды в ведрах с точностью до десятых и сотых долей.



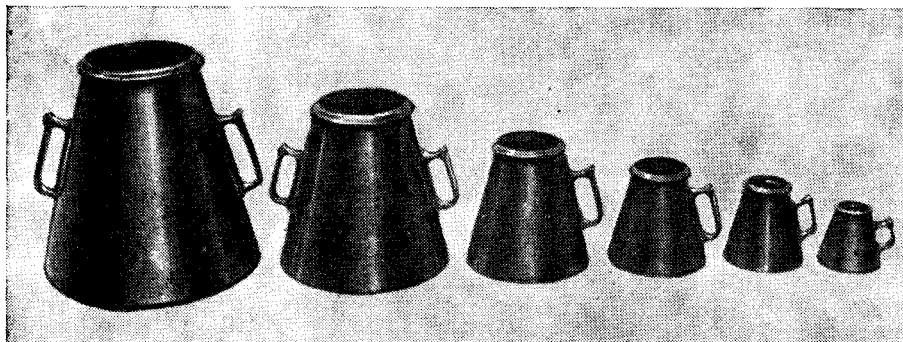
Казенные меры для вина XIX в.  
ГИМ



Комплект питейных мер из литой бронзы  
ВНИИМ

В сколько-нибудь значительной точности измерений объема в большинстве конкретных случаев торгово-промышленной практики необходимости не ощущалось. Это сказалось на требованиях к поверяемым мерам, в связи с чем к «Таблицам» Д. И. Менделеевым было сделано примечание: «При помощи приведенных таблиц вместимость бочек не свыше 10 ведер определяется в ведрах с точностью до второго десятичного знака, а свыше 10 ведер — с точностью до первого десятичного знака, причем поправка на температуру воды и потерю веса в воздухе при взвешивании не оказывает влияния на полученный посредством таблиц результат и потому в расчет не принимается» [215, ч. 5, стр. 172]. В результате для мер жидкостей от 1 до  $\frac{1}{200}$  ведра, мер сыпучих тел от 1 четверти до  $\frac{1}{2}$  гарнца и метрических мер объема от 1 гектолитра до  $\frac{1}{100}$  литра заполняющей их воды при температуре  $16\frac{2}{3}^{\circ}\text{C}$  допускалась погрешность до 1%, для обыкновенных мерников — также до 1%; для точных мерников — не свыше  $\frac{1}{2}\%$ , для мер жидкостей, подлежащих оплате акцизом\*, — от 0,15% (для ведра) до 0,50% (для  $\frac{1}{200}$  ведра).

\* Акциз — косвенный налог на предметы внутреннего потребления, производимые и потребляемые частными лицами.



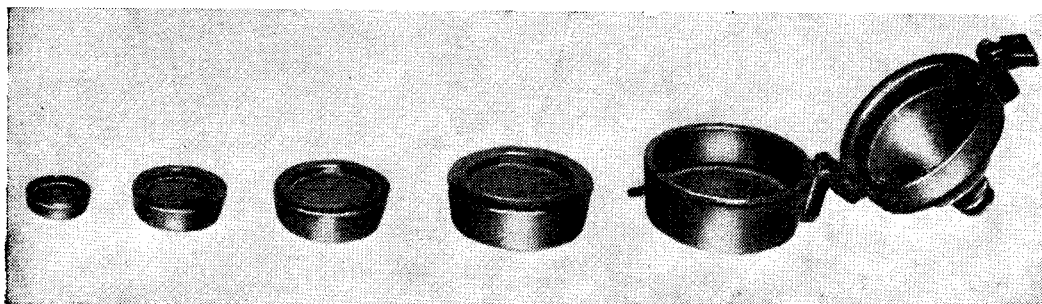
Русские образцовые питьевые меры  
от  $\frac{1}{2}$  до  $\frac{1}{100}$  ведра. ВНИИМ

**Измерения веса.** Рост потребности в мерах веса привел еще в первой половине XIX в. к изготовлению их на многих заводах, не говоря уже о многочисленных кустарных мастерских (особенно велик был объем продукции кустарных мастерских с. Павлово Нижегородской губернии). В 1823 г. было официально разрешено изготовлять гири и весы на казенных уральских заводах [118, т. 38, № 29475]. Положением о весах и мерах от 4 июня 1842 г. изготовление гирь и весов разрешалось всем заводам и мастерским при наличии у них мер, поверенных в казенных палатках.

Как и ранее, наиболее распространенными мерами являлись пуд и фунт. В ряде отраслей промышленности, прежде всего в металлообрабатывающей, на железнодорожном транспорте, весьма широко применяли пудовые гири, с помощью которых при наличии вагонных весов измеряли грузы порядка сотен и даже тысяч пудов. В мелкой торговле и ремесле широко пользовались фунтом. В заводской практике в золотниках выражали допуски на изготавливаемую продукцию. Согласно правительственной инструкции 1810 г. отклонения веса изготавливаемого на оружейных заводах огнестрельного и холодного оружия допускались в пределах от 20 до 4 золотников [118, т. 31, № 24326]. Доли употребляли главным образом в практике монетных дворов. В поверочных палатках поверяли согласно «Правилам» Министерства финансов 1900 г. меры веса от 3 пудов до 1 доли.

Метрические меры предприятия использовали обычно только в дополнение к русским. В технической литературе те и другие меры нередко фигурировали совместно, так что вес выражали в одном и том же издании то в тоннах или в килограммах, то в пудах или фунтах. В поверочных палатках поверяли метрические меры веса от 50 до 1 кг.

Прогресс методики взвешиваний сказался главным образом на значительном расширении ассортимента изготавливаемых весоизмеритель-



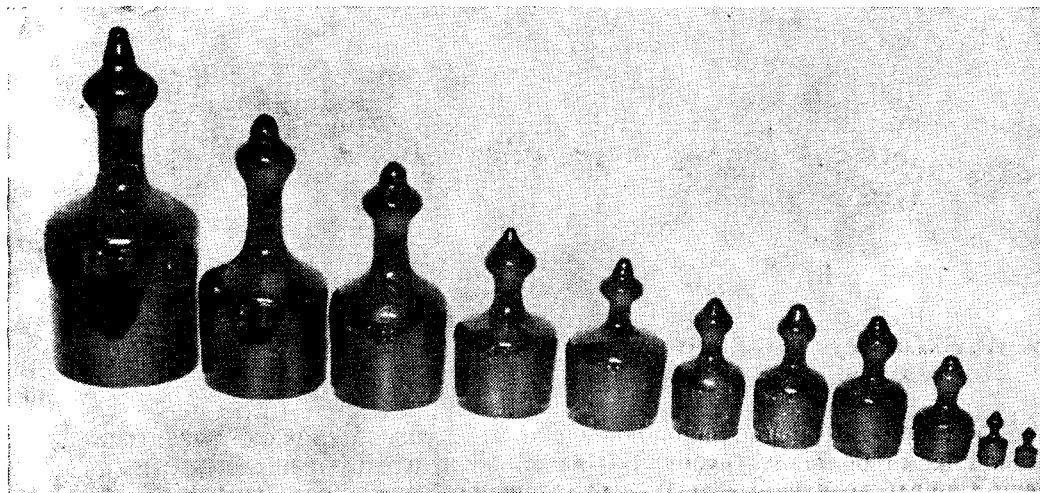
Русский складной фунт 1887 г. ВНИИМ

ных приборов, особенно неравноплечих, что способствовало развитию взвешиваний больших грузов. В 1860 г. было официально разрешено использовать десятичные весы, к разрешению были приложены правила устройства весов и клеймения десятичных гирь [195, т. 35, № 35923]. В 1866 г. были легализованы вагонные весы Фербенкса и предусмотрено изготовление для них гирь особой формы [195, т. 41, № 43056]. К концу века заводы в Москве, Петербурге, Варшаве и Туле изготавливали широкую номенклатуру весов — от химических лабораторных и аптечных до мощных вагонных.

В 1902 г. Министерство финансов издало «Правила об устройстве вновь изготавливаемых торговых весов» [225].

Точность взвешиваний на пороге XX в. Д. И. Менделеев характеризовал следующим образом: «В торговле обыкновенно довольствуются определением тысячных долей веса, в лабораториях достигают до миллионных долей (например, 1 мг на 1 кг), а в точных метрологических взвешиваниях легко достигаются стомиллионные доли и могут определяться миллиардные доли (например, 0,001 мг при 1 кг)». В промышленной практике точность взвешиваний также достигала высокого уровня. Так, в золотодобывающей промышленности она составляла в соответствии с инструкцией Горного ведомства 1903 г. 6 долей для грузов до 10 фунтов, т. е. доходила до  $6,5 \cdot 10^{-5}$ , и по 6 долей на каждые 5 фунтов веса при грузах от 10 до 35 фунтов (взвешивать грузы свыше 35 фунтов не разрешалось); для взвешивания проб золота и серебра, выполняемого с помощью полуграммового разновеса, допускаемая погрешность составляла 0,001 и 0,005 (в зависимости от наличия или отсутствия осмийстого иридия в пробах) [201, стр. 206].

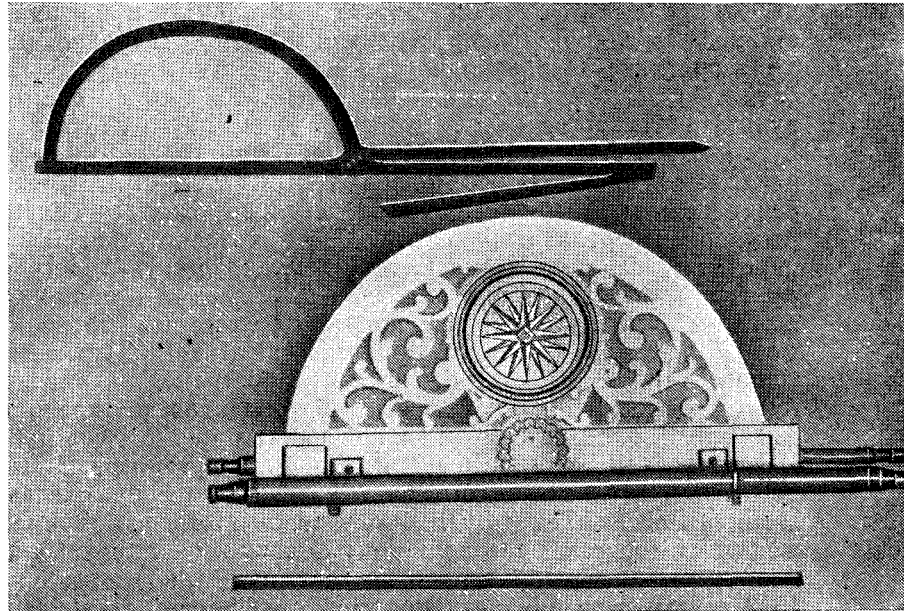
**Угловые измерения.** Особенно широко пользовались этими единицами измерений и соответствующими мерами в астрономии и геодезии. Здесь нашли применение градус, минута, секунда, а также доли последней. В промышленности практически ограничивались градусами и иногда минутами, хотя при побочных работах (например, при съемках в горных



Образцовые стеклянные гири. ВНИИМ

выработках) использовались даже секунды, поскольку углы простираения и углы падения пластов надлежало определять с помощью теодолита в градусах, минутах и секундах. Русскими астрономами были определены координаты звезд не только северного полушария неба, но частично и южного до широты  $30^\circ$ . На территории России были определены в градусах, минутах и секундах географические координаты десятков тысяч пунктов. Диапазон измеряемых углов значительно возрос в сторону малых значений, чему особенно способствовало применение нониуса и микроскопов с большой разрешающей силой. В некоторых случаях значения измеряемых углов были таковы, что приходилось пользоваться только секундами и их долями. Так, например, измеренные В. Я. Струве еще в 1824—1837 гг. в Дерптской обсерватории угловые расстояния между компонентами двойных и многократных звезд составляли от 32 до  $1''$  (для 3000 звезд). Долями секунды особенно широко пользовались при обработке результатов измерений. Уже при обработке результатов градусных измерений вдоль дуги меридиана для измеренных углов указаны и сотые доли секунды, а погрешности были выражены в тысячных долях секунды [220, § 34].

В развитии методики угловых измерений наибольший интерес с метрологической точки зрения представляет система абсолютных и относительных определений, основы которой были заложены в 1806—1815 гг. астрономом В. К. Вишневым (будущим академиком), определившим за это время географические координаты 223 пунктов Европейской Рос-



Геодезический циркуль XIX в. ГЭ

сии. Его долготные определения для огромного большинства пунктов опирались на «сетку» из 17 основных пунктов, долготы которых были определены астрономически (на основе довольно редко случающихся явлений вроде затмений спутников Юпитера), а долготы прочих пунктов были найдены с помощью этих данных более простым и быстрым способом — путем перевозки хронометров. Эта методика получила дальнейшее развитие в Пулковской обсерватории и у русских геодезистов, а самый принцип совмещения абсолютных и относительных определений — также при измерениях других величин. Он способствовал увязке и взаимной проверке результатов и тем самым точности и единству определений.

Весьма высокая точность была достигнута при градусном измерении дуги Дерптского меридиана (1816—1855 гг.). По вычислениям В. Я. Струве, средняя погрешность измерений углов тригонометрического ряда этой дуги колебалась на различных участках последней от  $0'',501$  (Балтийская часть дуги, В. Я. Струве) до  $1'',113$  (Волынско-Подольская часть, К. И. Теннер), а вероятная погрешность составляла соответственно  $0'',3375$  и  $0'',751$  [220, т. 1, § 38—41].

**Измерения времени.** Масштабы измерений времени значительно возросли вследствие увеличения потребности в них в различных отраслях хозяйства, особенно в связи с развитием машинной техники. Все чаще

## ГЛАВА ШЕСТАЯ

выражали время не просто в часах, а в минутах и секундах, в соответствии с чем широко распространились часы с секундной стрелкой.

В практике (особенно научно-исследовательской) понадобились десятые и даже сотые доли секунды. Передача точного времени в разные пункты государства велась до 60-х годов только в отдельных случаях путем перевозки хронометров (обычно при хронометрических экспедициях, имевших целью определение географических долгот). После внедрения телеграфа постепенно стала организовываться более или менее регулярная передача времени. С 1863 г. точное пулковское время стали передавать раз в неделю в Главную петербургскую телеграфную контро-ру, где были установлены для хранения времени в промежутках между сигналами специальные часы, показания которых контролировали с помощью электричества по астрономическим часам Пулковской обсерватории. Затем такой контроль был распространен на ряд других петербургских часовых установок: часы Петропавловской крепости, Главной физической обсерватории, Главной палаты мер и весов и пр. По часам Петербургской телеграфной конторы была организована передача точного времени во все телеграфные учреждения и на железнодорожные станции России. Тем самым был учрежден контроль времени также на железных дорогах, благодаря чему стал возможен единый счет времени для прибытия и отправления поездов (по пулковскому времени). С 1912 г. для передачи сигналов точного времени стали использовать и радиотелеграф. Местные астрономические станции обслуживали прилегающие к ним районы. Гражданскую жизнь регулировали по местному солнечному времени.

Вопрос о введении единого счета времени для России, как государства с огромным протяжением по долготе, являлся особенно острым. С конца 70-х годов некоторые вновь построенные железные дороги (в основном частные) стали пользоваться местным временем, причем и здесь не было какого-либо единообразия: за местное время принимали как время в одном из конечных пунктов данной железной дороги, так и время в ее срединной точке. Тем не менее в России дело не доходило до таких курьезов, как в США, где каждая железная дорога имела свое время, так что в 1883 г. образовалось 75 разновидностей местного времени, или как на Констанцском озере, где было 5 таких разновидностей по числу пяти государств, владевших его берегами (Швейцария, Австрия, Бавария, Баден и Вюртемберг). Устранение расхождений в счете времени в зависимости от долготы места для разных государств земного шара являлось одной из основных задач Вашингтонской конференции астрономов 1884 г. Однако в России, как и в других государствах, не было принято предложение конференции о введении единого «вселенского» счета времени, по которому «вселенский день» должен быть средним солнечным, начинаться везде с момента средней полуночи на Гринвичском меридиане (совпадающего с началом гражданских суток на нем) и считаться от 0 до 24 ч. Не было принято в России также «по-ясное время», предложенное С. Флемингом в 1879 г. Для России зада-



ча являлась особенно трудной, и потому даже ученые астрономы считали в то время целесообразным воздержаться от радикальных мероприятий. Отмечая желательность «объединения счета времени», второй директор Пулковской обсерватории О. В. Струве, представлявший Россию на Вашингтонской конференции, указывал, что «в расписаниях поездов, составляемых для публики, следует удержать местное или то нормальное время, с которым соотносится местная общественная жизнь» [226]. Пулковское (петербургское) время было внедрено в железнодорожном, почтово-телеграфном и морском ведомствах, для гражданского же населения, в частности, для пассажиров железнодорожных поездов было сохранено местное время.

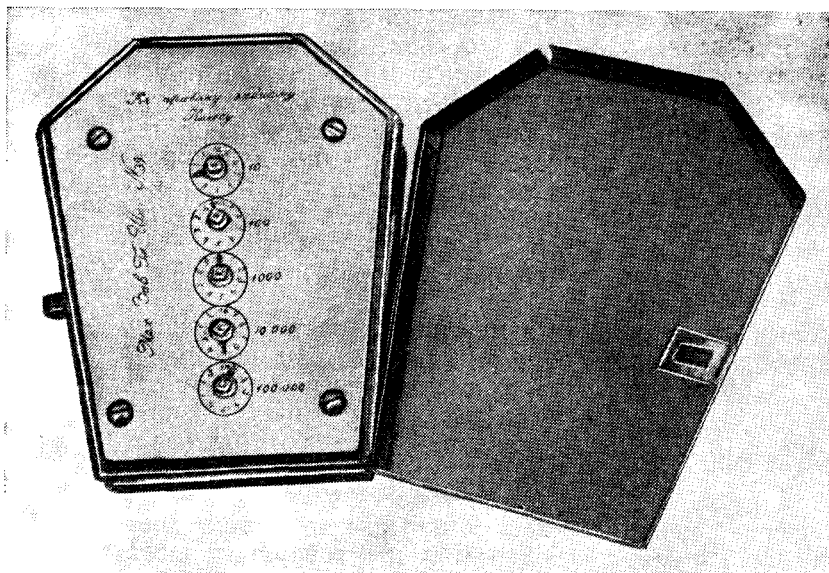
**Механические измерения.** В области измерений скорости в первой половине XIX в. применяли главным образом единицы линейной скорости. Для измерения скорости воды в реках и водопроводах, скорости ветра использовали преимущественно фут в секунду, скорости кораблей — узел. В дальнейшем на железнодорожном транспорте бытовали версты в час, и в них же нормировали допустимые скорости; так, «Положение об эксплуатации паровых железных дорог» 1867 г. устанавливало предельное значение скорости 70 верст/ч для пассажирских поездов и 40 верст/ч для товаро-пассажирских и товарных поездов. Иногда этой единицей пользовались для характеристики скорости ветра. При измерениях, выполняемых русскими учеными в рамках деятельности Академии наук, довольно долго применяли единицы, основанные на старых французских мерах, особенно парижский фут в секунду; так, Э. Х. Ленц при измерении скорости течения р. Невы в 1823 г. получил значения от 0,268 до 2,004 париж. фут/с.

Метрические единицы скорости стали проникать в научную и научно-техническую литературу еще в 60-х годах XIX в.; с начала 70-х годов скорость ветра в этих единицах выражали в системе Главной физической обсерватории.

Физики и представители научно-технических дисциплин часто пользовались теми и другими единицами параллельно или выражали одни единицы через другие, но удельный вес использования метрических единиц непрерывно возрастал, так что в начале XX в. они доминировали.

В технике диапазон скоростей был весьма значителен даже для одной и той же категории машин; так, в «Курсе подъемных машин» И. А. Вышнеградского (1872 г.) указаны скорости подъема грузов от 10 см/с до 3 см/мин.

Из единиц угловой скорости преимущественно применяли оборот в минуту, значительно реже — оборот в секунду. Довольно большие угловые скорости измеряли еще в середине XIX в.; так, скорость магнито-электрической машины в опытах Э. Х. Ленца 1847 г. доходила до 691,2 об/мин. В турбинах Лавалья или в магнитном сепараторе известного физика П. Н. Лебедева (1866—1912 гг.), где скорость вращения составляла 30000—35000 об/мин, ее измерял специальный счетчик оборотов конструкции самого физика [227, стр. 204, 210]. Но и при столь высо-



Счетчик оборотов середины XIX в. ГИМ

ких значениях скорость выражали в оборотах в минуту, а не в оборотах в секунду.

Нередко имело место совместное использование единиц линейной и угловой скорости для измерений: так, в горных выработках в соответствии с обязательными правилами измеряли как скорость воздуха, нагнетаемого вентиляторами, так и скорость их вращения, первую — в фут/с, вторую — в об/мин.

Методика измерения скорости и аппаратура были различными. Первоначально скорость движения воды определяли косвенным путем, измеряя путь поплавка и время его движения, затем непосредственно с помощью различных вертушек (Амслера, Вольтмана и др.). Для определения средней скорости течения крупных рек выполняли предварительно ряд измерений в вертикальной и горизонтальной плоскостях. В технике для измерения угловой скорости использовали счетчики оборотов и тахометры.

Ускорение первоначально измеряли главным образом в гравиметрии, где долго применяли в основном единицу фут(париж.)/с<sup>2</sup>, реже фут(англ.)/с<sup>2</sup>. Даже в 80-х годах при гравиметрических определениях длину секундного маятника выражали в линиях туаза. У генерала И. И. Стебницкого [228] читаем: «Мы нашли для Тифлиса  $\Delta = 440,1713$  линий Фортеновск. туаза... Длина секундного маятника в Тифлисе, приведенная к уровню моря, будет  $\Delta = \dots 440, 2120$  линий Фортенов. туаза». С конца

XIX в. гравиметристы стали пользоваться метрическими мерами, в соответствии с чем значения ускорения свободного падения выражали уже в  $\text{см}/\text{с}^2$  (гал) или в  $\text{м}/\text{с}^2$ . Общее число гравиметрических пунктов, определенных в России до 1917 г., составило 513 (из них 143 пункта в Туркестане) [229].

Гравиметрические определения проводили как абсолютным методом (независимо от каких-либо других определений  $g$ ), для чего требовалось точно измерить длину маятника и время колебаний, так и относительным методом, при котором  $g$  находили из сравнения числа колебаний одного и того же маятника в каком-либо пункте с числом его колебаний в пункте, где  $g$  уже было определено абсолютным методом. В первом случае использовали маятники простые и оборотные, машины Атвуда, несвободное падение тел в тормозящей среде (например, в воде), длинные маятники. Все эти способы были применены и в Главной палате мер и весов, где получили результаты весьма высокой точности, используя маятники длиной до 38 м. Абсолютный метод употребляли сравнительно редко, так как он требовал весьма тщательного определения ряда погрешностей. В практике гравиметристов нашел применение в основном относительный метод, связанный с использованием переносных маятниковых приборов. Гравиметрическую связь устанавливали преимущественно относительно Гринвича, Вены и после 1904 г. — относительно Потсдама, где были выполнены точные определения по абсолютному методу. Для Главной палаты относительные определения ускорения свободного падения были проведены в 1903 г. Д. И. Менделеевым и Ф. И. Блумбахом по отношению к Парижу, Бретейлю (Международное бюро мер и весов) и Берлину, а в 1906—1912 гг. — по отношению к Пулкову, имевшему гравиметрическую связь с Потсдамом.

При абсолютных измерениях погрешность достигала нескольких миллигал; относительные определения сопровождались значительно меньшими погрешностями.

Единицы ускорения использовали в различных отраслях механики, особенно прикладной, в машиностроении, баллистике, сейсмометрии и пр. Внедрение крупных единиц измерений было связано с задачами определения ускорения (отрицательного) при торможении железнодорожных поездов, особенно при экстренном торможении.

Русские ученые сконструировали ряд оригинальных приборов для измерения и регистрации быстро меняющихся ускорений (акселерометрическая установка проф. Ю. В. Ломоносова для машин с вращательным движением, пьезоэлектрический прибор акад. Б. Б. Голицына для целей сейсмометрии и пр.).

Масштабы использования единиц плотности и удельного веса возросли главным образом благодаря развитию химической и нефтяной промышленности, в которых особенно широко требовалось определение плотностей, а также благодаря усиленному изучению русских минералов. Удельный вес нефтей, их производных и остатков определяли ученые Д. И. Менделеев, В. В. Марковников, Ф. Ф. Бейльштейн и др., удель-

ный вес различных видов каменного угля — В. Ф. Алексеев, Л. И. Лутугин и пр. В области минералогии значительные результаты были достигнуты лабораториями Горного ведомства и Академии наук, в первую очередь благодаря трудам горного инженера и затем акад. Н. И. Кокшарова (1818—1892 гг.), плодом многолетней работы которого явился 11-томный труд «Материалы для минералогии России».

Доминировало использование относительных единиц, поскольку определение плотности в именованных единицах являлось значительно более сложным. Проценты, как единицы измерения, были использованы, в частности, при систематическом изучении солёности воды морей; на Балтийском море результаты выразились числами от 0,17 до 0,67% для поверхностной воды, с увеличением глубины — до 1,20%, на Черном море — от 1,7 до 2,2% и даже выше (на глубинах около 2200 м) и т. д. Ввиду малого использования именованных единиц плотности метрические меры внедрялись ограниченно, и лишь к концу XIX в. для выражения плотности в именованных единицах употребляли почти исключительно метрические меры.

Основными методами определения плотности являлись ареометрический и весовой. Ассортимент употребляемых ареометров значительно расширился вследствие появления ряда разновидностей. Еще Э. Х. Ленц в 1823—1826 гг. при использовании ареометров с накладываемыми грузами для определения удельного веса морской воды достигал точности отсчета до  $5 \cdot 10^{-5}$  (при малой качке корабля — даже до  $1 \cdot 10^{-5}$ ). В Главной палате приборы для точных измерений клеймили, если их погрешность не превышала 0,001, приборы для обыкновенных измерений — при погрешности не свыше 0,005.

Для измерения силы в промышленности применяли преимущественно крупные единицы силы, особенно пуд (пуд-силу). В технике подъемных устройств их использовали при определении разрывающего усилия, характеризующего металлические тросы, канаты и пр., на транспорте — для определения силы тяги и пр. На многих механических заводах, а также на судостроительных верфях (Петербурга, Николаева, Севастополя и др.) имелись испытательные устройства, с помощью которых устанавливали механические характеристики металлов. В системе Министрства путей сообщения определяли силу тяги паровозов.

С 70-х годов стали внедрять единицы, основанные на метрической системе мер, и измерения в тоннах (тонна-сила) стали выполнять с помощью испытательных устройств, имевших значительные верхние пределы измерения и снабженных хорошей измерительной аппаратурой. С 1877 г. в механической лаборатории Института инженеров путей сообщения в Петербурге функционировал 100-тонный гидравлический пресс, с 1893 г. на С.-Петербургском металлическом заводе испытания металлов и металлических изделий на разрыв и сжатие стали проводить на 50-тонной машине Мора и Федергафа, оборудованной «всеми новейшими усовершенствованиями и приспособлениями для производства точных опытов».

Нередко имело место смешанное использование метрических единиц силы с русскими линейными мерами, притом даже в официальных документах; так, по нормам, установленным Морским министерством в третьей четверти XIX в., железные цепи подъемных устройств («без распорок») при диаметрах  $\frac{3}{16}$ ,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ , 1 дюйм и пр. должны были выдерживать усилия соответственно  $\frac{3}{8}$ ,  $\frac{3}{4}$ , 3, 12 т и т. д.

В научно-исследовательской практике использовали преимущественно малые единицы — грамм (грамм-силу) и дину. Средствами измерения служили пружинные весы, динамометры, гидравлические прессы, испытательные машины. Хорошую известность получил в начале XX в. пресс русского ученого-изобретателя А. Г. Гагарина — директора Петербургского политехнического института в 1902—1905 гг.

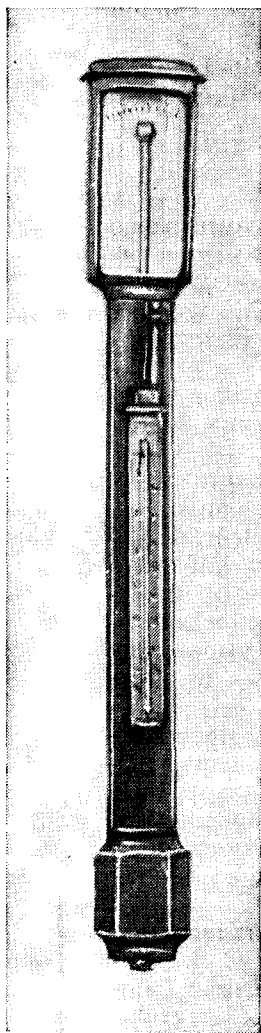
Наибольшее распространение измерения давления получили в метеорологии и в таких отраслях техники, как паро- и гидротехника, строительное дело и пр.

Росту масштабов использования единиц давления в области метеорологии способствовало расширение сети постоянных метеорологических станций, раскинувшихся на территории не только Европейской, но и Азиатской части России. Была организована широкая сеть наблюдений, выполняемых непрерывно по единообразным, определенным правилам в огромном числе пунктов России. Измеряемое атмосферное давление выражали в дюймах и линиях ртутного столба, но для выражения давления ветра использовали совершенно иные единицы — пуд на квадратный фут, пуд на квадратную сажень и пр. [230].

Для определения давления пара в котлах служил фунт (фунт-сила)/квадратный дюйм. При гидравлическом испытании котлов первоначально использовали даже такую единицу, как атмосфера/квадратный дюйм: «пробное давление воды должно быть в 2 раза более предполагаемого давления пара в котле, если оно не превосходит 6 атмосфер на 1 кв. дюйм» [231, § 13]. Малые значения выражали в дюймах и линиях ртутного и водяного столба.

Импорт приборов для измерения давления из Англии поддерживал применение единицы фунт (англ.)/квадратный дюйм.

С 70-х годов атмосферное давление стали измерять в системе Главной физической обсерватории в сантиметрах и миллиметрах ртутного столба, а с помощью нониуса — также в десятых долях миллиметра ртутного столба. В паротехнике и других отраслях техники применяли такую метрическую единицу, как кгс/см<sup>2</sup> (техническую атмосферу), при использовании которой манометры обычно градуировали в атмосферах и их десятых долях. Иногда употребляли смешанные единицы, например, тонна/квадратный дюйм [232]. В технической литературе (особенно учебной) нередко соотношения между русскими и метрическими мерами принимали приближенными, в частности, 1 пуд/квадратный дюйм =  $2\frac{1}{2}$  кгс/см<sup>2</sup>.



Барометр-термометр бытовой XIX в.  
ГИМ

В последней четверти XIX в. на некоторых заводах пользовались даже такой крупной единицей, как кгс/мм<sup>2</sup>. Ее же использовали некоторые министерства при установлении технических норм. Еще в постановлении Министерства путей сообщения от 18 июля 1875 г. напряжения, допускаемые в фермах и связях мостов, были выражены в кгс/мм<sup>2</sup>, а техническими условиями этого министерства было установлено, что чугун должен выдерживать давление на сжатие около 60 кгс/мм<sup>2</sup> и на растяжение — около 10 кгс/мм<sup>2</sup>. С помощью манометрических бомб определяли большие переменные давления порядка 1000—4000 кгс/см<sup>2</sup> и выше в стволах артиллерийских орудий.

В наименьших единицах давления в основном выражали результаты физико-химических исследований. Так, В. Ф. Миткевич (в дальнейшем академик) определил при изучении Вольтовой дуги (1907 г) ее давление на анод в дин/мм<sup>2</sup>. Еще меньшие единицы давления фигурировали у знаменитого физика П. Н. Лебедева, который в 1910 г. определил давление света на газы в миллионных долях такой малой единицы, как дин/см<sup>2</sup>; как отмечал сам Лебедев, в сконструированном им оригинальном поршневом приборе «давление, соответствующее отклонению на одно деление скалы, составляет:  $2,8 \cdot 10^{-6} \frac{\text{дин}}{\text{см}^2}$ » [227, стр. 193].

Для измерения атмосферного давления применяли в основном ртутные барометры и anerоиды, давлений в технике — пружинные и частично ртутные манометры, а также вакуумметры и тягомеры. Распространению манометров и, следовательно, росту использования единиц давления немало способствовало основание в 1888 г. в Москве «манометровой фабрики» («Ф. Гакенталь и К°», ныне завод «Манометр»), выпустившей за первые 25 лет своего существования около 150000 разных манометров. Наряду с показывающими приборами были созданы также самопишущие (барографы), а наряду с приборами, измеряющими абсолютные значения, стали применять в конце XIX в., например в вентиляционных установках, приборы для разностных определений — депрессиометры (частично самопишущие), для которых результаты выражали через мм вод. ст. Согласно Правилам безопасности 1907 г. при всех рудничных вентиляторах должны были быть установлены в обязательном порядке «самопишущие депрессионные показатели», а на поверхности—

барометры. Высоты, по возможности, определяли не непосредственно по атмосферному давлению в данной точке, а по разности показаний (в один и тот же физический момент времени) ртутного барометра ближайшей метеорологической станции, приведенных к значению нормальной силы тяжести, и рабочего anerоида в пункте измерения, что позволяло судить о разности высот, а затем и об абсолютной высоте данной точки (при известной высоте, на которой расположена метеорологическая станция). Для измерения переменного давления в цилиндрах поршневых машин служил обычно пружинный индикатор, вычерчивавший индикаторную диаграмму, на которой давление выражалось в технических атмосферах.

Результаты колоссальной работы по измерению атмосферного давления были подытожены в трудах М. А. Рыкачева «Распределение атмосферного давления в Европейской России» (1874 г.) и А. А. Тилло «Распределение атмосферного давления на пространстве Российской империи на основе наблюдений 1836—1888 гг.» (1890 г.). Следует добавить, что давления измеряли также в верхних слоях атмосферы путем подъема приборов и даже наблюдателей на большие высоты; еще в 1804 г. акад. Я. Д. Захаров поднялся на высоту 2000 м, на которой измеренное давление составляло 22 дюйма (558,8 мм) ртутного столбца. В начале XX в. эти измерения выполнялись наблюдателями на управляемых аэростатах и самолетах, с помощью шаров-зондов и пр.

Поверку приборов давления в промышленности проводили в последней четверти XIX в. с помощью прибора Рухгольца.

Согласно «Временным правилам» 1902 г. Главной палаты в нее принимали на поверку anerоиды с пределами измерения от 700 до 775 мм рт. ст. и вакуумметры, а также пружинные манометры — до 500 атм; ртутные барометры и манометры — с особого разрешения управляющего Главной палатой. В это время была достигнута довольно значительная точность даже в показаниях anerоидов; допускаемая для них «Временными правилами» погрешность показаний составляла 0,2 мм рт. ст. при температурах 0 и 20°C.

Основной областью использования единиц расхода являлось водное хозяйство, ближайшим образом — водоснабжение и речной транспорт, а также другие отрасли хозяйства, где определяли расход нефти, масел, воды, воздуха, разных газов и т. д.

Такие единицы, как ведро в минуту или в секунду, кубический фут в минуту или секунду, кубическая сажень в минуту, прежде всего использовали при определении расхода воды в городских водопроводах и в реках. Особенное развитие измерения расхода получили с 70-х годов, когда на реках стали работать навигационно-описные партии Министерства путей сообщения. В промышленности в этих единицах измеряли производительность водяных, воздушных и других насосов, воздушных вентиляторов, определяли расход нефти и различных масел, проверяли выполнение установленных норм расхода воздуха, подаваемого в шахты горных выработок, и т. д. Для горных выработок наряду с единицей ку-

## ГЛАВА ШЕСТАЯ

бический фут/мин (расход нагнетаемого воздуха) нашла применение и столь малая единица, как кубический фут/сут (определение выделявшегося гремячего газа). В научно-технической практике также пользовались малыми единицами; так, Б. С. Якоби измерял расход выделявшегося в газовом вольтаметре гремячего газа в единицах кубический дюйм/мин (при опытах с магнитоэлектрическими машинами) [233, стр.122]. В статистике и для технико-экономических расчетов нередко необходимы были такие малые единицы, как ведро/сут («насосы должны подавать 60000 ведер воды в сутки») и даже ведро/год. В Главной палате при поверке водомеров пользовались единицей ведро/(мин-квадратный дюйм): «показания водомера должны удовлетворять приведенной в п. д. точности, начиная с расхода воды в  $\frac{1}{4}$  ведра в 1 минуту на каждый квадратный дюйм поперечного сечения входного отверстия» [225].

Единицы расхода, выраженные в метрических мерах, стали применять в отдельных случаях с 40-х годов: Э. Х. Ленц определял в 1847 г. количество выделявшегося в вольтаметре газа в кубических сантиметрах в минуту и в секунду. В конце XIX — начале XX в. эти единицы стали применять в производстве, причем даже в провинции, например для характеристики производительности водомеров. Наряду с л/ч использовали м<sup>3</sup>/ч.

Существовали также дифференцированные единицы расхода, например отнесенные к единице мощности. Так, для первого в мире нефтяного дизельмотора, построенного в 1899 г. в Петербурге, весовой расход нефти был определен равным 0,24 кг/(л. с.ч).

В водном хозяйстве более или менее крупные расходы определяли косвенным путем, например, измерением скорости, поперечного сечения потока и времени (объемный расход), взвешиванием израсходованной воды или другой жидкости за некоторый интервал времени (весовой расход). Для определения расхода воды в реках с их неправильным профилем и различной скоростью течения как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях приходилось строить по измерениям глубин профиль реки, разделять его на ряд площадок, в каждой из которых определять среднюю скорость и лишь после этого получать искомый расход воды в реке.

Для непосредственного измерения расходов в промышленности служили водомеры различных систем. По «Временным правилам» Главной палаты 1901 г. допускаемой считалась погрешность показаний водомера 2%. К поверке принимали водомеры, градуированные как в русских, так и в метрических единицах.

Если в первой четверти XIX в. доминировали водяной, ветряной и конный приводы, то с 30-х годов начинается усиленное внедрение парового привода и предпринимаются поиски других эффективных источников механической работы. Ставится даже задача определить, «какой максимум механической работы можно получить путем электролитиче-



ского разложения определенного количества цинка» [233, стр. 93], и комиссия известного кругосветного мореплавателя адмирала И. Ф. Крузенштерна проводит на Неве соответственные опыты со сконструированным Б. С. Якоби электромагнитным ботиком. Этот ботик был первым в мире судном, приводимым в движение электромотором. Источником тока являлась гальваническая батарея, занимавшая значительную часть внутреннего объема бота.

С этого времени начинается более или менее значительное использование единиц механической работы.

Исходной единицей работы (механической) долго являлся фунто-фут. В подъемных устройствах нашли применение пудо-футы и пудо-сажени, на механическом транспорте (железных дорогах, пароходах) понадобилась даже такая крупная единица, как пудо-верста. На машиностроительных заводах с измерениями работы сталкивались как в процессе испытаний, так и в ходе эксплуатации машин.

Метрические меры для выражения работы стали использовать в научно-технической литературе и непосредственно в технике в основном с 70-х годов XIX в. Исходной единицей являлся килограмм-метр, но применяли также и другие единицы — от тонно-километров до эргов, последние преимущественно в научных исследованиях, на транспорте частично использовали такую крупную единицу, как тонно-километр [227, стр. 192, 195].

Масштабы использования единиц механической работы возросли в соответствии с развитием строительства железных дорог, созданием стационарных силовых установок для привода механических устройств (станков, насосов и пр.), электрических генераторов. Работу подъемных и транспортных устройств определяли непосредственным измерением веса передвигаемого груза и длины пройденного пути. В стационарных силовых установках с поршневыми двигателями (паровых машинах, двигателях внутреннего сгорания), предназначенными для привода станков, вентиляторов, насосов и пр., работу определяли путем снятия индикаторной диаграммы, площадь которой давала значение работы за один рабочий цикл машины, после чего умножением на число циклов (или ходов поршня) за некоторое время получали значение выполненной работы.

На электрических станциях непосредственно измеряли расход электрической энергии. Отсюда могла быть определена также механическая работа приводных двигателей.

Исходную единицу мощности (механической) фунт-сила·фут/с и ее кратные и дольные части широко употребляли на машиностроительных заводах при расчетах и конструировании механических устройств и паровых машин, а также для характеристик механизмов при их испытаниях в заводских условиях и при эксплуатации. Однако наряду с этими единицами для водоподъемных устройств применяли единицы, не являющиеся строго говоря, единицами мощности и выражаемые через объем поднимаемой воды. Даже в конце XIX в. в технической литературе

мощность насосов часто характеризовалась следующим образом: «паровой насос... подающий 42 ведра в минуту на высоту 220 фут» [234, стр. 27].

Метрические меры вошли в употребление главным образом с 70-х годов. В технике на базе исходной единицы кгс·м/с были образованы и употреблялись долговые и особенно кратные единицы, вплоть до такой крупной, как т·м/с. В технике применяли также малые единицы, например, т·см/мин.

Наиболее распространенной единицей была лошадиная сила (75 кгс·м/с). Ее использовали для выражения мощности паровых машин, электродвигателей и иногда даже пароэлектрических генераторов и электростанций в целом: «На главной электрической станции... — одна пародинамо в 300 л. с. ..., три пародинамо в 65 л. с. ... От этой станции работают 102 электродвигателя на 283 л. с.» [234, стр. 8—9]. Надо заметить, что по отношению к электрическим генераторам и станциям доминировали киловатты.

Лошадиная сила была использована при определении гидравлической мощности ряда рек (в целях постройки электростанций). Комиссией по электрогидравлической описи водных сил России и затем Бюро исследований водных путей была приблизительно определена в первые два десятилетия XX в. мощность ряда рек: Днепра (500000 л. с.), Риона (300000 л. с.), Кеми (200000 л. с.), Западной Двины (186000 л. с.), Волхова (60000 л. с.), Свири (50000 л. с.) и др. — и составлены проекты строительства Днепропетровской, Волховской, Рионской и других гидроэлектростанций.

Мощность поршневых двигателей определяли с помощью индикаторной диаграммы умножением среднего индикаторного давления на площадь и на ход поршня и на число его рабочих ходов в единицу времени. Мощность подъемных устройств с паровым приводом находили путем умножения поперечного сечения поршня на скорость его движения и на давление в котле. Для механических подъемных и транспортных устройств мощность определяли путем умножения действующего усилия (силы тяги у паровозов) на скорость передвижения.

**Тепловые измерения.** В русской науке и технике долгое время наиболее распространенными были градусы Реомюра, но широко применяли и градусы Цельсия. Единообразного предпочтения тех или других не было даже у одних и тех же исследователей; Э. Х. Ленц в плавании 1823—1826 гг. пользовался градусами Цельсия, а в 40-х годах при исследовании теплового действия электрических токов — градусами Реомюра.

Расширение использования единиц температуры обуславливалось прежде всего чрезвычайным ростом числа населенных пунктов, в которых проводили измерения температур. Число метеорологических станций к началу XX в. составляло около 2000. Появилось много мелких и крупных паросиловых установок. Была создана сеть медицинских учреждений. Наконец, измерения температуры проводили гидрографиче-

ские экспедиции, навигационно-описные партии Министерства путей сообщения, исследовательские экспедиции Русского географического общества и т. д.

Широкий размах приобрели измерения температуры при вертикальных разрезах атмосферы и водных бассейнов. С конца 90-х годов стали определять температуру высоких слоев атмосферы с помощью воздушных шаров, змеев и зондов; к 1911 г. была достигнута высота 20,6 км и зафиксирована минимальная температура  $-62,7^{\circ}\text{C}$  на высоте 9,8—10,2 км. Летом 1914 г. во время пяти полетов летчика Нагурского для поисков экспедиции Г. Я. Седова температуру воздуха измеряли с самолета в градусах Реомюра на высотах до 1000 м на расстояниях свыше 100 км от берегов. При глубоководной экспедиции И. Б. Шиндлера на Черном море (1890—1891 гг.) были измерены температуры на глубинах до 2144 м. Акад. А. Ф. Миддендорф в 1843—1844 гг. измерял температуру в подземной шахте якутского купца Шергина на глубинах до 384 футов, установив, что даже на такой глубине средняя годовая температура равнялась  $-2\frac{1}{2}^{\circ}\text{R}$  (вечная мерзлота).

Основными средствами измерения являлись по-прежнему ртутные и спиртовые термометры. Области использования тех или других термометров были определены Г. И. Вильдом [235] в результате обработки более или менее длительных наблюдений температуры на 396 метеостанциях — там, где «температура опускается до  $-40^{\circ}$ , где, следовательно, ртуть замерзает и для наблюдений над температурой требуются спиртовые термометры». В Главной физической обсерватории и затем в Главной палате мер и весов нашли применение в качестве эталонных водородные термометры. Для измерения высоких температур стали применять пирометры и термопары.

Методика наблюдений на местах была установлена ведомственными инструкциями, из которых особенно следует выделить инструкцию Главной физической обсерватории; в первую очередь инструкции сводились к указаниям, как правильно устанавливать термометры, чтобы влияние посторонних факторов на результаты измерений оказалось минимальным.

Высокая точность измерений температуры была достигнута еще в первой половине XIX в.; В. Я. Струве писал: «При хороших, старательно исследованных термометрах легко достигнуть в относительных поправках точность нескольких сотых градуса» [220, § 20]. Во второй половине XIX в. в Главной физической обсерватории и в Главной палате мер и весов после установки водородного термометра была достигнута точность измерений, выражавшаяся тысячными долями градуса. В Главной палате были разработаны «способы как для сличения рабочих термометров с нормальными, так и для определения истинных температур, за какие при современном состоянии знаний можно почитать лишь те, которые получаются с помощью водородного термометра, так как их одни можно считать свободными, если не вполне, то со всею ныне возможною точностью (до тысячных долей градуса Цельсия) от влияния

как качества твердых стенок термометрических сосудов, так и самой термометрической жидкости» [203, т. 22, стр. 173].

Применение единицы количества теплоты—калории началось в XIX в. с научных исследований, проводимых при помощи различных калориметров. Использовали как малую, так и большую калории. Особенное распространение в России получили калориметры В. Ф. Лугинина и В. Ф. Алексеева. С 90-х годов значительно увеличилось использование больших калорий (килокалорий) в технике в связи с появлением калориметрической бомбы Бертело, позволявшей легко определять теплотворную способность топлива и других веществ и материалов. С помощью этой бомбы русские исследователи определили теплотворную способность различных сортов каменного угля (в том числе донецких антрацитов), нефти, торфа, пороха и др. В начале XX в. было вычислено в килокалориях для ряда больших замкнутых бассейнов (Каспийского и Аральского морей, Байкала и др.) количество тепла, отдаваемое в среднем 1 км<sup>2</sup> их водной поверхности, а также их годовой оборот тепла.

**Магнитные измерения.** Помимо измерений магнитного склонения и наклона с 30-х годов стали измерять напряженность земного магнитного поля. Таким образом, большую часть XIX в. использовались единицы для характеристики всех трех элементов земного магнетизма. Эти работы регулярно выполняли магнитно-метеорологические обсерватории, еще немногочисленные, но раскинувшиеся на протяжении от Петербурга до Тифлиса на юге и до Нерчинска на востоке, а с 1914 г. даже до Владивостока. Измерения проводили три раза в день. Кроме того, нерегулярные, только в отдельные моменты времени, но охватывавшие большое число пунктов магнитные измерения выполнялись различными исследователями, а также Морским ведомством. В 1871—1878 гг. член Русского географического общества И. Н. Смирнов провел определения трех элементов земного магнетизма в 291 пункте Европейской России, проф. П. Т. Пасальский в 1900 г. — в 202 пунктах Херсонской и Таврической губерний, Д. А. Смирнов в первом десятилетии XX в. — в нескольких сотнях пунктов на протяжении от Варшавы до Владивостока и др. В 1910 г. была начата плановая магнитная съемка России. Для измерения элементов земного магнетизма применяли магнитные теодолиты, инклинаторы, унифилярный и бифилярный магнитометры, вариометры и пр.

В дополнение к использованию в XVIII в. магнитных единиц для топографических целей, ориентировки на суше и на море и пр. с конца XIX в. началось использование этих единиц при изучении рудных месторождений.

Во второй половине XIX в. значительно расширились представления о задачах магнитных измерений, их практической роли в области электротехники. Еще в начале 70-х годов проф. А. Г. Столетов указывал на практическое значение исследованной им «функции намагничивания мягкого железа». В значительно более общей форме этот вопрос ставился в начале XX в. Так, проф. П. Д. Войнаровский писал: «Задача магнит-

ных измерений — исследование магнитных свойств таких металлов, как железо, сталь, чугун, никель, кобальт... В технике магнитные измерения приобретают особенно важное значение при конструкции динамо-машин, трансформаторов, электродвигателей и других электромагнитных механизмов» [236, стр. 1]. Практические магнитные единицы, связанные с идеей о магнитном потоке, использовались в лабораториях высших технических учебных заведений и затем на некоторых заводах; к тому времени уже появились такие измерительные приборы, как пермеаметры, флюксметры и пр. Еще в конце XIX в. проф. М. А. Шателен (президент Главной палаты мер и весов в 1929—1931 гг.) изучал в Электротехническом институте магнитные свойства сталей и чугунов, а затем, уже в Политехническом институте, исследовал магнитные свойства меди уральских заводов, изучал условия получения потребных сортов электротехнических сталей, что послужило основой для организации производства этих сталей на Урале. Работа М. А. Шателена была продолжена в Главной палате мер и весов, где во вновь организованной магнитной лаборатории было предпринято изучение свойств как постоянных магнитов, так и электротехнических сталей, разрабатывали технические условия их изготовления (И. А. Лебедев, Л. В. Залуцкий).

**Электрические измерения.** Как уже указывалось, измерения, выполняемые приблизительно до 80-х годов, отражали процесс исканий единиц. Э. Х. Ленц определял э. д. с. по числу гальванических элементов Даниэля, электрическое сопротивление — в витках сконструированного Б. С. Якоби агометра; силу тока Ленц, пользуясь усовершенствованными весами Беккереля, определял в миллиграммах, в градусах шкалы мультипликатора Швейгера и, наконец, с помощью вольтметра, употребляя при этом как весовые единицы, так и объемные (при газовых вольтметрах). В 1838 г. Ленц писал: «Сила тока везде измеряется в миллиграммах... За единицу электродвижущей силы мы принимаем электродвижущую силу элемента цинк—медь...; сопротивления... отнесены к единице длины определенной медной проволоки, причем предполагается одинаковое качество меди» [237, стр. 245 и 272].

С 80-х годов в России началось бурное развитие строительства электрических станций, происходит электрификация предприятий. В связи с этим росло применение практических электрических единиц. В доминировавших первоначально электрических установках постоянного тока использовались в основном вольт, ампер, киловольт-ампер и ампер-час (для аккумуляторных батарей). Начавшееся в 90-х годах строительство электростанций переменного тока вызвало усиленное использование киловатта и киловатт-часа (гектоватт-часа у мелких абонентов). Малые единицы (миллиампер, милливольт, ватт) нашли применение главным образом в научных исследованиях.

Внедрение всех этих единиц не встречало каких-либо препятствий. Однако в течение ряда лет в технической литературе не всегда правильно пользовались единицами электрической мощности. Мощность генераторов и даже электростанций выражали, как уже указывалось, также

## ГЛАВА ШЕСТАЯ

и в лошадиных силах. В первом десятилетии XX в. мощность трансформаторов выражали иногда еще в киловаттах: «трансформатор в 4 квт.», «два однофазных трансформатора на 10 квт. и 100 кв каждый» и т. п. Однако в этот период правильное выражение мощности трансформаторов в киловольт-амперах в основном доминировало.

С 80-х годов стали издавать монографии по электрическим единицам: А. Романов «Международная система электрических единиц» (СПб, 1885); О. Д. Хвольсон «Об абсолютных единицах, в особенности магнитных и электрических» (СПб, 1887); М. В. Попов «Абсолютные и практические единицы» (СПб, 1913) и др.

Для измерения напряжения и силы тока применяли приборы разных систем (электромагнитные, электродинамические, тепловые и др.), преимущественно импортные. Высокие напряжения и токи потребовали создания измерительных трансформаторов. Крупные достижения имели место в области реализации и измерения высоких напряжений. В 1892 г. проф. Н. Г. Егоров (управляющий Главной палатой мер и весов в 1907—1918 гг.) в Военно-медицинской академии реализовал напряжение в 500 кВ, в 1911 г. проф. М. А. Шателен в Политехническом институте — 400 кВ (путем каскадного соединения трансформаторов). Для непосредственного измерения высоких напряжений А. А. Чернышев (будущий академик) сконструировал электростатический вольтметр, рассчитанный на измерения напряжения до 180 кВ.

### НАДЗОР ЗА МЕРАМИ И ВЕСАМИ И ЗА ОТСУТСТВИЕМ ЗЛОУПОТРЕБЛЕНИЙ

#### Государственный надзор

Формы надзора первоначально в XIX в. регламентировались указом 1810 г. и некоторыми другими. В соответствии с этими указами поверку мер в губернских городах проводили казенные палаты Министерства финансов, в уездных — органы городского управления, в сельских местностях — органы сельского управления, которые должны были иметь заклеянные казенные меры, в также наблюдать за тем, чтобы «во всяком торге и промысле» употреблялись клейменные меры и веса. Однако действенность указов, издававшихся до 40-х годов, была недостаточна: они не охватывали всех сторон надзора и для выполнения их не имелось должной метрологической базы в форме единой общеобязательной системы мер, единых государственных эталонов, центрального метрологического учреждения и пр. Крупный шаг вперед был сделан изданием Положения о мерах и весах от 4 июня 1842 г. [195]. В соответствии с ним постоянное наблюдение за поддержанием единства мер в государстве распределялось между министерствами следующим образом: на Министерство финансов было возложено хранение образцов мер, изготовление их копий, поверка и клеймение мер и т. п., на Министерство

внутренних дел — наблюдение через полицию за верностью находящихся в обращении мер и весов и преследование виновных в пользовании неверными средствами измерения. Поверку и клеймение мер должны были проводить казенные палаты с привлечением технических специалистов (пробиреров, землемеров, архитекторов). Кроме того, Положением предусматривались внезапные ревизии измерительного хозяйства на местах, устанавливались функции Депо образцовых мер и весов, определялся порядок изготовления рабочих мер и весов, их поверки и клеймения и т. д. В юбилейном сборнике Комитета по делам мер и измерительных приборов, выпущенном к 100-летию Государственной службы мер и весов в нашей стране, указано, что это Положение «явилось важнейшим организующим документом, который подводил итоги всем предшествовавшим мероприятиям, направленным к упорядочению состояния мер и весов в России» [238, стр. 33]. В дополнение к Положению были изданы в 40-х годах «Правила для поверки находящихся в торговле мер и весов». В то же время у Положения были и определенные недостатки. Главным из них являлось то, что поверочные функции возлагались на существующие государственные органы, т. е. поверочные функции являлись для этих органов добавочными к основным. Вследствие этого поверку в большинстве случаев проводили поверхностно (нередко лишь выборочным порядком), ее даже перепоручали недостаточно квалифицированным лицам (слесарям и др.), и иногда она фактически сводилась к простому наложению клейм. Из-за отсутствия достаточного внимания к вопросам поверки образцовые меры и весы нередко хранили без должных предосторожностей, и постепенно меры приходили в неисправное состояние. Положением не была предусмотрена периодическая поверка мер, такого порядка поверки придерживались только в отдельных крупных городах, а также в системах некоторых ведомств (Горного, Морского и др.). Наконец, штат учрежденного Депо образцовых мер и весов был слишком мал (3 человека), так что не мог справляться даже с поверкой образцовых мер, частично перепоручая это дело мастерам-изготовителям, и тем более не мог влиять на общее состояние измерительного дела в России. Акад. А. Я. Купфер, возглавлявший Депо, разработал проект организации Главного управления мер и весов с широкими полномочиями и находящегося в его ведении приборостроительного завода с отделениями в разных районах России, но этот проект был отклонен по экономическим соображениям; был отклонен также другой проект Купфера — об организации сети специальных поверочных учреждений, а также создании штата разъездных инспекторов.

Неудовлетворительным оставалось положение с мерами и весами в стране также при преемнике А. Я. Купфера, проф. В. С. Глухове. Обмеривание и обвешивание объяснялось не только сознательными злоупотреблениями со стороны торговцев, но и фактическим отсутствием верных мер и весов во многих местах. Если казенные палаты находились в ведении Министерства финансов, так что на их деятельность могло хотя

бы косвенно воздействовать Депо образцовых мер и весов, то органы городского управления, выполнявшие поверку, не подчинялись этому министерству. В самом Депо оборудование постепенно изнашивалось и морально старело. В. С. Глухов сумел все же провести некоторые важные мероприятия. Он добился ассигнования средств на постройку нового здания Депо и прекрасно приспособил его для выполнения метрологических работ, штат Депо был увеличен до 6 человек, вследствие чего Депо смогло выполнять поверку образцовых мер и весов. В. С. Глухов приобрел за границей новые, более совершенные компараторы, точные весы, образцовые барометры и термометры и другое метрологическое оборудование для Депо, что дало возможность повысить точность поверок.

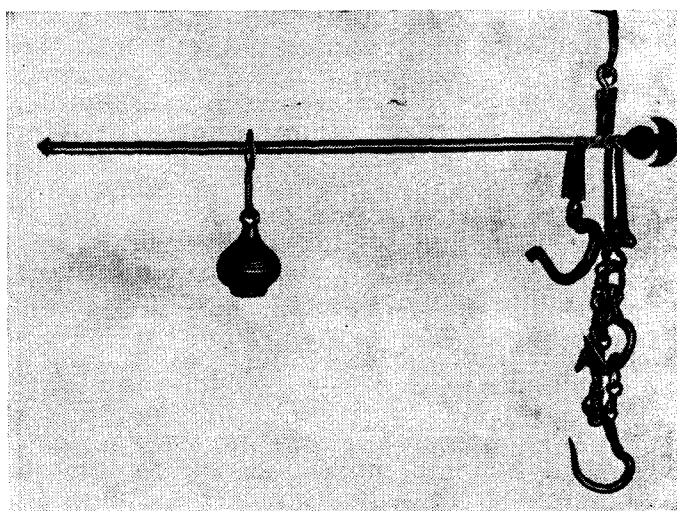
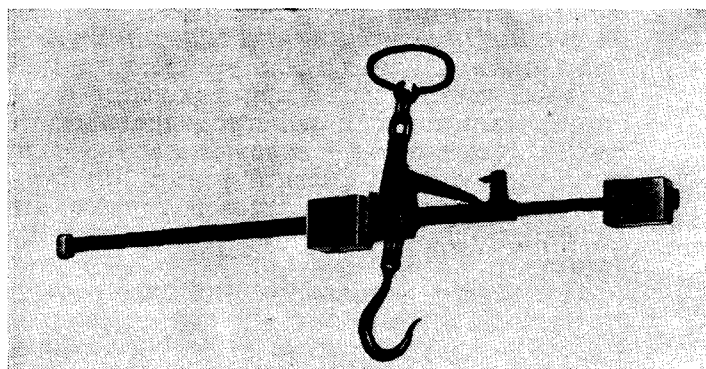
Однако проект Глухова о передаче всех дел по мерам и весам в ведение Министерства финансов не был утвержден.

Даже в конце XIX в., как было выяснено ревизиями инспекторов Главной палаты, образцовое измерительное хозяйство далеко не везде находилось в удовлетворительном состоянии, требования нормативных документов соблюдались недостаточно, поверку большей частью выполняли на низком уровне или даже заменяли простым клеймением. Широко практиковали выборочную поверку, формы которой были ярко обрисованы инспектором Палаты А. Н. Доброхотовым (командировка 1899 г.) на примере такого крупного весостроительного центра, как с. Павлово, Нижегородской губернии. Здесь скупщики приобретали огромные партии коромысел весов и отправляли их в г. Горбатов или в г. Муром для поверки и клеймения. В таких партиях, занимавших летом целые барки, проводили только выборочную поверку: член городской управы являлся на берег, поверял несколько коромысел и в случае их верности подвергал клеймению всю партию. Закалки призм в Павлове не проводили, но на это при поверке обращали мало внимания. Вообще качество изготовления весов в ряде мест было совершенно неудовлетворительным, на чем особенно обстоятельно останавливался инспектор Главной палаты К. Н. Егоров (командировка 1899 г. в Варшаву, Лодзь и Люблин): «Конкуренция и еще более бесконтрольность, — писал он, — довели дело до того, что во всех родах весов наиболее ответственные части — призмы, рычаги, платформенные треугольники — доведены по размерам и качеству до такого предела, когда после нескольких дней службы весы уже не верны, а часто и вовсе негодны. Так, в весах с верхними чашками (Роберваля особенно) рычаги, тяги и вообще весь механизм делается настолько слабым, что от удара по чашке или от быстрого снятия груза . . . нижние рычаги гнутся, лезвия ножей расходятся и весы становятся негодными; призмы десятичных, сороковых и проч. весов укорочены до минимума (там, где надо 6"—7", делаются например, 2"—2 $\frac{1}{2}$ ""); фасонная сталь идет на одну среднюю призму, а остальные отковываются своими средствами . . . Такого и подобного рода «фабрикация» весов заставила, например, Варшаво-



Венскую дорогу отказаться от покупки изделий местных фабрик» [215].

Положение о мерах и весах 1899 г. [200], основным составителем которого был Д. И. Менделеев, представляло крупный шаг вперед по сравнению с Положением 1842 г. Прежде всего новым Положением была предусмотрена организация специальных поверочных учреждений — поверочных палаток, которые следовало устроить в первую очередь в приборостроительных и торгово-промышленных центрах. В соответствии с этим первые 10 палаток были открыты в Петербурге, Москве, Варшаве, с. Павлове (Нижегородской губернии), Туле, Нижнем Новгороде и др. Постепенно их число дошло до 25, был создан разъездной вагон-палатка для обслуживания местностей, удаленных от стационарных палаток. Во избежание «чрезмерного» отягчения государственной казны расходами по учреждению и содержанию палаток, что в свое время затормозило осуществление проекта А. Я. Купфера, Д. И. Менделеев предусмотрел такую таксу поверочного сбора, которая с избытком перекрывала ежегодные расходы, должна была за небольшое число лет окупить расходы на устройство палаток и вместе с тем являлась необременительной для владельцев мер и весов. Палатки были снабжены двойным комплектом образцовых мер и весов, поверенных в Главной палате с определенной точностью в соответствии с установленными нормами и затем периодически по-



Безмены. ВНИИМ

веряемых в Палате или же непосредственно на местах инспекторами Палаты, имевшими необходимый набор более точных мер и весов.

Положением была установлена должность специальных поверителей, которые пользовались правами лиц, состоящих на государственной службе. К занятию этой должности допускались только лица, выдержавшие в Главной палате «особые испытания в знании метрологических приемов». В соответствии с этим Д. И. Менделеев в начале 1900 г. разработал программу для испытания знаний будущих поверителей по математике, физике и химии (в объеме гимназического курса) и для последующих практических занятий в Главной палате (лабораторная практика, ознакомление с существующими нормативными документами) под руководством ее инспекторов, а также для завершающих экзаменов по методике поверки мер и весов. На этих занятиях будущие поверители решали практически (на мерах и приборах) задачи, аналогичные тем, которые им предстояло решать в поверочной практике (определение степени неравноплечести коромысла весов, определение нулевой и стоградусной точек термометра, определение атмосферного давления и температуры воздуха с поправками и пр.); причем решения следовало четко излагать в письменной форме. Для будущих провинциальных поверителей было предусмотрено проведение этих испытаний даже непосредственно на местах инспекторами Главной палаты при объездах палаток.

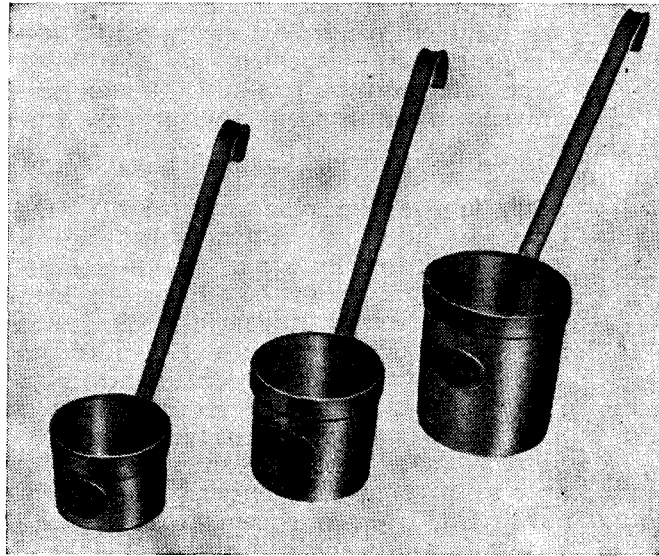
Поверочные палатки руководствовались в своей деятельности инструкциями Министерства финансов, составляемыми Главной палатой, а в случаях, инструкциями не предусмотренных, разъяснениями, получаемыми от Главной палаты, переданной в 1905 г. в ведение только что образованного Министерства торговли и промышленности. Палата составила ряд инструкций и правил для учреждений, проводивших поверку: «Временная инструкция № 1 для руководства при применении образцовых мер и весов в местных поверочных учреждениях» (1898 г.), «Временная инструкция № 2 для руководства при поверке и клеймении торговых мер и весов в местных поверочных учреждениях» (1898 г.), «Правила, нормирующие деятельность поверочных палаток» (1901 г.), «Правила об устройстве вновь изготавливаемых торговых весов» (1902 г.), «Инструкция для производства внезапных ревизий» (1905 г.) и т. д. На запросы палаток давались исчерпывающие разъяснения. Циркуляром от 3 февраля 1901 г. было предложено обращаться в Главную палату за разъяснениями также городским общественным управлениям, осуществлявшим поверку параллельно с палатками. В целях удобства для потребителей некоторые палатки открывали временные отделения в городах и местечках.

Положением 1842 г. не была предусмотрена периодическая поверка мер и весов, вследствие чего их продолжали употреблять и после выхода погрешностей за допускаемые пределы. Новым Положением была предусмотрена периодическая поверка через три года. Эту поверку следовало проводить в палатках или же непосредственно на местах, у

потребителей. Учреждения старого типа, продолжавшие выполнять поверочные функции в районах, где поверочных палаток еще не было, получили предписание строго соблюдать Положение 1899 г. без всякого ослабления под общим техническим руководством Главной палаты. В 1901 г. Д. И. Менделеев разослал городским общественным управлениям циркуляр, содержащий необходимые указания относительно требований, предъявляемых к помещениям для поверочных учреждений, к мерам и весам, предъявляемым на поверку, относительно допускаемых погрешностей и пр.

Сенатом были даны подробные разъяснения понятий «обмер» и «обвес» в приложении к различным конкретным случаям. В дополнение к Положению статьей 1175 Уложения о наказаниях было предусмотрено, что за употребление неверных и неклеименных мер и весов виновные должны подвергаться денежным взысканиям: в первый раз — до 10 рублей, во второй — до 25, в третий — до 50 и в четвертый — до 100, причем четвертое взыскание сопровождается лишением права проводить торговлю; лишались этого права также те, кто пользовался клейменными, но неверными мерами и весами не по недосмотру, а в целях намеренного обвеса.

Положение 1899 г. содержало определенные элементы для дальнейшего существенного расширения функций государственного надзора, чем успешно воспользовался Д. И. Менделеев. В Положение были включены обязательные требования к изготовлению мер и весов и приведены допускаемые погрешности: для металлических мер длины — 1 линия на аршин ( $3,6 \cdot 10^{-3}$ ) и для деревянных — 0,5 линии, для мер объема —  $1 \cdot 10^{-2}$ , для торговых мер веса — 10 долей на фунт ( $1,1 \times 10^{-3}$ ), для мер веса, применяемых в аптеках, ювелирных магазинах, ломбардах, — 3 доли ( $3,3 \cdot 10^{-4}$ ). Погрешности регламентировались «Правилами» 1900 г. и для метрических мер веса: по отношению к гилям для обычных торговых взвешиваний — 800 мг на 1 кг ( $8 \cdot 10^{-4}$ ), для точных взвешиваний в торговле — 200 мг на 1 кг ( $2 \cdot 10^{-4}$ ) и т. д. Повероч-



Образцовые русские меры  
объема жидкостей.  
ВНИИМ

ным палаткам было вменено в обязанность строго следить за выполнением этих, повышенных по сравнению с предыдущими, требований к изготовлению и качеству мер и весов. Эти требования носили прогрессивный характер, но они первоначально привели к увеличению числа бракуемых мер и весов, что вызвало недовольство изготовителей и потребителей и угрожало сокращением производства. Поэтому Главная палата наряду с выполнением пассивных функций надзора (констатация недостатков, браковка) активно включилась в процесс изготовления мер и весов, поставив задачей уменьшение брака. В целях ликвидации недовольства и предотвращения сокращения производства была организована на местах разъяснительная работа, проводились технические консультации по поводу повышения качества и устранения различных дефектов в мерах и весах, через административные органы осуществлялись мероприятия по снабжению изготовителей (особенно мелких кустарей) материалами достаточно высокого качества и т. д. Благодаря этому палатки завоевали технический авторитет и доверие изготовителей и потребителей.

Вместе с тем возросла заинтересованность потребителей в пользовании поверенными мерами и весами, что побуждало изготовителей представлять свою продукцию в палатки.

Номенклатура мер, поверяемых палатками, постепенно расширялась. Поверяли меры длины, гири и различные весы, вплоть до вагонных, десятичных, стенных, мостовых и пр., применяемых на железных дорогах, в торговле и в промышленности, различные термометры, меры объема. Палатками принимались в поверку бочки деревянные и металлические емкостью от 5 до 50 ведер; наряду с весовым методом была предусмотрена поверка их «при помощи особого мерника». Точные торговые меры жидкостей поверяли с 1907 г. путем сравнения рабочей меры с образцовой — переливанием воды из первой в последнюю и добавлением или отнятием при помощи пипетки количества жидкости, соответствующего установленному допуску, эти допуски были указаны в специальных таблицах Главной палаты для мер жидкостей от 1 до  $\frac{1}{200}$

ведра при температуре от 10 до 40°C. С 1911 г. в палатках стали поверять измерительные сосуды и мерники, имеющие определенную форму; для точных мерников предельная поверяемая емкость составляла 100 ведер или 1200 л (для обыкновенных мерников она не была предусмотрена). Количество поверенных мер и весов возросло с 1216 тыс. шт. в 1901 г. до 3009 тыс. шт. в 1903 г. и достигло максимума в 1912 г. (4114 тыс. шт.), а брак уменьшился с 7,5% в 1901 г. до 2,5% в 1905 г. Первоначально внимание палаток было сконцентрировано почти исключительно на вновь изготавливаемых мерах и весах, но с 1906 г. стали в довольно значительных размерах проводить повторную поверку, в связи с этим общий процент брака несколько увеличился (до 4,7% в 1912 г.). Повторная поверка охватывала главным образом меры и весы казенных учреждений и торговых заведений и в значительно меньшей

степени касалась мер и весов заводов и фабрик, где поверку проводили обычно самостоятельно, но при помощи образцового оборудования, получаемого от Главной палаты.

Палатки не могли охватить поверкой все измерительное хозяйство, тем более что они действовали только в европейской России и отчасти на Кавказе. Поэтому даже новым Положением о мерах и весах от 27 июля 1916 г. надзор за применением установленных мер и весов возлагался также и на другие организации: в городах — на городские общественные управления, в уездах — на земские учреждения или, если таковые не были еще введены, поверку следовало проводить только в палатках. Надзор со стороны породских и земских учреждений не распространялся на меры и весы, находящиеся в правительственных учреждениях и на железных дорогах. Интервал между периодическими поверками был установлен 5 лет.

Некоторые виды мер и приборов и после организации поверочных палаток поверяли непосредственно в Главной палате мер и весов. Так, например, в ней в соответствии с «Правилами» Министерства торговли и промышленности 1908 г. поверяли следующие приборы для определения плотности жидкостей: «волчки или ареометры (спиртомеры, сахаромеры, солемеры и т. п.), весы, специально для сей цели градуированные, гидрометры и т. п.» при условии такой их градуировки, «чтобы при их посредстве определялся вес (в граммах) 1 литра испытуемой жидкости при температуре 15°Ц., исходя из того, что 1 литр чистой воды при температуре 4°Ц. весит 1000 граммов» [215, ч. 9]. Для приема в поверку требовалось, чтобы на такие показания были переведены по крайней мере в двух местах показания приборов, градуированных в условных единицах (градусах, процентах). Приборы для точных измерений поверяли «путем сравнения показаний их в жидкостях, плотность коих устанавливается каждый раз весовым способом», приборы для обыкновенных измерений — путем сравнения их показаний с показаниями образцовых ареометров.

#### Ведомственный надзор

Этот надзор опирался на образцовое измерительное хозяйство, имевшееся в различных ведомствах, прежде всего в Горном ведомстве, в ведении которого находились рудники, значительная часть заводов, соляные промыслы и пр., в Военном ведомстве с его заводами, магазинами, складами, корпусом топографов, в Морском ведомстве и пр., а в дальнейшем также в Железнодорожном и Почтовом ведомствах.

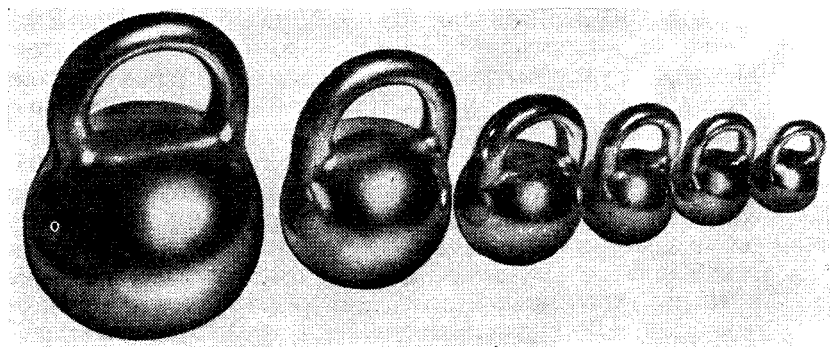
Образцовые меры, весы и некоторые другие измерительные приборы имелись в главных заводских конторах, объединявших несколько заводов, а также на многих заводах, о чем свидетельствует, например, относящаяся к 1810 г. «Правительственная инструкция по приему оружия с казенных заводов» [118, т. 31, № 24081]. Прежде всего это относилось к заводам, изготовлявшим меры и весы. Ряд заводов (даже не приборо-

строительных) самостоятельно поверял свои рабочие меры и веса. В Горном ведомстве поверка весов, с помощью которых поверяли рабочие меры веса, возлагалась на главные конторы, причем даже в конце XIX в. по отношению к этим весам единообразная периодичность поверок не была установлена. «Те коромысла, на которых будет производится поверка гирь, должны быть равномерно, сколь возможно чаще поверяемы и исправляемы от повреждений..., что также возлагается на обязанность и попечение главных контор» [201, стр. 1533—1554]. Образцовые меры предприятий должны были поверять по образцовым мерам главных контор, а эти меры — по образцовым мерам местных поверочных учреждений или центрального метрологического учреждения.

О более или менее удовлетворительной организации ведомственного надзора на железных дорогах дает хорошее представление «Инструкция для установки, содержания и поверки весовых приборов на железных дорогах» Министерства путей сообщения от 21 октября 1892 г. Инструкцией охвачены весы различных типов, в том числе весы Фербенкса, Фалько, вагонные и товарные. Каждая железная дорога должна была иметь для целей поверки «специально для сего изготовленные весы и комплект точных гирь, выверенных по III разряду образцовых мер и весов, по которому допускается следующая погрешность: 24 доли для гирь в 2 пуда, в 1 пуд и в 20 фунт., для остальных гирь (до 1 фунта включительно) — 6 долей». В распоряжении каждого участкового весового мастера должны были находиться «специальные гири в достаточном количестве и комплект выверенных клейменных разновесов». По отношению к рабочим гирям были установлены допускаемые погрешности от 10 золотников для 2-пудовых до 12 долей для 1-фунтовых. Разница в показании багажных и товарных весов допускалась в размере не более  $1/800$  взвешиваемого груза. Обращает на себя внимание строгая периодичность поверок. Все весовые приборы на каждой дороге весовым мастерам «надлежало поверять возможно чаще», во всяком случае не менее четырех раз в год. На дорогах, транспортирующих каменный уголь, руду, соль, шлак и другие перевозимые в навалку грузы, весовые приборы следовало поверять ежемесячно. Контрольные платформы, служащие для поверки вагонных весов, подлежали ежегодной поверке силами работников этой дороги.

Каждые два года все весы на той или иной дороге, а также контрольные платформы поверяли состоящие при Общем съезде представителей железных дорог контролеры-техники.

Однако даже такая продуманная организационная схема ведомственного надзора не избавляла от существенных недостатков. Так, например, инспектор Главной палаты К. Н. Егоров, ревизовавший в 1900 г. Варшаво-Венскую дорогу, установил, что дорога не считала нужным поверять и клеймить меры и веса в Варшавском управлении мер и весов и руководствовалась в своей деятельности только ведомственными циркулярами, вследствие чего погрешности мер и весов выходили



Набор образцовых русских гирь. ВНИИМ

за допускаемые пределы (иногда настолько значительно, что необходима была замена или основательный ремонт весов). Кроме того, дорога пользовалась большим количеством гирь, имевших форму, не допускаемую законом (параллелепипеда). Все это привело К. Н. Егорова к естественному выводу о необходимости распространения государственного надзора на железные дороги: «Даже при обширных средствах, — писал К. Н. Егоров, — при прекрасной организации дела, как на Варшаво-Венской ж. д., контроль тем не менее необходим ввиду поддержания того уровня требований, который под влиянием бесконтрольности может понизиться по разным случайностям» [215, ч. 5]. Правда, постановлением Министерства путей сообщения от 3 июня 1886 г. за № 8 было предписано пользоваться только гирями, поверенными в Дело образцовых мер и весов. Однако это постановление недостаточно соблюдалось на дорогах. Имели место попытки вообще освободиться от государственного надзора. Так, в 1906 г. Министерством путей сообщения был возбужден вопрос об изъятии применяемых железными дорогами мер и весов из ведения поверочных палаток и подчинении измерительного хозяйства дорог исключительно контролю министерства, в соответствии с чем уменьшалось количество мер и весов, представляемых для проверки в палатки. Однако на страницах «Временника Главной Палаты мер и весов» [215, ч. 9] таким попыткам был дан решительный отпор: «По действующему закону общее ведение мерами и весами в государстве возлагается ныне на Министерство торговли и промышленности и допущение изъятия для железнодорожных весовых приборов дало бы повод к домогательствам о такой же обособленности и других ведомств (например, Почтово-телеграфного), чем нарушились бы заботы законодательства о единообразии, верности и взаимном соответствии мер и весов, для сохранения и осуществления чего и учреждена Главная Палата мер и весов, а также открыты поверочные палатки».

Ведомственный надзор получил исключительное развитие в тех областях, где измеряли механические, тепловые и электрические величины,

поскольку до основания Главной палаты метрологическая служба вообще не касалась этих единиц. Организация такого ведомственного надзора может быть иллюстрирована примером надзора за приборами, которым в дальнейшем Палата уделяла особенное внимание, — за электрическими счетчиками [215, ч. 7]. Счетчики выдавались потребителям электростанцией и перед выдачей были поверены ее персоналом, затем их поверяли после установки на месте (уже в присутствии потребителей и в дальнейшем — по требованиям потребителей). В качестве образцовых приборов служили прецизионные приборы известных зарубежных фирм («Вестон», «Гартман и Браун», «Сименс и Гальске» и пр.). Эти поверки имели недостатки прежде всего с точки зрения методики. Нередко применяли метод вольтметра и амперметра, неточный по отношению к счетчикам переменного тока, или, например, использовали ваттметр для счетчиков постоянного тока. Не всегда учитывали влияние внешних магнитных полей, что могло вызывать погрешности до 5%. Имелись и другие причины, установленные при командировке инспектора Главной палаты И. А. Лебедева в разные города России в 1902 г.; недостаточное число контрольных приборов, понижение качества их работы с течением времени (из-за слабого наблюдения за ними), нехватка квалифицированного персонала, который уделял бы должное внимание поверке счетчиков. Петербургские электростанции настаивали на том, что поверка счетчиков на месте установки есть единственно правильная, и упорно отказывали потребителям в снятии счетчиков и отсылке их для поверки в Главную палату.

В некоторых случаях поверку счетчиков выполняли местные органы, на которые были вообще возложены поверочные функции; так, в Киеве, выделявшемся в то время по уровню электрического оснащения, по соглашению городского управления с Киевским электрическим обществом все счетчики до установки их у потребителей следовало представлять в городскую управу для поверки и наложения клейма. С начала 1909 г. была организована поверка электросчетчиков в бакинской поверочной палатке.

### **Испытания измерительных приборов**

Главная палата мер и весов приступила к испытанию типов приборов, особенно распространенных и имевших большое значение с экономической точки зрения. В первую очередь это относилось к электрическим счетчикам, которые поступали почти исключительно из-за границы и качество которых далеко не всегда являлось удовлетворительным. Испытания счетчиков были организованы с начала 1903 г. На страницах «Временника Главной Палаты мер и весов» была начата публикация списков типов счетчиков, допущенных к использованию в России. В дальнейшем стали проводить испытания водомеров и экипажных таксометров, тем самым Главная палата оказала большую помощь органам ведомственного надзора.



### Внезапные ревизии

Согласно Положению о мерах и весах 1842 г. проведение внезапных ревизий возлагалось на торговые депутации или (там, где их не было) на местные административные органы. Депо образцовых мер и весов ревизий не проводило и не могло проводить уже по причине малочисленности штата. Положением 1899 г. эта обязанность в форме общей проверки состояния измерительного хозяйства была возложена в первую очередь на квалифицированный персонал центрального метрологического учреждения Главной палаты мер и весов — на управляющего, его заместителя и разъездных инспекторов, причем был указан весьма широкий перечень объектов ревизионной деятельности: казенные учреждения, почтовые и железнодорожные станции, заводы и фабрики, торговые и промышленные заведения. С 1904 г. право проводить ревизии получили также старшие поверители, выполнявшие обычно обязанности заведующих палатками. Проведение ревизии в целях проверки лишь наличия и даты клейм на мерах и весах было возложено Положением на казенные палаты и городские общественные управления; местные органы промыслового надзора обязаны были проводить такую проверку при посещениях ими торговых и промышленных заведений; о замеченных нарушениях закона следовало извещать органы государственного надзора. В «Инструкции для производства внезапных ревизий» (1905 г.) перечень ревизуемых учреждений был еще более конкретизирован и расширен; в нем были указаны также аптеки, таможи, интендантские, военные и морские склады и пр.

Новая организация ревизий стала играть в системе государственного надзора весьма большую роль потому, что выполнение ревизий давало возможность руководящему персоналу палаток непосредственно знакомиться с состоянием измерительного хозяйства на местах и полнее выявлять его насущные потребности. Повысился уровень ревизий, так как проводили их квалифицированные лица, в то время как ранее полицейские органы и городские управления, будучи загружены другими обязанностями, мало внимания уделяли проверкам.

За 1907 г. всеми палатками было ревизовано 21018 торговых и промышленных заведений, а в 1908 г. — 21576 и т. д. Разъездной вагон-палатка с 1906 г. использовался в значительной степени для выполнения ревизий в районах (до Туркестана включительно), где еще не было палаток. Результаты ревизий бывали иногда очень значительны. Так, ревизией, проведенной Киевской поверочной палаткой в июне—ноябре 1903 г. в 16 населенных пунктах Киевской губернии, были обнаружены неверные меры и весы в 700 торговых и промышленных заведениях [215, ч. 7].

\* \* \*

\*

## ГЛАВА ШЕСТАЯ

Успехи метрологической службы в XIX — начале XX в. хорошо охарактеризованы в юбилейном издании, посвященном 100-летию государственной службы мер и весов [238]: деятельностью Главной палаты был «намечен путь, по которому поверочное дело пошло после Октябрьской революции и стало быстро развиваться». Д. И. Менделеев и его преемник проф. Н. Г. Егоров заложили прочные основы для развития метрологической службы в послеоктябрьский период: «Главная Палата мер и весов вступила в революционный период, имея ценный актив в виде метрологического оборудования и персонала, прошедшего строгую школу точного эксперимента и большого накопленного опыта, а поверочные палатки — в виде образцового поверочного оборудования и опытных и квалифицированных кадров поверителей» [238, стр. 32 и 58].

## ПРИЛОЖЕНИЯ

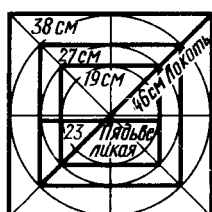
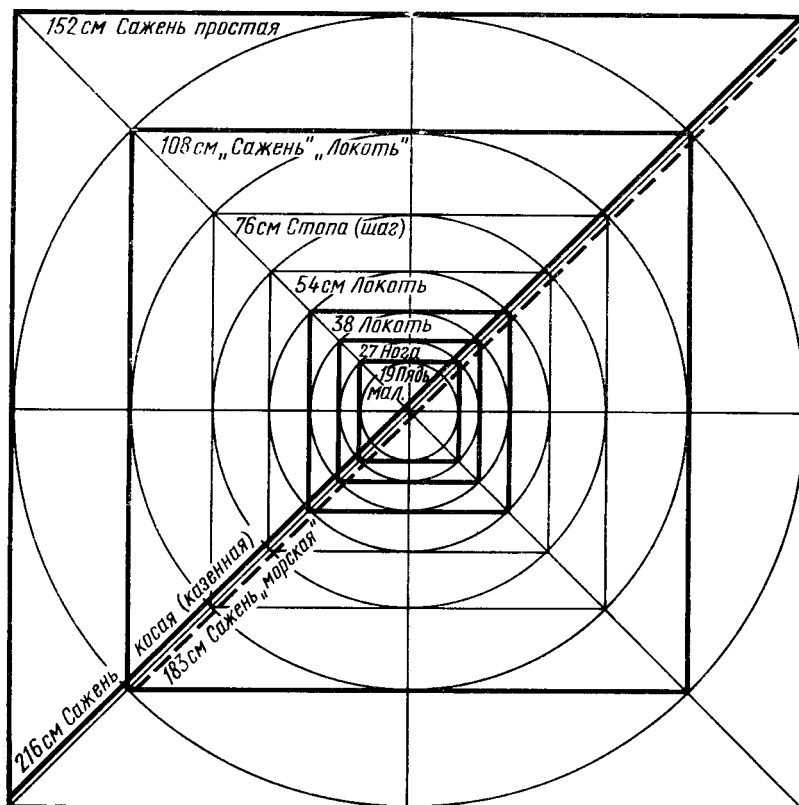
### МЕРЫ ДЛИНЫ РУССКИХ ЗОДЧИХ

Анализ древнерусских построек показал, что их размеры, как, впрочем, и размеры древних сооружений в других странах, являются кратными некоторым величинам, которые, как правило, отождествляются с мерами длины [6]. Однако размеры древнерусских сооружений приводили к целой совокупности исходных величин, не находившихся в простых соотношениях друг с другом [239].

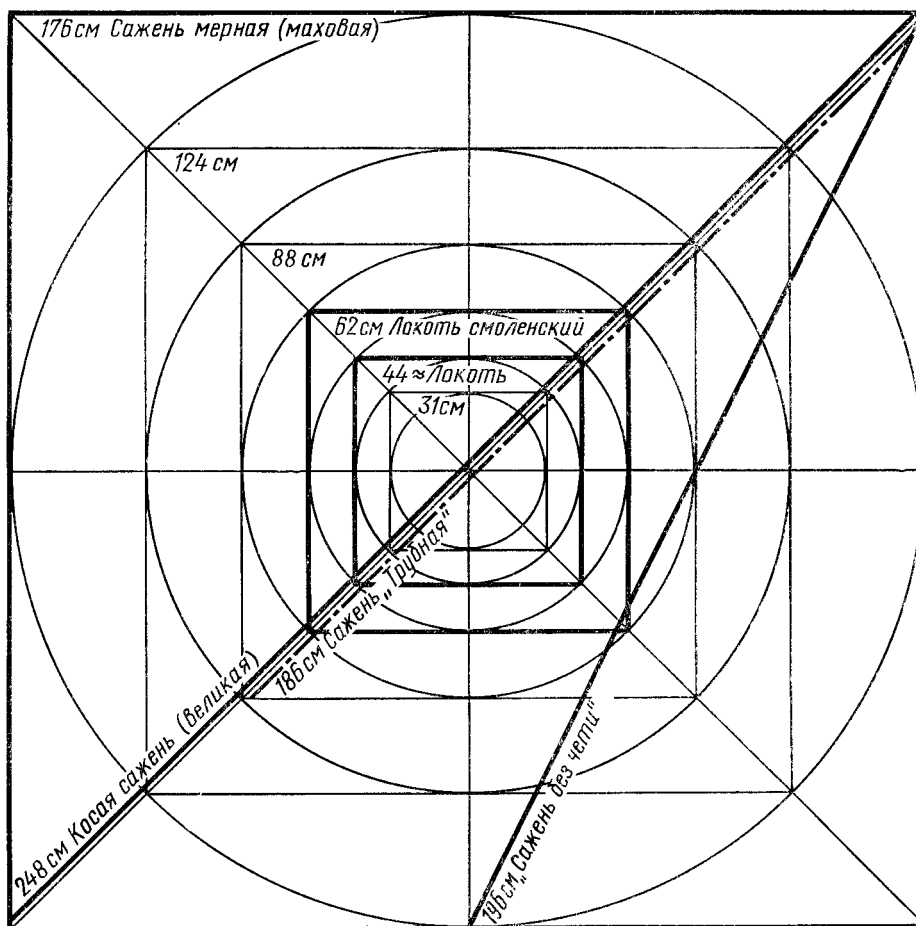
Наиболее весомый вклад в исследование этих мер внес акад. Б. А. Рыбаков [26, 27]. Ему принадлежит и наиболее правдоподобная гипотеза их возникновения. Анализ результатов измерений древнерусских храмов позволил Б. А. Рыбакову установить, что эти меры длины (если это действительно меры) и их разновидности были связаны определенными соотношениями, т. е. представляли собой не случайные наборы, а упорядоченные совокупности (системы). Разбор полученных соотношений привел Б. А. Рыбакова к выводу, что меры русских зодчих могут быть объединены в две группы, одна из которых опирается на сажень, равную 152 см («простую», или «прямую»), а другая — на сажень, равную 176 см (маховую, или «мерную»), и что соотношения между разновидностями мер могут быть выражены формулами, содержащими иррациональные множители (преимущественно  $\sqrt{2}$ ). Так, если обозначить простую и маховую сажени соответственно буквами  $A$  и  $B$ , то разновидности выражаются следующим образом (с точностью до 0,5%):

$$\begin{aligned} \text{косая сажень (216 см)} &= A\sqrt{2}, \\ \text{косая великая сажень (248 см)} &= B\sqrt{2}, \\ \text{сажень без чети (197 см)} &= \frac{B\sqrt{5}}{2}, \\ \text{«трубная» сажень (186 см)} &= B\frac{3\sqrt{2}}{4}, \\ \text{«морская» сажень (183 см)} &= \frac{A+A\sqrt{2}}{2}. \end{aligned}$$

Естественный недоуменный вопрос, «кому и зачем понадобились такие сложные иррациональные отношения», был разрешен Б. А. Рыбаковым с помощью возникшей у него идеи о возможности установления русскими строителями простых геометрических соотношений между ме-

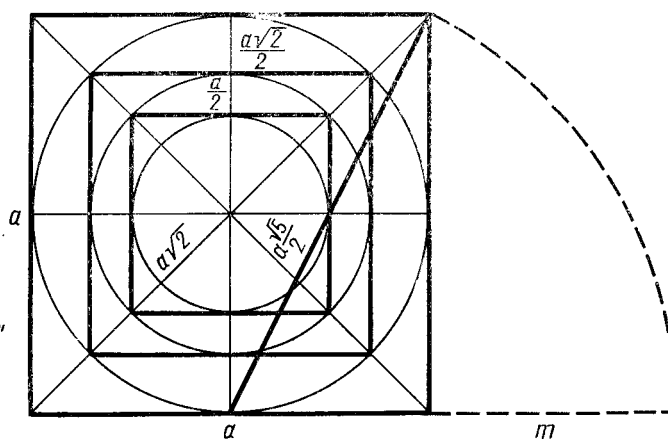


Геометрическое построение системы мер длины древнерусских зодчих (по Б. А. Рыбакову)



0 50 см  
Цифры округлены до 0,1

Формула „Золотого сечения“  
 $t:a = a:(t+a)$



## ПРИЛОЖЕНИЯ

рами, обеспечивавших удобство и легкость пользования последними. Эта идея была реализована им в форме геометрического построения, представлявшего систему концентрических кругов и вписанных в них квадратов. Такое построение приведено на рисунке. Линейные элементы построения воспроизводят указанную выше совокупность мер, само построение достаточно просто, и потому можно допустить, что оно было осуществлено еще древними зодчими и заново лишь реконструировано Б. А. Рыбаковым. Это построение характеризуется тем, что для каждой из обеих систем мер (опирающейся на простую или маховую сажени) использовали один и тот же коэффициент 2 для образования всех дольных единиц и коэффициент  $\sqrt{2}$  для получения разновидностей мер на базе основных («первичных») мер.

Отметим общий, универсальный характер таких геометрических построений. Прежде всего они имеют силу для любой из мер длины древней Руси (для сажени, полусажени, локтя и пяди), т. е. являются типовыми. На рисунке стороны одной совокупности квадратов, расположенных через один, воспроизводят значения полусажени, локтя и пяди (76, 38 и 19 см), являющихся дольными единицами по отношению к сажени 152 см, а стороны другой совокупности квадратов дают дольные единицы (108, 54 и 27 см) для сажени 216 см.

Дальнейшие исследования показали, что применение указанной системы не ограничивалось сооружением храмов. С ее помощью определяли также размеры городских стен, башен и иных опорных пунктов, особенно тех, которые имели значительную высоту для наблюдения за противником и его обстрела, а также глубину общественных колодцев. Сохранились сведения, например, о высоте ряда исчезнувших в дальнейшем сооружений; так, из Ипатьевской летописи известно, что в г. Холме была «вежа среде города высока якоже бити с нее окрест града, подздана каменьем в высоту 15 локот» (1159 г.), а также «студенец, рекомый кладезь, близ ее, сажней имущь 35»; в Каменце был воздвигнут «столп камен высотую 17 сажен, подобен удивлению всем зрящим нань» (1288 г.).

В связи с преимущественным использованием системы для строительства храмов она, будучи допущена и в той или иной степени санкционирована церковной властью, смогла остаться единой (ввиду единства церковной организации и субординации) на всей территории Руси даже в период феодальной раздробленности, как это показали определения размеров храмов разных княжеств. Наличие несколько упрощенных модификаций этой системы, доминировавших в северо-западных городах — Новгороде и Пскове (сажень 176 см и соответствовавшие ей дольные единицы) и в культурных центрах юга и северо-востока (сажень 152 см), не нарушало единства универсальной системы русских зодчих, поскольку являлось лишь частными случаями последней.

Более того, эти меры во всем их обилии и многообразии и с неизменными значениями продолжали сохраняться в строительной практике (как видно из сравнения размеров древних и более поздних зданий) на

протяжении XI—XVII вв., чему способствовало также наличие трех систем мер (с саженьями 152, 176 и 216 см). Наличие этих взаимно связанных и легко воспроизводимых графически мер, дававших возможность обходиться во многих случаях благодаря обилию мер без дробных значений, в существенной степени облегчало операции измерения, а также планировки и строительства крупных сооружений.

«Стремление к пропорциональной гармонии зданий осуществлялось путем применения зодчим не одной системы мер, а двух или трех, находившихся между собой в разных соотношениях... Недаром все они дожили до XVII в. . . . Наличие нескольких мер упрощало расчеты и вычисления . . . Все, начиная от общих габаритов здания до мельчайших деталей . . . , проникнуто определенным метрологическим единством» [26].

Долгое время гипотеза Б. А. Рыбакова, допускавшая одновременное применение различных саженьей, вызывала сомнения, особенно среди архитекторов, несмотря на данные обмеров сохранившихся древних зданий. Сохранилось даже старинное описание Софийского собора в Новгороде. В нем расстояние между окнами дается в прямых саженьях, а высота от купола до пола — в мерных саженьях.

Серьезное подтверждение гипотеза Б. А. Рыбакова получила в результате находки, сделанной в 1972 г. новгородской археологической экспедицией, работающей под руководством члена-корреспондента АН СССР А. В. Арциховского. В центральной части Новгорода, на правом берегу Волхова, были обнаружены два обломка какого-то мерного жезла, или «мерила», на котором нанесены три разные шкалы, что и должно было быть, исходя из одновременного применения трех различных саженьей. Однако деления на жезле, распложенные через 6, 7 и 8 см, не совпадали с известными подразделениями саженьей — пядью, вершком и т. п. Сопоставление с западноевропейскими и византийскими мерами тоже не дало результатов. Однако проверка пропорциональности отношений этих делений показала, что она точно совпадает с пропорциональными соотношениями уже известных нам саженьей — прямой, мерной и великой. Следовательно, нужно было найти, какой частью сажени являются эти деления на мериле. Выяснилось, что они представляют собой  $1/21$  часть прямой сажени,  $1/21$  мерной сажени и  $1/21$  половины великой сажени. Случайным такое совпадение не могло быть. Б. А. Рыбаков выдвинул предположение, что эти деления могут быть связаны с отношением окружности к диаметру. И действительно, если взять за диаметр круга сажень, составленную из 21 деления мерила, то окружность круга будет равняться 66 делениям. Следовательно, отношение окружности круга к диаметру будет выражено дробью  $66 : 21$ , что равно 3,1428. То есть мы получим хорошее приближение к знаменитому архимедовскому  $\pi = 3,1416$ .

Теперь возникает последний вопрос: кому и зачем понадобилось превращать меры окружности в линейные? По-видимому, это позволяло зодчему найти общий язык с теми мастерами, которые делали кружала

## ПРИЛОЖЕНИЯ

для многочисленных арок, для всех кривых поверхностей церковного здания.

Возьмем в качестве примера церковь Параскевы Пятницы на торговой стороне в Новгороде начала XIII в., реставрированную архитектором Г. М. Штендером. Эта церковь ровесница найденного мерила. Рассматривая это удивительное по красоте здание, можно насчитать около полутора сотен различных арок — оконных, подружных, купольных и др. Но для всех этих кривых поверхностей надо было изготовить кружала. Следовательно, зодчий должен был отметить и радиус нужной окружности для арок, и, может быть, долю окружности. А так как в Древней Руси не было транспортиров, то разметку выполняли при помощи обнаруженных линейно-круговых мер [27].

Другими словами, вместо выполнения весьма сложных вычислений (для чего теперь пользуются логарифмической линейкой) древнерусский зодчий применял новгородское мерило с тремя различными шкалами.

## ВЕРЕВНЫЕ КНИГИ ДРЕВНЕЙ РУСИ\*

С XVII в., а возможно, и ранее на севере России были распространены так называемые веревные книги. В них записывались размеры земельных участков отдельных хозяйств. Ввиду того, что измерения проводили специальной веревкой, книги получили название веревных. Мерные веревки, как образцы, хранились в монастырях. В древнерусском языке слово «вервить» означало «измерять», а процесс измерения назывался вервлением; люди, на которых возлагались обязанности измерений, назывались веревщиками. В результате разделов, покупок, передач и т. п. земельные участки необходимо было перемерять. Одна из задач вервления — проверить и закрепить происшедшие изменения в пользовании землей. Результаты таких измерений и записывались в веревные книги.

В 1905 г. М. В. Довнар-Запольский в книге «Веревные и разрубные книги Северного края» поместил тексты трех веревных книг, относящихся к 1707, 1715 и 1725 гг. Все три книги содержат только перечень хозяйств с указанием размеров их наделов. Эти книги принадлежали вотчине Корельского Николаевского монастыря, находящегося в 25 км от Архангельска на берегу Белого моря. В разрубные книги записывали размер налога по поводу различных случаев: подарки вотчинным властям и администрации, содержание приезжих чиновников, поставка драгунских лошадей и т. п.

М. В. Довнар-Запольский упоминает еще о веревной книге 1752 г., но, к сожалению, не указывает, где хранятся все эти книги, и обнаружить их не удалось.

\* Приложение написано старшим научным сотрудником Института истории естествознания и техники АН СССР канд. физ.-мат. наук Л. Е. Майстровым.



В рукописном отделе Государственного исторического музея в Москве имеются две веревные книги. Первая датируется XVII в. и содержит сведения об измерении участков Борисоглебского прихода Матигорской волости (побережье Белого моря). В книге перечислено количество земли, ранее принадлежавшей тому или иному владельцу, и ее наличие после передела. Вторая — «Книга вервления Кеврольского уезда Шадронемской волости» относится к 1764 г. Кеврольский уезд находился недалеко от Архангельска.

В обеих книгах никаких рисунков нет.

Рассмотрим записи первой книги. При измерении одного из земельных участков он был разделен на ряд частей: под лесом, у реки, луговая земля и т. п. Результаты измерений этого участка можно записать так: 5 сажень прибавить 44 сажени одну четверть, прибавить 6 сажень, прибавить 21 сажень две четверти, прибавить 8 сажень, прибавить 2 сажени, прибавить 2 сажени одну четверть, прибавить 7 сажень одну четверть, прибавить полчетверти, прибавить одну четверть; будет вервь 32 сажени полтрети четверти. Упоминаемые здесь сажени — это квадратные сажени, верви — единицы площади. Если мы произведем сложение, то получим 96 саженьей 2,5 четверти, а в книге указано, что будет 1 вервь 32 сажени 2,5 четверти. Из этого можно заключить, что 1 вервь = 64 квадратным саженьям, а 1 квадратная сажень = 4 четвертям.

Эти соотношения можно проверить и на других записях данной книги.

Во второй книге содержатся не только записи площадей наделов, но и некоторые размеры земельных участков. По данным этой книги удалось

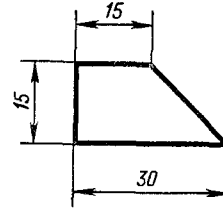


Рис. А

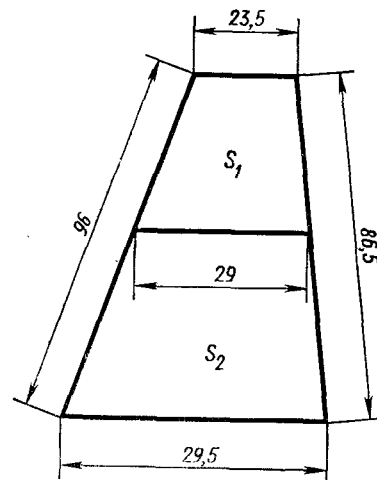


Рис. Б

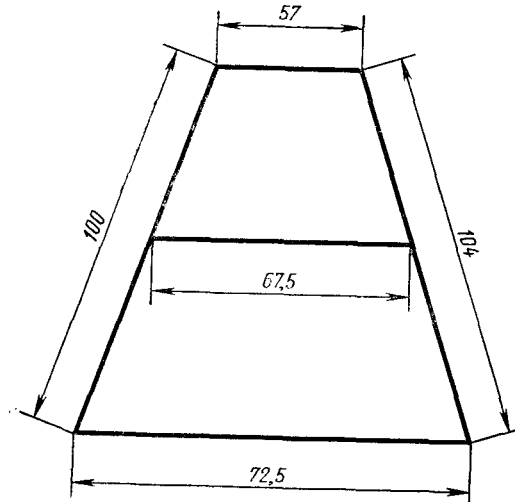


Рис. В

## ПРИЛОЖЕНИЯ

установить способы измерения площадей и составить таблицу их единиц измерения. Рассмотрим записи книги. Относительно одного участка земли сказано: «Под лесом земли длина 15 сажень, поперечник 30 сажень, по другому концу 15 сажень, итого 3 круглицы 37 с половиной сажень». Составим схематический рисунок (рис. А). Площадь находили по формуле для прямоугольной трапеции:

$$S = \frac{15+30}{2} \cdot 15 = 337,5 \text{ квадратной сажени} = \\ = 3 \text{ круглицы } 37,5 \text{ квадратной сажени.}$$

Следовательно, 1 круглица = 100 квадратных сажень.

Рассматривая другие записи, можно установить, что площадь четырехугольника вычисляли, как произведение полусумм противоположных сторон.

Употребляли и более крупные единицы, чем круглицы. Например, «к лесу длина 110 сажень, поперечник с нижнего конца 16 сажень, по другому концу 34 сажени, того промеру 3 осьмины 3 круглицы 50 сажень». Получаем

$$S = \frac{16+34}{2} \cdot 110 = 2750 \text{ квадратных сажень} = \\ = 27 \text{ круглиц } 50 \text{ сажень} = 3 \text{ осьмины } 3 \text{ круглицы } 50 \text{ сажень.}$$

Следовательно, 1 осьмина = 8 круглицам.

В наиболее сложных случаях, встречающихся в рассматриваемой книге, имеется пять измерений, которые на схематическом рис. Б можно отметить следующим образом. Площадь находили таким путем:

$$S = S_1 + S_2, \\ S_1 = \frac{23,5+29}{2} \left( \frac{96+86,5}{2} : 2 \right) = 1197,66 \text{ квадратной сажени,} \\ S_2 = \frac{29+29,5}{2} \left( \frac{96+86,5}{2} : 2 \right) = 1334,53 \text{ квадратной сажени,} \\ S = 1197,66 + 1334,53 = 2532,19 \approx 2532,5 \text{ квадратной сажени} = \\ = 3 \text{ осьмины } 1 \text{ круглица } 32,5 \text{ квадратной сажени.}$$

В этой книге употребляются единицы площади и большие осьмины. Например, имеется запись с пятью измерениями: 57 саж.; 67,5 саж.; 72,5 саж.; 100 саж. и 104 саж. Указана площадь: 1 веревка 3 круглицы  $44\frac{3}{4}$  сажени. Сделаем схематический чертеж (рис. В) и проведем расчет по установленному правилу:

$$S = \frac{57+67,5}{2} \left( \frac{100+104}{2} : 2 \right) + \frac{67,5+72,5}{2} \left( \frac{100+104}{2} : 2 \right) = \\ = 6744,75 \text{ квадратной сажени} = 8 \text{ осьмин } 3 \text{ круглицы} \\ 44\frac{3}{4} \text{ сажени} = 1 \text{ веревка } 3 \text{ круглицы } 44\frac{3}{4} \text{ сажени.}$$

Следовательно, 1 веревка = 8 осьминам. Это подтверждается и рядом других аналогичных расчетов.

Итак, система единиц площадей по этой книге выглядит следующим образом:

- 1 веревка=8 осминам,
- 1 осьмина=8 круглицам,
- 1 круглица=100 квадратным сажением.

Из опубликованных М. В. Довнар-Запольским веревных и разрубных книг можно установить, что употребляемые единицы длины были следующие:

- 1 веревка=10 вервям,
- 1 вервь=8 сажением,
- 1 сажень=4 локтям.

Как единицы площади эти единицы имеют следующие соотношения:

- 1 веревка=100 вервям,
- 1 вервь=64 квадратным сажением,
- 1 квадратная сажень=16 квадратным локтям,
- 1 квадратная сажень=4 четвертям,
- 1 четверть=4 квадратным локтям.

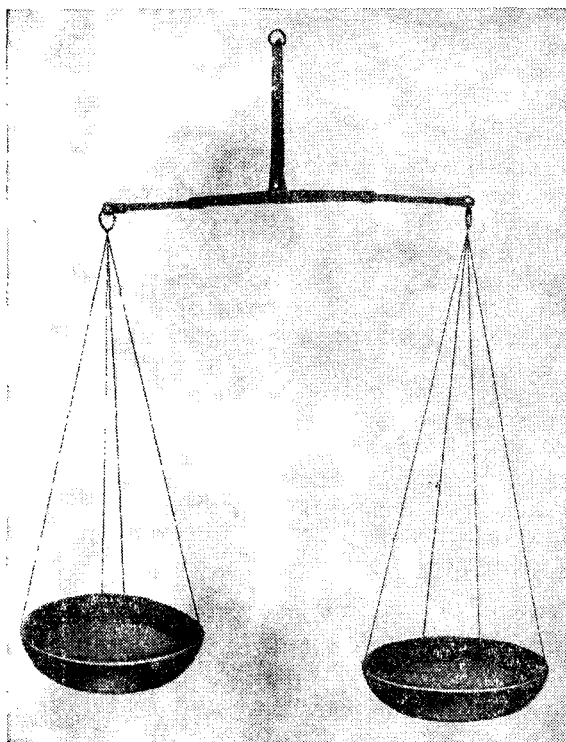
Это подтверждается, в частности, и тем, что 1 веревка=8 осминам=64 круглицам=6400 квадратным сажением. С другой стороны, 1 веревка=100 вервям=6400 квадратным сажением.

#### МЕРЫ ТОРГОВОГО ВЕСА И МОНЕТНЫЙ ВЕС ДРЕВНЕЙ РУСИ

Рассмотрим кратко результаты изучения найденных археологами древнерусских мер монетного веса, существовавшего в древней Руси наряду с «торговым» весом.

В результате раскопок выяснилось, что еще в период Киевской Руси применяли гирьки малого и притом различного веса, большей частью железные с бронзовым покрытием (для предохранения от ржавчины), иногда бронзовые, медные и пр. Использование этих гирек было тесно связано с организацией денежного обращения. Древняя Русь, не имевшая серебряных рудников, импортировала еще в VIII в. и позднее громадное количество серебра, преимущественно в виде монеты, необходимой в качестве валюты при отсутствии чеканки собственных денег и затем для их чеканки. Частично такое серебро использовали также для изготовления посуды, украшений и пр. В связи с возможностью истирания и ухудшения качества серебряную монету (арабские дирхемы и пр.) подвергали тщательному взвешиванию.

Еще в конце прошлого века А. И. Черепнин установил [21], что между весами пяти дискообразных рязанских гирек, найденных в захоронениях XII—XIII вв., имеют место соотношения, выражающиеся числами 4 : 5 : 7 : 18, и что одна такая весовая часть равна приблизительно 130 грамам (1,9 золотника, т. е. 8,1 г); эти числа оказались совпадающими с числом знаков (кружочков) на любой из двух плоских поверхностей соответственных гирек. Аналогичные данные А. И. Черепнин по-

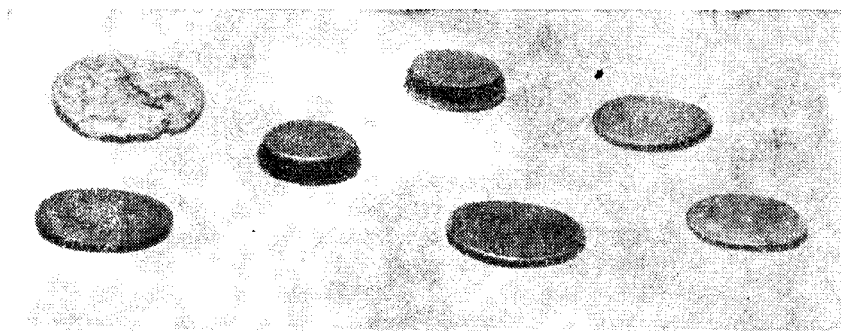


Весы для проверки веса монет XII в. ГИМ.

лучил для смоленских и владимирских гирек X—XII вв. Вскоре подобные результаты опубликовал К. В. Болсуновский [22], выполнивший исследование древних гирек Киевского княжества, применявшихся в XI—XIII вв. Веса наиболее сохранившихся гирек находились в отношениях 1:2:3:4:5, причем исходная весовая единица имела почти то же значение, как и у А. И. Черепнина, а именно 129 гран (приблизительно 8,0 г). Кроме того, оба исследователя экспериментально определили вес серебряной гривны, так называемой южной гривны: по А. И. Черепнину он в среднем равен 2506 гран, т. е. 161,7 г., а по К. В. Болсуновскому — 2580 гран, т. е. 160,4 г; таким образом, найденная ими исходная единица составляла по весу двадцатую часть этой гривны. Последняя по-

степенно уступила место северной гривне, имевшей вес (около 200 г), соответствовавший половине значения весовой гривны. А. М. Монгайт [23] внес важное уточнение в работы предыдущих авторов: он указал, что принятое ими значение исходной единицы веса (8,0—8,1 г) нужно уменьшить вдвое, поскольку число знаков следует подсчитывать на обеих плоских сторонах гирек, в соответствии с чем число удваивалось; таким образом, это значение надлежит принять равным приблизительно 4,0 г, т. е. золотнику. Учитывая вывод И. И. Кауфмана о непосредственном влиянии арабской метрологии на русскую систему мер веса, А. Л. Монгайт полагает, что малые меры монетного веса были заимствованы непосредственно от арабов в период довольно оживленных торговых сношений (VIII—X вв). В другой своей работе [24] А. Л. Монгайт дал описание 20 древнерусских гирек, найденных в 1938 г. в Новгородском Кремле: средний вес наиболее сохранившихся гирек оказался равным 3,97 г  $\approx$  4,0 г.

Совокупность археологических находок второй половины XX в. была подвергнута тщательному рассмотрению В. Л. Яниным [25]. За основу монетной системы Киевской Руси следует считать, по В. Л. Янину, се-



Копии старинных монет-гирь. ВНИИМ

верную серебряную гривну; вес этой гривны и весовой гривны находились в отношении 1 : 2. Однако если вес половины весовой гривны составлял около 204,8 г или точнее 204,756 г (как это имело место для более позднего русского полуфунта, на который ориентируется В. Л. Янин), то фактический вес серебряной гривны оказался при взвешиваниях несколько меньшим. По результатам взвешиваний 600 серебряных слитков-гривен XI—XIII вв. их средний вес оказался равным около 198 г. Это расхождение со значением половины весовой гривны В. Л. Янин объяснил угаром серебра, отпущавшегося на изготовление гривны: «учитывая неизбежный угар серебра при литье слитков, мы можем их теоретическую норму связывать только с полуфунтом (204,756 г); любая другая величина не была бы метрологически обоснованной»; дополнительным подтверждением этого вывода можно считать то, что вес некоторых гривен достигал 202—204 г. Из взвешиваний 57 сферических гирек В. Л. Янин нашел (в соответствии с числом кружочков или иных знаков на обеих плоских сторонах гирек) весовые отношения к исходной единице, выражавшиеся числами 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 12, 14 и 24. Из 48 годных для исследования гирек 33 шт. имели в качестве исходной единицы вес, превышавший 4,00 г, а остальные — меньший вес, причем вес 22 гирек колебался в довольно узких пределах от 4,0 до 4,1 г. Именно этот вес следует признать, по В. Л. Янину, за вес исходной единицы.

Таким образом, перечисленными исследователями были установлены точные значения мер монетного веса и доказано, что монетный и торговый веса были связаны друг с другом: вес монетной гривны (единицы ценности и вместе с тем основной единицы монетного веса) составлял половину веса «скаловой» (весовой) гривны. Было выявлено чрезвычайное богатство ассортимента мер монетного веса. Оказалось, что эта система мер получила в древней Руси значительно большее развитие, чем система мер торгового веса, номенклатура мер монетного веса была богаче.

**ПОЯВЛЕНИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ КОСВЕННЫХ МЕТОДОВ  
ИЗМЕРЕНИЙ В РУССКОЙ МЕТРОЛОГИИ XVI—XVII ВВ.**

Если не считать случаев определения площадей земельных участков простейшей (прямоугольной) формы по изменениям их длины и ширины, что встречалось еще в землемерной практике XV—XVI вв. (а возможно, и в более ранние времена), более-менее широкое применение косвенных методов измерений относится к XVII в.

Рукописные свидетельства этого времени повествуют об освоении некоторых приемов косвенного измерения расстояний (длин). Определение недоступного для непосредственного измерения расстояния между двумя предметами (пунктами) рекомендовалось производить путем измерения расстояний их от некоторого третьего предмета (или пользоваться уже известными расстояниями), после чего по правилу, основанному на теореме Пифагора, вычислять искомое расстояние. «Хощь узнати, промежь какими местами, не ходя и не меревь, что будет промежь верст, или сажен, или аршин. И ты сице познавай: как ходил будто к Троице в Сергиев монастырь, и тут 32 версты, ходил же в Воскресенский монастырь, и тут будто 24 версты. Что будет промежь теми монастырями, скажи не меревь, и в которую сторону сколько будет верст. И те числа с таких же числ умножь. И те оба перечни сложи вместе и раздели на радикас. И что из делу выдет, столько будет промежь теми местами верст или чего-нибудь [67, вып. 2, стр. 152]. Умножение «числ с таких же числ», т. е. возведение в квадрат чисел 32 и 24, давало 1024 и 576, а сумма этих квадратов — 1600, откуда разделением «на радикас», т. е. извлечением квадратного корня, получали искомое число — 40 верст. В рукописи нет, однако, оговорок, что эта задача и ей подобные правильно решаются только в тех случаях, когда известные или измеряемые расстояния образуют прямой угол; это условие применения теоремы Пифагора не сразу было усвоено составителями руководств.

Для измерения высот предлагалось пользоваться «батогом» или «жезлом» (шестом), представлявшим многозначную меру произвольной длины. Наблюдателю надлежало лечь на землю, чтобы его глаз был на уровне земли, а его помощник должен был ставить «батог» вертикально между искомой высотой и наблюдателем на таком расстоянии от него, чтобы глаз, вершина «батоба» и верхняя точка высоты находились на одной наклонной прямой. В целях упрощения задачи рекомендовалось делать «батог» равным росту наблюдателя, т. е. пользоваться прямоугольными треугольниками с равными катетами; на «батог» следовало наносить деления в аршинах и вершках: «Учини батог мерою в высоту себя и на нем для саженного и аршинного ведома назнамени аршины с вершками». Для меньшего из треугольников катетами являлись «батог» и расстояние от него до глаза наблюдателя, лежащего на земле, а для большего — искомая высота и расстояние от нее до глаза по горизонтальной плоскости.

Были известны также способы измерения расстояний до недоступных предметов и их ширины («Устав ратных и пушечных и других дел» 1607 и 1621 гг., рукописные руководства).

Переход к использованию геометрических мер площадей увеличил потребность в применении косвенных методов их измерения. Основным орудием землемеров являлись «мерные верви» для определения как длины участка («длинник», обычно содержащий 80 сажень), так и ширины («поперешник», обычно 30 или 40 сажень). Пользуясь этими веревками, землемеры могли легко получать площадь прямоугольных земельных участков в десятинах. Руководящим правилом для выполнения косвенных измерений при помощи «мерной верви» являлось следующее: «А меряй сиче: сколько намеряешь длинников и поперешников, и те длинники с поперешниками умножь, и что в умножении придет, столько станет десятина». При изменяющейся конфигурации поля («где будет поле долго и узко, а инде широко и куликовато») «Книгой сошного письма» предлагалось измерять его в двух, трех, четырех и более местах, «как где доведется, смотря по земле». В этой же «Книге» имелись указания, касавшиеся рационального использования мерных веревок в целях упрощения измерения. Для быстрого нахождения дробных долей рекомендовалось иметь подразделение на веревке. «Надобно же веревкику знати вервь по третям и по четвертям, чтоб ему, киня по земле вервь, и по тем бы ему знаменом вскоре знати правда».

Площадь всякого треугольного поля («клина», «мыса») определяли путем измерения сторон и последующего умножения длинной стороны на половину другой (наименьшей): «Меряй сиче, размеривая всякий клин: узкий конец дели на двое, так оба конца равны будут, и умножай длинником». Площадь равнобедренной трапеции определяли путем перемножения полусуммы параллельных сторон на одну из равных сторон. В «Книге сошного письма» имеется, например, такое указание по этому поводу (для трапеции с известными сторонами — 44, 50 и  $2 \times 100$  сажень): «Сложи средние верви концы у поля, 50 сажень, да 44 сажени, придет 94 сажени, раздели на двое; станет 47 сажень по оба конца равных. Умножи ту 47 с длиною, со 100, придет 4700 сажень среднего поля». Лишь в позднейших рукописных руководствах XVII в. фигурировали уже правильные способы определения площадей треугольников и трапеций (с умножением на высоту, а не на одну из сторон). При определении площадей четырехугольников неправильной формы применяли разбивку их на квадраты, прямоугольники и треугольники; иногда площадь такого четырехугольника определяли произведением полусумм противоположных сторон.

Вычисление площадей из результатов прямых измерений иногда осложнялось необходимостью преобразования реальных земельных площадей в равновеликие им площади иной формы (например, для упрощения вычисления или для сравнения участков неодинаковой конфигурации при обмене или замене их). В руководствах XVI—XVII вв. рассматриваются уже более сложные случаи, в частности, даже замена

## ПРИЛОЖЕНИЯ

круга равновеликим квадратом или прямоугольником (круг «учинить четвероугольно» [67, вып. 2, стр. 110]). Площадь круга первоначально приравнивали площади описанного около него квадрата (большой частью все же с некоторыми поправочными коэффициентами, хотя и довольно произвольными); иногда площадь круга принимали равной площади квадрата того же периметра, в соответствии с чем измеренную длину окружности делили на четыре равные части ( $\frac{2\pi R}{4} = \frac{\pi R}{2}$ ), и площадь круга определяли как произведение длин двух таких (равных) частей ( $\frac{\pi^2 R^2}{4}$ ). Наряду с упрощенными, неточными формами такой замены с течением времени стали применять замену круга квадратом со стороной, равной  $\frac{7}{8}D$ , где  $D$  — диаметр круга, что давало более верный результат:  $(\frac{7}{8}D)^2 = 0,766D^2$ , в то время как при  $\pi = 3,14$  площадь круга равна  $0,785D^2$  (разность — только  $0,19D^2$ ). Иногда площадь круга заменяли площадью прямоугольника, для которого большую сторону  $a$  брали равной окружности данного круга, а за меньшую сторону принимали четверть этой окружности, деленную на число, которое первоначально приравнивали числу 3, а затем  $\frac{22}{7}$ . Очевидно, площадь такого прямоугольника действительно равнялась площади данного круга (с точностью до принятого значения  $\pi$ ):  $ab = 2\pi R \frac{2\pi R}{4\pi} = \pi R^2$ .

Последующее превращение прямоугольника в квадрат осуществляли путем нахождения стороны квадрата «делением радикасом геометрическим», т. е. извлечением квадратного корня из произведения сторон прямоугольника, что непосредственно давало значение стороны квадрата.

Погрешности измерений были весьма различны. Они были значительны, доходя до 20—30%, например, для полей треугольной формы, но зато прямоугольные поля измеряли с высокой степенью точности. Для общей оценки точности многочисленных измерений следует принять во внимание, что доминировали поля прямоугольной формы, а также то, что поля иной формы преобразовывали обычно в совокупность полей, в которых наибольшей частью являлось некоторое прямоугольное поле (или несколько таких полей), прилегающие же к нему треугольники составляли лишь сравнительно небольшую часть всего поля. В соответствии с этим В. Н. Седашев пришел к выводу, что общая погрешность измерения полей, разбиваемых на прямоугольники и треугольники, может быть принята в среднем равной примерно 4—5% [76, стр. 32].

К погрешностям, связанным с линейными измерениями и неточностью используемых геометрических формул, прибавлялись погрешности вычисления с дробными числами, поскольку даже в XVII в. землемеры не были знакомы с удобной математической символикой дроби, столь



облегчившей в дальнейшем вычисления и запись результатов. Получаемые результаты выражали в форме таких сочетаний долей единицы, которые очень затрудняли точное представление результатов («Всего сошного письма в пахотной наездной доброй и в средней и в худой земле полсохи и пол-полтрети и пол-полчети и пол-пол-полчети сохи» [97]). Мы легко можем теперь изобразить в отчетливой, ясной форме приведенную сумму дробей и вычислить общий результат  $\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{12} + \frac{1}{16} + \frac{1}{32} = \frac{65}{96}\right)$ . Для упрощения выражения результатов были заранее подсчитаны некоторые итоги, как-то: «третник да полтретника, итого осмина . . . Полосмина, да полтретник, итого третник . . . Полполтретника, да полполполтретник, итого четверик» и т. д. Для тех случаев, когда упрощение не представлялось возможным, делали иногда оговорку: «полчетверик, да полполчетверика, и то так и писать . . . Полосмина, да полполполтретник, и то так и писать».

Достаточно широко косвенные измерения проводили при измерении объемов. Легко определяли объемы тел, имевших форму куба или прямоугольного параллелепипеда, используя результаты непосредственного измерения длины, ширины и высоты и перемножая полученные значения (или площадь основания на высоту). В реальных условиях строительства имели место более или менее сложные задачи, при решении которых приходилось производить ряд математических операций с различными мерами. В одной рукописи XVII в. встречается следующая задача: «Был некий град каменный кругом 30 верст. Высота его — 5 сажень, ширина—2 сажени. Кругом же его—10 башен с ворота, 20 башен глухих. А кругом башни с ворота по 20 сажень, а глухие по 16 сажень; высота всем по 8 сажень, а в широту — 2 сажени. А у 10 башен врата в высоту и широту — 3 сажени, а у глухих башен проходные двери в высоту и широту — в сажень. А кирпич делан был в длину поларшина, в широту в четверть аршина, в толстоту 2 вершка. Ино много ли того града в стены и башни кирпичей пошло?» [67, вып. 1, стр. 21].

В некоторых рукописях второй половины XVII в. рассматриваются задачи определения объема также тел иной формы (цилиндрической, конической и др.). При определении объема тел цилиндрической формы рекомендовалось предварительно определить площадь их основания, а затем умножить ее на измеренное значение высоты. При наличии геометрических особенностей у различных полых тел требовались способы определения вместимости таких мер, для чего применяли способ приведения их к равновеликим цилиндрам. По отношению к усеченным конусам предлагалось измерять диаметр обоих оснований — верхнего и нижнего — и за площадь основания равновеликого цилиндра брать их полусумму, после чего найденную площадь умножать на высоту. По отношению к бочкам рекомендовалось измерять верхний (или нижний) и средний диаметры или даже три диаметра (верхний, нижний и средний) и за диаметр равновеликого цилиндра принимать полусумму верх-

## ПРИЛОЖЕНИЯ

него (нижнего) и среднего диаметров или среднее арифметическое верхнего, нижнего и удвоенного среднего диаметров.

В рукописных руководствах XVII в. фигурируют меры объема, имевшие не только цилиндрическую форму («круглые» меры), но и форму кубов, ребра которых, однако, не равнялись той или иной единице длины. Такие меры сыпучих тел характеризуются как «четвероугольные, одинакие в верх и в ширину, во все стороны, чтобы оне были ровные стенами», т. е. в данном случае, как и по отношению к мерам площади, использовалось наименование «четвероугольный» (слова «кубический» еще не было). Меры жидкости также подразделяются в руководствах на «круглые» (цилиндрические, бочкообразные и имевшие форму **усеченного конуса**) и «четвероугольные» (квадратного сечения). Доминировали «круглые» меры. В рукописи № 932 Румянцевского музея в числе «четвероугольных» мер указываются меры сыпучих тел от четверика до четверти [67, вып. 2, очерк 6, стр. 12]. Авторы руководства считались также с тем, что «меры живут неравны: иная снизу узка, аверху широка; иная бокаста». Указывалось на необходимость приведения их к цилиндрическим мерам, для чего применяли описанные выше методы приведения конусообразных и бочкообразных тел к равновеликим цилиндрам. Несмотря на ограниченную точность приведения во втором случае, основная задача разрешалась: «станет бочка в мере пряма и не пузаста».

Для того чтобы площади оснований цилиндрических тел можно было определять не кропотливыми измерениями, а с помощью вычислений, нужно было знать более или менее точно значение числа  $\pi$ . Магницкий [39] принимал его равным  $\frac{22}{7}$  (это же значение было указано также в разных других руководствах). С. Я. Румовский [180] уже в XVIII в. наряду с этим значением указывал значения 3,14 и  $\frac{355}{113}$ , считая наиболее точным («аккуратнейшим») последнее. В случае тел неправильной формы для измерения объема использовался в различных модификациях весовой (гидростатический) метод.

О точности измерений объема сыпучих и жидких тел очень трудно судить. В источниках XVII в. встречаются сообщения о больших количествах ржи и овса, измеренных с точностью до малых долей четверти: «Тобольского городу приход . . . 5584 четьи с осминою и пол-2 четверика и пол-полчетверика и полмалого четверика» или «3808 четьи без полуосмины и пол-пол-третник и пол-пол-пол-четверик ячменя» [75, т. 8, № 28]. Здесь точность до десятитысячных долей процента. Но это точность подсчета, а не измерения; приведенные числа характеризуют подсчитанную арифметическую сумму результатов многочисленных измерений, выполненных в разные дни, вероятно, при неодинаковых условиях и с различной точностью.

Можно лишь сказать, что точность косвенных измерений находилась в зависимости, в первую очередь, от степени правильности методики измерений и преобразований объемов.

**ЭВОЛЮЦИЯ ОСНОВНЫХ РУССКИХ ЕДИНИЦ ДЛИНЫ,  
ПЛОЩАДИ И ВЕСА В XI—XIX ВВ.**

Приводимые ниже таблицы содержат сведения об изменениях значений и иногда названий основных русских единиц длины, площади и веса за XI—XIX вв., примерные, с точностью до века, даты их появления в практике и выхода из нее. Следует, однако, иметь в виду, что большинство мер, применяемых в XI в., возникло значительно раньше.

Прочерк в какой-либо графе означает (если нет специальной оговорки), что данную единицу измерений еще не употребляли или, наоборот, она уже вышла из употребления.

Указано также содержание в единице ближайших дольных единиц и ее метрическое значение.

В случаях, когда какая-либо единица измерений имела в некоторый период несколько одновременно действовавших и официально признанных значений, приводятся все эти значения. Параллельно действовавшие малоупотребительные, местные или специальные значения не даны.

Принятые в таблицах сокращенные обозначения частично не являются общеупотребительными.

## ЕДИНИЦЫ ДЛИНЫ

| Наименование единицы,<br>(ее сокращенное обозначение) | XI-XIII вв.        | XIV-XV вв.                                      | XVI-XVII вв.                                | XVIII в.                                    | XIX в.                                      | Примечание   |
|---|--------------------|---|---|---|---|--|
| Миля  | —                  | —   | —   | —   | 7 в, 7,468 км                               |  |
| Верста (в)  | 750 с;<br>~ 1140 м | Переход к верстам в 500 и 1000 с                | 1000 с; 2,16 км<br>500 с; 1,08 км           | 500 с; 1500 а;<br>3500 ф; 1066,8 м          | 500 с; 1500 а;<br>3500 ф; 1066,8 м          | Версту в 1000 с иногда применяли в начале XVIII в. |
| Сажень (с)  | 3 л; ~ 152 см      | Переход через сажень в 180 см к сажени в 216 см | 3 а; 216 см                                 | 7 ф (3а);<br>213,36 см                      | 7 ф (3а);<br>213,36 см                      | Сажень в 180 см содержала 2,5 а                    |
| Аршин (а)   | —                  | —   | 4 ч; 72 см                                  | 28 д (16 вр);<br>711,2 мм                   | 28 д (16 вр);<br>711,2 мм                   |  |
| Локоть (л)  | 2 п (?); ~ 51 см   | 51 см   | 10 <sup>2</sup> / <sub>3</sub> вр;<br>48 см | —   | —   | Деление на 2 п сомнительно                         |
| Четверть [аршина] (ч)                                 | —                  | —   | 4 вр; 18 см                                 | —   | —   | В XVI—XVII вв. заменила пядь                       |
| Пядь (п)  | 18—19 см           | 18—19 см  | —   | —   | —   |  |
| Фут (ф)   | —                  | —   | —   | 12 д; 304,8 мм                              | 12 д; 304,8 мм                              |  |
| Вершок (вр)   | —                  | —   | 4,5 см                                      | 1 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> д;<br>44,4 мм | 1 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> д;<br>44,4 мм |  |
| Дюйм (д)  | —                  | —   | —   | 25,4 мм                                     | 25,4 мм                                     | Делился на 10 линий и 100 точек                    |

ЕДИНИЦЫ ПЛОЩАДИ

| Наименование единицы (ее сокращенное обозначение) | XI-XIII вв.  | XIV в.                  | XV в.                | XVI в.  | XVII в.   | XVIII в.  | XIX в.  | Примечание                                   |
|---|--|-------------------------|----------------------|---|---|---|---|--|
| Квадратная верста                                 | —  | —                       | ?                    | 500×500 с;<br>100 дс;<br>1,16 км <sup>2</sup> | 1000×<br>×1000 с;<br>417 дс;<br>4,664 км <sup>2</sup> | 500×500 с;<br>1,138 км <sup>2</sup><br>1000×<br>×1000 с;<br>4,552 км <sup>2</sup> | 500×500 с;<br>1,138 км <sup>2</sup>           |  |
| Соха (сх)   | Площадь вспашки за 1 световой день 3 людьми на 3 лошадях |                         | 500—<br>1200 чт      | 500—<br>1200 чт                               | 800 чт  | —   | —   | В XV в. резкое изменение размера             |
| Десятina (дс)                                     | —  | 50×50 с;<br>1,166 га(?) | 50×50 с;<br>1,166 га | 50×50 с;<br>2 чт;<br>1,166 га                 | 80×30 с;<br>1,12 га                                   | 2400 с <sup>2</sup><br>(3200 с <sup>2</sup> )                                     | 2400 с <sup>2</sup><br>(3200 с <sup>2</sup> ) | Для XIV в. нет уверенности в значении сажени |
| Четверть (чт)                                     | Площадь, на которой высевали четверть (меру объема) ржи  |                         |                      | ~0,58 га                                      | ~0,56 га  | —   | —   |  |
| Копна   | Площадь луга, с которой скашивали сено на 1 копну        |                         |                      |   | 0,1 дс;<br>~1120 м <sup>2</sup>                       | —   | —   |  |

## ЕДИНИЦЫ ВЕСА

| Наименование<br>единицы (ее сокращенное обозначение) | XI-XIII вв.     | XIV в.                     | XV в.   | XVI-XVII вв.  | XVIII-XIX вв.             | Примечание   |
|--|-----------------|----------------------------|---|---|---------------------------|--|
| Ласт   | —               | 90—120 пд;<br>1475—1960 кг | 72 пд;<br>~ 1179 кг                                     | 72 пд;<br>~ 1179 кг                                     | —                         |  |
| Берковец   | 10 пд; 163,8 кг | 10 пд; 163,8 кг            | 10 пд; 163,8 кг   | 10 пд; 163,8 кг   | 10 пд; 163,8 кг           |  |
| Контарь  | —               | —                          | 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> пд; 100 фн;<br>~ 40,95 кг | 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> пд; 100 фн;<br>~ 40,95 кг | 100 фн;<br>40,95124 кг    | С XVIII в. называется «центнер» (стофунтовик)          |
| Пуд (пд)   | 40 гр; 16,38 кг | 40 гр; 16,38 кг            | 40 гр; 16,38 кг   | 40 фн; 16,38 кг   | 40 фн; 16,38 кг           |  |
| Гривна (гр)  | 96 з; 409,5 г   | 96 з; 409,5 г              | 96 з; 409,5 г   | 96 з; 409,5 г   | —                         | С XVI в. название (но не сама мера) вытесняется фунтом |
| Фунт (фн)  | —               | —                          | —   | 32 лота; 96 з;<br>409,5 г                               | 32 лота; 96 з;<br>409,5 г |  |
| Золотник (з)   | 25 пч; 4,27 г   | 25 пч; 4,27 г              | 25 пч; 4,27 г   | 25 пч; 4,27 г   | 96 долей;<br>4,27 г       |  |
| Почка (пч)   | 4 пр; 171 мг    | 4 пр; 171 мг               | 4 пр; 171 мг  | 4 пр; 171 мг  | —                         |  |
| Пирог (пр)   | 43 мг           | 43 мг                      | 43 мг   | 43 мг   | —                         |  |

**РУССКАЯ СИСТЕМА ЕДИНИЦ ДЛИНЫ, ПЛОЩАДИ, ОБЪЕМА  
И ВЕСА XIX — НАЧАЛА XX В.**

**Единицы длины**

- 1 миля = 7 верстам = 7,468 км
- 1 верста = 500 сажням = 1066,80 м
- 1 сажень = 3 аршинам = 2,1336 м
  - = 7 футам
  - = 100 соткам
- 1 аршин = 16 вершкам = 0,711200 м
  - = 28 дюймам
- 1 фут = 12 дюймам = 304,8 мм
- 1 дюйм = 10 линиям = 25,4 мм
- 1 вершок = 44,38 мм
- 1 линия = 10 точкам = 2,54 мм
- 1 точка = 0,254 мм

**Единицы площади**

- 1 квадратная верста = 250000 квадратным сажням = 1,1381 км<sup>2</sup>
- 1 квадратная сажень = 9 квадратным аршинам = 4,552 м<sup>2</sup>
  - = 49 квадратным футам
- 1 квадратный аршин = 256 квадратным вершкам = 0,5058 м<sup>2</sup>
  - = 784 квадратным дюймам
- 1 квадратный фут = 144 квадратным дюймам = 929 см<sup>2</sup>
- 1 квадратный вершок = 19,685 см<sup>2</sup>
- 1 десятина = 3200 квадратным сажням = 14566,4 м<sup>2</sup> = 1,457 га
  - = 2400 квадратным сажням = 10925,4 м<sup>2</sup> = 1,0925 га

**Единицы объема кубические**

- 1 кубическая верста = 125 · 10<sup>6</sup> кубическим сажням = 1,214 км<sup>3</sup>
- 1 кубическая сажень = 27 кубическим аршинам = 9,691 м<sup>3</sup>
  - = 343 кубическим футам
- 1 кубический аршин = 4096 кубическим вершкам = 0,3595 м<sup>3</sup>
  - = 21952 кубическим дюймам
- 1 кубический фут = 1728 кубическим дюймам = 0,0283 м<sup>3</sup>
- 1 кубический вершок = 87,38 см<sup>3</sup>

**Единицы объема (вместимости) для жидкостей**

- 1 бочка = 40 ведрам = 491, 97636 л
- 1 ведро = 4 четвертям = 12,29904 л
  - = 10 штофам
- 1 четверть = 2,5 штофа = 3,07476 л
  - = 5 бутылкам (водочным)

## ПРИЛОЖЕНИЯ

1 штоф (кружка) = 2 бутылкам (водочным) = 1,229904 л  
1 бутылка (водочная) = 5 чаркам = 0,614952 л  
1 чарка = 2 шкалика = 0,123 л  
1 бутылка (винная) = 1/16 ведра = 0,76869 л  
= 12,5 шкалика

### Единицы объема (вместимости) для сыпучих тел

1 четверть = 8 четверикам = 209,9099 л  
1 четверик = 8 гарнцам = 26,2387 л  
1 гарнец = 3,2798 л

### Единицы веса (массы)

1 берковец = 10 пудам = 163,80496 кг  
1 пуд = 40 фунтам = 16,3805 кг  
1 фунт = 32 лотам = 409,51241 г  
1 лот = 3 золотникам = 12,797 г  
1 золотник = 96 долям = 4,2657 г  
1 доля = 0,0444 г



## ПЕЧАТНЫЕ РАБОТЫ Н. А. ШОСТЬИНА

1. Михаил Андреевич Шателен. Под ред. акад. В. Ф. Миткевича. М.—Л., Госэнергиздат, 1946.
2. Д. И. Менделеев и проблемы измерения. М., 1947 (Коммерприбор).
3. Михаил Павлович Вроиченко, военный геодезист и географ. М., Геодезиздат, 1956.
4. Расчет нагрузки и коэффициента мощности трансформаторов тока при включении в неполную звезду. «Вестник электропромышленности», 1936, № 1.
5. Экспериментальное снятие кривых моментов вращения электродвигателей. «Вестник электропромышленности», 1936, № 6.
6. Экспериментальное определение механических характеристик электроприводов. «Электричество», 1936, № 15—16.
7. Влияние соединительных проводов трансформаторов напряжения на погрешности измерения. «Вестник электропромышленности», 1937, № 3.
8. Джемс Клерк Максвелл, как ученый-мыслитель. «Природа», 1940, № 9.
9. Джемс Клерк Максвелл. «Электричество», 1940, № 5.
10. Андре Мари Ампер. «Электричество», 1944, № 3.
11. Павел Николаевич Яблочков. «Наука и жизнь», 1944, № 9.
12. Академик Василий Владимирович Петров. «Электричество», 1944, № 11—12.
13. Академия наук и журнал «Электричество». «Электричество», 1945, № 6.
14. Из истории электрических эталонов. «Электричество», 1945, № 7.
15. Владимир Николаевич Чиклов. «Электричество», 1945, № 8.
16. Михаил Андреевич Шателен (в соавторстве с акад. В. Ф. Миткевичем). «Известия Академии наук СССР», ОТН, 1946, № 1.
17. Петр Николаевич Лебедев. «Электричество», 1946, № 9.
18. Менделеев в Главной палате мер и весов. «Наука и жизнь», 1947, № 5.
19. Д. И. Менделеев как метролог. «Сообщения о научных работах членов Всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева», 1948, вып. 1.
20. Александра Андреевна Глаголева-Аркадьева. «Природа», 1948, № 2.
21. К 50-летию закона о мерах и весах, разработанного Д. И. Менделеевым. «Сообщения о работах членов Всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева», 1950, вып. 4.
22. Д. И. Менделеев и метрология. В сб.: «Дмитрий Иванович Менделеев», М., Изд-во АН СССР, 1957.
23. Михаил Васильевич Ломоносов. «Измерительная техника», 1961, № 11.
24. Древнерусские меры длины. «Измерительная техника», 1969, № 6.
25. Д. И. Менделеев и метрическая система мер. «Измерительная техника», 1968, № 4.
26. Древнерусские единицы времени. «Измерительная техника», 1971, № 3.
27. Таблицы мер длины, площади, объема и массы (веса). БСЭ, изд. 2, т. 51.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Петрушевский Ф. И.* Общая метрология. СПб., 1849.
2. Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона, т. 19, ст. «Метрология» (Ф. И. Петрушевский), 1896.
3. *Маликов М. Ф.* Основы метрологии. М., изд. Коммерприбор, 1949.
4. Encyclopaedia Britannica, v. 15. 1960.
5. *Benott R.* De a précision dans la détermination des longueurs en métrologie. Paris, 1900, p. 1—2.
6. *Newton I.* Disertation upon the Sacred Cubit. London, 1737.
7. *Flinders Petrie W. M.* The Inductive Metrology or the Recovery of Ancient Measures from the Monuments. London, 1877.
8. A Dictionary of Applied Physics, v. 3, «Metrology». I. E. Sears. London, 1923.
9. *Прозоровский Д. И.* Древняя русская метрология. Лекции в Археолог. ин-те. СПб., 1888.
10. *Ламберти А. И.* О первоначальном происхождении и нынешнем состоянии российской линейной меры и веса. СПб., 1827; О неизменном определении веса российского фунта. СПб., 1828.
11. *Бутков П. Г.* Объяснение русских старинных мер линейной и путевой. «Журнал Министерства внутренних дел», 1844, ч. 8, № 41, стр. 247—293.
12. *Никитский А. И.* К вопросу о мерах древней Руси. «Журнал Министерства народного просвещения», 1894, № 4.
13. *Младенцев М. Н.* Краткий исторический очерк русских мер. В сб.: «Временник Главной Палаты мер и весов», вып. 8, 1907.
14. *Младенцев М. Н.* Учреждение Главной Палаты мер и весов и ее деятельность. В сб.: «Временник Главной Палаты мер и весов», вып. 8, 1907.
15. *Кузнецов С. К.* Древнерусская метрология. Малмыж на Вятке, 1913.
16. *Устюгов Н. В.* Очерк древнерусской метрологии. «Исторические записки», 1946, № 19.
17. *Устюгов Н. В.* Учебное пособие по вспомогательным историческим дисциплинам. Метрология. М., 1939 (стеклогр.)
18. *Черепнин Л. В.* Русская хронология. М., изд. Историко-архивного ин-та, 1944.
19. *Каменцева Е. И. и Устюгов Н. В.* Русская метрология. М., «Высшая школа», 1965.
20. *Беляев Н. Т.* О древних и нынешних русских мерах протяжения и веса. «Seminarium Kondakovianum», т. 1. Прага, 1927.
21. *Черепнин А. И.* Древние рязанские гирьки. В кн.: «Труды высочайше учрежденной Рязанской ученой архивной комиссии», т. 7, № 6 и 7—8, 1892.
22. *Болсуновский К. В.* Древние гирьки, найденные в Киеве, и отношение их к различным весовым системам. Киев, 1898.
23. *Монгайт А. Л.* Рязанские гирьки. В сб.: «Краткие сообщения Ин-та истории материальной культуры», вып. 14, 1947.
24. *Монгайт А. Л.* Новгородские гирьки. В сб.: «Краткие сообщения Ин-та истории материальной культуры», вып. 41, 1951.

25. Янин В. Л. Денежно-весовые системы русского средневековья. Домонгольский период. М., Изд-во МГУ, 1956.
26. Рыбаков Б. А. Русские системы мер длины XI—XV вв. «Советская этнография», 1949, № 1.
27. Рыбаков Б. А. Новгородское мерило. «Неделя», 1972, № 27 (3—9 июля).
28. Ханьков Н. В. О весах и мерах Закавказского края. В кн.: «Кавказский календарь на 1852 год». Тифлис, 1851.
29. Flinders Petrie W. M. Measures and Weights. London, 1934, p. 7.
30. Chisholm H. W. On the Science of Weighting and Measuring and Standards of Measure and Weight. London, 1923.
31. Chaney H. J. Our Weights and Measures. London, 1897, p. 16.
32. Прозоровский Д. И. О значении и составе древней русской метрологии. В сб.: «Сборник Археологического института», кн. 5. 1881.
33. Правда Русская. Под ред. акад. Б. Д. Грекова. Т. 1. М.—Л., изд. АН СССР, 1940.
34. The International Critical Tables of Numerical Data for Physics, Chemistry and Technology, v. 1, 1932.
35. Греков Б. Д. Киевская Русь. М.—Л., изд. АН СССР, 1944.
36. Хождение игумена Даниила в Святую Землю. В кн.: «Сказание русского народа, собранные И. П. Сахаровым». Т. 2, кн. 8. СПб., 1849.
37. Патерик Киевского Печерского монастыря. СПб., 1911.
38. Спафарий Н. Г. Описание первые части вселенной, именуемой Азия, ... Казань, 1910.
39. Магницкий Л. Ф. Арифметика, сиречь наука числительная. М., 1703.
40. Куликов К. А. Фундаментальные астрономические постоянные. М., Гостехиздат, 1956.
41. Рыбаков Б. А. Ремесло древней Руси. М., изд. АН СССР, 1948.
42. Путешествие диакона Игнатия в Царьград и Иерусалим. В кн.: «Сказания русского народа, собранные И. П. Сахаровым», т. 2, кн. 8. СПб., 1849, стр. 106.
43. Путешествие иеродиакона Зосимы. В кн.: «Сказания русского народа, собранные И. П. Сахаровым», т. 2, кн. 8. СПб., 1849, стр. 61.
44. Полное собрание русских летописей, т. 1—23. СПб., 1846—1913; т. 24—27. М.—Л., изд-во АН СССР, 1921—1962.
45. Hultsch Fr. Griechische und römische Metrologie. Auflage 2. Berlin, 1882, S. 99.
46. Чулков М. Д. Историческое описание Российской коммерции. Т. 1, кн. 1. СПб., 1781.
47. Кауфман И. И. Русский вес, его развитие и происхождение в связи с историей русских денежных систем с древнейших времен. СПб., 1906.
48. Торговая книга (Книжка описательная, како молодым людям торг вести и знати всему цену...). «Записки Отделения русской и славянской археологии имп. Археологического общества», т. 1, отд. III. СПб., 1851.
49. Дополнения к актам историческим. Т. 1—12. СПб., 1846—1875.
50. Лебедев Н. А. О деньгах, обращавшихся в России с 862—1663 г. СПб., 1876.
51. Стасский И. Г. Русская монетная система. Изд. 3. Л., Изд-во Гос. Эрмитажа, 1962.
52. Русско-Ливонские акты, собранные К. Е. Напьерским, СПб, 1868.
53. Голубинский Е. Е. История русской церкви. Т. 1, ч. 1. СПб., 1901.
54. Delambre J. B. Histoire de l'astronomie du Mogen Age. Paris, 1819, p. 375.
55. Кирика диакона и domestика Новгородского Андрониева монастыря учение, имже ведати человеку числа всех лет. «Чтения в имп. Обществе истории и древностей Российских», 1847, № 6.
56. Степанов Н. В. Единицы счета времени (до XIII века) по Лаврентьевской и 1-й Новгородской летописям. «Чтения в имп. Обществе истории и древностей Российских», 1909, кн. 4/231.

ЛИТЕРАТУРА

57. *Святский Д. О.* Астрономические явления в русских летописях с научно-критической точки зрения. Петроград, 1915.
58. *М. Витрувий Поллион.* Десять книг об архитектуре. Пер. с лат. М., изд. АН СССР, 1936.
59. *Raucton A.* Metrologie, ou traité de mesures, poids et monnaies. Paris, 1780, p. 223.
60. Акты исторические. Т. 1—5. СПб., 1841—1842.
61. Феодальная деревня Московского государства XIV—XVI вв. В кн.: «Сборник документов». Под ред. акад. Б. Д. Грекова. М.—Л., Союзгиз, 1935, стр. 26 (1458—1472 гг.).
62. Грамоты Великого Новгорода и Пскова. М.—Л., изд. АН СССР, 1949.
63. Акты Археографической экспедиции. Т. 1—4. СПб., 1836—1838.
64. Акты относящиеся к истории Западной России. Т. 1, № 71. СПб., 1846.
65. Материалы для истории колонизации и быта Харьковской и отчасти Курской и Воронежской губерний. № 2. Под ред. Д. И. Багалая. Харьков, 1890.
66. *Сташевский Е. Д.* Очерки по истории царствования Михаила Федоровича. Ч. 1, Киев, 1913. Приложение стр. XXIX.
67. *Бобынин В. В.* Очерки истории развития физико-математических знаний в России. Т. 1, вып. 1. М., 1886; т. 1, вып. 2. М., 1893.
68. Устав ратных, пушечных и других дел, касающихся до военной науки. Ч. 1. СПб., 1777; ч. 2. СПб., 1781.
69. Книга сошного письма. В кн.: «Временник имп. Московского общества истории и древностей Российских», кн. 17, Смесь. М., 1853.
70. *Яковлев А. И.* Засечная черта Московского государства в XVII в. М., 1916.
71. *Оглоблин Н. Н.* Обзорные историко-географических материалов XVII и начала XVIII вв., заключающихся в книгах Разрядного приказа. М., 1884.
72. Новый летописец. В кн.: «Временник имп. Московского общества истории и древностей Российских», кн. 17, Материалы. М., 1853, стр. 145.
73. Древняя Российская вивлиофика, издаваемая Николаем Новиковым. Ч. 1—10. СПб., 1773—1775.
74. *Лаппо-Данилевский А. С.* Поверстная и указная книги Ямского приказа. М., 1890.
75. Соборное уложение 1649 г. Полн. собр. зак., т. 1, ст. 1.
76. Русская историческая библиотека. Т. 1—35. СПб., 1872—1917; т. 36—39, изд. АН СССР, 1920—1927.
77. *Седашев В. Н.* Очерки и материалы по истории землевладения Московской Руси в XVII в. М., 1912.
78. Акты Московского государства. СПб., 1901.
79. Торговый дом XVI—XVII вв. Сборник документов. Под ред. А. А. Введенского. М., 1924.
80. *Сытин П. В.* История планировки и застройки Москвы. Материалы и исследования. В кн.: «Труды Музея истории и реконструкции Москвы», вып. 1. М., 1950.
81. Акты относящиеся до юридического быта древней России. Т. 1—3. СПб. 1857—1884.
82. *Кильбургер И. Ф.* Краткое известие о русской торговле. В кн.: Курц Б. Г. Сочинение Кильбургера о русской торговле в царствование Алексея Михайловича. Киев, 1915.
83. Таможенные книги Московского государства XVII в. Т. 1. М.—Л., изд. АН СССР, 1950.
84. Книга записная мелочных товаров Московской Большой таможни 1694 года. В сб.: «Труды Государственного исторического музея», вып. 30. М., 1956.
85. «Крепостная мануфактура в России». Ч. 1 «Тульские и Каширские железные заводы». Л., изд. АН СССР, 1930; ч. 2 «Олоиецкие медные и железные заводы», 1931; ч. 3 «Дворцовая полотняная мануфактура XVII века», 1932.

86. «Записки Отделения русской и славянской археологии имп. Археологического общества», 1851, т. 1.
87. Роспись как зачат делат новая труба на новом месте. «Известия имп. Археологического общества», 1868, т. 6, отд. 1, вып. 3.
88. Материалы для истории, археологии и статистики города Москвы, собранные и изданные И. Е. Забелиным. Ч. 1. М., 1884; ч. 2, 1891.
89. *Ундольский В. М.* Славяно-русские рукописи В. М. Ундольского. М., 1870, № 682, л. 104.
90. Распись полевой мере. В кн.: «Временник имп. Московского общества истории и древностей Российских», кн. 17. М., 1853, стр. 69.
91. Акты писцового дела. Под ред. С. Б. Веселовского. М., 1917.
92. *Ржига В. Ф.* Литературная деятельность Ермолая Еразма. В кн.: «Летопись занятий Археографической комиссии за 1923—1925 гг.», вып. 33. Л., изд. АН СССР, 1926.
93. Памятники хозяйственной истории Троице-Сергиевской Лавры. Под ред. А. И. Яковлева. Т. 2. М., 1926 (литогр.).
94. *Герман И. Е.* История русского межевания. М., 1907.
95. «О пятинах и погостах новгородских в XVI веке». Под ред. К. А. Неволлина. СПб., 1873, приложение 13.
96. *Абрамович Г. В.* Несколько изысканий из области русской метрологии XV—XVI вв. (Коробья, копна, обжа). «Проблемы источниковедения», 1963, вып. XI.
97. Книга Шелонской пятины. 1581—1582 г. В кн.: «О пятинах и погостах новгородских в XVI веке». Под ред. К. А. Неволлина. СПб., 1853, приложение 3.
98. *Огризко З. А.* К вопросу об единицах измерения земельных площадей в XVII в. «Проблемы источниковедения», 1961, вып. 9.
99. *Довнар-Запольский М. В.* Веревные и разрубные книги северного края. СПб., 1905.
100. Русские достопамятности. М., 1815.
101. Акты Московского государства. СПб., 1890.
102. Павел Алеппский. Путешествие антиохийского патриарха Макария в Россию в половине XVII века. «Чтения в имп. Обществе истории и древностей российских», 1898, кн. 3, отд. 3, стр. 13.
103. *Шунков В. И.* Меры сыпучих тел Сибири XVII в. В сб.: «Академику Б. Д. Грекову ко дню 70-летия». М., Изд-во АН СССР, 1952.
104. *Вилков О. Н.* К вопросу об унификации мер сыпучих тел Сибири XVII в. «Известия Сибирского отделения АН СССР», сер. обществ. наук, 1963, вып. 2.
105. *Миклашевский И. П.* К истории хозяйственного быта Московского государства. Т. 1. М., 1894.
106. *Костомаров Н. И.* Очерк торговли Московского государства в XVI и XVII столетиях. СПб., 1862.
107. *Карамзин Н. М.* История Государства Российского, изд. 5. СПб., 1842.
108. Опнсная книга церковей Княгининского уезда 1672 г. «Записки Отделения русской и славянской археологии имп. Археологического общества», 1851, т. 1.
109. Путешествие Иосафата Барбаро в Тану. В кн.: «Библиотека иностранных писателей о России». Т. 1, СПб., 1836, стр. 58.
110. *Мордвинов С. И.* Книги полного собрания о навигации. СПб. 1748.
111. *Де-Фер Г.* Плавание Баренца. Ч. 1. Л., изд. Главсевморпуть, 1936.
112. *Окладников А. П.* Русские полярные мореходы XVII века у берегов Таймыра. М.—Л., изд. Главсевморпуть, 1948.
113. *Куликовский П. Г. М. В.* Ломоносов — астроном и физик. М.—Л., Гостехтеориздат, 1950.
114. *Шепилов Ф.* Поморский ветромет. «Вокруг Света», 1972, № 5.
115. Посольство Кунраада фан Кленка к царям Алексею Михайловичу и Федору Алексеевичу. СПб., 1900, стр. 315.

ЛИТЕРАТУРА

116. *Прозоровский Д. И.* О старинном русском счислении часов. В сб.: «Труды второго археологич. съезда в Санкт-Петербурге», вып. 2. 1881.
117. Путешествие в Московию барона Августина Мейерберга... в 1661 году, описанное самим бароном Мейербергом. М., 1874, стр. 81.
118. Полное собрание законов Российской империи. Собр. 1-е. Т. 1—45. СПб., 1830.
119. *Н. А. Н. Белев* — материалы для истории города XVII и XVIII столетий. М., 1885.
120. *Симеон Полоцкий.* Избранные сочинения. М., изд. АН СССР, 1953.
121. *Штаден Г.* О Москве Ивана Грозного. Л., 1925.
122. *Маликов М. Ф.* Эталон. В кн.: «Техническая энциклопедия», т. 26. 1934.
123. *Каменцева Е. И.* Меры длины в первой половине XVIII века. «История СССР», 1962, № 4.
124. *Цицианов Д. П.* Краткое математическое изъяснение землемерия межевого. СПб., 1757, стр. 43.
125. *Курганов Н. Г.* Универсальная арифметика. СПб., 1757.
126. *Курганов Н. Г.* Книга о науке военной. СПб., 1777.
127. *Котельников С. К.* Молодой геодет или первые основания геодезии. СПб., изд. Академии наук, 1766.
128. *Kupffer A.* Travaux de la commission pour fixer les mesures et les poids de l'Empire de Russie. V. I. St-Petersbourg, 1841.
129. *Saigeu M.* Traité de métrologie, ancienne et moderne. Paris, 1834.
130. *Kraft S. W.* Kurze Ableitung zur mathematischen und natürlichen Geographie. St-Petersburg, 1738.
131. *Эйлер Л.* Руководство к арифметике для употребления гимназии при императорской Академии наук. Пер. Адедурова. СПб., 1740.
132. Дела Берг-коллегии. ЦГАДА. № 1382.
133. *Курганов Н. Г.* Генеральная геометрия. СПб., 1765, стр. 108.
134. *Георги И. Г.* Описание Российско-императорского столичного города Санкт-Петербурга. СПб., 1794.
135. *Посошков И. Т.* О скудности и богатстве. 1724 г. В кн.: М. П. Погодин «Посошков Иван». М., 1842, стр. 205.
136. *Назаров С.* Практическая геометрия, сочиненная при сухопутном шляхетском корпусе. СПб., 1761.
137. *Ломоносов М. В.* Полн. собр. соч. М.—Л., изд. АН СССР, 1951—1959.
138. Дела Правительствующего Сената, ЦГАДА. Фонд 248.
139. Материалы для истории императорской Академии Наук. СПб., 1886.
140. *Татищев В. Н.* Лексикон Российской исторической политической и гражданской. СПб., 1793.
141. *Скорняков-Писарев Г. Г.* Наука статическая или механика. СПб., 1702.
142. *Герман Я.* Сокращение математическое ко употреблению его величества императора всея России. Пер. с франц. СПб., 1728.
143. *Крафт Г. В.* Краткое начертание физики. СПб., 1787.
144. *Козельский Я.* Механические предложения для употребления обучающегося при Артиллерийском и Инженерном корпусе благородного юношества. СПб., 1784.
145. *Соймонов Ф. И.* Экстракт штурманского искусства из наук, принадлежащих к мореплаванью. СПб., 1739.
146. *Гиларовский П.* Руководство к физике. СПб., 1793, стр. 150.
147. *Крафт Г. В.* Краткое руководство к познанию простых и сложных машин. СПб., 1738, стр. 22—23.
148. *Колмаков А.* Карманная книжка для вычисления количества воды, вытекающей через трубы, отверстия или по жолубам, также и силы, какою они ударяют... СПб., 1791.
149. *Рихман Г. В.* Труды по физике. М., изд. АН СССР, 1956.
150. *Гмелин С. Г.* Путешествие по России для исследования трех царств естества. СПб., 1771.
151. *Pallas P. S.* Bemerkungen auf einer Reise in die südlichen Statthaltschaften des Russischen Reichs in den Jahren 1793 und 1794. Bd I. Lpz., 1799, S. 71; Bd. II, 1801, S. 303.

152. Общий тариф для всех портов и пограничных таможен Российской империи, кроме Астрахани, Оренбурга и Сибири. СПб., 1782.
153. *Сарычев Г. А.* Правила, принадлежащие к морской геодезии. СПб., 1804.
154. *Georgi J. G.* Bemerkungen einer Reise im Russischen Reich im Jahren 1772. Bd. I. St-Petersburg, 1775.
155. Памятники Сибирской истории XVIII века. СПб., 1885.
156. *Матинский М. А.* Описание различных мер и весов разных государств. СПб., 1779.
157. *Лобко И. А.* Попытки к уравнению мер и веса в Малороссии XVIII в. «Киевская старина», 1889.
158. *Елагин С.* История русского флота. Период Азовский. СПб., 1864, приложение, ч. 1, стр. 220; ч. 2, стр. 24.
159. Материалы для истории русского флота. СПб., 1865.
160. *Ловиц Т. Е.* Избранные труды. М., изд. АН СССР, 1955.
161. *Петров П. Н.* История С.-Петербурга, 1703—1782. СПб., 1885, стр. 184—188.
162. *Ришар Ж. П.* Торг Амстердамский. Ч. 2. СПб., 1763.
163. Инструкция начальника уральских заводов генерала Геннина, 1724 г. В кн.: Герман И. Ф. «Историческое начертание горного производства в Российской империи». Ч. 1. Екатеринбург, 1810.
164. *Перри Д.* Состояние России при нынешнем царе. М., 1879.
165. *Паллас П. С.* Путешествие по разным местам Российского государства. СПб., 1786.
166. *Сарычев Г. А.* Путешествие капитана Биллингса через Чукотскую землю от Берингова пролива до Нижнеколымского острога. СПб., 1811.
167. «Труды Вольного Экономического Общества», 1772, ч. 20; 1783, ч. 4 (34).
168. *Богданов Г.* Историческое, географическое и топографическое описание Санктпетербурга, дополненное и изданное В. Рубаном. СПб., 1779.
169. *Данилевский В. В. И. И. Ползунов.* М.—Л., изд. АН СССР, 1940.
170. Академические сочинения, выбранные из I-го тома Деяний императорской Академии Наук. Ч. 1. СПб., 1801.
171. Statistische Übersicht der Statthalterschaften des Rüssischen Reichs... von H. Storch. Riga, 1795.
172. *Иванов П. И.* Исторические сведения о большом колоколе, лежащем в Московском Кремле близъ Ивановской колокольни. М., 1835.
173. *Крафт Г. В.* Краткое руководство к теоретической геометрии в пользу учащегося в гимназии при императорской Академии Наук российского юношества. СПб., 1748.
174. «Устав о солн», п. 30. СПб., 1781.
175. Полное собрание ученых путешествий по России. Т. 4. Продолжение Записок путешествия акад. Лепехина. СПб., 1822.
176. *Шишков А.* (адмирал). Собрание морских журналов СПб., 1800.
177. Руководство к механике, изданное для народных училищ Российской империи вторым тиснением. Пер. М. Е. Головина. СПб., 1790.
178. *Зуев В. Ф.* Путешественные записки от Петербурга до Херсона в 1781 и 1782 году. СПб., 1787.
179. *Литинецкий И. Б. М. В. Ломоносов* и экспериментальная техника. Киев, Гостехиздат УССР, 1961.
180. *Румовский С. Я.* Сокращения математики. СПб., 1760.
181. *Врангель Ф. П.* Путешествие по северным берегам Сибири и по Ледовитому морю. СПб., 1841.
182. *Вахтин В.* Русские труженики моря — первая морская экспедиция Беринга. СПб., 1890.
183. *Пекарский П. П.* История императорской Академии наук в Петербурге. СПб., 1870.
184. *Эйлер Л.* Полное умозрение строения и вождения кораблей. СПб., 1778.
185. *Румовский С. Я.* Изъяснение наблюдений по случаю явления Венеры в Солнце, в Селенгинске учиненных. СПб., 1762.

ЛИТЕРАТУРА

186. Полное собрание ученых путешествий по России. Т. 7, Записки путешествия академика Фалька. СПб., 1825.
187. Котельников С. К. Книга, содержащая в себе учение о равновесии и движении тел. СПб., 1774.
188. Лагус В. Эрик Лаксман, его жизнь, путешествия, исследования и переписка. СПб., 1890.
189. Бэр К. М. Заслуги Петра Великого по части распространения географических познаний. «Записки Русского географического общества», 1849, кн. 3, стр. 244.
190. Провиантские Регулы (генварь 1758 г.). СПб., 1792.
191. Акты царствования Екатерины II. М., 1907.
192. Ее Императорского Величества Всемилостивый регламент и устав. 1724.
193. Ежемесячные сочинения и известия о ученых делах. СПб., 1764, апрель.
194. Ленц Э. Х. Руководство к физике. СПб., 1839.
195. Полное собрание законов Российской империи. Собр. 2-е. Т. 1—55. СПб., 1830—1884.
196. Перевощиков Д. М. Ручная математическая энциклопедия. Ки. 1, Арифметика. М., 1826, стр. 223.
197. Петрушевский Ф. Ф. и Еремеев Н. С. Сравнительные таблицы десятичных и русских мер. СПб., 1868.
198. Глухов В. С. Сравнения железной сажени Комиссии 1833 г. с разными мерами длины. «Временник Главной Палаты мер и весов», Ч. 1. СПб., 1894.
199. Хвольсон О. Д. О метрической системе мер и весов и о ее введении в России. Изд. Русского технического Общества, 1884.
200. Положение о мерах и весах 1899 г. В кн.: «Временник Главной Палаты мер и весов», ч. 5, СПб., 1900.
201. Русское горное законодательство с разъяснениями. Сост. Г. Г. Савич. СПб., 1905.
202. Положение о мерах и весах от 27 июля 1916 г. В сб.: «Собрание узаконений и распоряжений Правительства», отд. 1, ст. 1671. Петроград, 1916.
203. Менделеев Д. И. Соч., т. 16. Л.—М., изд. АН СССР, 1951; т. 22, 1950.
204. Менделеев Д. И. О колебании весов. «Временник Главной Палаты мер и весов», ч. 4. СПб., 1899.
205. Ломшаков А. С. Испытание паровых машин и котлов. Под ред. проф. Г. Ф. Делло. СПб., 1897.
206. Вильд Г. Нормальные барометры Главной физической обсерватории. «Записки имп. Академии наук», т. 72, кн. 2, приложение 11. СПб., 1873.
207. Радциг А. А. История теплотехники. М.—Л., изд. АН СССР, 1936.
208. Егоров Н. Г. Современное состояние термометрии. «Временник Главной Палаты мер и весов», ч. 2. СПб., 1895.
209. Ленц Э. Х. О законах выделения тепла гальваническим током. В кн.: «Избранные труды». Л., изд. АН СССР, 1950.
210. Столетов А. Г. Собр. соч. М.—Л., Гостехтеориздат, 1939.
211. Глухов В. С. Доклад высочайше учрежденной комиссии для преобразования Депо образцовых мер и весов 1 октября 1875 г. СПб., 1875.
212. Правила, нормирующие деятельность поверочных палаток, 1901. В кн.: «Временник Главной Палаты мер и весов», ч. 6. СПб., 1903.
213. Таблицы наибольших погрешностей, допускаемых в торговых мерах, 1903 г. В кн.: «Временник Главной Палаты мер и весов», ч. 6. СПб., 1903.
214. Бихеле Н. М. Технический календарь... 26 год издания. СПб., 1897.
215. «Временник Главной Палаты мер и весов», ч. 5. СПб., 1901; ч. 7, 1905; ч. 9, 1909.
216. Собрание узаконений и распоряжений правительства. Ст. 148. СПб., 1892.
217. Устав пробирный. СПб., 1873.
218. Российская фармакопея. Изд. 5. СПб., 1902, стр. IX.



219. *Смысловский Е. К.* Техника в Мировую войну 1914—1918 гг. «Энциклопедический словарь бр. Гранат», т. 46.
220. *Струве В. Я.* Дуга меридиана в  $25^{\circ}20'$  между Дунаем и Ледовитым морем, измеренная с 1816 по 1855 год. Т. 1. СПб., 1861.
221. Исторический очерк деятельности Корпуса военных топографов. СПб., 1872.
222. *Стрельбицкий И. А.* Исчисление поверхности Европейской России... СПб., 1889.
223. *Тилло А. А.* и *Шокальский Ю. М.* Исчисление поверхности Азиатской России... СПб., 1905.
224. *Белолобский Н. А.* Механическая лаборатория Института инженеров путей сообщения. СПб., 1886.
225. Правила об устройстве вновь изготовляемых торговых весов. В кн.: «Временник Главной Палаты мер и весов», ч. 6, 1903.
226. *Струве О. В.* О решениях, принятых на Вашингтонской конференции относительно первого меридиана и вселенского времени. «Записки имп. Академии наук», 1885, т. 50, кн. 1, Приложение.
227. *Лебедев П. Н.* Собр. соч. М., 1913.
228. *Стебницкий И. И.* Наблюдения над качаниями поворотных маятников—русского академического прибора. В кн.: «Записки имп. Академии наук». 1881, т. 38, кн. 1.
229. *Гижицкий А. М.* и *Савкевич П. С.* Каталог пунктов гравиметрических определений, произведенных в России до 1922 г. Петроград, 1923.
230. *Чиколев В. Н.* Таблицы математические, меры и веса, калибров... СПб., 1897.
231. Положение об эксплуатации паровых железных дорог. § 13. СПб., 1867.
232. *Крылов А. Н.* Собрание трудов. Т. 12, ч. 1. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1955, стр. 36.
233. Динамомашинa в ее историческом развитии. Документы и материалы. Под ред. акад. В. Ф. Миткевича. Л., изд. АН СССР, 1934.
234. Путиловский завод в С.-Петербурге. СПб., 1896.
235. *Вильд Г. И.* О температуре воздуха в Российской империи. СПб., 1882, стр. 297.
236. *Войнаровский П. Д.* Магнитные измерения. СПб., 1905.
237. *Ленц Э. Х.* Избранные труды. Л., изд. АН СССР, 1950.
238. 100 лет Государственной службы мер и весов СССР. М.—Л., Гостехтеориздат, 1945.
239. *Шостын Н. А.* Древнерусские меры длины. «Измерительная техника», 1969, № 6

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                        |   |    |
|------------------------|---|----|
|                        | От редактора  | 5  |
|                        | Введение  | 7  |
| <b>ГЛАВА ПЕРВАЯ</b>    |   |    |
|                        | <b>Происхождение древнерусских мер</b>  | 15 |
| <b>ГЛАВА ВТОРАЯ</b>    |   |    |
|                        | <b>Метрология Киевской Руси XI—XII вв.</b>  | 22 |
|                        | Меры длины  | 22 |
|                        | Меры площади  | 28 |
|                        | Меры объема   | 29 |
|                        | Меры веса   | 31 |
|                        | Меры времени  | 34 |
|                        | Обеспечение единства измерений. Образцовые меры. Надзор за мерами и весами                                      | 38 |
| <b>ГЛАВА ТРЕТЬЯ</b>    |   |    |
|                        | <b>Русская метрология эпохи феодальной раздробленности и татаро-монгольского ига XIII—первая половина XV в.</b> | 42 |
|                        | Меры длины  | 42 |
|                        | Меры площади  | 42 |
|                        | Меры объема   | 43 |
|                        | Меры веса   | 45 |
|                        | Угловые меры  | 46 |
|                        | Меры времени  | 46 |
|                        | Преодоление последствий феодальной раздробленности, первые мероприятия по восстановлению единства измерений     | 46 |
| <b>ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ</b> |   |    |
|                        | <b>Русская метрология эпохи образования и укрепления Московского государства XV—XVII вв.</b>                    | 49 |
|                        | Метрологическая деятельность Московского государства  | 49 |
|                        | Меры длины  | 52 |
|                        | Меры площади  | 59 |
|                        | Меры объема   | 67 |
|                        | Меры веса   | 75 |
|                        | Угловые меры  | 82 |
|                        | Меры времени  | 86 |
|                        | Надзор за мерами и весами и за отсутствием злоупотреблений  | 90 |

|   |   |            |
|---|---|------------|
| <b>ГЛАВА ПЯТАЯ</b>  |   |            |
| <b>Метрологическая реформа Петра I.</b>   |   |            |
| <b>Метрологическая деятельность</b>   |   |            |
| <b>Российской Академии наук и</b>   |   | <b>96</b>  |
| <b>М. В. Ломоносова</b>   |   |            |
| <b>XVIII в.</b>   |   |            |
|   | Развитие системы единиц измерений   | 98         |
|   | Единицы длины   | 98         |
|   | Единицы площади   | 101        |
|   | Единицы объема  | 102        |
|   | Единицы веса  | 103        |
|   | Угловые единицы   | 104        |
|   | Единицы времени   | 105        |
|   | Механические единицы  | 106        |
|   | Тепловые единицы  | 109        |
|   | Магнитные единицы   | 111        |
|   | Электрические единицы   | 111        |
|   | Обеспечение единства измерений  | 112        |
|   | Появление новых областей измерений и расширение сферы применения мер и измерительных приборов                       | 126        |
|   | Надзор за мерами и весами и за отсутствием злоупотреблений  | 152        |
|   | Десятичный принцип в русской метрологии XVIII в.  | 155        |
|   | Физические постоянные в русской метрологии XVIII в.   | 157        |
| <b>ГЛАВА ШЕСТАЯ</b>   |   |            |
| <b>Русская метрология эпохи зарождения и распространения метрической системы. Метрологическая деятельность Д. И. Менделеева</b> |   |            |
| <b>XIX — начало XX в.</b>   |   | <b>160</b> |
|   | Участие русских метрологов в разработке метрической системы мер. Становление государственной метрологической службы | 160        |
|   | Совершенствование системы единиц измерений. Возникновение эталонной службы  | 171        |
|   | Единицы длины   | 171        |
|   | Единицы площади   | 174        |
|   | Единицы объема  | 175        |
|   | Единицы веса  | 176        |
|   | Угловые единицы   | 181        |
|   | Единицы времени   | 181        |
|   | Механические единицы  | 182        |
|   | Тепловые единицы  | 186        |
|   | Магнитные единицы   | 188        |
|   | Электрические единицы   | 188        |
|   | Световые единицы  | 192        |
|   | Обеспечение единства измерений  | 193        |
|   | Расширение номенклатуры средств измерений и повышение точности измерений  | 203        |
|   | Надзор за мерами и весами и за отсутствием злоупотреблений  | 226        |
|   | Государственный надзор  | 226        |
|   | Ведомственный надзор  | 233        |
|   | Испытания измерительных приборов  | 236        |
|   | Внезапные ревизии   | 237        |

|            |   |     |
|------------|---|-----|
| ПРИЛОЖЕНИЯ |   | 239 |
|            | Меры длины русских зодчих   | 239 |
|            | Веревные книги древней Руси   | 244 |
|            | Меры торгового веса и монетный вес древней Руси   | 247 |
|            | Появление и распространение косвенных методов измерений в русской метрологии XVI—XVII вв. | 250 |
|            | Эволюция основных русских единиц длины, площади и веса в XI—XIX вв.                       | 255 |
|            | Русская система единиц длины, площади, объема и веса XIX — начала XX в.                   | 259 |
| Литература | Печатные работы Н. А. Шостьина  | 260 |
|            |   | 262 |

**Николай Александрович Шостьин**  
**ОЧЕРКИ ИСТОРИИ РУССКОЙ МЕТРОЛОГИИ**  
**XI — начало XX века**

Научный редактор канд. техн. наук *Л. Н. Брянский*  
 Редактор *С. Я. Рыско*  
 Оформление художника *Н. А. Седельникова*  
 Технический редактор *Н. М. Ильичева*  
 Корректор *Г. М. Фролова*

Т-00071 Сдано в набор 08. 06. 73 Подп. в печ. 21. 03. 75 Формат 70×90<sup>1/16</sup> Бумага типографская № 1 фабрики Янонис 17,0 п. л.+2 вкл. 0,125 п. л. 19,89 усл. п. л. +2 вкл. 0,15 усл. п. л. 20,18 уч.-изд. л. Тираж 15000 Цена в переплете № 7—1 руб. 42 коп. Цена в переплете № 7 с суперобложкой—1 руб. 48 коп. Изд. № 3161/07

Издательство стандартов, Москва, Д-22, Новопресненский пер., 3  
 Калужская типография стандартов, ул. Московская, 256. Зак. 160



Д. И. Менделеев