

Д. И. Менделеев

Труды по метрологии

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 55
ББК 26.3
М50

М50 **Менделеев Д.И.**
Труды по метрологии / Д. И. Менделеев – М.: Книга по Требованию, 2024. – 480 с.

ISBN 978-5-458-61256-2

ISBN 978-5-458-61256-2

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2024
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2024

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

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

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

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

ВВЕДЕНИЕ

Д. И. Менделеев к каждой из своих научных работ подходил как метролог, т. е., прежде чем приступить к тому или иному исследованию, он тщательнейшим образом готовил и изучал всю ту измерительную аппаратуру, которая потребуется для работы.

Классическим примером такого подхода к работе является его исследование упругости газов. Несмотря на то, что почти все измерительные приборы и другие приспособления, необходимые для этого исследования, были известны и применялись ранее в своих работах такими известными экспериментаторами как Реньо, Наттерер, Румфорд и другие, Д. И. Менделеев, подметив в работах своих предшественников некоторые недостатки, начал свою работу с проектирования устройства и изучения новых приборов, которые должны были дать большую точность и уверенность в получаемых результатах, чем приборы старые.

«Лучше, — говорит он, — сделать немногие, но точные и повторенные определения, чтобы по возможности не прибегать к способу наименьших квадратов для извлечения окончательного результата, чем делать многие наблюдения, как то замечается в большинстве бывших исследований. Умножение числа наблюдений близких друг к другу представляет не только многие затруднения для исследования, но и увеличивает погрешность вывода... притом необходимо теоретически (по сумме погрешностей всех действий) и практически (по мере различия результатов) определить меру точности каждого данного, чтобы иметь залог верности результата. Недостаток знания степени точности наблюдений составляет главнейшую причину того, что из множества существующих ныне наблюдений нельзя еще вывести чисел, предел погрешности которых был бы известен».¹

При организации упомянутых исследований об упругости газов Д. И. Менделеев прежде всего подвергает тщательному исследованию вопрос о наилучшем устройстве барометра, манометра, сосудов для взвешивания газов, весов и о способах взвешивания (разрешая попутно вопрос о наивыгоднейшей для этой цели длине плеча коромысла и вообще внося в учение о весах новые идеи, которые сыграли немалую роль в деле технического устройства этого важного измерительного прибора), а также решает более

¹ Об упругости газов, 1875, стр. 16—17.

мелькие, но имеющие значение для успеха эксперимента вопросы, как вопрос о наилучшей мастике для герметического соединения частей прибора, об устройстве насоса без кранов и клапанов, об устройстве кранов, о способах очищения внутренних стенок сосудов и т. п.

Указанные примеры характеризуют Д. И. Менделеева как научного работника — метролога, накопившего в этой области громадный опыт. Вооруженный знанием и опытом, Д. И. Менделеев принял предложение (в 1892 г.) об организации Государственного метрологического института, который был им назван Главной Палатой мер и весов. Это новое учреждение, по мысли Д. И. Менделеева, должно было культивировать метрологию, как специальную научную дисциплину, помогавшую, с одной стороны, разрешению научных проблем, с другой — разрешению задач прикладного характера, возникающих в хозяйственной жизни государства.

За время своего 14-летнего управления Главной Палатой мер и весов Д. И. Менделеев организовал в ней необходимые метрологические лаборатории, поставил и разрешил ряд важных метрологических задач, основал «Временник Главной Палаты мер и весов», в котором и дал отчет об этих работах.

Настоящий сборник, выпускаемый по случаю исполнившегося 8 февраля 1934 г. столетия со дня рождения Д. И. Менделеева, содержит или полностью, или в извлечениях его главные метрологические труды, впервые опубликованные во «Временнике» и других изданиях.

Из обширного литературного наследства по вопросам метрологии, оставленного Д. И. Менделеевым (см. перечень в конце книги), в этом томе помещено всего лишь около одной четвертой части. Сюда вошли классические образцы его трудов, сохраняющие до сих пор свое методологическое и научное значение. Знакомство с ними представляет несомненный интерес для растущих метрологических кадров в нашей стране как с поучительными примерами блестящей научно-исследовательской работы великого ученого.¹

Метрологические труды Д. И. Менделеева касаются разных сторон предмета. Для удобства ознакомления с этими трудами они разбиты на разделы, охватывающие однородные темы. Работы, касающиеся установления основных единиц измерений и их эталонов, выделены в раздел «Единицы и эталоны». Затем идет ряд статей, объединенных в разделе «Измерительные приборы», в которых излагаются результаты исследований ряда измерительных приборов, необходимых в метрологической практике. В особый раздел выделены исследования Д. И. Менделеева, касаю-

¹ Перепечатываемые здесь труды Д. И. Менделеева являются в настоящее время библиографической редкостью. В сборник не включена крупная работа Д. И. Менделеева «Опытное исследование колебания весов» ввиду того, что она опубликована в 1931 г. и не представляет библиографической редкости (Д. И. Менделеев, Опытное исследование колебания весов и возобновление прототипа или основной образцовой русской меры массы в 1893—1898 гг., изд. Главной Палаты мер и весов, № 86, Л. 1931).

щиеся вопроса о принятии наиболее достоверных физических констант, которые необходимы в метрологической практике. Наконец, еще одна группа задач, выделенных в раздел «Поверочное дело», включает в себе труды Д. И. Менделеева по прикладной метрологии.

Работы по единицам и эталонам естественно являются основными, которые прежде всего и были организованы Д. И. Менделеевым в Главной Палате мер и весов. Без точной установки основных единиц измерений и их конкретных физических воспроизведений в виде эталонов никакие работы метрологического характера ни в области научной, ни в области прикладной метрологии производиться не могут. В ряде статей, посвященных эталонам, Д. И. Менделеев подробно излагает все, что им было сделано для закладки этого основного фундамента работы метрологического института.

Так как работы по установлению эталонов единиц измерения неразрывно связаны с наличием соответствующих измерительных приборов и других приспособлений, то и этому вопросу Д. И. Менделеев посвящает много времени и труда. Устройство лабораторий, оборудование их необходимыми приборами, методика работ и производство самих наблюдений — все это производилось под непосредственным наблюдением Д. И. Менделеева и при личном его участии. Вся эта деятельность Д. И. Менделеева отразилась в его статьях, собранных в разделе «Измерительные приборы».

Много труда вложено Д. И. Менделеевым для разбора и критики результатов исследований других авторов, работавших в области установления необходимых физических констант, как-то: веса литра воздуха, веса литра воды, коэффициента расширения воды при различных температурных состояниях и ускорения силы тяжести. Возможно точное знание этих констант в метрологической практике совершенно необходимо, но непосредственное определение их связано с такими большими затратами труда, средств и времени, что эти работы могут производиться только изредка в том или ином исследовательском институте. Так как упомянутые константы, полученные различными авторами, отличаются друг от друга, а для получения единообразных и сравнимых между собой результатов метрологических исследований необходимо пользоваться константами единообразными, то Д. И. Менделеев взял на себя труд критического разбора всех наиболее достоверных результатов, опубликованных в специальной литературе.

«Необходимо, — говорит он, — остановиться на каком-либо числе окончательно, чтобы можно было со временем, когда получатся более несомненные числа, сделать надлежащие исправления; вторых, полезно выбрать число наиболее вероятное из всех ныне применяемых». ¹

¹ Временник Главной Палаты мер и весов, ч. I, 1894, стр. 57.

Эти числа Д. И. Менделеев выбрал и положил в основу тех расчетов, где необходимо знание упомянутых констант. Его важнейшие статьи о константах приведены в третьем разделе настоящего сборника.

Вскоре после организации Главной Палаты Д. И. Менделеев уделил много внимания повсеместному введению единообразия в деле мер и весов и организации в различных населенных пунктах поверочных учреждений. Мысли Д. И. Менделеева по этому вопросу изложены в разделе, посвященном поверочному делу.

В конце сборника помещен хронологический перечень трудов Д. И. Менделеева по метрологии. В этот перечень включены как работы, целиком посвященные вопросам метрологии, так и работы, частично затрагивающие их. Звездочкой перед порядковым номером отмечены труды, напечатанные в настоящем сборнике.

В составлении и редактировании сборника приняли участие акад. А. А. Байков, А. Н. Доброхотов, М. Ф. Маликов, И. Д. Менделеев, М. Н. Младенцев и В. Е. Мурашкинский. Обозначения величин оставлены без изменения за исключением сокращенных обозначений мер, которые приведены в соответствие с установленными теперь общесоюзными стандартами. Редакционные примечания помещены в тексте и в выносках, причем, в последнем случае, в отличие от оригинальных выносок Д. И. Менделеева, они отмечены звездочками и подписью «*Ред.*».

I. ЕДИНИЦЫ И ЭТАЛОНЫ

ЗАЯВЛЕНИЕ О МЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ *

Объединение народов останется мечтою мира и прогресса, пока не подготовлены к тому пути. До сих пор, кроме стихий, только печатное слово, торговля и науки скрепляют интересы народов. Это крепкие связи, но не всесильные. Подготавливать же связь крепчайшую обязан каждый, кто понимает, что настанет наконец желанная пора теснейшего сближения народов. Воздухоплавание, попытки отыскать мировой язык и всеобщие письма, международные выставки и даже самые стачки — маяки на этом долгом пути.

Есть между этими попытками одна, не стоящая ни миллионов, как выставки, ни громадных усилий опыта и ума, как воздухоплавание, — это попытка склонить народы к единству мер, весов и монет.

Число, выраженное десятичным знаком, прочтет и немец, и русский, и араб, и янки одинаково, но живое значение цифр для них чересчур разнообразно, даже одно слово часто имеет неодинаковые значения у разных народов. Так, фунт неодинаков — английский, рейнский, венский, валахский, русский, испанский, китайский, даже и рижский, ревельский, курляндский.

Давно стремятся установить однообразие в этом отношении. Побуждает к тому польза, очевидная для каждого.

Система, пригодная для этой цели, должна быть прежде всего десятичною, потом все меры в ней должны одна от другой происходить. Так, от меры длины должны происходить меры поверхности, емкости и веса через десятичное изменение.

Такова метрическая система, составленная во времена первой республики французскими и иностранными учеными. Исходным пунктом для нее служит метр, или одна сорокамиллионная доля земного меридиана. Качества ее лучше всего выражены в четырех кратких положениях комиссии мер и весов, бывшей на последней всемирной выставке и имевшей председателем нашего акад. Якоби. Вот эти положения:

* Заявление это сделано Д. И. Менделеевым I съезду русских естествоиспытателей, происходившему в Петербурге с 28 декабря 1867 г. по 1 января 1868 г. Д. И. Менделеев всегда был энергичным, активным сторонником метрической системы. В проекте закона о мерах и весах 1899 г. он ввел разрешение факультативного применения ее, надеясь, что впоследствии можно будет ввести ее как обязательную. Метрическая система, как обязательная, установлена декретом Совета народных комиссаров от 14 сентября 1918 г. *Ред.*

1. Десятичная система лучше всякой другой может выразить подразделения мер, весов и монет, потому что совпадает с системою счисления.

2. Выведенная научно, метрическая система отличается однообразием всех соотношений, простотою и легкостью приложения к наукам и искусствам, к промыслам и торговле, а потому она наиболее пригодна к всеобщему распространению.

3. Образцы этой системы исполняются ныне с точностью вполне удовлетворительною не только для практики, но и для научных работ нашего времени.

4. Введение метрической системы должно относить к разряду экономических мер, потому что допущение ее сберегает время работы материальной и умственной, как машины и снаряды, железные дороги и телеграфы, или как логарифмические таблицы.

Эта система ныне уже принята во Франции, Бельгии, Голландии, Италии, Испании и Португалии, Греции, Мексике, Чили, Бразилии и в республиках центральной Америки. Англия и Северные американские штаты допустили ее употребление в торговле и во многих внутренних отношениях, готовятся к ее принятию. Швеция, Швейцария, Пруссия и Австрия сделали уже некоторые изменения в своих системах для согласования с метрическими.

России будет легче, чем многим другим странам, принять метрическую систему, не только потому что наша хорошо выработана, но и потому, что у нас десятичный счет, например денег, давно употребляется, что видно даже из нашего народного инструмента — счетов. Несомненно, что когда-нибудь и мы примем метрическую систему, для того однако нужна подготовка. Мерами к тому могут служить допущение этой системы в разных правительственных отношениях, в подрядах, в сборе таможенных, весовых и т. п. пошлин.

Но эти меры не относятся до нашего съезда. Упомяну же я о предмете сообщения потому только, что и мы нашими слабыми силами можем содействовать подготовке к введению метрической системы.

Станем употреблять ее постоянно в наших научных исследованиях и только в случае нужды рядом будем означать наши обыкновенные меры и веса.

Введем в наши лекции и уроки данные метрические, чтобы развить в наших слушателях привычку соображать по этой системе.

Снабдим наши кабинеты, лаборатории и музеи образцами мер и весов этой системы.

Будем нашим ученикам внушать необходимость принятия этой системы.

Станем требовать в школах знакомства с этой системою.

Все это возможно нам, и потому решаюсь обратить на это внимание съезда.

Облегчим же и на нашем скромном поприще возможность всеобщего распространения метрической системы и чрез то поспособствуем и в этом отношении общей пользе и будущему желанному сближению народов. Нескоро, понемногу, но оно придет. Пойдем ему навстречу.

О НЕОБХОДИМОСТИ ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ОБРАЗЦОВЫХ ЕДИНИЦ МЕР И ВЕСОВ В РОССИИ И О РАСХОДАХ ДЛЯ СЕГО ПОТРЕБНЫХ *

Возобновление основных единиц веса и длины в последние десятилетия произведено во всех государствах Европы и в большинстве иных стран. Великобритания, стоящая впереди государств, заботящихся о правильности мер и весов, в середине сего столетия должна была воспроизвести свои единицы длины и веса (точно установленные в 1758—1760 гг.) по причине пожара (1834 г.), приведшего в негодность прежние прототипы. Для возобновления воспользовались копиями, хранившимися в различных учреждениях Англии, равно и сличением с французскими прототипами, так как ранее того английские прототипы были сличены с французскими. Вновь установленные английские прототипы (Imperial Standard Yard and Imperial Standard Pound)¹ замурованы ныне в особом помещении Вестминстерского дворца, после предварительного сличения с четырьмя другими прототипами, хранящимися в Royal Mint, Royal Society, Royal Observatory, Standards Office.² Срочное сличение этих копий между собою повторяется с 1852 г. чрез каждые 10 лет, а сличение их с основными

* Настоящая статья представляет собою извлечение из докладной записки Д. И. Менделеева, представленной в 1892 г. директору Департамента торговли и мануфактур В. И. Ковалевскому.

Назначенный в 1892 г. ученым хранителем образцовых мер, Д. И. Менделеев тотчас приступил к работе по изучению современного состояния вопроса о прототипах и эталонах, как в России, так и за границей. Хранившиеся в Депо образцовых мер прототипы сажени и фунта были признаны Д. И. Менделеевым не удовлетворяющими основным требованиям, предъявляемым к прототипам. Это привело его к заключению о необходимости срочного возобновления прототипов, план которого подробно изложен в настоящей докладной записке. Эта записка является первым трудом Д. И. Менделеева в области метрологии. В ней впервые упоминается наименование «Главная Палата мер и весов», которое Д. И. Менделеев предложил для проектированного им нового метрологического учреждения. *Ред.*

¹ По букве английского закона (Weights and Measures Act, 1878) основным прототипом ярда и фунта считаются их экземпляры, хранящиеся в Board of Trade, но так как они применяются для сличений и так как узаконено возобновление этих прототипов при всяком их изменении, открываемом при сличении с другими копиями, и так как копии, замурованные в парламентском здании, не применяются и подлежат поэтому наименьшей возможности изменяться, то по сущности дела эти последние прототипы должно признать истинными основаниями великобританской метрологической системы.

² В рапорте парламенту, опубликованном от 20 июня 1892 г. по приказу Палаты общин.

образцами чрез каждые 20 лет. Последнее сличение (февраль 1892 г.) заставило представителя Board of Trade (Henry G. Calcraft) и суперинтендента мер и весов (H. J. Chaney) высказаться ныне за необходимость нового возобновления основного прототипа английского фунта, возобновленного в 1855 г.¹ История французских прототипов метра и килограмма, устроенных в конце прошлого столетия (1798 г.) и хранящихся в государственном архиве (Archives), такова, что для всех настоящих и будущих сличений в 70-х годах текущего столетия Международною метрическою комиссиею, в которой участвует и представительство России, устроены новые прототипы и их проверенные — со всею ныне возможною точностью — копии, распределенные между нациями. Такие проверенные копии метрических прототипов имеются ныне и в нашем Депо мер и весов. А так как в последние десятилетия многие страны, начиная с Бельгии и Голландии и кончая Германией и Турцией, заменили прежние свои системы мер и веса метрическою, то во всех них произошло возобновление прототипов, выполненное на основании метрических единиц. Все это показывает, что за последние десятки лет возобновление прототипов мер длины и веса совершилось, по той или иной причине, всюду. Основные причины общности такого явления состоят в том: 1) что ранее последних десятков лет не имелось тех приемов и сведений, которые применяются ныне для того, чтобы придать прототипам свойства, представляющие наиболее ручательств как за сохранность и неизменность прототипов, так и за возможность их точного возобновления при случайности их порчи или истребления,² и 2) что за последние десятки лет значительно возросла — противу того, что было 40 или более лет тому назад — та степень точности, с которой можно производить точные копии и всякие сличения гирь и мер длины, а потому возросла и требовательность, предъявляемая при установлении прототипов и их копий, применяемых для выверки торговых мер и весов.

¹ В существующем прототипе найдена убыль веса, зависящая от его применения для проверок и равная 0,00230 грана или 0,149 м. В русском же прототипе фунта существует сомнительность, доходящая до 5,5 м, как указано далее (стр. 27).

² Так, например, прежде не умели ни очищать платину, ни придавать ей механическую однородность сплавлением в такой мере, как это возможно ныне. Сверх того, ныне, при установке прототипов, основные меры сличают с копиями и хранят эти образцы вне всякого применения, могущего давать поводы к порче и изменениям, а для сличений пользуются лишь копиями, которые только чрез многие годы вновь сличаются с основными прототипами, чего прежде не делали и что давало всегда повод предполагать некоторые изменения в прототипах. Таково было в прежнее время положение французских основных (архивных) прототипов метра и килограмма и таково донныне положение русских прототипов. Однако же при установке основных килограмма и метра (1798 г.) были уже сделаны тождественные с ними копии, сохранившиеся и донныне; при установлении же русского платинового прототипа фунта сделан был лишь один его экземпляр (платиновые копии фунта, если и были сделаны, ныне никому неизвестны и нигде ни найдены), неоднократно применявшийся для взвешиваний, как и архивный французский килограмм. Уже это одно обстоятельство достаточно указывает на необходимость возобновления русских прототипов веса и длины.