

Д. И. Менделеев

Сочинения

Том 22. Метрологические работы

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 54
ББК 24
М50

М50 **Менделеев Д.И.**
Сочинения: Том 22. Метрологические работы / Д. И. Менделеев – М.: Книга
по Требованию, 2016. – 868 с.

ISBN 978-5-458-48855-6

ISBN 978-5-458-48855-6

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2016

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2016

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

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

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

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



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
От редакции	11
Заявление о метрической системе	25
О необходимости возобновления образцовых единиц мер и весов в России и о расходах, для сего потребных	29
Предисловие к «Временнику Главной палаты мер и весов»*	51
Личный состав Палаты. Предметы статей 1-й части «Временника». Подготовка к возобновлению русских прототипов и к сличению их с возобновленными прототипами метрической и английской систем.	
О весе литра воздуха*	57
Определения Реньо (1847). Объем шара. Девять рядов взвешиваний. Поправка результатов: на вес воздуха, вытесненного гириями, на сжимаемость стенок шара и на отклонение от Бойля-Мариоттова закона, стр. 58—77.	
Исследования Йолли (1880), их особенности, введение поправок и вывод, стр. 77—85.	
Определения Ледюка (1892), стр. 85—87.	
Исследование лорда Релея (1893), введение поправок и расчет результатов. Свод средних данных дает $e_0 = g \ 0.131844 \text{ г} \pm 0.0001 \text{ г}$, стр. 87—97.	
Необходимость полных сведений о весе литра воздуха при установлении прототипов и их сличениях, стр. 98—100.	
Предисловие к статье «Материалы для составления инструкции о выверке торговых мер и весов»	102
О весе определенного объема воды*	105
Общее и историческое значение определений этого рода. Принятые метрологические эквиваленты, стр. 109. Источники погрешностей. Изменение плотности воды от 0 до 25°, стр. 113. Плотность воздуха, стр. 114.	
1. Исследования Шукбура (1748) и Кетера, стр. 115. Объемы и веса воды, вытесненной кубом, цилиндром и шаром, дают для 1 дм ³ воды, при 4° Ц, вес 1000.55 г, стр. 126. Плотность воды Шукбура более 1, чем и объясняется неточность, стр. 126.	

* Дальнейшие подзаголовки взяты из «Временника Главной палаты мер и весов», как составленные Д. И. Менделеевым. [Прим. ред.]

II. Исследования Лефевра-Жинно (1799), отчет о них Траллеса (1810), разбор Броха (1874), стр. 127. Объем цилиндра и вес вытесненной воды дают для 1 дм³ воды, при 4° Ц, вес 999.966 г, стр. 134.

III. Исследования Купфера (1841), стр. 134. Объем двух цилиндров, стр. 136. Вес в воздухе и воде, стр. 137—147. Наиболее достоверное число, относящееся к большому цилиндру в чистой воде, стр. 148. Оно дает для 1 дм³ воды, при 4° Ц, 999.846 г, стр. 152.

IV. Исследования Ченей (1892), стр. 152. Большой цилиндр дает для 1 дм³, при 4° Ц, 999.858 г, стр. 156; шар дает 999.848 г, стр. 158.

Совокупность лучших определений Купфера и Ченей (стр. 160) заставляет считать, что вес (в пустоте) 1 дм³, при наибольшей плотности воды, не менее 999.82 и не более 999.85 г, стр. 165. Предположения о получении более точных данных для веса кубического дециметра воды, стр. 166—171.

Термометрические и барометрические измерения в Главной палате мер и весов 172

Ход работ по возобновлению прототипов, или образцовых мер длины и веса* 175

Необходимость возобновления основных прототипов русских мер длины и веса, стр. 175. Соображения, которые необходимо было иметь в виду при их возобновлении, стр. 176. Материал и форма прототипов, стр. 178. Предварительные работы по возобновлению прототипов; приборы, имеющиеся в Палате для этой цели, и их сравнительные достоинства, стр. 188. Новые способы точных взвешиваний, стр. 199. Результаты, полученные при предварительных взвешиваниях в начале 1894 г. на прежних весах, стр. 204. Работы с новыми платино-иридиевыми образцами гирь: подгонка их до номинального веса и определение плотности, стр. 206. Степень точности, достигнутая при метрологических работах в Международном бюро, стр. 208. Точность взвешиваний, произведенных в 1895 г. в Главной палате на новых весах Рупрехта и Неметца, стр. 211.

О приемах точных, или метрологических взвешиваний* 215

Вступление, стр. 215—218.

I. Способы суждения о равновесии по наблюдению колебаний. Принятые способы. «Состояние» весов — постоянное или изменчивое. Опытный закон постепенной убыли размахов. Различие постоянной C для разных весов и нагрузок. Вывод показания равновесия на основании формулы $l_n = L + R(-C)^n$ или закона убыли размахов: при 2 (формулы VI и IX), 3 (формулы VIII и X) и 4 (формулы XI) элонгациях. Способы расчета равновесий в примерах, стр. 218—250.

II. О системе точных взвешиваний, основанной на изучении «состояния» весов. Составные части системы: двойное взвешивание, определение чувствительности и перемен «состояния» весов. Система из 10 взвешиваний. Уравнение «состояния»

* См. сноску на стр. 5. [Прим. ред.].

Стр.

или времени. Частности расчетов по двум примерам. Правила для системы из 10 взвешиваний. Калибрация шкалы. Правило знаков. Расчет вероятных погрешностей. Полный расчет при равных промежутках времени для системы из 10 взвешиваний. Приложение вышензложенного к одному из полных взвешиваний, произведенных в Международном бюро, стр. 250—307.	
Д о п о л н е н и е 1. Лемма о площадях (квадратуре) параболы $y = A + Bx + Cx^2$, стр. 307—309.	
Д о п о л н е н и е 2. Система из 14 взвешиваний, основанная на этой лемме. Полный ее расчет при равных промежутках времени, стр. 309—315.	
Общие выводы, относящиеся до приемов точных взвешиваний, стр. 315—323.	
Речь о введении метрической системы (9 августа 1896 г.)	325
Протоколы сличений ярда, нарезанного на платино-иридиевой полу- сажени 1895 г., и английского торгового фунта $R \frac{Pt\ Ir}{17.А.р}$ с основ- ными английскими прототипами, по исследованию Ченя, Мен- делеева и Блумбаха	331
Предисловие проф. Д. И. Менделеева, стр. 331. Русские переводы протоколов, стр. 333—343.	
Материалы для изучения современного состояния приемов поверки мер и весов, применяющихся в торговле	344
Добавление к статье А. Н. Доброхотова «Исследование пурки, или хлебных весов»	346
Календарное объединение	351
Фунт	361
О замуровании основных копий фунта и аршина в стене здания Правительствующего сената 19 февраля 1901 г.	378
Предисловие к письму профессора Симона Ньюкомба о длитель- ности тропического года	380
Об установке для охранения в Московской Оружейной палате особых основных копий фунта, килограмма и аршина с метром на одной мере, 10 августа 1901 г.	385
Предисловие к статье «К изучению напряжения тяжести при по- мощи несвободного падения тел»	387
Возобновление прототипов, или основных образцов русских мер веса и длины в 1894—1898 гг. Часть вторая	394
Гл. 1. Опытное исследование колебания весов,* стр. 397.	
§ 1. Вступление. Аналогия между весами и маятниками, стр. 397.	
§ 2. Декремент колебания весов. Погрешность, возможная в его определении по двум, друг за другом следующим размахам, стр. 399. § 3. Определение декремента по отклонениям, стр. 404.	
§ 4. Вывод декремента из эмпирического выражения ряда отклонений, стр. 406. § 5. Определение среднего декремента из суммы многих наблюдаемых элонгаций, стр. 411. § 6. Личная.	

* Дальнейшие заглавия параграфов, составленные Д. И. Менделеевым,
взяты из отдельного оттиска данного труда. [Прим. ред.].

погрешность отсчетов, стр. 425. § 7. Наблюдаемые времена колебаний весов и соответствие их изменений с переменною декремента, стр. 435. § 8. Убыль декремента с уменьшением размахов, стр. 449. § 9. Сглаживание наблюдаемых отклонений, стр. 457. § 10. Наблюдение многих последовательных отклонений и расчет по ним декрементов, стр. 464. § 11. Непрерывность уменьшения декремента. Пертурбационные отклонения, стр. 482. § 12. Ряды наблюдений над временами и отклонениями при колебании весов, стр. 492. § 13. Разбор данных, собранных в отношении к временам, и вывод законности для времен, стр. 514. § 14. Разбор данных, собранных для отклонений, стр. 527. § 15. Эмпирический закон убыли декремента, стр. 535. § 16. Эмпирический закон убыли отклонений, стр. 539. § 17. Расчет основных наблюдений по этому закону, стр. 548. § 18. Определение равновесия из наблюдения 4, 3 и 2 отсчетов, стр. 558. § 19. Обстоятельства, влияющие на времена размахов и на декременты, стр. 566. § 20. Влияние веса нагрузки. Весы Рупрехта и Немеца на 1 кг, стр. 568. § 21. Влияние веса нагрузки. Весы Эртлинга, Колло и Горячева, поднимающие 2—40 кг, стр. 586. § 22. Влияние перемен в чувствительности весов на их колебания, стр. 598. § 23. Влияние газообразной среды на колебания весов. Наблюдения колебаний в разреженном воздухе и водороде, стр. 603. § 24. Влияние размеров и формы взвешиваемых предметов на колебание весов, стр. 613. § 25. Влияние трения ножей на колебание весов, стр. 622. § 26. Изменение времен размахов и декрементов при перемене подушки, на которую опирается средний нож весов, стр. 625. Приложение. Прием параболического интерполирования 2-го и 3-го порядков при равных промежутках (для х-ов), стр. 637. Выводы, стр. 646.

Гл. 2. Описание весов, примененных при возобновлении прототипов, стр. 651—710.

Гл. 3. Приемы взвешиваний в воздухе и приведения к пустоте, примененные при возобновлении прототипов, стр. 711—721.

Об одной геометрической теореме 723

Приложение. Докладные записки по поверочному делу и некоторые служебные письма по метрологическому и поверочным делам.

Письмо В. И. Ковалевскому «О необходимости возобновления образцовых единиц мер и весов в России и о расходах, для сего потребных» 727

Письмо В. И. Ковалевскому о необходимости выяснить вопрос об отношении между английскими мерами и русскими 731

Письмо Н. П. Фоллендорфу об изготовлении фунтового разновеса . . . 734

Письмо В. И. Ковалевскому о работе, связанной с возобновлением прототипов, и о командировании за границу Д. И. Менделеева . . . 737

Памятная записка Главной палаты мер и весов № 1 741

Письмо В. И. Михневичу о мнении торгово-промышленных учреждений по поводу введения метрической системы и о необходимости для этого определить соотношения между русскими и метрическими единицами 746

	Стр.
Докладная записка С. Ю. Витте о необходимости дополнительных средств на издание «Временника»	748
Письмо В. И. Ковалевскому о присоединении России к международной конвенции об электрических единицах и единице силы света	750
Письмо В. И. Ковалевскому о необходимости приобретения концевого метра	752
Письмо В. И. Ковалевскому об итогах заграничной командировки и о необходимости благодарить лиц, содействовавших сличению русских прототипов мер в Англии	754
Сопроводительное письмо С. Ю. Витте к отчету о возобновлении прототипов в 1894—1898 гг.	759
Проект расчета отношений основных мер России, Франции и Великобритании по данным начала 1897 г.	763
Письмо В. И. Верховскому о введении метрической системы	770
Письмо В. И. Ковалевскому по вопросу о десятичном делении времени и окружности	772
Заявление о реформе календаря	774
Письмо В. И. Ковалевскому об испрошении средств на постройку новых зданий Главной палаты	780
Письмо В. И. Ковалевскому о недостаточности помещений Главной палаты мер и весов и о передаче Главной палате домов Технического комитета	786
Докладная записка В. И. Ковалевскому об устройстве и распределении местных поверочных учреждений	791
Предисловие к сравнительным таблицам русских, метрических и английских мер	814
Письмо В. И. Ковалевскому об устройстве основных приспособлений для определения времени	816
Письмо в Отдел торговли Министерства финансов об утверждении временных правил для измерения давления	820
Письмо В. И. Ковалевскому о совещании по вопросу единицы давления	823
Письмо В. И. Ковалевскому о возможности зачисления лиц женского пола поверителями	825
Проект письма В. И. Ковалевскому о необходимости развития производства точных инструментов при Главной палате мер и весов	827
Письмо в Отдел торговли Министерства финансов о выверке колориметров	830
Письмо В. И. Тимирязеву о невозможности дать заключение по вопросам видоизменения колориметра Штаммера	832
Письмо М. М. Федорову о расходе средств на изучение колориметров	834
Докладная записка Э. Д. Плеске о преобразованиях, необходимых в деле поверки мер и весов	836
Письмо В. И. Тимирязеву о получении 3 пудов золота для опытов с маятником	861
Письмо М. Г. Субботину о заказе чугунных шаров для опытов с маятником	864
Письмо в Правление Кыштымских горных заводов о заказе чугунных шаров для опытов с маятником	865

ОТ РЕДАКЦИИ

Великий ученый-исследователь Дмитрий Иванович Менделеев внес неоценимый вклад в развитие метрологической науки в нашей стране. Огромное количество трудов, оставленных им в наследство будущим поколениям, его неустанная практическая деятельность, направленная на организацию поверочного дела на подлинно научной основе, наконец, широта и оригинальность взглядов — все это является для нас и сегодня образцом творческого соединения науки с жизнью, примером великого патриотического служения родной стране.

В этом смысле Д. И. Менделеев, твердо шел по пути, намеченному более чем за сто лет до него родоначальником русской науки М. В. Ломоносовым.

Как известно, именно Ломоносову принадлежит замечательная характеристика того типа ученого, который больше всего нужен России: «Требуется весьма искусный химик и глубокий математик в одном человеке. Химик требуется не такой, который только от одного чтения книги принял сию науку, но который собственным искусством в ней прилежно упражнялся... Не такой требуется математик, который только в трудных выкладках искусен, но который в изобретениях и доказательствах, привыкнув к математической строгости, в натуре сокровенную правду точным и неиспользованным порядком вывести умеет... Химия руками, математика очами физическими по справедливости назваться может».¹

Здесь все: и то, что ученый не имеет права отгораживаться от жизни, и то, что он обязан быть разносторонне образованным человеком, и то, что наука, в частности химия,

¹ М. В. Ломоносов. Слово о пользе химии.

не может быть описательной, а должна быть экспериментальной наукой, основанной на базе «меры и числа».

Д. И. Менделеев уже с первых шагов на поприще ученого оценил пророческий смысл указаний своего гениального предшественника о том, что многие неудачи, которые терпели различные ученые, являются результатом их недооценки такого могучего оружия каждого исследователя, каким являются измерения. И он твердо принял, как и Ломоносов, решение придерживаться незыблемого правила: «испытывать все, что только можно измерять, взвешивать и определять вычислением».¹

Менделеев, пожалуй, больше чем кто-либо другой из русских ученых, походил на тот идеал естествоиспытателя и исследователя, который нарисовал Ломоносов и который, по его выражению, должен «через геометрию вымеривать, через механику развешивать, через оптику высматривать».²

Некоторые историографы Д. И. Менделеева склонны связывать начало его обращения к вопросам метрологии с тем периодом, когда он непосредственно стал работать в Главной палате мер и весов, т. е. с последними пятнадцатью годами его жизни. Многим это дает даже повод сделать заключение, что самое обращение великого естествоиспытателя к этой области науки явилось результатом его общей «усталости от жизни», разочарования борьбой, которую столь часто и столь долго ему приходилось вести, и стремлением найти здесь некую спокойную бухту, в которой он сумеет спрятаться от бушевавших вокруг штормов. О том, что подобные заключения являются глубоко ошибочными во всех отношениях, свидетельствуют многочисленные факты.

Уже при выполнении одной из первых своих исследовательских работ в 1859—1861 гг., называвшейся «О частичном сцеплении некоторых органических жидких соединений», Д. И. Менделеев, прежде всего, обеспечивает себя как можно более точными измерительными приборами. Причем, что особо интересно, — он неоднократно лично обращается к наиболее искусным мастерам не только с просьбой об изготовлении нужных ему деталей измерительной аппаратуры, но также просто за советом и помощью. Тогда же Д. И. Менделеев с чисто метрологической точки зрения

¹ М. В. Ломоносов. Опыт физической химии.

² М. В. Ломоносов. Слово о пользе химии.

исследует разновесы и термометр, которые служили ему образцами. Он сам изготавливает два метра оригинальной конструкции, не требовавших определения коэффициента расширения.

Другим свидетельством исключительного внимания великого ученого к проблеме наиболее точных измерений может служить выполненная им несколькими годами позже (1865) работа «О соединении спирта с водою». Тщательность подготовки эксперимента, в частности, стремление достичь предела точных измерений позволили Д. И. Менделееву создать безукоризненные алкоголометрические таблицы.

Помимо этого Д. И. Менделеев разработал даже специальный способ взвешивания при постоянной нагрузке, который, по его словам, состоял «в помещении на одну чашку весов всегда гири такого веса, для коего назначаются весы, и в нагрузке другой чашки предметом и гирями, дополняющими вес до предельного». Говоря о том, что такой способ взвешивания представит особый интерес, Дмитрий Иванович замечает, что при нем «взвешивание будет иметь все достоинства двойного взвешивания, хотя будет единичное».

Перечень подобных иллюстраций мог бы быть продолжен, однако и сказанного достаточно для того, чтобы убедиться, что глубокий интерес к метрологическим вопросам у Д. И. Менделеева появился с самого начала его научной деятельности.

Публикуемые в настоящем томе работы Д. И. Менделеева в области метрологии являются образцом глубоко научного подхода автора их к вопросам меры и веса. «... Я, — говорил Дмитрий Иванович, — стараюсь, по возможности, содействовать еще дальнейшим успехам точных взвешиваний; потому что питаю уверенность в возможности беспредельного их усовершенствования».¹ При этом он подчеркивает, что улучшение меры и веса является не только делом практически необходимым, но что от этого зависят будущие успехи естественной философии.

«В природе — мера и вес — суть главные орудия познания, и нет столь малого, от которого не зависело бы все крупнейшее. Мало того. Все узнанное в наш век заставляет думать, что, только изучая малейшее, можно что-либо познать по отношению к конечному и крупному, как видим,

¹ См. наст. том, стр. 215—323.

начиная от абстрактных дифференциалов математики до конкретных атомов химии».¹

Д. И. Менделеев отличался принципиальностью и требовательностью в работе. Это хорошо знали его сотрудники и помощники. Ни один опыт не начинал он, не убедившись в том, что проделано все, что должно предшествовать опыту, особенно, когда вопрос касался методики измерений. Он тщательно выбирал приборы, которые должны были служить при измерениях. И если оказывалось, что существующие приборы не могли его удовлетворить, много внимания уделялось им возможности сконструировать новые приборы или так поставить дело, чтобы с максимально возможной пользой употребить те, которые имеются под руками.

Все это было чрезвычайно важно для Д. И. Менделеева еще и потому, что он всегда выступал ярким противником напрасных затрат времени и средств, которые часто имеют место при непродуманной организации дела. «Лучше, — говорил он, — сделать *немногие, но точные и повторные определения*. . . , чтобы, по возможности, не прибегать к способу наименьших квадратов для извлечения окончательного результата, чем делать многие наблюдения. . . Умножение числа наблюдений. . . , близких друг к другу, представляет не только многие затруднения для исследования, но и увеличивает погрешность вывода. . . 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».²

Пожалуй, наиболее замечательным примером таких великолепно выполненных самим Д. И. Менделеевым экспериментов может служить его работа «Об упругости газов» (1875), — достаточно вспомнить, какое множество разнообразнейших исследований метрологического характера предшествовало появлению этого выдающегося труда.

Д. И. Менделеев, принявшись за работу, сначала внимательно изучил устройство барометров, манометров и весов и выбрал наиболее пригодные для достижения желаемых результатов при взвешивании газов. Он учел ряд причин несогласованности в показаниях разных барометров, которые до того не принимались во внимание.

¹ См. наст. том, стр. 215—323.

² Д. И. Менделеев, Соч., т. VI, 1939, стр. 256—257.