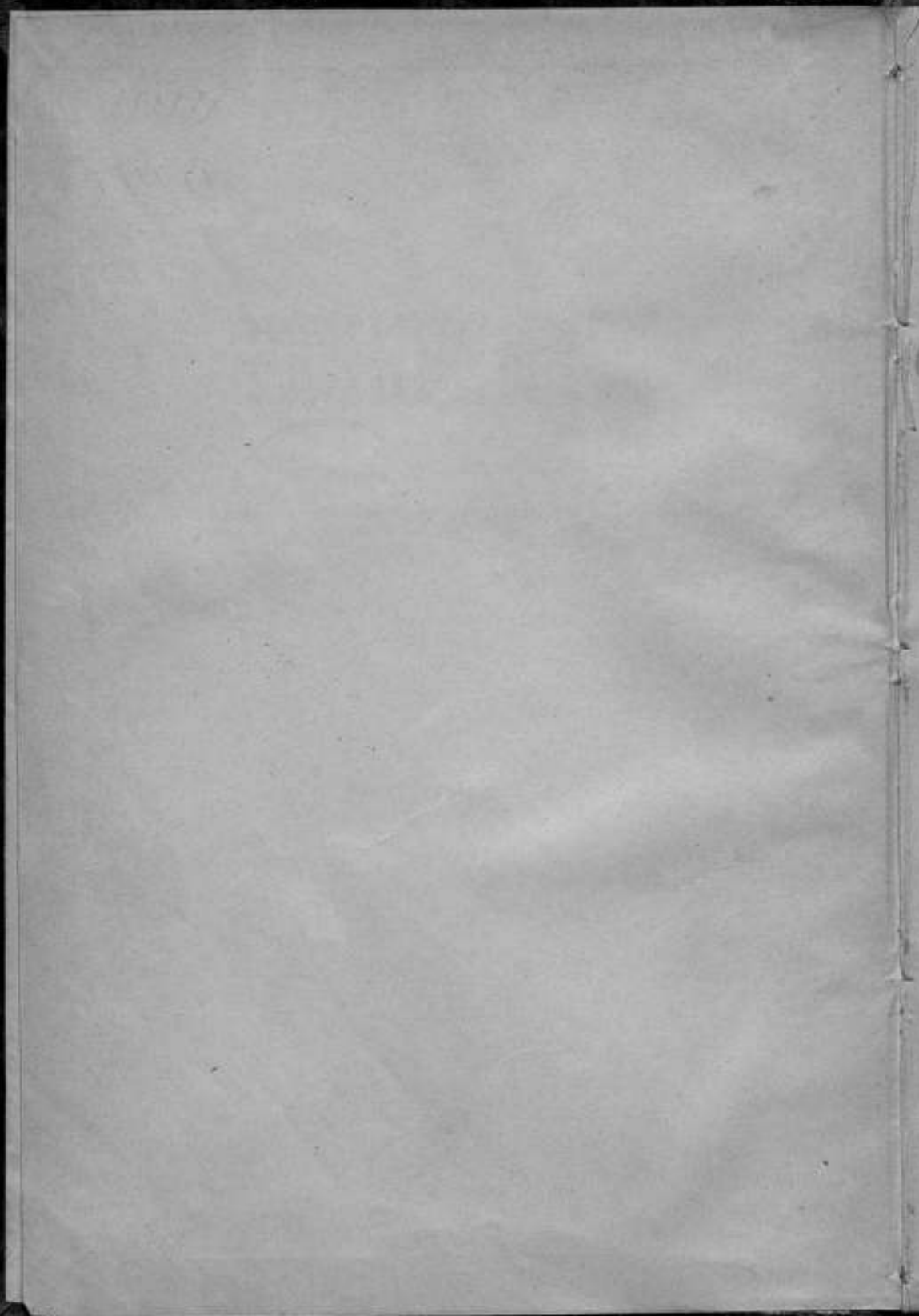


XXXX

AI 199.

B III 307.





МИНИСТЕРСТВО ФИНАНСОВЪ, ПО ДИПАРТАМЕНТУ ТОРГОВЛИ И МАНУФАКТУРЪ.

2474

ВРЕМЕННОКЪ

5478

ГЛАВНОЙ ПАЛАТЫ МѢРЪ И ВѢСОВЪ.

ЧАСТЬ 2-Я.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Тип. В. Демакова, Новый пер., д. № 7.
1895.



Печатается по распоряжению Главной Палаты мѣръ и вѣсомъ.

6. О ВѢСѢ ОПРЕДѢЛЕННАГО ОБЪЕМА ВОДЫ.

Въ исторіи метрологіи опредѣленіе точнаго вѣса даннаго объема воды занимаетъ одно изъ важныхъ мѣстъ не только по причинѣ великаго значенія воды во всей экономіи природныхъ отношеній человѣчества, но и потому, что водою старались опредѣлить соотношеніе между единицами вѣса и мѣрами кубической емкости, т. е. единицами длины. Такъ, по англійской системѣ съ прошлаго вѣка принималось, а парламентскою комиссіею 10 апрѣля 1816 г. выражено, что кубическій футъ воды при $56\frac{1}{2}^{\circ}$ Фаренгейта вѣситъ 1000 унцій или $62\frac{1}{2}$ фунта Avoirdupois ¹⁾; по французской метрической системѣ съ начала текущаго столѣтія вѣсъ кубическаго дециметра воды, при наибольшей ея плотности, принять равнымъ килограмму, а по русской системѣ 1835 г. единица вѣса или фунтъ не только выражень образцовымъ фунтомъ, равнымъ съ фунтомъ монетнаго двора, сдѣланнымъ въ 1747 г., но опредѣленъ еще и тѣмъ, что фунтъ воды (при взвѣшиваніи въ безвоздушномъ пространствѣ) занимаетъ при $18\frac{1}{2}^{\circ}$ Реомюра объемъ 25,019 куб. дюймов ²⁾.

¹⁾ Фунтъ торговый, носившій названіе Avoirdupois, дѣлается въ Англіи на 16 торговыхъ унцій. Отъ нихъ должно отличать монетныя унціи, Troy ounces, которыя во вѣсу отличаются отъ торговыхъ унцій, а именно послѣднія представляютъ вѣсъ около 28,3495 граммовъ, а монетныя унціи вѣсятъ около 31,1035 грамма. Монетный фунтъ (Troy) Англіи (имѣя оны не имѣетъ законной силы, но прежде былъ узаконенъ, лишь узаконены лишь Troy-ounces) содержитъ 5760 англійскихъ грановъ, торговый же 7000 тѣхъ же грановъ; первый дѣлится на 12 монетныхъ унцій (каждая = 480 grains), второй, какъ сказано выше, на 16 торговыхъ унцій (каждая = $437\frac{1}{2}$ grains). Антверпенскія унціи въ Англіи равна монетной.

²⁾ Для ясности приводимъ изъ познанаго Собр. Законовъ Имперіи указъ 1835 г. 11 октября, данный Сенату, распубликованный 7 ноября 1835 г.: *О системѣ руссійскихъ мѣръ и вѣсовъ*.

Пунктъ 2. «Принять за основную единицу Руссійскаго вѣса образцовый фунтъ, сдѣланный Комиссіею согласно съ выведеннымъ результатомъ, что Руссійскій или Англійскій кубическій дюймъ воды при температурѣ $13\frac{1}{2}^{\circ}$ Реомюра въ безвоздушномъ пространствѣ вѣситъ 368,361 долю, или что объемъ Руссійскаго фунта той же воды равенъ 25,019 Англійскимъ кубическимъ дюймамъ: что составляетъ совершенное равенство съ извѣстнымъ золоченымъ фунтомъ С.-Петербургскаго монетнаго двора, сдѣланнымъ въ 1747 году и служившимъ съ того времени основаніемъ Руссійской монетной системы».

Считаю долгомъ напомнить (см. «Временникъ», часть 1, стр. 88), что приведенныя въ законѣ числа или указываютъ на степень погрѣбности, допущенной въ опредѣленіи фунта при помощи воды, такъ какъ 368,361 при умноженіи на 25,019 даетъ величину большую, чѣмъ 9216 долей, т. е. большую, чѣмъ число долей въ фунтѣ, а именно 9216,023859, а потому истинный вѣсъ

Такой способъ опредѣленія отношенія между единицами вѣса и длины, представляя видимую простоту, однако, не удержался въ наукѣ до нашего времени по причинѣ его недостаточной точности, такъ какъ при установкѣ и сравненіи даже единицы длины, не говоря уже объ единицахъ вѣса, опредѣляются точнѣе, чѣмъ отношенія между вѣсами воды и кубическими размѣрами предметовъ въ ней взвѣшиваемыхъ. Такъ, напр., метры, сравнительно простыми способами, устанавлиются съ точностію $\pm 0,005$ мм. (до 5 μ или микронъ, т. е. тысячныхъ миллиметра), т. е. съ точностію до одной 200000-ой доли, даже и до десяти-миллионной, а вѣсъ килограммовъ устанавливается еще точнѣе разъ въ 100 или даже въ 1000 разъ, такъ какъ погрѣшность взвѣшивания килограмма легко свести до $\pm 0,00005$ грам. и можно въ современныхъ вѣсахъ доводить даже до $\pm 0,005$ миллиграмма, вѣроятная же погрѣшность взвѣшиванія можетъ доходить до $\pm 0,002$ миллигр. Кубическіе же размѣры долей метра представляютъ несомнѣнно меньшую точность и при размѣрѣ въ 1 дециметръ едва возможно достигать точности 0,002 мм., что даетъ уже погрѣшность въ десятитысячныхъ доляхъ объема, т. е. въ отношеніи вѣса опредѣленного объема воды погрѣшность или сомнительность гораздо больше, чѣмъ для мѣръ длины или вѣса. Мысль о томъ, чтобы, исходя изъ единицъ длины, опредѣлить единицы вѣса, пользуясь вѣсомъ известнаго объема воды, вообще очень привлекательная на первый взглядъ, не можетъ быть считаема счастливою при современномъ положеніи метрологіи уже потому, что вѣсы представляютъ наиболѣе точный измѣрительный приборъ, сравненіе же мѣръ длины компараторами и даже оптическими способами представляеть понинѣ меньше совершенство, какъ видно уже изъ того, что десяти-миллионная доля мѣръ этого рода, напр., 0,1 μ въ метрѣ, составляетъ предѣлъ достовѣрныхъ измѣреній, очень трудно достигаемый даже въ обстановкѣ большихъ метрологическихъ учреждений, десяти-миллионная же доля вѣса, напр., 0,1 mg въ килограммѣ, опредѣляется быстро на хорошихъ вѣсахъ обычнаго устройства, а въ большихъ метрологическихъ учрежденіяхъ находятся десятныя, сотныя и даже тысячныя доли миллиграмма¹⁾. Поэтому опредѣленіе единицъ вѣса, исходя изъ единицъ длины

русскаго фунта должно опредѣлять по его прототипу, а не по вѣсу известнаго объема воды, который, очевидно, приведенъ лишь какъ досоздательный, но не абсолютный, способъ опредѣленія вѣса русскаго фунта. Такое же заключеніе вытекаетъ изъ того, что при опредѣленіи фунта въ куб. дюймѣхъ воды даны лишь тысячная доля, следовательно десятитысячная, несомнѣнно, считались опредѣленными безъ достаточной точности, а одна десятитысячная доля куб. дюйма воды вѣситъ около 0,0368 доли фунта (или около 1,6 миллиграмма). А такъ какъ въ опредѣленіи вѣса прототипа фунта подобная погрѣшность въ настоящее время должна быть считаема значительною, то и очевидно, что вѣсъ русскаго фунта опредѣляется его прототипомъ, хранящимся въ Главной Палатѣ Мѣръ и Вѣсовъ (см. Выпускъ 1, стр. 89, н° 1).

¹⁾ Когда эта статья была уже готова, явилась въ Comptes rendus № 14 (8 Apr. 1895, pag. 770) предположеніе г-на J. Mascé de Lépinay (Sur la détermination de la masse du décimètre cube d'eau distillée) произвести опредѣленіе объемнаго вѣса воды при помощи взвѣшиванія куба изъ однороднаго горючаго хрустала, размѣры котораго можно найти чрезъ опредѣленіе показателя преломленія и оптическихъ половъ Тальбо, т. е. выразилъ линейные размѣры длинами волнъ (подобно тому, какъ это сдѣлано г. Махельсономъ). Въ окончательномъ выводѣ, взвѣшивая различныя погрѣшности опредѣленій этого рода, Mascé de Lépinay приходитъ къ заключенію, что погрѣшность въ объѣмѣ по-

т. е. изъ объемовъ, не представляеть достаточной точности. Поэтому нѣтъ единицъ вѣса вновь стали опредѣлять безъ выраженія зависимости ихъ отъ единицъ длины, напр., исходящимъ пунктомъ при изготовленіи междуна-родныхъ метрическихъ мѣръ служили независимыя сравненія какъ метрическихъ прототиповъ съ архивными мѣтрою (mètre des Archives), такъ и килограммовыхъ копій съ архивными килограммомъ, не обращая вниманія на вѣсъ дециметра воды. Что же касается до объемовъ, то они нѣтъ, по междуна-родному соглашенію, въ метрической системѣ выражаются литрами, считая за литръ не кубическій дециметръ, какъ предполагалось первоначально, а такой объемъ воды при наибольшей ея плотности, который имѣеть вѣсъ (въ пустотѣ) въ 1000 грамм., т. е. объемы опредѣляются изъ вѣса вмѣщаемой воды, а не изъ линейныхъ измѣреній, что безспорно не только проще, ближе къ дѣйствительной практикѣ, но и много точнѣе. А такъ какъ вѣса опредѣ-ляются вообще точнѣе, чѣмъ измѣренія длины, то исходящъ для установленія зависимости между вѣсами и мѣрами длины правильнѣе было бы брать вѣсо-выя единицы, напр., по килограмму опредѣлять дециметръ, чѣмъ обратно, какъ это дѣлалось въ прежнихъ метрологическихъ системахъ (напр. опредѣ-леніе килограмма по дециметру, фунта изъ дюймовъ и т. п.). Въ будущемъ метрологіи, быть можетъ, къ этому и придуть, тѣмъ болѣе, что понятіе о массѣ (вѣсѣ) вещества не только можетъ быть совершенно точнымъ, но не-сомнѣнно реализуется прототипами вѣсвеннѣе и съ меньшею погрѣшностію, чѣмъ въ прототипахъ длины¹⁾.

Но какъ бы то ни было, хотя современныя метрологическія системы и не должны исключать опредѣленія отношенія между единицами вѣса и длины, тѣмъ не менѣе отношеніе это представляеть необходимыми устано-вить съ возможною точностію, потому именно, что реальная величина объема v съ одной стороны стоитъ въ простомъ геометрическомъ отношеніи къ ли-нейнымъ измѣреніямъ, а съ другой — явно и просто выражается вѣсомъ p вмѣщаемаго вещества, дѣленнымъ на его плотность ρ :

$$v = \frac{p}{\rho}.$$

Значитъ не превосходить $\frac{1}{160000}$, что на 1 куб. дециметръ составитъ около 6 мил-лиграмматъ. Конечно, опредѣленіе подобнаго рода очень желательно, но не должно забываться, что кубъ воды въ 4 сант. представляеть вѣсъ около 64 грамм., и что при гидростатическомъ взвѣшиваніи, соблюдая всѣ предосторожности, едва можно довести точность взвѣшиванія на лучшихъ вѣсахъ до десятыхъ долей миллиграмма, а 0,64 миллигр. составяють уже погрѣшность въ $\frac{1}{100000}$, а потому трудно надѣяться, чтобы точность опредѣленій значительно возросла — противу нѣтъ уже достигнутой (Кунферонъ и Ченей) — при употребленіи столь малыхъ тѣлъ, какъ кубъ въ 4 сантиметра.

¹⁾ Мѣры длины имѣють лишь ту выгоду, что представляють геометриче-скую простоту, мѣры же вѣса по всѣмъ отношеніямъ опредѣленія. Такъ напр. температура, не являя на геометрическую длину, имѣяеть реальную, а вѣсъ, относимый къ пустотѣ, отъ нея не имѣяеться. Для прототиповъ длины нѣтъ полной утѣренности въ ихъ неизмѣнности, а для прототиповъ вѣса она имѣ-лась бы окончательна, если бы было окончательно доказано, что при некото-рой температурѣ нѣтъ твердыхъ веществъ не имѣють упрукости паровъ, какъ есть температуры при жидкѣ нѣтъ диссоціаціи въ химическомъ смыслѣ. Здѣсь, очевидно, предстоить еще многія не разрѣшенныя задачи.

А такъ какъ за единицу для выраженія плотностей ($s = 1$) условлено принимать весь равнаго объема воды при наибольшей ея плотности, то для метрологических цѣлей требуется звать съ возможною точностію весь геометрически, въ единицахъ линейныхъ мѣръ, выраженнаго объема воды при наибольшей ея плотности.

Предметъ предлагаемой статьи составляетъ описаніе и новый расчетъ наиболее извѣстныхъ и достоверныхъ опредѣленій именно этого вѣса: опредѣленной кубической мѣры воды при наибольшей ея плотности. А такъ какъ метрическая система, хотя и не вполне точно, основана между прочимъ (главное ея достоинство, конечно, состоитъ въ томъ, что она, какъ численіе—десятична) на томъ, что кубическій дециметръ воды при наибольшей ея плотности принимается вѣсичицъ изъ пустотѣ 1000 граммовъ, слѣдовательно куб. метръ 1000 килограммовъ, а куб. сантиметръ 1 граммъ, что очень просто для вслнхъ первоначальныхъ (приближенныхъ) соображеній, и такъ какъ вообще метрическія измѣренія наиболее ясны и удобны, то все дальнѣйшее изложеніе я считаю наиболее нагляднымъ сводить къ метрическимъ единицамъ, а именно выразить весь куб. дециметра въ граммахъ. Для соотношенія этихъ мѣръ къ русскимъ и английскимъ, при помощи которыхъ произведены многіа изслѣдованія, касающіяся искомаго отношенія, далѣе приняты эквиваленты, которые должно, судя по совокупности существующихъ свѣдѣній, принять нынѣ за наиболее близкія къ дѣйствительности, а именно:

1 метръ = 39,3700 = 0,0001 англ. или русск. дюймамъ, по совокупности свѣдѣній Кэтера, Бларна и Титмана.

1 англійскій торговый фунтъ (avoirdupois) (= 16 ounces = 7000 grains) = 453,59243 грам. = 0,00020, по новымъ опредѣленіямъ г. Chaney, сообщеннымъ мнѣ въ 1894 г.

1 русскій фунтъ = 409,5120 = 0,0005 грам., судя потому, что В. С. Глуховъ изъ опредѣленій Купфера вывелъ 409,51156 грам., а свѣченія платиноваго прототипа съ килограммомъ (см. далѣе «Перечень») дали 409,51236 грам., съ возможною погрѣшностію = 0,2 миллигр.

Отсюда выводимъ:

1 дюймъ (русск. или англ.) = 2,540005 сантиметр.

1 куб. дюймъ = 16,38716 куб. сант.

1 англ. гранъ (англійскій торговый фунтъ содержитъ 7000 грановъ) = = 0,0647989 грам.

1 русск. доля (1 русск. фунтъ содержитъ 9216 долей) = 0,0444349 грам.

Этими эквивалентами я пользовался во всѣхъ дальнѣйшихъ расчетахъ. Если она окажутся вполнѣдствіи нежного выки, въ предѣлѣ указанныхъ погрѣшностей, то это не измѣнитъ окончательнаго вывода, потому что въ немъ содержатся погрѣшности гораздо большаго относительнаго размѣра, особенно по той причинѣ, что дѣйствительная погрѣшность въ опредѣленіи линейныхъ размѣровъ была относительно гораздо большею, чѣмъ при свѣченіи прототиповъ, особенно по той причинѣ, что наиболѣе разбѣры тѣмъ, приѣнявшимся въ изслѣдованіяхъ, были гораздо меньшими, чѣмъ у прототиповъ (каковы: аршинъ, ярдъ, метръ и т. п.), а потому сверхъ другихъ погрѣшностей въ дѣйствительныхъ измѣреніяхъ входили погрѣшности, зависящія отъ нахождения подраздѣленій основныхъ мѣръ на части. Для сужденія объ этомъ въ прилагаемой таблицѣ данъ свѣдѣній о линейныхъ измѣреніяхъ и объемахъ

тѣхъ геометрически простыхъ тѣлъ, которыя вѣзшивались въ водѣ для опредѣленія объемнаго вѣса воды. Изъ нихъ n° 1, 2 и 3 относятся къ 1798 г. по опредѣленіямъ Sir George Shuckburg Evelyn въ Лондонѣ, n° 4 по даннымъ объ опредѣленіяхъ 1799 г. Lefèvre-Gineau въ Парижѣ, опубликованнымъ Траллесомъ въ 1810 г., n° 5 и 6 по опредѣленіямъ академика Кунфера въ 1844 г. въ С.-Петербургѣ, а n° 7, 8 и 9 по опредѣленіямъ Н. J. Chaney, въ Лондонѣ, сдѣланнымъ въ 1888 г. и опубликованнымъ въ 1893 г.

n°	Форма погруж. тѣла.	Правильные размеры въ сантиметрахъ.	Приблиз. объемъ въ куб. сант.	Материалъ.
1.	Шаръ.	Диаметръ 15,2	1860	Латунь
2.	Кубъ.	Ребро 12,7	2033	"
3.	Цилиндръ.	Выс. 15,2; діам. 10,2	1229	"
4.	"	Гипо. > 24,4 > 24,3	11280	"
5.	"	" 8,0 > 7,9	396	"
6.	"	" 10,1 > 10,1	818	"
7.	"	" 22,9 > 22,9	9386	Бронза
8.	"	" 7,9 > 7,8	378	Кварцъ
9.	Шаръ.	Диаметръ 15,2	1846	Латунь

Если назовемъ чрезъ Δ сант. возможную погрѣшность всякаго компарирования линейныхъ мѣръ, то величину эту для прошлаго, и даже для настоящаго времени едва ли можно считать меньшею чѣмъ въ 1 μ или 0,0001 см., а потому такая погрѣшность повторится при всякомъ линейномъ измѣреніи по крайней мѣрѣ три раза, а именно: 1) при сравненіи основной единицы длины, принятой въ работѣ, съ протипомъ, 2) при подраздѣленіи этой основной единицы на части и 3) при сравненіи этихъ частей съ линейными размерами погружаемаго въ воду тѣла, а потому въ линейныхъ измѣреніяхъ можетъ накопляться погрѣшность приблизительно $\pm 3\Delta$.

Если же принять возможность такой погрѣшности въ линейныхъ размерахъ, то въ объемѣ она будетъ абсолютно тѣмъ значительнѣе, чѣмъ болѣе объемъ, потому что линейная погрѣшность взойдетъ въ объемъ, умноженною на поверхность. Такъ, напр., для шара, діаметра $d \pm 3\Delta$, объемъ $= \frac{1}{2} \pi (d \pm 3\Delta)^3 = 0,5236 (d \pm 3\Delta)^3$, а такъ какъ Δ мало сравнительно съ d , то приблизительно объемъ $= 0,5236 d^3 \pm 4,7 d^2 \Delta$. Для куба, сторона котораго $= a$, объемъ $= a^3$ и если въ a есть возможная погрѣшность $\pm 3\Delta$, то объемъ $= (a \pm 3\Delta)^3$, а такъ какъ a велико сравнительно съ Δ , то приближенно объемъ и погрѣшность въ немъ $(a \pm 3\Delta)^3 = a^3 \pm 9a^2 \Delta$. Для цилиндра, имѣющаго высоту h и діаметръ d , объемъ $= 0,7854 d^2 h \pm 2,36 \Delta d (2h + d)$. Если же $\Delta = 0,0001$ см., то для n° 4 величина этой погрѣшности объема будетъ $= \pm 0,42$ куб. с., а для n° 5 $= \pm 0,045$ куб. с. Для другихъ случаевъ получаются промежуточныя значенія этой абсолютной возможной погрѣшности. Но такъ какъ для результата, т. е. для опредѣленія вѣса одного объема воды, имѣетъ значеніе лишь относительная погрѣшность (т. е. частное изъ абсолютной погрѣшности на объемъ), то въ относительной ея величинѣ во всѣхъ случаяхъ будетъ меньшая разность. Такъ для n° 4 эта относительная погрѣшность $= \pm \frac{0,42}{11280} = \pm 0,000037$, а для n° 5 $=$

$$= \pm \frac{0,045}{396} = \pm 0,000113.$$
 Средняя величина этой возможной относительной погрѣшности въ измѣреніи объемовъ для 9-ти указанныхъ опредѣленій близка къ $\pm 0,00005$. Это показываетъ, что уже изъ-за одного того, что для опредѣленій брались сравнительно малые объемы (отъ 1 до 111 литровъ), въ получаемыхъ выводахъ можно ждать относительной погрѣшности $\pm 0,00005$, т. е. для вѣса кубич. дециметра разностей $\pm 0,05$ грам. Это заключеніе, выводимое при первомъ знакомствѣ съ произведенными изслѣдованіями, совершенно оправдывается при ихъ ближайшемъ разсмотрѣніи и вновь ясно показываетъ, что ни прежде не должно, ни nyní невозможно уравнивать единицы вѣса, какъ массы нѣкотораго опредѣленнаго объема воды. Въ действительности же въ опредѣленіяхъ объемнаго вѣса воды, производимыхъ способами, донынѣ применявшимися, можно ждать еще большихъ погрѣшностей особенно по причинѣ необходимости тщательнаго очищенія воды, введенія температурныхъ поправокъ какъ для воды, такъ и для твердыхъ тѣлъ, въ ней взвѣшиваемыхъ, и т. п. Во время самого измѣренія температура тѣла не можетъ быть ни совершенно постоянною, ни одинаковою съ температурою при взвѣшиваніи въ водѣ, а потому въ объемѣ тѣла слѣдуетъ сдѣлать поправки, въ зависимости отъ коэффициента расширенія матеріала. Но величина этой поправки невелика, какъ потому что разность температуръ мала, такъ и по незначительности коэффициента расширенія латуни, бронзы и горнаго хрустала, изъ которыхъ изготовлялись погружаемые предметы, а потому поправка эта не можетъ значительно увеличить погрѣшность результата. Гораздо большее значеніе имѣетъ поправка на температуру воды, тѣмъ болѣе, что въ большинствѣ опредѣленій взвѣшиваніе производилось при обыкновенной температурѣ (только у Гино около 0°), а въ результатѣ вѣсъ объема воды слѣдуетъ отнести къ 4° или къ температурѣ наибольшей плотности. Однако, свидѣнія о расширеніи воды, подробно разобранныя въ моей статьѣ 1891 г. («Журналъ Русск. Физико-Химическаго Общества», 1891 г. Физич. отдѣлъ, стр. 183, переводъ въ «Philosoph. Magazine 1892 pag 99»), представляють для удѣльныхъ вѣсовъ воды при обыкновенныхъ температурахъ неточности или разворѣчія лишь въ стотысячныхъ доляхъ уд. вѣса, выводъ же, наоборотно, точенъ до милліон. долей, поэтому и здѣсь погрѣшности меньше, чѣмъ предѣлы погрѣшностей, зависящихъ отъ несовершенства въ способахъ опредѣленія объемовъ погружаемыхъ тѣлъ. Сверхъ того, средній регулированный выводъ, сдѣланный мною для плотностей воды, въ указанной статьѣ, освобождается отъ погрѣшностей отдельныхъ наблюденій, а потому представляетъ значительную вѣроятность, хотя чрезъ то и не устраняются неточности зависящія отъ различій въ показаніяхъ *ртутныхъ* термометровъ, которыми руководились всѣ изслѣдователи какъ объемнаго вѣса воды, такъ и ея расширенія. Но такъ какъ на показанія ртутныхъ термометровъ новѣйшіе изслѣдователи обращали не мало вниманіе и такъ какъ при измѣренныхъ (въ обычаюхъ словѣ «точныхъ») ртутныхъ термометрахъ близъ обыкновенныхъ температуръ не встрѣчаются разворѣчія, превышающія $0,03$ Ц., то отъ поправки на температуру воды едва ли можно ждать большей погрѣшности чѣмъ $0,03 \cdot 0,00015$, гдѣ послѣднее число, представляетъ коэффициентъ измѣненія уд. вѣса воды при 15° . Это даетъ величину погрѣшности этого рода $\pm 0,0000045$ гораздо меньшую, чѣмъ

погрѣшность отъ опредѣленія объема твердаго тѣла. Вслѣдствіе этого я полагаю, что температурныя поправки не могутъ разъяснять разнорѣчія въ результатахъ, получаемыхъ изъ данныхъ разныхъ исследователей, которыя къ достаточной мѣрѣ объясняются неточностями, сопряженными съ опредѣленіемъ линейныхъ размѣровъ взвѣшиваемыхъ тѣлъ и несовершенствомъ очищенія воды. А такъ какъ поправка на плотность воды при разныхъ температурахъ все же приходится производить, то я привожу общую формулу:

$$S_t = 1 - \frac{(t - 4)^2}{1,0 (34,1 + t) (703,5 - t)}$$

для выраженія зависимости между температурою t ртутнаго термометра Цельсія и плотностью воды S_t , которой держался во всей остальной изложениі. По ней получаютъ слѣдующія значенія для плотности воды:

t° Ц.	Плотность воды.	$\frac{ds}{dt}$ или измененіи S_t при возрастаніи темп. на 1° Ц.
0°	$S_t = 0,999873$	+ 0,000065
4°	1,000000	0
5°	0,999992	- 0,000015
10°	0,999738	- 0,000086
11°	0,999646	- 0,000099
12°	0,999541	- 0,000111
13°	0,999424	- 0,000124
14°	0,999294	- 0,000136
15°	0,999152	- 0,000148
16°	0,998999 ¹⁾	- 0,000159
17°	0,998834	- 0,000171
18°	0,998657	- 0,000181
19°	0,998470	- 0,000193
20°	0,998272	- 0,000203
25°	0,997128	- 0,000254

При пользованіи этою таблицей не должно упускать изъ вида, что температуры t опредѣляются здѣсь по показанію ртутнаго термометра, калиброванного на части равнаго объема и профиреннаго въ отношеніи показаній 0° и 100° , но не приведеннаго затѣмъ къ показанію воздушнаго (водороднаго) термометра, какъ это дѣлается нынѣ въ отношеніи къ температурнымъ показаніямъ ²⁾. Таковы же и температуры, наблюденныя при изслѣдованіи объема вѣса воды.

¹⁾ При $t = 16^{\circ} \frac{1}{2}^{\circ}$ Ц. или $13^{\circ} \frac{1}{2}^{\circ}$ R или 62° F. (нормальная температура для метеорологическихъ единицъ Россіи и Англіи) $S_t = 0,998890$.

²⁾ Свидѣнія о расширеніи воды при опредѣленіи температуръ по водородному термометру принадлежать лишь къ послѣднему времени и еще не вполнѣ опубликованы, а потому и не могутъ быть приняты къ руководству. Принимая данныя Тисена (*Procès verbaux. Comité intern. de poids et mesures, séances 1892, pag. 147*), гидростатически вышннваннаго горнаго хрустала въ воду, не вполнѣ согласныя съ данными Шаппона (*Ibid.*), который пользовался дилатометрическими стекляннымъ сосудомъ, запертымъ слоемъ ртути, но также еще не публиковалъ подробныхъ отчетовъ.

При опредѣленіи объемаго вѣса воды, сверхъ линейныхъ измѣреній погружаемаго въ воду тѣла и взвѣшиванія его въ водѣ, неизбежно было производить взвѣшиванія въ воздухѣ, а потому для полученія результата необходимо вводить поправку на вѣсъ вытѣсненнаго воздуха. Эта поправка сама по себѣ велика (составляетъ около 1,2 грам. на литръ воды), но ея измѣненія не особенно значительны, хотя все же лико вліяютъ на выводъ, а потому, основываясь на статьѣ «0 вѣсъ литра воздуха» («Временникъ», часть 1-я, статья 2, стр. 57—88), я ввелъ слѣдующія однородныя основанія для расчета поправокъ на взвѣшиваніе въ воздухѣ:

1) Напряженіе тяжести g для Лондона принято 9,8126, для Парижа 9,8100 и для Петербурга 9,8188.

2) Вѣсъ литра сухаго воздуха, лишенаго углекислоты, при 0° и 760 мм., принять $= 0,131844g$ гр., а потому для Лондона $e_0 = 1,29373$, для Парижа $e_0 = 1,29339$ и для Петербурга $e_0 = 1,29455$ гр.

3) Хотя въ свободномъ атмосферномъ воздухѣ содержаніе углекислаго газа не превосходитъ 3-хъ десятитысячныхъ по объему, но въ лабораторіяхъ и жилыхъ помѣщеніяхъ оно всегда выше и рѣдко бываетъ менѣе $4\frac{1}{2}$ десяти тысячныхъ по объему, такъ что слѣдуетъ принять по крайней мѣрѣ 4 десятичныхъ по объему. А какъ литръ CO_2 вѣситъ при 0° и 760 мм. около 1,97 гр., то слѣдуетъ принять, что вѣсъ литра воздуха e_0 отъ содержанія углекислоты возрастаетъ не менѣе какъ на 0,00027 гр., а потому вѣсъ литра сухаго воздуха, содержащаго CO_2 , при 0° и 760 мм. для Лондона $e_0 = 1,2940$, для Парижа $e_0 = 1,2937$ и для Петербурга $e_0 = 1,2948$ граммовъ.

4) Если при взвѣшиваніи наблюдено давленіе H , мм. (приведенное къ 0° ртути), упруг. пара h мм. и температура t Ц., то принимая плотность водяныхъ паровъ (въ насыщающихъ пространство) равною 0,63 (если плотность воздуха $= 1$), вѣсъ литра воздуха:

$$e = e_0 \frac{H_0 - 0,37h}{760(1 + 0,00367t)} \quad ^1)$$

Температура по водородному термометру:	Плотности воды, разогретыя Шапюа изъ опредѣленій Тисена:	Плотности воды, разогретыя мною изъ опредѣленій Шапюа.
0°	0,999 869 6	0,999 868 5
5°	991 6	0,999 991 8
10°	729 6	0,999 728 0
15°	429 0	0,999 428 5
20°	0,998 232 7	0,998 232 2
30°	0,995 673 1	0,995 678 2

Различія этихъ чиселъ отъ выведенныхъ выше опредѣляются преимущественно различіемъ температуръ по ртутному и водородному термометрамъ.

¹⁾ Для упрощенія расчета, при давленіяхъ близкихъ къ обычнымъ (отъ 730 до 780 мм.) и при температурѣ около 14° — 22° Ц., можно принять упрощенныя равенства:

$$\text{Для Петербурга: } e = 1,2067 + 0,0016[H' - 755 + 2,6(18 - t)],$$

$$\text{Для Лондона: } e = 1,2059 + 0,0016[H' - 755 + 2,6(18 - t)];$$

$$\text{Для Парижа: } e = 1,2057 + 0,0016[H' - 755 + 2,6(18 - t)];$$

гдѣ $H' = H_0 - 0,37h$. Погрѣшность отъ такого сокращеннаго расчета въ указанныхъ условіяхъ не превосходитъ $\pm 0,0003$ гр. на литръ, а такъ какъ въ самомъ опредѣленіи вѣса литра воздуха нѣтъ большей утѣренности, какъ до $\pm 0,0001$ гр. и въ температурѣ воздуха легко можетъ вѣряться ошибка въ

Предпославъ предшествующія общія замѣчанія, затѣмъ мы рассмотрѣвъ съ возможною подробностію опредѣленія, произведенныя Шукбуромъ, Гино, Кунферомъ и Ченсомъ, не входя въ разборъ другихъ данныхъ, потому что въ нихъ или не было увѣренности въ точномъ сличеніи вѣсъ и вѣсовъ съ прототипами, или изъята были столь малые объемы (напр., у Штакифера), что при пользованіи ими нельзя надѣяться на полученіе сколько-либо точнаго результата.

1. Первые точныя изслѣдованія о вѣсѣ опредѣленнаго объема воды произвелъ Сержъ Георгъ Шукбуръ-Эвелинъ (Sir George Shuckburgh Evelyn, Bart. F. R. S. and A. S.) и публиковалъ о нихъ отчетъ въ «Philosophical Transactions» 1798 г. (pag. 133—182) подъ названіемъ: «An Account of some Endeavours to ascertain a Standard of Weight and Measure» (Read Febr. 22, 1798, Royal Society, London). Въ 1780 г. Шукбуръ предложилъ укрѣпить мѣру длины ярда—взучая длину секунднаго маятника и выразивъ ее въ дюймахъ, а единицу вѣса — опредѣленіемъ вѣса кубическаго дюйма чистой воды, и затѣмъ нѣсколько лѣтъ занимался полученіемъ данныхъ, сюда относящихся. Въ указанной статьѣ сведено все, что относится до вѣса дюйма воды. Способъ, примененный для этого Шукбуромъ, состоялъ въ опредѣленіи потери вѣса при погруженіи въ воду геометрически правильныхъ тѣлъ, вѣстной объемъ которыхъ опредѣлялся по ихъ линейнымъ размѣрамъ. Этотъ самый способъ употреблялся затѣмъ и всѣми другими изслѣдователями. Такавъ же геометрически простыхъ тѣлъ взято три: цилиндръ, шаръ и кубъ. Матеріалъ — латунь (brass). Для опредѣленія линейныхъ измѣреній служилъ особый станокъ, въ который вкладывалось тѣло, затѣмъ вкладывался обхватывающій хомутъ съ микрометрическимъ винтомъ, на которомъ и отсчитывалось показаніе при доведеніи до прикосновенія. Затѣмъ вмѣсто тѣла въ тотъ же хомутъ вкладывалась линейка, измѣщая между концами размѣра, выраженный опредѣленнымъ числомъ дюймовъ (4 или 5 или 6) и тѣмъ же микрометромъ опредѣлялась длина линейки. Эта линейка предварительно сравнивалась при помощи компаратора съ коніемъ ярда Траутона, на которомъ ввѣсени и вывѣрены дюймы, а этотъ ярдъ сравнивался съ узаконеннымъ ярдомъ (сдѣланнымъ Bird'омъ). Измѣренія, повидимому, всегда повторялись, но даемъ лишь среднія, не считая надобнымъ ходить во всѣ подробности измѣреній, тѣмъ болѣе, что нѣкоторыхъ данныхъ (напр., темпер. при компарированіи куба и цилиндра) у Шукбура не сообщено. Притомъ капитанъ Катеръ, столь извѣстный многими своими метеорологическими изслѣдованіями, найдя тѣла Шукбура въ полной сохранности, въ 1821 г. (Philos. Transact. 1821, P. II, pag. 316 Captain Henry Kater: An account of the remeasurement of the cube, cylinder and sphere used by the late Sir George, Shuckburgh Evelyn in the enquiries respecting a standard of weight and measure) вновь переизмѣрилъ всѣ три тѣла Шукбура. Результаты измѣреній обоихъ изслѣдователей считая полезнымъ сообщать одновременно:

1) Для куба верхнее основаніе въ четырехъ направленіяхъ дало Шукбуру:

сорокъ долахъ градуса, то для измѣняемой предметовъ меньшихъ литра указанный способъ расчета можетъ быть примененъ. Если е есть вѣсъ литра въ грам., то вѣсъ куб. дюйма въ долахъ русск. фун. = $e \cdot 0,3688$, а въ англ. граняхъ = $e \cdot 0,2529$.

4",9886; 4",9885; 4",9895 и 4",9887. Нижнее основаніе: 4",9894; 4",9902; 4",9898 и 4",9888. Высота куба по четыремъ угламъ: 4",9890; 4",9895; 4",9893; 4",9892. Прямоиза поверхностей куба проверена чрезъ отраженіе. На основаніи этихъ измѣреній Шукбуръ принялъ объемъ куба = 124,18917 куб. дюйма. Погрѣшность линейныхъ измѣреній оценивается авторомъ никакъ не болѣе чѣмъ въ $\pm 0,005''$, въ объемѣ не болѣе 0,03 куб. дюйма. Для того же куба Кетеръ даетъ средніе линейные размѣры при 62° F.: 4",98911; 4",98984 и 4",98935, исходя изъ прототипнаго ядра 1760 г., а потому принимаетъ при 62° F. объемъ куба = 124,1969 куб. дюйма. Этотъ выводъ лишь на 0,0077 куб. дюйма болѣе чѣмъ Шукбура, а потому средній объемъ куба мы принимаемъ равнымъ 124,193 куб. дюйма. Погрѣшность едва ли болѣе $\pm 0,020$ куб. дюйма.

2) Въ объемѣ цилиндра у Шукбура (74,948 кубич. дюйм.) и Кетера (75,24) получилась разница гораздо большая, чѣмъ для куба какъ по абсолютной, такъ и по относительной величинѣ, но она, какъ увидимъ, произошла лишь отъ погрѣшности расчета, произведеннаго Шукбуромъ. Для двухъ взаимно перпендикулярныхъ диаметровъ одного изъ основаній цилиндра Шукбуръ нашелъ 3",9973 и 3",9976, а для другаго основанія 3",9986, 3",9971. Отсюда общее среднее для диаметра 3",99765, а Кетеръ нашелъ 3",99713. Для высоты цилиндра по четыремъ концамъ диаметровъ Шукбуръ даетъ: 5",9951; 5",9953; 5",9953 и 5",9944, а потому принимаетъ среднее: 5",9950, Кетеръ же даетъ среднюю высоту 5",9960. На основаніи своихъ измѣреній Шукбуръ принимаетъ объемъ цилиндра равнымъ 74,94823 куб. дюйма, но при этомъ онъ ошибся въ расчетѣ, потому что, если диаметръ $d = 3",99765$ и высота $h = 5,9950$, то объемъ цилиндра равенъ 75,2473 куб. д. Кетеръ же изъ своихъ опредѣленій выводитъ при 62° объемъ = 75,2398 куб. д. Здѣсь опять разность объемовъ не велика, но измѣренія Кетера дали меньшій (на 0,0075 куб. д. для куба — большій) объемъ, а потому для цилиндра мы примемъ средній объемъ 75,243 куб. дюймовъ. Погрѣшность этого числа опять едва ли не болѣе чѣмъ $\frac{1}{10000}$ всего объема.

3) Шаръ Шукбура, приготовленный также изъ латуни, имѣлъ при диаметрѣ около 6" толщину стѣнокъ 0",13 (около 3,3 миллим.), что дѣлало его достаточно прочнымъ, но все-же настолько легкимъ, что онъ едва тонувъ въ водѣ. Всѣ данныя (въ томъ числѣ и температуры какъ линейки, такъ и шара), полученные Шукбуромъ при измѣреніи шара, подробно приведены имъ и въ результатѣ измѣренія 9-ти диаметровъ полученъ для температуры 62°,6 F. средній диаметръ = 6,00745 дюйм., съ погрѣшностію (по Шукбуру) не болѣе $\pm 0,00010$ дюйма. Отсюда Шукбуръ находитъ объемъ шара = 113,5194 куб. дюйм. (върѣш 113,5191). Кетеръ для того же шара и для температуры 62° F. нашелъ средній диаметръ 6",00759 и объемъ = 113,5264. Если принять коэффициентъ кубич. расширенія латуни на 1° F. = 0,00003, то данныя Шукбура для 62° F. даютъ объемъ шара = 113,5174 куб. д., т. е. явно меньшій, чѣмъ даетъ Кетеръ, разность однако не болѣе $\pm 0,0090$ куб. д. На основаніи этого можно принять, что объемъ шара при 62° F. = 113,522 куб. д. Здѣсь опять можно принять погрѣшность едва ли меньшую 0,01 куб. д. или около $\frac{1}{10000}$ всего объема.

Вышеизложенные средние объемы куба, цилиндра и шара мы будем считать относящимися къ 62° F., какъ это въ действительности и должно признать для всѣхъ опредѣленій Кетера, а при другихъ температурахъ t° F. объемъ тѣлъ будемъ находить, принимая коэф. куб. расширенія латуни (на 1° F.) равнымъ 0,00003, т. е.

$$V_t = V_{62} [1 + 0,00003 (t - 62)].$$

Хотя такой расчетъ содержитъ въ себѣ нѣкоторыя произвольныя допущенія, но за недостаткомъ свидѣній о расширеніи латуни взятыхъ тѣлъ, вслѣдствіе небольшого удаленія температуры всѣхъ опредѣленій отъ 62° F., а также по причинѣ небольшой степени точности измѣреній (до $\frac{1}{10000}$ объема) чрезъ такой расчетъ не можетъ накопиться значительной погрѣшности, которая будетъ гораздо большею, если объемы вовсе не исправлять на температуру. А такъ какъ въ междуархъ Шукбура нѣтъ полныхъ указаній на соблюденіе постоянства температуръ при наблюденіи линейныхъ измѣреній куба и цилиндра, то сверхъ расчета по среднимъ вышеуказаннымъ объемамъ мы будемъ производить расчетъ по даннымъ Кетера, принимавшаго температурныя поправки. Объемы въ кубическихъ дюймахъ:

	Средній при 62° F.	По Кетеру при 62° F.	Поправка на 1° F.
Куба	124,193	124,1969	0,0037
Цилиндра . .	75,243	75,2398	0,0023
Шара	113,522	113,5264	0,0034

Послѣ изложенія данныхъ, относящихся къ объемамъ тѣлъ Шукбура, мы подробно остановимся на извѣщаваніяхъ, имъ произведенныхъ. Здѣсь слѣдуетъ прежде всего заявить: 1) что Кетеръ не повторилъ извѣщаваній Шукбура, считая, что въ нихъ нельзя ждать ошибокъ или негочностей того порядка, какъ въ опредѣленіи объемовъ, 2) что Траутонъ разнится приблизительно Шукбуромъ, былъ провѣренъ лишь застеромъ по взаимному отношенію гирь, а Шукбуромъ сличенъ съ прототипами англійскаго вѣса, причемъ оказалось, что гири Траутона легче парламентскихъ прототиповъ, а именно 5760 истинныхъ грановъ (или прототипъ Troy pound) въ среднемъ вѣсиль 5763,78 грановъ Траутона, а потому всѣ вѣса, наблюденныя этими послѣдними гирями, должно раздѣлить на 1,000656 (поправку эту мы вводимъ лишь послѣ изложенія непосредственныхъ результатовъ взвѣшаваній), и 3) что удѣльный вѣсъ матеріала гирь Шукбуромъ не опредѣлялся, но въ его изслѣдованіи (pag. 150) данъ уд. вѣсъ латуни, служившей для поправокъ при погруженіи въ воду, а именно для одного образца 8,62, для другого—8,78, среднее 8,7, и я считаю возможнымъ при введеніи поправки на взвѣшаваніе въ воздухѣ принять, что и гири Траутона имѣли уд. вѣсъ 8,7. Изъ сказаннаго видно, что во извѣщаваніяхъ Шукбура можно подозревать не малую погрѣшность, долженствующую адіать на результатъ, но ея мѣру нельзя опредѣлить даже приблизительно. Эта неопредѣленность погрѣшности, зависящей отъ извѣщаваній, увеличивается тѣмъ, что о способахъ очищенія воды Шукбуръ не упоминаетъ, что въ суммѣ даетъ его изслѣдованіямъ, имѣющимъ значеніе, какъ исторически первая попытка полученія точныхъ дан-

ныхъ, лишь небольшое современное значеніе, такъ какъ погрѣшность отъ самага взвѣшиванія едва ли менѣе $\pm 0,25$ грам. на литръ.

Для взвѣшиванія служили вѣсы, доведенные до большой точности (по даннымъ для убѣжденія въ этомъ не приведено) и чувствительности, одно колебаніе длилось 50 секундъ, разность въ $\frac{1}{100}$ грама (около 0,65 миллигр.) при пустыхъ чашкахъ производила уклоненіе на 3 дѣленія шкала, а при нагрузкѣ въ 17280 гравовъ (= 3 монеты фунта) на 0,5 дѣленія, такъ что во всѣхъ взвѣшиваніяхъ, производившихся въ воздухѣ, опредѣлялись сотыя доли грама, но при взвѣшиваніи тѣлъ въ водѣ можно было опредѣлять лишь десятые грама. Взвѣшиваемый предметъ клался на правую чашку, а гири на лѣвую чашку, которая имѣла вѣсъ 413,40 гравовъ Траутона (которыя будутъ впредь обозначены г. Т.). Когда эта чашка была на своемъ мѣстѣ, а на правую плечѣ помѣщена подвѣска, служащая для взвѣшиванія тѣлъ (куба и цилиндра, данные для шара, изложены далѣе, особо), то равновѣсіе получалось при добавкѣ на лѣвую чашку:

	Въ воздухѣ 63° F., при дав. 29,36 дюм.	Въ водѣ при 61° F.
Подвѣска для куба . . .	555,02 г. Т.	442,75 г. Т.
» » цилиндра . . .	552,34 г. Т.	441,68 г. Т.

При взвѣшиваніи въ водѣ пустыхъ подвѣсковъ, тонкія проволоки, соединяющія ихъ съ коронисломъ, не всегда были погружены въ воду на столько же, на сколько при взвѣшиваніи въ водѣ тѣла положеннаго на подвѣску, а потому въ нѣкоторыхъ взвѣшиваніяхъ Шукбуръ вводитъ на это поправку, которую мы должны прямо заимствовать отъ него, потому что необходимы для расчета элементы (глубины погруженія проволокъ) въ жекуартъ не всегда содержатся и только дается вѣсъ дюйма длины проволоки = 0,077 г. Т.; проволочекъ же въ подвѣскахъ было 4 (для куба и цилиндра) или 3 (для шара).

При взвѣшиваніи куба и цилиндра въ воздухѣ температура была 62°,0 F., показаніе барометра 29",0, наблюденный же вѣсъ, сверхъ вышеуказаннаго вѣса подвѣсокъ (555,02 и 552,34 г. Т.), былъ для куба = 32084,82 г. Т., а для цилиндра 21560,05 г. Т.

При взвѣшиваніи куба и цилиндра въ водѣ, барометръ показывалъ 29",47, температура же воды была во время взвѣшиванія куба 60°,2 F., а при взвѣшиваніи цилиндра 60°,5 F. Вѣсъ куба въ водѣ, съ небольшою (+0,08 г. Т.) поправкою на длину погруженной проволоки и за вычетомъ вѣса подвѣски (442,75 г. Т.) равнялся 703,03 г. Т. Для цилиндра, съ такими же поправками (+0,05 и - 441,68) = 2549,17 г. Т. При повтореніи этого послѣдняго взвѣшиванія, когда были удалены небольшіе пузырьки воздуха, присташіе на поверхности цилиндра, а температура воды и показаніе барометра остались тѣ же, получено 2553,22 г. Т. Это послѣднее число и взято Шукбуромъ (и далѣе нами) для дальнѣйшихъ выводовъ, которыя Шукбуръ дѣлаетъ, припо находя потерю вѣса при погруженіи въ воду и затѣмъ раздѣляя эти числа (для куба 31381,79, а для цилиндра 19006,83 г. Т.) на объемъ соотвѣстственнаго тѣла, чтобы найти вѣсъ дюйма воды въ воздухѣ. Полученныя имъ числа (вѣсъ куб. дюйма воды по кубу 252,694 и по цилиндру 253,600 г. Т.) не имѣютъ для насъ значенія не только потому, что въ

разчетѣ объема цилиндра, какъ показываю выше (стр. 12), Шукбургъ сдѣлалъ ошибку, но я потому, что температура воды была разною и поправку на вѣсъ атмосфернаго воздуха сдѣлать необходимо. При введеніи этихъ поправокъ необходимо сдѣлать слѣдующія, едва ли далекия отъ истины, предположенія: 1) плотность гирь и подвѣсокъ считать одинаковою и $= 8,7$; 2) барометрическій отчетъ считать произведеннымъ при температурѣ воздуха по латунной шкалѣ, и 3) упругость паровъ воды въ воздухѣ считать равною 0,7 противу насыщеннаго состоянія. Такъ, напр., при взвѣшиваніяхъ:

	Д а н ы :		Темп. Цель- сіи.	Н ₀ Миллиметр.	Упруг. пара. воздуха.	Вѣсъ литра воздуха. Грамм.	1 куб. двойнѣ въ г. Т.
	t	b					
Подвѣсокъ . . .	63° F.	29",36	17°,2	743,1	10,2	1,183	0,2992
Тѣла въ водѣ . .	62°	29",0	16°,7	734,1	9,9	1,172	0,2963
> въ водѣ . . .	60°,4	29",47	15°,8	746,0	9,3	1,195	0,3022

Найдя вѣсъ литра воздуха въ граммахъ, получимъ вѣсъ его въ граняхъ Траугота раздѣляя на 0,06484, а вѣсъ куб. дюйма воздуха получатся (если принять литръ равнымъ 1000 куб. сант., что не далеко отъ истины) чрезъ раздѣленіе найденнаго числа на 61,027; такъ получены числа послѣдняго столбца. Если замѣтимъ сверхъ того, что куб. дюймъ воды вѣситъ около 253 г. Т., а кубич. дюймъ латуны, при удѣльномъ вѣсѣ 8,7, вѣситъ около 2200 г. Т., то получимъ возможность исправить всѣ предшествующія взвѣшиванія въ отношеніи вѣса атмосфернаго воздуха.

Вѣсъ лѣвой чашки (413,4 г. Т.) отвѣчаетъ объему около 0,188 куб. дюйма, подвѣски для куба (413,40 + 555,02 г. Т.) около 0,188 + 0,252 куб. д., подвѣски для цилиндра (413,40 + 552,34 г. Т.) около 0,188 + 0,251 куб. д. Тотъ же объемъ имѣютъ и гирь, выражающія этотъ вѣсъ, такъ какъ латуны тѣхъ и другихъ мы предположили одинаковою. Слѣдовательно вѣсъ лѣвой чашки и подвѣсокъ есть вѣсъ въ пустотѣ. Но когда взвѣшивались подвѣска для куба въ водѣ, тогда на лѣвой плечѣ былъ объемъ чашки 0,188 куб. д. и объемъ гирь въ 442,75 г. Т. равный 0,202 куб. д., всего 0,390 куб. д., а на правойъ объемъ подвѣски (около 0,440 куб. д.), почти весь погруженный въ воду, и только ничтожная верхняя часть подвѣски оставалась на воздухѣ¹⁾. Слѣдовательно истинный вѣсъ подвѣски куба при взвѣшиваніи въ воздухѣ = 413,40 + 555,02 = 968,42 г. Т., а когда эта подвѣска погружена въ воду, то для ея уравновѣженія требуется въ пустотѣ грузъ 413,40 + 442,75 = 0,2992 . 0,390 (гдѣ 0,2992 есть соотвѣтственный вѣсъ куб. д. воздуха) = 856,03 г. Т., а потому потеря вѣса этой подвѣски отъ погруженія въ воду = 968,42 — 856,03 = 112,39 г. Т. Точно также для подвѣски цилиндра находимъ истинный вѣсъ въ воздухѣ при взвѣшиваніи 965,74, при взвѣшиваніи въ водѣ 441,68 + 413,40 — 0,2992 . 0,389 = 854,96 г. Т., а потеря вѣса въ водѣ = 110,78 г. Т. Температура воды при этихъ взвѣшиваніяхъ была 61° F. = 16°,11 C; при

¹⁾ Не зная вѣса и объема этой части подвѣски, нельзя включить ее въ разчетъ, но такое упущеніе не влечетъ за собою важной погрѣшности въ окончательномъ результатѣ, потому что при взвѣшиваніи въ водѣ подвѣски съ кубомъ опять сдѣлано такое допущеніе.

вей уд. вѣсъ воды = 0,998981, а потому при другой температурѣ, когда уд. вѣсъ воды будетъ s , потеря вѣса отъ погруженія въ воду будетъ для:

$$\begin{aligned} \text{подвѣски куба} &= s \cdot 112,506 \\ > \text{цилиндра} &= s \cdot 110,893 \end{aligned}$$

Истинный же вѣсъ ихъ 968,42 и 965,74 г. Т.

При взвѣшиваніи куба (объемъ = 124,193 куб. д.) въ воздухѣ на лѣвой чашкѣ лежалъ грузъ 32084,82 г. Т., его объемъ = 14,584 куб. д. и противовѣсъ 555,02 г. Т., его объемъ = 0,252 куб. д. Сверхъ того объемъ лѣвой чашки = 0,188 куб. д. Слѣдовательно слѣва былъ объемъ = 15,024 куб. д. На правой сторонѣ подвѣска занимала объемъ 0,440 куб. д., а кубъ 124,193 куб. д., слѣдовательно весь объемъ направо = 124,633 куб. д. Слѣдовательно вѣсъ куба въ пустотѣ = 32084,82 + 0,2963 (124,633 — 15,024), гдѣ 0,2963 есть соответственный вѣсъ куб. д. воздуха, а потому вѣсъ куба въ пустотѣ = 32117,39 г. Т. Точно также найдеть, что истинный вѣсъ цилиндра (кажущійся = 31560,05 г. Т., объемъ цилиндра 75,243 куб. д.), равенъ 21580,44 г. Т.

При взвѣшиваніи куба въ водѣ, имѣвшей температуру $60^{\circ},2 F = 15^{\circ},67 C.$, чему отвѣчаетъ $s = 0,999051$, на лѣвомъ плечѣ были:

	Ист. вѣсъ въ г. Т.	Объемъ въ куб. д.
Чашка	413,40	0,188
Противовѣсъ подвѣски.	442,75	0,201
Грузъ	703,03	0,320
	<hr/> 1559,18 г. Т.	<hr/> 0,709 куб. д.

Этотъ объемъ погруженъ въ воздухъ, для котораго вѣсъ кубическаго дюйма = 0,3022, слѣд. действительный вѣсъ лѣвой стороны былъ = 1559,18—0,21 = 1558,97 г. Т.

На правой сторонѣ были погружены въ воду подвѣска, которой вѣсъ въ водѣ = 968,42— $s \cdot 112,506 = 856,02$ г. Т. и кубъ. Слѣдовательно вѣсъ куба въ водѣ = 1558,97 — 856,02 = 702,95 г. Т.

При взвѣшиваніи цилиндра въ водѣ, когда $t = 60^{\circ},5 F = 15^{\circ},83 C.$ и $s = 0,999026$, на лѣвомъ плечѣ:

	Ист. вѣсъ въ г. Т.	Объемъ въ куб. д.
Чашка	413,40	0,188
Противовѣсъ	441,68	0,201
Грузъ	2553,22	1,160
	<hr/> 3408,30 г. Т.	<hr/> 1,549 куб. д.

Слѣдовательно вѣсъ налѣво = 3407,83 г. Т. Вѣсъ подвѣски въ водѣ = 965,74— $s \cdot 110,893 = 854,96$, а потому вѣсъ цилиндра въ водѣ = 3407,83 — 854,96 = 2552,87 г. Т.

Такимъ образомъ оказывается, что:

Истинный вѣсъ куба	= 32117,39 г. Т.
Погруженнаго въ воду $60^{\circ},2 F.$	= 702,95 г. Т.
Вѣсъ воды $60^{\circ},2 F.$ равнаго объема	= 31414,35 г. Т.
Удѣльный вѣсъ воды	0,999051

Слѣдовательно вѣсъ воды при ея наибольшей плотности, отвѣщающей объему куба = 31444,21 г. Т. А такъ какъ *средній* (Шукбуръ и Кетеръ) объемъ куба = 124,193 — (62 — 60,2) 0,0037 = 124,186 куб. дюймамъ, то вѣсъ одного куб. дюйма воды при ея наибольшей плотности = 253,2026 г. Т.

Точно также для цилиндра:

Истинный вѣсъ	= 21580,44 г. Т.
Погруженнаго въ воду 60°,5 F.	= 2552,87 * *
Вѣсъ воды 60°,5 F. равнаго объема = 19027,57 * *	
Удѣльный вѣсъ воды	0,999026 * *
Вѣсъ воды при наибольшей плотности = 19046,12 * *	
Вѣсъ 1 куб. д. воды при наиб. плот. = 253,1382 г. Т.	

Такъ какъ *средній* объемъ цилиндра при 60°,5 F = 75,240 куб. дюймамъ. Разность обоихъ опредѣленій, равная 0,0644 г. Т. замѣтно уменьшается, если вмѣсто среднихъ объемовъ взять лишь болѣе достоверныя опредѣленія одного Кетера, по которымъ объемъ куба при 60°,2 F = 124,1969 — 0,0067 = 124,1902 куб. д., а отсюда вѣсъ въ пустотѣ одного куб. дюйма воды при ея наибольшей плотности = 253,1940 г. Т. Объемъ цилиндра при 60°,5 F по опредѣленіямъ Кетера = 75,2398 — 0,0035 = 75,2363 куб. д., отсюда вѣсъ куб. д. воды при 4° въ пустотѣ = 253,1507 г. Т. Разность полученныхъ чиселъ = 0,0433 г. Т. гораздо менѣе, чѣмъ при расчетѣ по среднимъ объемамъ. Но для окончательнаго вывода изъ опредѣленій Шукбур-Кетера необходимо обратиться къ расчету данныхъ для шара, чѣмъ болѣе, что для его взвѣшиваній у Шукбуръ дано болѣе данныхъ, чѣмъ для куба и цилиндра, и самъ авторъ считаетъ наблюденія для шара наиболѣе надежными во всѣхъ отношеніяхъ.

Шукбуръ произвелъ три ряда взвѣшиваній шара: I 12 июня 1797 г., II 16 июня и III 16-го июля того же года и получилъ слѣдующія числа въ граняхъ Траутона.

	I.	II.	III.
Показаніе барометра	29",74	30",13	29",74
Температура воздуха	67° F.	68° F.	67° F. 1).
a) Направо: подвѣска въ воздухѣ, вѣсъ: чашка и +	276,10	544,03	544,03 г. Т.
b) Направо: шаръ на подвѣскѣ въ воздухѣ, вѣсъ чашка, противовѣсъ и +	28722,64	28721,88	28722,42 г. Т.
c) Направо: подвѣска въ водѣ 2), вѣсъ: чашка и +	253,32	434,89	434,65 г. Т.
Температура воды	66° F.	66°,1 F.	66°4 F.

1) Для этого опыта Шукбуръ не даетъ прямыхъ наблюденій барометра и т воздуха, а наблюденный въ воздухѣ вѣсъ шара уже самъ поправляетъ, приводя къ указываемымъ условнымъ давленіямъ и температуры воздуха, равнымъ съ I опредѣленіемъ.

2) Если погруженіе въ воду подвѣски было (въ II и III) иное, чѣмъ при взвѣшиваніи съ шаромъ, то соответственная поправка введена здѣсь, она была = - 0,20 г. Т. въ II и = - 0,44 г. Т. въ III, въ I она = 0, т. е. погруженіе было одинаково.

	I.	II.	III.
д) Направо: подъѣска в шаръ въ водѣ, нѣтъ: чашка и +	303,27	484,70	484,20 г. Т.
Температура воды	66° F.	66°,1 F.	66°,4 F.
Погруженіе центра шара подъ уровеньъ воды	5",6	3",7	6",8

По тѣмъ же способамъ разсчета, какъ в раѣе, отсюда получаемъ:

	I.	II.	III.
Вѣсъ куб. д. воздуха въ г. Т.	0,301	0,304	0,301
Истинный вѣсъ шара въ г. Т.	28756,71	28756,39	28756,49
Вѣсъ его въ водѣ въ г. Т.	49,95	49,81	49,55
Вѣсъ (въ пустотѣ) вытѣсн. воды	28706,76	28706,58	28706,94
При температурѣ Фаренгейта	66°,0	66°,1	66°,4
Уд. вѣсъ воды	0,998493	0,998482	0,998449
Вѣсъ (пуст.) вытѣсненной воды при наибольшей ея плотности въ г. Т.	28750,09	28750,22	28749,54
Считая средній объемъ шара	113,536	113,536	113,537 куб. д.
Вѣсъ куб. д. воды 4° въ пуст.	253,2244	253,2256	253,2174 г. Т.
Объемъ шара по Кетеру	113,5400	113,5403	113,5414 куб. д.
Вѣсъ куб. д. воды 4° въ пуст.	253,2155	253,2160	253,2076 г. Т.

Эти послѣдніе числа, какъ отвѣчающія болѣе позднимъ измѣреніямъ Кетера и болѣе близкія къ выводу, полученному для куба и цилиндра, заслуживаютъ болѣе довѣрія, чѣмъ числа, полученныя при поэмѣ среднихъ объемовъ. Сопоставляя полученные вѣса куб. дюйма воды при наибольшей ея плотности, имѣемъ:

	Объемъ въ куб. дюйм. около:	Температура воды при наблюденіяхъ.	Вѣсъ кубическ. дюйма воды 4°, пуст.
Кубъ	124,2	60°,2 F.	253,1940 г. Т.
Цилиндръ	75,2	60°,5 "	253,1507 "
Шаръ 1-е опредѣл.	113,5	66°,0 "	253,2155 "
» 2-е »	113,5	66°,1 "	253,2160 "
» 3-е »	113,5	66°,4 "	253,2076 "

Такъ какъ объемы тѣлъ сравнительно мало между собою различаются, то я счелъ возможнымъ придать каждому изъ этихъ чиселъ одинаковую вѣрность ¹⁾. Поэтому получаемъ какъ средній вѣсъ въ пустотѣ куб. дюйма воды при ея наибольшей плотности: 253,1968 грановъ Траутона. Въ параментскихъ (прототипахъ) гранахъ этотъ вѣсъ равенъ:

253,0308 грановъ.

или 16,39612 граммовъ. Отсюда слѣдуетъ: 1) что куб. дециметръ воды, при наибольшей ея плотности, въ пустотѣ вѣситъ около 1000,55 граммовъ;

¹⁾ Тѣмъ болѣе, что измѣренія куба (его объемъ наибольшій) были первыми, а измѣренія цилиндра, объемъ котораго былъ наименьшій, поэмѣному заслуживаютъ наибольшаго довѣрія.

2) что куб. дюймъ воды при 62° F. (нормальная температура для шбрь длины въ Англии и Россіи), когда уд. вѣсъ воды = 0,938800, вѣситъ въ пустотѣ около 252,752 ¹⁾, а въ воздухѣ около 252,4 грама ²⁾.

Что касается до погрѣшности *возможной*, по сущности опытовъ, въ вышеприведенныхъ числахъ, то разность двухъ крайнихъ опредѣленій (цилиндра и шара, 2-е опредѣленіе) равняется 0,065 грама на куб. д., что составляетъ на куб. дециметръ около 0,27 грамма. Эту погрѣшность должно приписать преимущественно взвѣшиваніямъ. Но сверхъ того отъ опредѣленій объемовъ могли выйти не только случайныя, но и систематическія погрѣшности, а отъ нечистоты воды всѣ числа будутъ болѣе действительныхъ. Но полную чистоту взятой «перегаанной» воды заимѣлъ я самъ Шукбургъ (pag. 155) и опредѣлилъ даже (сидрометромъ) ея плотность 1,0005 (но по отношенію къ какой водѣ — неизвѣстно). Это составляетъ 0,5 грам. на куб. дециметръ. Поэтому въ результатѣ должно сказать, что опредѣленія Шукбурга даютъ вѣсъ кубическаго дециметра воды, въ пустотѣ, при 4° : среднее 1000,55 граммовъ, съ вѣлѣшшею погрѣшностію, какъ = 0,72 грама. Но такъ какъ вода почти налѣпно была плохо очищена, то полученное среднее число, во всей вѣроятности, выше действительности. Всѣ послѣдующія опредѣленія дали меньшія числа, но въ указанный предѣлѣ. Такимъ образомъ, исторически первыя, опредѣленія Шукбурга для вѣса куб. дециметра уже довольно точно, но возможная въ нихъ погрѣшность велика, и есть много поводовъ полагать, что истинное число ниже средняго и лежитъ для дециметра въ предѣлѣ отъ 1000 до 999,8 граммовъ.

II. Второе, классическое, опредѣленіе объемнаго вѣса воды произведено было Лефевр-Гино во Франціи въ эпоху (около 1799 г.) установленія основаній метрической системы и оно послужило средствомъ для приготовленія прототипа килограмма, т. е. его результатъ выражается тѣмъ, что куб. дециметръ воды при наибольшей плотности принять вѣсачишь 1000 граммовъ. Но во время Гино ни поправки на вѣсъ воздуха, ни расширение воды и т. п. не были достаточно извѣстны, и потому истинный результатъ измѣреній Гино некого иной, чѣмъ найденный имъ, и мы обратимся къ его нахожденію. Къ сожалѣнію, подлинныя наблюденія Гино не опубликованы и приходится лишь руководствоваться докладомъ Траллеса, помѣщеннымъ въ *Base du Système métrique décimale*, T. III, pag. 558—580, 1810, подъ заглавіемъ: *Rapport de M-r Tralles à la Commission sur l'unité de poids du Système métrique décimale, d'après le travail de M-r Lefèvre-Gineau* (le 11 prerial, au 7, т. е. 31 мая 1799 г.). Докладъ этотъ самъ по себѣ составленъ обстоятельно и подробно и сверхъ того онъ отчетливо разобранъ (въ 1874 г.) извѣстнымъ норвежскимъ метрологомъ Брохошъ (D-r O. J. Broch), который долгое время дѣйствовалъ въ международной метрической комисіи, а именно въ статьѣ (*Procès verbaux de Comm. intern. d. mètre 1873—1874*, pag. 122—140): *Note sur la détermination, par M-r Lefèvre-Gineau, du pois du décimètre cube d'eau au maximum de densité et dans le vide*, что обозначаетъ нашу задачу, хотя и не устраняетъ ея.

¹⁾ Котерь вывелъ для 62° F. 252,722 грама.

²⁾ Шукбургъ вывелъ 252,422—въ воздухѣ при 66° F.

Для опредѣленій взяты были латунный цилиндръ (работы Фортена), гораздо большаго размѣра, чѣмъ у Шукбурга и всѣхъ послѣдующихъ изслѣдователей. Цилиндръ этотъ и помѣстѣ былъ и хранится въ Парижской обсерваторіи, какъ извѣщаетъ Г. Треска (Procès verbaux 1873—1874, pag. 139). Толщина его стѣнокъ около 4 милл.; внутри его имѣется кармашекъ, укрѣпленный для отяжеленія свинцовая дробь ¹⁾. Главную же особенность въ устройствѣ цилиндра Гинно представляетъ то обстоятельство, что на верхнемъ его основаніи оставлено отверстие діаметромъ въ 3 милл., съ винтовою нарезкою для ввинчиванія трубочки, имѣющей съ которой цилиндръ взвѣшивался въ воздухѣ и въ водѣ и притомъ такъ, что верхняя часть трубочки оставалась въ воздухѣ тогда, когда цилиндръ былъ погруженъ въ воду. Такой приемъ, очевидно, былъ примененъ для того, чтобы: 1) во время взвѣшиванія въ воздухѣ не дѣлать поправки на вѣсъ вытѣсненнаго воздуха, считая, что стѣнки цилиндра имѣютъ тотъ же удѣльный вѣсъ, что и гири, примененныя для взвѣшиванія, и 2) во время взвѣшиванія въ водѣ, охлажденной почти до 0° (а именно до 0°,3 Ц), имѣть внутри цилиндра упругость воздуха равную атмосферной. Но эти выгоды повлекли за собою три вѣдомоважныя неудобства, а именно: 1) трубочка, привинченная къ верхнему основанію цилиндра, выдвигалась изъ воды при взвѣшиваніи въ ней, должна была, при своемъ довольно значительномъ діаметрѣ, производить капиллярное давленіе, измѣняющее вѣсъ въ зависимости какъ отъ діаметра трубки, такъ и отъ степени смачиванія; 2) при взвѣшиваніи въ воздухѣ поправка на вѣсъ вытѣсненнаго воздуха осталась неопредѣленною потому, что съ одной стороны были латунныя гири, а съ другой — латунный цилиндръ и свинцовая дробь, вѣсъ которой не давъ, и 3) при взвѣшиваніи въ водѣ при 0,3° Ц, внутреннія стѣнки цилиндра были охлаждены до этой температуры и могли постепенно конденсировать пары вытѣсненнаго воздуха, что не только должно было измѣнить результаты повторенныхъ взвѣшиваній въ водѣ, но и вообще говоря должно было увеличивать вѣсъ цилиндра въ водѣ ²⁾. Я не могу думать, что эти поводы къ погрѣшностямъ дѣлали результатъ (вѣсъ воды вытѣсненной цилиндромъ) значительно неточнымъ, но нельзя не имѣть сомнѣнія по крайней мѣрѣ въ дециграммахъ вѣса вытѣсненной воды.

Что касается до вышнихъ формъ цилиндра, то судя по словамъ Треска (l. c.), сплавляніе листовъ латуни произведено на оловянномъ припой, но плоскости основаній и боковая поверхность и помѣстѣ сохраняютъ правильность, видимую по формамъ отраженныхъ ими предметовъ. На нижнемъ основаніи

¹⁾ При діаметрѣ и высотѣ около 24,3 см. поверхность цилиндра будетъ около 2782,7 кв. с. Если среднюю толщину стѣнокъ съ кармашкомъ принять въ 5 мм. или 0,5 с., а плотность латуни принять по Траллесу 7,62, то вѣсъ цилиндра будетъ около 10,6 милгр., а объемъ около 11,3 куб. дм., т. е. цилиндръ долженъ бы всплывать на водѣ. Для устрaненія этого обстоятельства, вѣроятно, и была вложена внутри дробь. Если этотъ расчетъ правиленъ, то вѣсъ вложенной дроби былъ = вѣсу цилиндра въ воздухѣ или 11,3 милгр. — 10,6 мил. = 0,7 мил. Но латунь, вѣроятно, имѣла большую плотность и вѣсъ кармашка вѣроятно, а потому дробь была, конечно, меньше.

²⁾ Для поправки слѣдовало послѣ каждого взвѣшиванія въ водѣ производить новое взвѣшиваніе въ воздухѣ, но изъ описанія Траллеса должно заключить, что сперва закончены были ряды взвѣшиваній въ водѣ, а потомъ началъ рядъ взвѣшиваній въ воздухѣ. Притомъ, если сперва конденсировалась внутри вода, то она постепенно затѣмъ испарилась.

цилиндра означена буква B и по окружности 12 цифръ на разстояніи 30° ; диаметры 4—10 вычерчены рѣзцомъ (*par une ligne droite en creux*); на боковой поверхности проведено также 12 производящих ¹⁾. Если эти надписи и линии проведены, какъ можно думать, до извѣщиваній, то онѣ должны уменьшить объемъ цилиндра, но поправки на это въ описаніи изслѣдованія не видно.

Для опредѣленія внѣшняго объема цилиндра употреблены особо приготовленные линейки (числомъ всего 66), которыя слѣчены какъ съ прежними мѣрами Фрэнсиса, такъ и съ новыми мѣрами, причѣмъ приняты во вниманіе температуры сравненныхъ мѣръ. Я не считаю нужнымъ входить во всѣ подробности этихъ измѣреній, которыя подробно разобраны какъ Траллессомъ, такъ и Врохокомъ. Первый изъ нихъ выводитъ объемъ цилиндра 11,2900054 куб. дециметра при $17^\circ,6$ Ц., второй или 11,290006 = 0,000100 куб. дец. или 11,290206 = 0,000100 куб. дец. при $16^\circ,9 = 0,2$ Ц., смотра потому считать ли одно изъ мѣръ отчета Траллеса за типографскую погрѣшность или итъ. Разность, особенно относительная ($= \frac{1}{56000}$), этихъ выводовъ такъ мала, что мнѣ кажется возможнымъ принять ередній результатъ:

11,29007 куб. дец. при $17^\circ,25$ Ц.

Принимая (съ Траллессомъ и Врохокомъ) коэффициентъ линейнаго расширенія латуни = 0,00001783 ²⁾ на 1° Ц., для перехода отъ объема при $17^\circ,25$ къ $0^\circ,3$ Ц. объемъ долженъ уменьшиться на 0,01024 куб. дец., т. е. объемъ самаго цилиндра:

11,27983 куб. дец. при $0^\circ,3$ Ц.

Объемъ погруженной въ воду части трубочки, привернутой къ верхнему основанію цилиндра, Траллесъ опредѣляетъ въ 0,000056 куб. дец. ³⁾. Такимъ образомъ для дальнѣйшихъ выводовъ мы принимаемъ объемъ цилиндра съ частью трубки, погруженной въ воду, равнымъ

11,27989 куб. дец. при $0^\circ,3$ Ц.

Гизо и Траллесъ считали объемъ = 11,27962 куб. дец., разность отъ принятаго нами = 0,00027 представляетъ тотъ же порядокъ, какъ дѣй-

¹⁾ Эти черты и надписи должны были задерживать трудно устранимые пузырьки воздуха, а они, уменьшая итъсь въ водѣ, увеличиваютъ итъсь вытѣсненной воды, т. е. давать болѣе итъсь, чѣмъ въ дѣйствительности, что и вышло, судя по окончательнымъ выводамъ нашей статьи.

²⁾ Хотя это число ниже найденнаго Физо (для 40° 0,0000186), но его необходимо принять, потому что латуни представляютъ разный составъ, а слѣдовательно и разное коэф. расширенія, притомъ здѣсь дѣло идетъ о переходѣ отъ 17° къ 0° , а при этихъ температурахъ коэф. расширенія латуни и долженъ быть меньшимъ, а именно по Физо, = 0,00001754 при $0^\circ,3 - 17^\circ,3$.

³⁾ А между тѣмъ среднюю глубину погруженія верхняго дна цилиндра опредѣляетъ въ 43 мм., диаметры же = 1,283 мм. Очевидно, что трубка была гораздо длиннѣе 43 мм. и во всю ее длину проходилъ каналъ. Здѣсь вылетаетъ большая трудность исполненія, такъ что и склонность къ итъсью о томъ, что 1,285 отвѣчаетъ внутреннему диаметру трубки, тѣмъ болѣе, что въ сѣнѣ цилиндра отверстіе для трубки описывается радиусомъ 3 мм. Но вводить подобнаго предположенія въ расчетъ, очевидно, невозможно, а потому и держусь показаній Траллеса, хотя не удивляю въ ихъ точности.

ствательная и возможная погрѣшности опредѣлений. Считая вѣсѣтъ съ Броузомъ, что при линейныхъ измѣреніяхъ возможна погрѣшность около $\pm 0,002$ мм., получая для цилиндра возможную погрѣшность объема около $\pm 0,00028$ куб. деп. Въ суммѣ всю возможную погрѣшность объема едва ли возможно считать менѣе $\frac{1}{40000}$ всего объема.

Поэтому объемъ цилиндра съ трубочкой при $0^{\circ},3$ Ц. принимается

$$11,2799 \pm 0,0003 \text{ куб. деп.}$$

Взвѣшиванія производились латунными гирями произвольнаго вѣса, типательно (до 0,5 миллиграмма) слѣченныхъ между собою и съ килограммовыми прототипомъ. При этомъ послѣднее слѣченіе (произведеномъ, очевидно, лишь по окончаніи всего изслѣдованія) принято, судя по отчету Траллеса, что вѣсъ въ пустотѣ куб. дециметра воды при наибольшей ея плотности или масса килограмма = 0,9992072 тѣхъ единицъ, которыя служили при всѣхъ взвѣшиваніяхъ ¹⁾. Это показываетъ, что для перехода къ истиннымъ граммамъ, вѣса наблюденныя Гино, слѣдуетъ дѣлать на 0,0009992072 или умножить на 1000,7935, что и сдѣлано мною далѣе для всѣхъ взвѣшиваній.

Взвѣшиваній въ водѣ Гино началъ съ нихъ, чтобы не отягощать взрѣвѣ вѣсовъ) было сдѣлано всего 48 при средней температурѣ воды $0^{\circ},3$ Ц. и при давленіи 757,7 мм. Среднее изъ всѣхъ 48 взвѣшиваній дало 209,5720 граммовъ ²⁾, а среднее изъ 36-ти лучшихъ взвѣшиваній дало при тѣхъ же среднихъ условіяхъ, 209,585 граммовъ. Какъ Гино-Траллесъ, мы возьмемъ это послѣднее число. Разности отдѣльныхъ взвѣшиваній, по показанію Траллеса, достигала при этомъ до $\pm 0,045$ граммовъ.

Для приведенія полученнаго вѣса къ пустотѣ Гино-Траллесъ опредѣляетъ по расчету объемъ воздуха, вытѣщающагося въ шарѣ (0,744 куб. деп.), находитъ его вѣсъ, вычитаетъ полученный вѣсъ изъ наблюденнаго, а затѣмъ находитъ вѣсъ воздуха, вытѣсненнаго гирями (0,0355 грамм.), и этотъ вѣсъ опять вычитаетъ изъ полученной разности, чрезъ что истинный вѣсъ въ водѣ получается равнымъ 196,9228 грамма. Броузъ по тѣхъ же даннымъ находитъ этотъ вѣсъ 196,792 грамма. Мнѣ кажется необходимымъ вновь рассчитать этотъ вѣсъ, потому что Гино-Траллесу были неизвѣстны съ достаточною точностію вѣсъ литра воздуха, а Броузъ, при своемъ расчетѣ, сдѣлалъ нѣсколько такихъ допущеній, съ которыми нельзя согласиться, напр.: 1) съ тѣмъ, что внутри шара воздуха былъ лишь наполовину насыщенный парами, тогда какъ онъ сообщался съ наружнымъ воздухомъ и имѣлъ температуру $0^{\circ},3$ Ц., такъ какъ былъ погруженъ въ воду, окруженную льдомъ; 2) съ тѣмъ, что вѣсъ одного объема воздуха, вытѣсненнаго гирями, равенъ вѣсу такого же объема воздуха, находящагося въ шарѣ (0,00128564 единицъ) и т. п.

¹⁾ Надо думать, что при изготовленіи платиново-го прототипа микрограмма была принята во вниманіе разность его объема (около 48,88 куб. сант. при 0°) отъ объема мѣдныхъ гирь, служившихъ для изслѣдованія, но принятыя указанія на это мнѣ неизвѣстны. Эти разныя неясности, оставшіяся въ опредѣленіяхъ Гино, дѣлають ихъ, говоря вообще, мало надежными. Только у Кушфера и Ченеса нѣтъ подобныхъ неясностей.

²⁾ Результаты отдѣльныхъ изслѣдованій по даны у Траллеса и приведеніе къ $0^{\circ},3$ Ц. и давленію 757,7 мм. произведено самимъ Гино, но неизвѣстно при помощи какихъ коэффициентовъ.

Для приведенія къ пустотѣ взвѣшивания, сдѣланнаго въ воздухѣ, очевидно, прежде всего надо знать вѣсъ литра (его при этомъ пока надо принять равнымъ куб. дециметру) воздуха, то-есть атмосферныя условія. Для воздуха, находящагося въ шарѣ, эти условія даны, такъ какъ средняя температура воды была $0^{\circ},3$ Ц. и среднее давленіе дано 757,7 мм. Такъ какъ во время Гино показанія барометра не приводились къ 0° , а давались по непосредственному отчету, произведенному по латунной шкалѣ, то я принимаю (это гипотеза), что температура ртути въ барометрѣ была 15° и тогда $H_0 = 755,9$ мм. Внутри шара воздухъ былъ, какъ сказано выше, навѣрное насыщенный (и вѣроятно часть влаги осѣла на стѣнки), т. е. упругость водянаго пара равнялась 4,67 мм., следовательно для Парижа: вѣсъ литра воздуха былъ:

$$e = 1,2937^1) \frac{755,9 - 0,374,67}{760 (1 + 0,00367,0,3)} = 1,2826 \text{ грам.}$$

Труднѣе сдѣлать вѣроятныя гипотезы относительно объема воздуха, содержащагося въ шарѣ. Вѣншій объемъ шара, какъ мы видѣли, при $0^{\circ},3 = 11,28$ литровъ. Для уд. вѣса латуны Траллесь принимаетъ 7,61, потому что считаетъ, что стѣнки шара, вѣсимаго 11,467 грам., занимаютъ объемъ 1,506 куб. деп. Но известно, что затупъ представляетъ при 10% цинка уд. вѣсъ около 8,6, при 25% цинка — около 8,4 и следовательно его уд. вѣсъ нельзя принять менѣе 8,5. Но, какъ выше указано, въ цилиндръ Гино для его отяжеленія была вложена свинцовая дробь, а такъ какъ ея количество неизвѣстно ²⁾, а плотность ея гораздо выше чѣмъ латуны, то мы едва ли много спшибемся, принявъ средний удѣльный вѣсъ матеріала цилиндра равнымъ 8,55 (гипотеза 2). Тогда объемъ твердыхъ частей цилиндра $= \frac{11,47}{8,55} = 1,34$ куб. деп. (Гино-Траллесь 1,506; Брохъ 1,362), а следовательно объемъ, занимаемый воздухомъ внутри цилиндра $= 11,28 - 1,34 = 9,94$ куб. деп. и вѣсъ его равенъ

$$9,94 \times 1,2826 = 12,7490 \text{ грам.}$$

Этотъ вѣсъ, очевидно, должно отнять отъ вѣса (209,585 гр.), полученнаго въ воздухѣ, если отыскивать вѣсъ, который получился бы въ пустотѣ. Точно также должно отнять и вѣсъ воздуха, вытѣсненнаго гирями. Ихъ вѣсъ $= 0,2096$ килогр., следовательно, если плотность латуны $= 8,5$, объемъ ихъ $= 0,0247$. Среднее давленіе воздуха было $H_0 = 755,9$ мм., но температура воздуха вѣсовъ не указала и ее (гипотеза 3) мы принимаемъ $= 15^{\circ}$ Ц. Тогда, допуская 70% влажности ($h = 8,87$), вѣсъ литра воздуха $= 1,2147$ гр. и следовательно вѣсъ воздуха, вытѣсненнаго гирями $= 0,0300$ грамма. Поэтому вѣсъ цилиндра въ водѣ, предполагая взвѣшивание въ пустотѣ, равенъ

$$209,585 - 12,7490 - 0,0300 = 196,8060 \text{ гр.}^3$$

Возможная въ этомъ числѣ погрѣшность не менѣе $\pm 0,06$ гр. Погрѣшность эту я увеличилъ сравнительно съ погрѣшностію ($\pm 0,045$ гр.), наблю-

¹⁾ Брохъ (l. c. pag. 134) принялъ 1,29348.

²⁾ Въ выпискѣ на 1 страницѣ 20 количество свинцовой дроби разсчитано близкимъ къ 0,7 килогр., если для латуны уд. вѣсъ 7,62. Вѣроятно предположить, что дробь была гораздо меньше, напр., 0,4 кило. Тогда средний уд. вѣсъ x получится изъ равенства $\frac{11,1}{8,5} + \frac{0,4}{11} = \frac{11,5}{x}$ и x будетъ около 8,52.

денною при взвѣшиваніяхъ, по той причинѣ, что 3 гипотезы, къ которымъ пришлось прибѣгнуть, очевидно, должны ее увеличивать.

Вѣсъ цилиндра въ воздухѣ опредѣлялся 53 раза и средній припой полученный результатъ, переведенный въ граммы, былъ

11475,1037 гр.

Наибольшія отклоненія при взвѣшиваніяхъ достигали $\pm 0,046$ гр. Ни Гино-Траллесь, ни Брохъ не дѣлаютъ поправки на вѣсъ вытѣсненнаго воздуха, считая, что въ цилиндрѣ находится такой же воздухъ, какъ и внѣ его, и что латунь цилиндра и гирь одинакова по удѣльному вѣсу. Но такъ какъ въ цилиндрѣ была отчасти свинцовая дробь, то объемъ его долженъ былъ быть немого меньше, чѣмъ гирь. Если предположить средній уд. вѣсъ гирь $= 8,5$, а цилиндра 8,55, то объемъ послѣдняго былъ меньше объема гирь на 0,0195 литра, т. е. вѣсъ больше, примѣрно, на 0,023 гр. Эта поправка, если бы ее сдѣлать, сама по себѣ мало измѣнила бы результатъ, но ее еще должно уменьшить, потому что внутренній воздухъ цилиндра отъ осѣвшей въ немъ влаги долженъ быть считаемъ болѣе легкимъ (влажнымъ), чѣмъ воздухъ окружающаго пространства. Все это не даетъ права вводить какія-либо точныя поправки, но заставляетъ только увеличить погрѣшность возможную при взвѣшиваніи. Поэтому вѣсъ цилиндра въ пустотѣ мы оставляемъ тотъ, какой найденъ выше, но возможную его погрѣшность принимаемъ $\pm 0,06$, какъ и при взвѣшиваніи въ водѣ.

Такимъ образомъ, въ пустотѣ, вѣсъ воды, вытѣсненной цилиндромъ, должно принять равнымъ: 11475,1037 — 196,8060 гр. или 11278,2977 грам. ²⁾ Возможную погрѣшность этого числа я считаю $\pm 0,06 \sqrt{2} = \pm 0,085$ гр.

Удѣльный вѣсъ воды при 0°,3 Ц. Гино-Траллесь принимаютъ $= 0,999872$ (считая при наибольшей плотности $= 1$), Брохъ принимаетъ 0,999900, а формула, приведенная въ началѣ изложенія (стр. 9), даетъ 0,999892. Это послѣднее число мы и принимаемъ, а потому вѣсъ, въ пустотѣ, воды при 4° (при наибольшей плотности), вытѣсненной цилиндромъ, имѣющимъ объемъ при 0°,3 Ц. $= 11,2799 = 0,0003$ куб. дец., равенъ:

11279,516 грам. $\pm 0,085$ гр.

Вѣсъ же одного дециметра воды въ пустотѣ при 4° равенъ

999,966 граммъ.

Вѣроятная погрѣшности этого числа, повидимому, не велика, не болѣе $\pm 0,03$ гр. Но не должно забывать, что мы не имѣемъ никакого понятія ни о степени чистоты примѣненной воды, ни о количествѣ влаги, песочистыно осѣдавшей на внутреннихъ стѣнкахъ цилиндра при его погруженіи въ воду, окруженную таящимъ льдомъ, и лишь малое понятіе о мѣрѣ испаренія осѣ-

²⁾ Гино-Траллесь даютъ вмѣсто того 11,269:387 условныхъ единицъ, а Брохъ рассчитываетъ 11,269370 единицъ или 11278,311 грамъ. Это послѣднее число отличается отъ полученнаго мною только на 0,013, т. е. разность владеть въ предѣлѣ возможныхъ погрѣшностей, такъ что вся равность въ окончательномъ выводѣ зависитъ отъ совокупности малыхъ разностей въ поправкахъ и мало измѣняетъ выводъ Броха.

шей воды при взвѣшиваніи цилиндра въ воздухѣ. Поэтому истинный вѣсъ куб. дец. воды при 4° , въ пустотѣ, едва ли можно считать опредѣленнымъ изъ опытовъ Гино съ большою точностію, чѣмъ до дециграмма, тѣмъ болѣе, что о приготовленіи воды, служившей для изслѣдованія, у Траллеса совершенно не упомянуто, однако же, безъ особой осторожности перегрѣванная вода, часто представляетъ уд. вѣсъ до 1,0002, если чистая = 1. Однако, во всякомъ случаѣ эти опредѣленія безспорно гораздо точнѣе, чѣмъ Шукбура-Кетера, не только судя по числу измѣреній, но и по объему цилиндра.

III. Изслѣдованія профессора (сперва въ Казанскомъ Университетѣ, а потомъ въ Главномъ Педагогическомъ Институтѣ въ С.-Петербургѣ) и академика Купфера надъ вѣсомъ куб. дюйма воды представляютъ несомнѣнный успѣхъ въ отношеніи къ многимъ частностямъ, напр., давленія и температуры опредѣлены имъ по приборамъ, специально изобрѣннымъ, переходъ отъ протогипсовъ къ разноразъ погружаемымъ тѣлѣмъ и ихъ вѣсамъ — описанъ такъ, что не остается никакихъ сомнѣній; на чистоту воды Купферъ обратилъ большое вниманіе и, что очень важно, всѣ полученныя числа публиковалъ. Объ одномъ лишь можно сожалѣть: въ работѣ Купфера взяты были очень жалкіе цилиндры, особенно первый (396 куб. с.); поэтому данныя для большаго цилиндра (818 к. с.) заслуживаютъ особаго предпочтенія.

Какъ и опредѣленія Шукбура и Гино, изслѣдованія Купфера производились изъ-за желанія (имѣя совершенно оставленный) связать между собою единицы длины и вѣса, а именно послѣднія опредѣлить, исходя изъ первыхъ. Производились они въ концѣ 30 тх годовъ текущаго столѣтія при комиссіи, образованной бывшимъ тогда министромъ финансовъ гр. Е. Ф. Канкринимъ, и полученный результатъ, какъ указано въ началѣ статьи, вошелъ въ законъ. Если принять, какъ вывелъ Купферъ, что кубич. дюймъ воды при $13\frac{1}{2}^{\circ}$ R вѣситъ въ безвоздушномъ пространствѣ 368,361 долей рус. фунта. (= 16,36898 грамма), то по эквивалентамъ, указаннымъ выше (стр. 6) и принятымъ при $13\frac{1}{2}^{\circ}$ R. (= $16\frac{2}{3}^{\circ}$ C.) уд. вѣсъ воды (стр. 9) равнымъ 0,998890, получимъ вѣсъ куб. дециметра воды 4° въ пустотѣ равнымъ 999,946 грамм. Примѣчательно большое сходство этого вывода съ тѣмъ, который вытекаетъ изъ опредѣленій Гино. На, выводъ Купфера нельзя считать достовернымъ, то есть соответственнымъ съ истинными результатами его опытныхъ изслѣдованій, не только потому, что онъ пользовался не вполне точными данными для вѣса воздуха, но и потому, что въ расчетахъ Купфера вкралась вѣкоторая другія погрѣбности и онъ бралъ среднее изъ опытныхъ свѣдѣній, явно представляющихъ весьма неодинаковую степень точности. Поэтому далѣе вновь пересчитано все то, что относится до взвѣшиваній Купфера, оставляя въ первоначальномъ надѣ все, что касается до измѣренія объема, потому что въ этой части работъ Купфера я не нашелъ ни одного упущенія, могущаго явно измѣнить результатъ. Полный отчетъ о разсмотрѣнномъ изслѣдованіи помѣщенъ во второмъ томѣ Travaux de la Commission pour fixer les mesures et les poids de l'Empire de Russie. Rédigés par A. Th. Kupffer, membre de cette Commission et académicien. Tome II. St.-Petersbourg. 1841 pag. 1—335.

Для линейныхъ измѣреній цилиндровъ служило помѣщеніе ихъ въ железнаго положенія (измѣняемое соответственными винтами) между двумя при-

наши, способными къ продольному движению и приближая закругленные (по большому радиусу шара) концы и дѣленія на латуновой линейкѣ, прикрѣпленной къ верхней сторонѣ каждой призмы. Отчеты неподвижными микроскопами на этихъ линейкахъ при двухъ положеніяхъ призмъ даютъ размѣры цилиндра, причѣмъ въ одномъ положеніи закругленные концы прямо соприкасаются другъ къ другу, нажимаваясь опредѣленнымъ грузомъ, а въ другомъ положеніи при томъ же надавливаніи между закругленными концами помѣщается измѣренная часть цилиндра. Сличеніе дѣленій на линейкахъ съ измѣренными концами прототиповъ и между собою, тождество матеріала литеею и цилиндровъ, поправки на возможную кривизну постановки этихъ цилиндровъ, расчетъ по измѣреніямъ стенови коничности цилиндровъ, пользованіе показаніями термометровъ и т. п. части изслѣдованія, судя по описанію его, произведены со введеніемъ многихъ новыхъ приемовъ и должны быть разсчитаны весьма желательны въ саомъ жуурналѣ Купфера, представляющаго се мало спеціальнаго интереса. Въ результатѣ получены, послѣ всѣхъ введенныхъ поправокъ, слѣдующіе объемы.

Малый цилиндръ (pag. 133): 24,47753 куб. дюйм. | при $16\frac{2}{3}^{\circ}$ C. или
 Большой » (pag. 250): 49,89931 » » | » $13\frac{1}{2}^{\circ}$ R. = 62° F.

Хотя Купферъ прямо не упоминаетъ, къ какой температурѣ относятся эти объемы, но не подлежитъ сомнѣнію, что нельзя принять иную темпер. кромѣ 62° F. или $13\frac{1}{2}^{\circ}$ R. или $16\frac{2}{3}^{\circ}$ C., потому что исходомъ для всѣхъ сличеній служилъ прѣдъ Кетера, измѣренный въ отношеніи къ указанной температурѣ. Здѣсь, конечно, является сомнѣніе о тождествѣ состава, а слѣд. и расширеній латуновыхъ линейкъ Купфера и прѣда Кетера, но, во-первыхъ, расширеніе сплавовъ подобныхъ тѣмъ, изъ коихъ приготовляются въ Англіи образцовыя прѣды, мало отличается отъ расширенія латуны, во-вторыхъ, то и другое не опредѣлено, а потому нельзя ввести поправки, и въ третьихъ, температуры, при которыхъ Купферъ производитъ свои сравненія вѣрѣ длины, мало удаляются отъ 62° F. = $13\frac{1}{2}^{\circ}$ R., такъ что если бы и пришлось дѣлать температурныя поправки длинъ, то онѣ при малости разбросъ цилиндровъ впахи бы, вѣроятно, въ предѣлахъ такихъ малыхъ частей дюйма, которыя не наблюдались при измѣреніи цилиндровъ.

Если же вышеуказанные объемы цилиндровъ должно относить къ $16\frac{2}{3}^{\circ}$ C., то принявъ средній коэф. кубическаго расширенія латуны на 1° C. равнымъ 0,000056 (Физо, Маттиссенъ), получимъ, что на каждый градусъ Цельсія должно вводить поправку:

для объема малого цилиндра 0,00135 куб. дюйм.

» » большаго » 0,00279 » »

Въ отношеніи къ стенови точности опредѣленія объемовъ, жуурналъ Купфера даетъ право заключить, что въ принятыхъ для расчета среднихъ величинахъ линейныхъ разбросовъ погрѣшность была не болѣе $\frac{2}{3}$ микроновъ. Такъ напр. (pag. 128) средняя длина малого цилиндра, полученная при измѣреніи чрезъ 6 равно отстоящихъ точекъ окружности, получилась равною 79,97200 мм. Та же средняя длина чрезъ шесть промежуточныхъ точекъ = 79,97076, въ среднемъ изъ обеихъ опредѣленій: 79,97138. Новое же опредѣленіе чрезъ всѣ 12 точекъ окружности дало 79,96801, указанная на то, что погрѣшность доходитъ до 0,00337 милл. Въ другихъ подобныхъ слу-

часть встрѣчаются лишь подобныя же уклопенія. Въ общемъ среднее въ линейныхъ измѣреніяхъ должно призвать къ некоторому уменьшенію погрѣшности, но во всякомъ случаѣ она едва ли менѣе 0,0025 мм. или $\Delta = 0,0001$ дюйма. Диаметръ и высота цилиндровъ были почти одинаковы, назовемъ ихъ чрезъ d . Объемъ разсчитывался по формулѣ $v = \frac{\pi}{4} d^3 = 0,7854 d^3$. Если въ d была погрѣшность $\pm \Delta$, то $v \pm x = 0,7854 (d \pm \Delta)^3$ или почти: $v \pm x = 0,7854 d^3 \pm 0,7854 \cdot 3d^2 \Delta$, т. е. погрѣшность объема $\pm x = \pm 0,7854 \cdot 3 \cdot d^2 \Delta = \pm 2,76 d^2 \Delta$, а такъ какъ $\Delta = 0,0001$, то возможная, едва-ли даже не наибольшая, погрѣшность въ объемѣ:

$$\begin{aligned} \text{малаго цилиндра} &= \pm 0,0023 \text{ куб. дюйма} = \frac{1}{10500} \\ \text{большаго } &= \pm 0,0037 \text{ } > > = \frac{1}{13500} \end{aligned}$$

Разсчитать это показываетъ, наирѣдѣе, что въ шлюхѣ Купфера «куб. дюймъ воды при $13\frac{1}{5}^{\circ}$ R. въ пустой вѣсѣтъ 368,361 долей фунта» можетъ заключаться погрѣшность по крайней мѣрѣ въ $\pm 0,027$ доли, а при опредѣленіи вѣса куб. дцл. воды $\pm 0,074$ грам. Этого соображенія достаточно для того, чтобы при разсчетѣ взвѣшиваній не входить въ тщательный разборъ малыхъ долей вѣса, напр. тысячныхъ частей доли фунта.

Для взвѣшиваній употреблялись фунты и ихъ подраздѣленія, какъ русскій, такъ и австрійскій; она предварительно со всѣми возможными предосторожностями (двойнымъ взвѣшиваніемъ) сравнены между собою, со своими подраздѣленіями и съ тѣмъ-русскимъ фунтомъ, который окончательно быть принятъ. Всѣмъ явно показывали сотыя части долей русского фунта (0,01 доли = 0,00044 грам.). Всѣ дальнѣйшія данныя даны въ доляхъ русского фунта и затога въ дѣло и служившаго верномъ, что и означено буквою d .

При взвѣшиваніи цилиндровъ въ воздухѣ прихвѣлялось переключиваніе, по Гаусу, и отвѣчалось давленію, показанія барометра и температуры по исправленнымъ (на калибръ и положеніе 0°) термометрамъ. При взвѣшиваніи цилиндровъ въ водѣ, на правомъ плечѣ сперва вѣсѣшивалась подставка съ цилиндромъ, погружаемая въ воду, и на лѣвомъ накладывался грузъ необходимый для равновѣсія, вѣтъкъ, грузъ этотъ оставался на вѣсахъ, а цилиндръ снимался съ подставки, на правое же плечо прибавлялись гири, которыя и опредѣляли вѣсъ цилиндра въ водѣ. Взвѣшиванія въ водѣ и въ воздухѣ слѣдовали другъ за другомъ въ перемежку, потому что нечетныя, начиная съ 1-го, взвѣшиванія были въ воздухѣ, а четныя въ водѣ, и только въ немногихъ случаяхъ этотъ порядокъ нарушался. Въ каждомъ взвѣшиваніи производилось 2—5 разъ повторенія, и дальѣ приводятся лишь средніе результаты. Удѣльный вѣсъ гирь 8,51, если вода при $13\frac{1}{5}^{\circ}$ R = 1 (слѣд. 1 куб. дюймъ гирь вѣсѣтъ 3134 дол.).

Средніе результаты четырехъ рядовъ взвѣшиваній малаго цилиндра въ воздухѣ:

Рядъ.	Барометр.	Температура воздуха.	Разность погр.	Средній вѣсъ въ доляхъ русского фунта.
I.	29 ^o , 68(12 ^o ,5 R.)	12 ^o ,42 R.	3 ^o ,45 R.	10543,8434 d
III.	29 ^o ,895(13 ^o ,8 R.)	13 ^o ,30 R.	3 ^o ,30 R.	тоже, 8171 d
V.	30 ^o , 03(14 ^o ,5 R.)	14 ^o ,25 R.	3 ^o ,40 R.	тоже, 8426 d
VIII.	29 ^o , 61(14 ^o ,2 R.)	13 ^o ,30 R.	3 ^o ,23 R.	тоже, 9026 d
Среднее.	29 ^o ,804(13 ^o ,75R.)	13 ^o ,32 R.	3 ^o ,345 R.	10543,8514 d

Изъ этихъ данныхъ (считая шкалу барометра латунною) получаемъ средній вѣсъ литра воздуха ($H_0 = 754,93$ мм., $h = 8,3$ мм., $t = 16^{\circ},65$ C.) = 1,2154 грамма или сред. вѣсъ куб. д. воздуха = 0,44823 дола. Объемъ цилиндра = 24,178 куб. д., а объемъ гирь = 3,365 куб. д., а потому вѣсъ малого цилиндра въ пустотѣ

$$10543,8514 + 0,44823 (24,178 - 3,365) = 10553,1804 \text{ д.}$$

Купферъ нашелъ 10553,3530, потому что руководился при опред. вѣса воздуха данными Бу и Араго, которыя выше дѣйствительныхъ, по разность числа полученнаго Купферомъ отъ дѣйствительнаго такъ мала (около одной стотысячной доли всего вѣса), что отъ этого результатъ долженъ мало измѣниться.

Вѣсъ въ воздухѣ того же самаго малого цилиндра былъ опредѣленъ Купферомъ позднѣе еще разъ (pag. 314, рядъ XVIII). Получены слѣд. данныя: барометръ $29",43$ ($14^{\circ},2$ R), температура $13^{\circ},9$ R., психрометр. разность $2^{\circ},8$ R., вѣсъ въ воздухѣ = 10543,8113, вѣсъ въ пустотѣ (вѣсъ литра воздуха = 1,1866 гр. или 1 куб. д. = 0,43762 д.) = 10552,9195 д. Вѣсъ очевидно убавился. А какъ какъ въ эпоху этого новаго взвѣшиванія было произведено нѣсколько взвѣшиваній въ водѣ, то мы будемъ пользоваться для первой эпохи вѣсомъ 10553,18 д., а для второй 10552,92 д. Эти разныя эпохи опредѣляются въ изслѣдованіи Купфера не только удаленіемъ по времени, но и тѣмъ, что въ первую эпоху для взвѣшиванія служила перегнанная вода, не вполне очищенная, не выдерживавшая пробы Вонздорфа ¹⁾ и дающая съ азотносеребряною солью слабую муть, тогда какъ во вторую эпоху Купферъ пользовался водою, приготовленною для этой цѣли академ. Фрише и Гессомъ и выдержавшею пробу Вонздорфа. Поэтому даже мы отличаемъ тѣ взвѣшиванія, которыя сдѣланы съ этою послѣднею водою, ставя знаки: Ф, если вода была отъ Фрише или Г—когда отъ Гесса.

Вѣсъ малого цилиндра въ первоначально взятой водѣ (число взвѣшиваній во всѣхъ рядахъ = 4):

Ряды.	
II	1645,8968 д при $12^{\circ},75$ R. (стр. 199)
IV	1646,2716 д • $12^{\circ},92$ R. (• 203)
VI ²⁾	1646,9293 д • $13^{\circ},41$ R. (• 207)
VII	1646,4746 д • $13^{\circ},16$ R. (• 209)
IX	1646,6569 д • $13^{\circ},26$ R. (• 212)
X	1646,8933 д • $13^{\circ},57$ R. (• 214)
XI	1646,3433 д • $13^{\circ},13$ R. (• 216)
Среднее ³⁾	1646,4951 д • $13^{\circ},17$ R.

¹⁾ Проба Вонздорфа производилась по Купферу такъ (pag. 305): на поверхность испытуемой воды бросаютъ небольшое количество легкиихъ свинцовыхъ стружекъ (опилокъ). Если вода чиста, свинецъ быстро оседаетъ и падаетъ на дно, какъ бы утекая внизъ. Если вода не чиста, такого явленія не происходитъ.

²⁾ Начиная отъ этого наблюденія приводится показанія барометра и воздушнаго термометра, но такъ какъ поправки для воздуха, вычисленнаго гирами, малы (ихъ объемъ 0,525 куб. дюйма), то я не воспроизвожу этихъ данныхъ и исправляю средній результатъ, принимая, какъ получено выше, вѣсъ куб. дюйма воздуха = 0,44823.

³⁾ Для малого цилиндра данныя Купфера не только въ томъ отношеніи заслуживаютъ менше довѣрія, сравнительно съ числами для большаго цилиндра,

Если изъ этого средняго числа вычесть вѣсъ воздуха, вытѣсненнаго горячи (0,2353 d), то получится вѣсъ цилиндра въ водѣ, который былъ бы въ пустотѣ, а именно (отбрасывая тысячныя и десятитысячныя части долей, какъ мало достоянныя) 1646,26 d , при 13°,17 R. Вѣсъ въ пустотѣ = 10553,18 d , слѣд. вѣсъ въ пустотѣ вытѣсненной воды = 8906,92 d , объемъ же цилиндра при 13°,17 R. или 16°,41 Ц. равенъ 24,17753 — 0,00135 (16 $\frac{2}{3}$ — 16,41) = 24,1772 куб. дюйм., а потому въ пустотѣ вѣсъ куб. дюйма воды = 368,4016 при 13°,17 R. или 16°,41 Ц. Следовательно, при 13 $\frac{1}{2}$ ° R. или 16°,67 Ц. вѣсъ этотъ будетъ 368,386 долей ¹⁾. Купферъ же вывелъ изъ этихъ данныхъ 368,396 d .

Во вторую эпоху своихъ изслѣдованій, получивъ вновь приготовленную воду, Купферъ сдѣлалъ также нѣсколько взвѣшиваній малаго цилиндра въ водѣ и получилъ:

Стр.	Рядъ.	Темпер. воды.	Вѣсъ въ доляхъ фунта.	Число взвѣсъ.
308	XV	13°,07	1646,6766 Ф.	4
313	XVII	13°,35	1646,8280 Ф.	4
320	XX	13°,32	1646,7512 Г.	4
325	XXIII	12°,07	1645,5304 Г.	4
Среднее		12°,95 R.	1646,4466 d	

Сдѣлавъ поправки на вѣсъ воздуха, вытѣсненнаго горячи, получаемъ въ среднемъ 1646,21 d , что должно вычесть изъ 10552,92 d , чтобы получить вѣсъ въ пустотѣ воды, вытѣсненной цилиндромъ при 12°,95 R. = 16°,19 Ц. Онъ = 8906,71 d , а объемъ цилиндра при этой температурѣ ²⁾

что объемъ перваго слишкомъ вдвое меньше, чѣмъ втораго, но особенно потому, что здѣсь нѣтъ строгости взвѣшиваній, существующей для большаго цилиндра, а именно въ зависимости вѣса отъ температуры. Вообще, вѣсъ латунаго предмета въ водѣ выше 10° долженъ правильно и притомъ ускоренно возрастать съ уменьшеніемъ t (такъ это есть для большаго цилиндра), потому что вода расширяется болѣе, чѣмъ латунь, и съ уменьшеніемъ t все сильнѣе, а здѣсь этого нѣтъ, напр. при 13°,41 (VI) вѣсъ 1646,93 болѣе, чѣмъ при 13°,57 (X), когда получено 1646,89. Разности, конечно, не велики, но по-первымъ, и такихъ нѣтъ въ болѣе строгихъ данныхъ того же Купфера, а во-вторыхъ, эти небольшія неточности взвѣшиваній наводятъ сомнѣнія на точность результатовъ, такъ какъ даютъ поводъ подозрѣвать присутствіе пузырьковъ воздуха, о которыхъ мы даже говоримъ подробно.

¹⁾ Можно было бы идти и инымъ путемъ (подобнымъ тому, которымъ пользовался Купферъ), чтобы получить вѣсъ куб. дюйма воды при 13 $\frac{1}{2}$ ° R., а именно совокупить данныя лишь для близкаго температуры и отыскать такимъ способомъ число, отвечающее 13 $\frac{1}{2}$ ° R. Такъ ряды II и IV даютъ при 12°,83 R. 1646,0841, ряды VII и XI при 13°,14 R. 1646,4090 и ряды VI, IX и X при 13°,41 R. 1646,8265. Зависимость отъ температуры при этомъ получается почти прямолинейная, а именно: вѣсъ = 1646,25 + 1,07 ($t - 13$) + 0,86 ($t - 13$)². Это даетъ для 13 $\frac{1}{2}$ ° вѣсъ 1646,70, а въ пустотѣ 1646,47 d , а потому вѣсъ воды 8906,71 d , т. е. вѣсъ 1 куб. дюйма въ пустотѣ при 13 $\frac{1}{2}$ ° R. = 368,388 d . Это число настолько близко къ вышеполученному, что нѣтъ повода предпочитать одинъ способъ другому. Въ наблюденіяхъ же, описываемыхъ встѣхъ за снѣгъ, способъ этотъ очевидно неприменимъ, не только потому, что наблюденій мало, но и потому, что зависимость отъ температуры тамъ уже представляеть явныя непрямолинейности.

²⁾ Купферъ держится другаго способа расчета, а именно по даннымъ для разныхъ температуръ находитъ интерполированіемъ, прибѣгая къ способу

24,17108 куб. дюйм., поэтому весь въ пустотѣ кубическаго дюйма воды при $12^{\circ},95 \text{ R.} = 368,4802 \text{ } \rho$, а при $13\frac{1}{2}^{\circ} \text{ R.}$ этотъ весь $= 368,457 \text{ } \rho$; по этому среднему числу нельзя придавать значенія, такъ какъ въ рядахъ первомъ и послѣднемъ замѣчаемъ неправильность температурной перемены всего сравнительно съ двумя средними рядами. Вслѣдствіе этого я взялъ лишь числа двухъ среднихъ рядовъ (XVII и XX), близкихъ къ $13\frac{1}{2}^{\circ} \text{ R.}$; они даютъ въ среднемъ, что при $13^{\circ},335 \text{ R.}$, т. е. почти при нормальной температурѣ (62° F.), весь къ водѣ $= 1646,7891 \text{ } \rho$, а по исправленію на весь воздуха, вытѣсненнаго сираки, $1646,55 \text{ } \rho$, объемъ $= 24,17753 \text{ куб. д.}$, весь въ пустотѣ $10552,92 \text{ } \rho$, а потому весь куб. дюйма въ пустотѣ при $13\frac{1}{2}^{\circ} \text{ R.} = 368,374$. Это число я считаю болѣе достовернымъ не только по причинѣ схода ряда, но и потому, что для болѣе чистой воды получился меньшій весь, какъ и слѣдовало ждать. Это число близко къ выведенному Куфферомъ изъ предшествующихъ данныхъ, а именно изъ нихъ онъ вывелъ при $13\frac{1}{2}^{\circ} \text{ R.}$ 368,380. И у него получилось число меньшее, чѣмъ для воды не чистой (368,396). Но разности столь малы, что здѣсь видно, насколько выводъ изъ опыта зависитъ отъ способа расчета. Притомъ объемъ цилиндра малъ и число опредѣленій невелико, а потому всѣ числа полученные для малого цилиндра непринимаются мною въ окончательномъ выводѣ, особенно въ виду того, что по строгости результатовъ большаго доверія заслуживаютъ излагаемые далѣе данныя для большаго цилиндра.

Большой цилиндръ взвѣшивался Куфферомъ также какъ и малый многократно въ воздухѣ и перегнанной водѣ, менѣе и болѣе чистой. Средніе результаты всѣхъ взвѣшиваній этого цилиндра далѣе изложены и рассчитаны почти также, какъ и для малого цилиндра, но мнѣ кажется полезнымъ для большаго цилиндра развить нѣкоторыя подробности.

Вся въ воздухѣ большаго цилиндра въ первую эпоху (когда бралась менѣе чистая вода) суть:

Рядъ.	Стр.	Барометръ.	Темпер. воздуха.	Похром. разность.	Средній весь.	Число взвѣш.
I.	275	$29^{\circ},81(0^{\circ})$	$12^{\circ},30 \text{ R.}$	7	25560,9612 ρ	(10)
III.	280	$29^{\circ},77(0^{\circ})$	$13^{\circ},45 \text{ R.}$	$3^{\circ},17 \text{ R.}$	25561,0171	(5) ²⁾
V.	284	$29^{\circ},98(0^{\circ})$	$12^{\circ},30 \text{ R.}$	$3^{\circ},61 \text{ R.}$	25560,8851	(5)
VIII.	289 ¹⁾	$29^{\circ},97(0^{\circ})$	$12^{\circ},20 \text{ R.}$	$2^{\circ},80 \text{ R.}$	25560,0791	(5)
X.	293	$30^{\circ},45(0^{\circ})$	$13^{\circ},30 \text{ R.}$	$3^{\circ},00 \text{ R.}$	25560,4155	(5)

Послѣ того, какъ получена была отъ гг. Фрише и Гесса болѣе чистая перегнанная вода, взвѣшиванія большаго цилиндра въ воздухѣ дали:

XIV.	307	$29^{\circ},90(0^{\circ})$	$13^{\circ},40 \text{ R.}$?	25560,7482	(5)
------	-----	----------------------------	----------------------------	---	------------	-----

наим. квадратовъ, весь къ водѣ при $13\frac{1}{2}^{\circ} \text{ R.}$ и все относить къ этой одной температурѣ. Этотъ приемъ былъ бы очень правильнымъ, если бы температуры воды были то выше, то ниже указанной, но такъ какъ во всѣхъ 11-ти рядахъ только три раза встрѣчаются температуры выше $13\frac{1}{2}^{\circ} \text{ R.}$, то приемъ Куффера представляется мало выгоднымъ, напоминая эксплозирваніе.

¹⁾ Взвѣшиванія рядовъ VIII и X произведены спустя нѣсколько мѣсяцевъ послѣ предшествующихъ (pag. 300). Куфферъ рассчитывалъ эти два ряда отдѣльно отъ другихъ, но я не вижу на то достаточной причины.

²⁾ При взвѣшиваніяхъ были на этотъ разъ взяты австрійскіе грамы и фунты, и при переводѣ въ доли русскаго фунта сдѣлана ошибка или произошла опечатка, потому что 1 ф. австр. + 1 ф. русск. = 2280,2879 грановъ австр. = 0,06div = 2 ф. 74 дол. 25,0171 дол., а не 2 ф. 74 дол. 35,0171 дол. какъ напечатано.

Въ этомъ взвѣшиваніи не видно измѣненій, превосходящихъ погрѣшности наблюдений, а потому беремъ общее среднее, причемъ упругости паровъ разсчитана по общей средней температурѣ и проценту насыщения (а именно 61%), полученному изъ 4-хъ данныхъ показаній психрометрической разницы. Такихъ образомъ, какъ средний шнуръ, получается: $H_0 = 29'08 = 761,48$ милии.; $t = 12^{\circ},825$ Р. $= 16^{\circ},03$ С.; средняя упругость водянаго пара (считая средній процентъ насыщения $= 61\%$) $h = 8,26$ мм.; средний вѣсъ въ воздухѣ: $25560,7844$ д. Отсюда вычисляется вѣсъ литра воздуха $= 1,2205$ гр. или вѣсъ его куб. дюйма $= 0,4501$ дол., объемъ гирь $= 8,156$ куб. дюйм., а такъ какъ объемъ цилиндра при $16^{\circ},03$ Ц. $= 49,898$ куб. дюйм., то вѣсъ цилиндра въ пустотѣ $= 25579,5725$ д.

По расчету Купфера вѣсъ этотъ вычислялся изъ опыта отъ $25580,7751$ до $25580,5302$; причина разности отъ нашего расчета зависитъ отъ того, что по прѣся Купфера вѣсъ воздуха не былъ еще такъ точно взвѣшенъ, какъ нынѣ, принимался же (по Вив и Арасо) выше дѣйствительности.

Взвѣшиваніи большого цилиндра въ водѣ произведены Купферомъ въ 12 рядахъ, изъ которыхъ всякій содержалъ по 4 взвѣшиванія (только по II рядѣ было 3 взвѣшиванія), притомъ первыя 7 съ первоначально взятою водою, а 5 послѣднихъ съ болѣе чистою водою отъ гг. Фрише и Гесса. Тамъ и здѣсь и раслагаемъ наблюденія не въ томъ порядкѣ, въ какомъ они описаны, а по возрастающей температурѣ воды, чтобы ясно видѣть степень ея вліянія на получаемый результатъ. Хотя показаніе барометра приведено въ большинствѣ рядовъ, но все же не по всѣмъ и температура воздуха не дана, а потому истинный вѣсъ воздуха, вычисленнаго гирями, незначителенъ. Однако, можно полагать, что онъ былъ такой же, какъ при взвѣшиваніи цилиндра въ воздухѣ (1 куб. дюймъ $= 0,4501$ д.), потому что взвѣшиванія въ водѣ и въ воздухѣ перемежались, а погрѣшность отъ такого допущенія не можетъ быть значительною, потому что вѣсъ гирь (около 75 золот., или 7200 д.) былъ великъ, какъ и ихъ объемъ (около 2,298 куб. д.), а потому вся поправка ($= - 1,0343$ д) на вѣсъ воздуха, вычисленнаго гирями, невелика. Поэтому въ послѣднихъ столбцахъ введена во вѣсъ определенія одинаковая поправка $- 1,0343$ д.¹⁾ отбрасывая при этомъ тысячныя и десятитысячныя части долей фунта, такъ какъ убрѣнности въ ихъ точности быть не можетъ (0,001 д $= 0,044$ миллиграмма).

Вѣсъ большого цилиндра въ первоначально взятой водѣ:

Рядъ.	(На стр.)	Сред. вычисленн. вѣсъ въ доляхъ.	Сред. темпер. по Реом.	Истинный вѣсъ бол. цилиндра:
IX.	(291)	7196,5828	10°,92	7195,55 д.
XI.	(294)	7196,7538	11°,30	7195,72 "
IV.	(282)	7196,9345	12°,30	7195,92 "
II.	(378)	7197,4463	12°,52	7196,41 "
XII.	(296)	7200,4398	13°,45	7199,41 "
VI.	(285)	7201,6241	14°,02	7200,59 "
VII.	(287)	7202,0116	14°,29	7200,98 "

¹⁾ Купферъ поступалъ также, но вмѣсто 1,0343 д. у него принята поправка 1,0430 д.

Хотя съ возрастаніемъ температуры вѣсъ постепенно возрастаетъ, но при ближайшемъ изслѣдованіи этой зависимости вѣса отъ температуры замѣчаются неправильности, которыя становятся ясными уже изъ того, что при переходѣ отъ $11^{\circ},3$ R. къ $12^{\circ},3$ R. вѣсъ возросъ гораздо меньше, чѣмъ при переходѣ отъ $10^{\circ},9$ къ $11^{\circ},3$ или отъ $12^{\circ},3$ къ $12^{\circ},5$ R. ¹⁾ Чтобы дать себѣ вѣкоторый отчетъ о нормальномъ ходѣ измѣненія вѣса латунаго предмета, погруженнаго въ воду, съ переменною температурою, остановимся на задачѣ въ ея общихъ чертахъ.

Вѣсъ p латунаго, болѣе чѣмъ вода тяжелаго, тѣла, представляющаго объемъ $V_t = V_0 (1 + at + bt^2)$ (по даннымъ Физо даже въ предѣлѣ $0^{\circ} - 100^{\circ}$ Ц. не надо брать больше членовъ), гдѣ V_0 , a и b суть постоянныя, при погруженіи въ воду равняется его абсолютному вѣсу P , безъ V_t умноженнаго на вѣсъ одного объема вытѣсненной изъ воды, т. е.

$$p = P - V_0 (1 + at + bt^2) S_t,$$

гдѣ чрезъ S_t означенъ вѣсъ единицы объема воды при температурѣ наблюденія. Если же объемы тѣла и воды измѣряются такими единицами, напр., литрами или миллилитрами, которыя при удѣльномъ вѣсѣ воды, равномъ единицѣ, выражаются вѣсомъ равнымъ единицѣ (напр., килограмму или грамму), то S_t есть ничто иное какъ удѣльный вѣсъ воды, который мы будемъ считать эмпирически извѣстнымъ (стр. 9). Такъ какъ вѣсъ P и объемъ при 0° V_0 величины постоянныя при всѣхъ t , то температурная измѣненія зависятъ исключительно отъ произведенія $(1 + at + bt^2) S_t$. Латунь, по Физо, для температуръ (по Цельсію) близка къ обыкновенной, расширяется по уравненію, близкому къ

$$V_t = V_0 (1 + 0,000\ 053\ 37\ t + 0,000\ 000\ 03\ t^2).$$

А потому для:

Температуры	$1+at+bt^2$	S_t	$(1+at+bt^2)S_t$	Измѣненіе вѣса въ водѣ бол.	
				цѣл., считая отъ $16\frac{2}{3}^{\circ}$ Ц. или $13\frac{1}{2}^{\circ}$ R.	Въ доляхъ ф.
Реом. Цельс.				Въ граммахъ.	Въ доляхъ ф.
10° $12^{\circ},5$	1,000672	0,999484	1,000157	- 0,3016	- 6,79
12° $15^{\circ},0$	1,000867	0,999152	0,999959	- 0,1405	- 3,16
14° $17^{\circ},5$	1,000943	0,998750	0,999692	+ 0,0785	+ 1,77
16° $20^{\circ},0$	1,001079	0,998272	0,999349	+ 0,3579	+ 8,05
$13\frac{1}{2}^{\circ}$ $16\frac{2}{3}^{\circ}$	1,000598	0,998890	0,999788	0	0

Въ нашемъ частномъ случаѣ объемъ большаго цилиндра при 62° F. или $16^{\circ},67$ C. = 49,89931 куб. д. или 817,7080 куб. с., слѣд. $V_0 = 816,9744$. Очевидно, что абсолютная величина измѣненія вѣса цилиндра въ водѣ съ температурою будетъ независима отъ абсолютнаго вѣса P ²⁾, а потому въ предпоследнемъ столбцѣ разсчитано измѣненіе вѣса p , считая его при $16\frac{2}{3}^{\circ}$ Ц. = $13\frac{1}{2}^{\circ}$ R. равнымъ нулю ³⁾. Это измѣненіе будетъ въ граммахъ, а изъ послѣд-

¹⁾ Такія же неправильности замѣчаются и въ данныхъ для малаго цилиндра, но я предпочелъ ихъ рассмотреть для большаго цилиндра, потому что здѣсь предѣлъ измѣненія температуры болѣе широкъ и всѣ опредѣленія строгѣе.

²⁾ То есть $\frac{dp}{dt}$ независимо отъ P .

³⁾ Такъ какъ произведеніе $V_0 (1 + at + bt^2) S_t$ при $16^{\circ},67$ Ц. = 816,8004 граммамъ, то искомая величина при данной t будетъ равна этому числу безъ вышенаписаннаго произведенія, отвечающаго соответственной температурѣ.

нею столбца оно дано въ долях фунта. По числамъ послѣдняго столбца и температурамъ Реомюра я начертилъ кривую, по которой находилъ для всякой t разности вѣса отъ того, который долженъ отвѣчать $13\frac{1}{2}^{\circ}$ R., чрезъ что получалась возможность изъ наблюденныхъ чиселъ найти вѣсъ при $13\frac{1}{2}^{\circ}$ R. Такъ напр., при $10^{\circ},92$ R. получень вѣсъ 7195,35 δ , поправка, отвѣчающая этой температурѣ, около +5,12, слѣд. вѣсъ при $13\frac{1}{2}^{\circ}$ R. около 7200,47; изъ данныхъ для $12^{\circ},52$ такимъ же образомъ получаю около 7198,5, изъ данныхъ для $14^{\circ},29$ — около 7198,4. Такимъ образомъ оказалось, что наблюденія при $10^{\circ},92$ и $11^{\circ},30$ R. одни даютъ числа большія всѣхъ остальныхъ ¹⁾, всѣ же прочія даютъ очень сходные между собою результаты, показывая, по первымъ, что наблюденія Купфера произведены съ большою тщательностію, и во вторыхъ, что она косвенно подтверждаютъ существующія и нами приравненные свѣдѣнія о расширеніи латуни и воды. Тѣмъ не менѣе, мнѣ кажется, что для окончательнаго вывода нельзя ограничиться одними послѣдними рядами, а слѣдуетъ взять всѣ и разсчитать ихъ, не руководствуясь свѣдѣніями о расширеніи воды и латуни, а независимо, отъ иныхъ данныхъ. Чтобы найти по даннымъ опыта вѣсъ большого цилиндра въ водѣ, испробованъ разные приемы, я остановился на ниже описанномъ. Изъ двухъ сосѣднихъ рядовъ, отвѣчающихъ близкимъ температурамъ (IX и XI; IV и II, VI и VII), за изытіемъ ряда XII ($13^{\circ},45$ R.), для котораго вѣтъ близкаго по температурѣ, составляется слѣд. таблица:

При $11^{\circ},11$ R. вѣсъ хъ водѣ $p = 7195,53 \delta$
» $12^{\circ},31$ » . . . » = 7196,16 »
» $14^{\circ},15$ » . . . » = 7200,78 »

Эти числа отвѣчаютъ равенству:

$$p = 7198,05 + 2,726 (t - 13,33) + 0,714 (t - 13,33)^2.$$

Разсчитать этотъ слѣдѣтъ вовсе не для того, чтобы найти вѣсъ x при $13\frac{1}{2}^{\circ}$ R., а чтобы по каждому изъ данныхъ опыта находить вѣсъ x при $13\frac{1}{2}^{\circ}$ R., такъ какъ:

$$x = p - 2,726 (t - 13,33) - 0,714 (t - 13,33)^2$$

Въ слѣдующей таблицѣ слѣдѣтъ весь этотъ разсчетъ:

	p	Поправка $x-p$	x или вѣсъ при $13^{\circ},33$ R.
$10^{\circ},92$ R.	7195,35	+ 2,74	7198,09 δ .
$11^{\circ},30$ R.	7195,72	+ 2,59	7198,31 δ .
$12^{\circ},30$ R.	7195,92	+ 2,05	7197,97 δ .
$12^{\circ},52$ R.	7196,44	+ 1,74	7198,18 δ .
$13^{\circ},45$ R.	7199,41	- 0,34	7199,07 δ .
$14^{\circ},02$ R.	7200,59	- 2,22	7198,37 δ .
$14^{\circ},29$ R.	7200,98	- 3,26	7197,70 δ .
			Среднее 7198,24 δ .

¹⁾ Причина, по которой рядъ IX далъ вѣсточные результаты, становится отчасти понятною изъ того, что при разныхъ изытываніяхъ температура все время возрастала, т. е. не достигнуто было температурное равновѣсіе. Такъ, при четырехъ изытываніяхъ IX ряда (стр. 242) темпер. были: $10^{\circ},77$; $10^{\circ},91$; $10^{\circ},96$ и $11^{\circ},05$ R. Въ XI рядѣ температура постоянна ($11^{\circ},17$; $11^{\circ},33$; $11^{\circ},34$ и $11^{\circ},34$), но вѣсъ все время возрасталъ. Но такъ какъ тѣ же обстоятельства встрѣчаются и въ другихъ рядахъ, то я и не считалъ возможнымъ совершенно исключить данныя IX и XI рядовъ (какъ слѣдѣтъ Купфера).

Наибольшее уклонение 0,88 *д.*, сред. вѣроят. = 0,11 *д.* Такъ какъ вѣсъ въ пустотѣ равенъ 25579,57, то вѣсъ вытѣсненной воды = 18381,33 *д.* при 13 $\frac{1}{2}$ ° R. А такъ какъ объемъ большого цилиндра при этой температурѣ равенъ 49,89931 куб. д., то вѣсъ, въ пустотѣ, куб. дюйма первоначально взятой воды, при 13 $\frac{1}{2}$ ° R., равняется: 368,368 *д.* Если въ объемѣ приедемъ возможность погрѣшности = $\frac{1}{13500}$, а въ вѣсѣ $\frac{1}{27000}$, то наибольшая погрѣшность, могущая скопиться въ этожъ числѣ, будетъ $\frac{3}{27000}$ или около = 0,012 дол. ф.; по многочисленности же опредѣлений и ихъ согласію, надо думать, что найденное число не отличается отъ истины болѣе, чѣмъ въ тысячныхъ частяхъ долей фунта — по крайней мѣрѣ при сравненіи съ вѣсомъ болѣе чистой воды, вытѣсняемой тѣмъ же цилиндромъ.

Намъ остается теперь сообщить данныя Кунфера для большого цилиндра, полученные во вторую эпоху, при взвѣшиваніи въ болѣе чистой перегнанной водѣ, доставленной Фрише и Гессохъ. Число взвѣшиваній во всѣхъ рядахъ = 4, слѣдовательно всего 20 взвѣш.

Рядъ.	(Стр.)	Средній нажущійся вѣсъ въ водѣ.	Температ. по Реом.	Исправленный вѣсъ.
XXII.	(322)	7200,2738 (Г.)	12°,73	7199,24 <i>д.</i>
XIII.	(305)	7200,2628 (Ф.)	12°,79	7199,23 <i>д.</i>
XXI.	(320)	7202,4443 (Г.)	13°,65	7201,41 <i>д.</i>
XIX.	(316)	7202,8940 (Г.)	13°,84	7201,86 <i>д.</i>
XVI.	(310)	7203,1370 (Ф.)	13°,99	7202,10 <i>д.</i>

Эти вѣса болѣе чѣмъ съ первоначально взятой водою (стр. 31) т. е. вѣсъ воды меньше, чѣмъ прежней. Уже въ этомъ одножъ должно видѣть, что опредѣленія Кунфера составляютъ не малый шагъ впередъ сравнительно съ первоначальными изслѣдователями, которые не даютъ никакихъ доказательствъ чистоты воды и не даютъ чиселъ, могущихъ свидѣтельствовать о мѣрѣ подкисей, содержащихся въ ихъ водѣ. Здѣсь же прямо можно вывести, какъ мы далѣе и дѣлаемъ, удѣльный вѣсъ той воды, которая брахась первоначально. Мало того, Кунферъ часть послѣднихъ своихъ опредѣленій (стр. 312) слѣлалъ съ водою кипяченою, слѣдовательно лишенною раствореннаго воздуха. Оказалось однако, что отъ кипяченія вѣсъ замѣтно не измѣняется, чего и слѣдуетъ ждать, потому что можно утверждать (судя по наблюденіямъ, разсмотрѣннымъ яномъ въ сочиненіи «Изслѣдованіе водныхъ растворовъ по ихъ удѣльному вѣсу» 1887 г., стр. 383), что отъ насыщенія воздухомъ плотность воды измѣняется лишь въ миллионныхъ доляхъ уд. вѣса¹⁾.

¹⁾ Наблюденія Мале и Марена (въ Wiedem. Ann. XLIV, 1891, pag. 172), оправдываютъ мой выводъ показывая, что:

Температура по подород. терм.	Уд. вѣсъ воды чистой (безъ воздуха).	Уд. вѣсъ воды, содержащей (насыщ.) воздухъ.
0° Ц.	0,999 876 7	0,999 874 2
4° Ц.	1,000 000 0	996 8
10° Ц.	0,998 732 7	729 5
20° Ц.	0,998 233 9	0,998 233 5
30° Ц.	0,995 672 0	0,995 672 0

То есть около 30° Ц. разность нечезаетъ, а при обык. темпер. около 2 или 3 миллионныхъ.

Изъ предыдущихъ данныхъ, соединивъ два первыхъ (XXII и XIII), два послѣднихъ (XIX и XVI) и три среднихъ (XIII, XXI и XIX) опредѣленія, получаемъ:

$t = 12^{\circ},76$	$\rho = 7199,23$	$d.$
$\gg \gg 13^{\circ},43$	$7200,83$	\gg
$\gg \gg 13^{\circ},91$	$7201,98$	\gg

Отсюда:

$$\rho = 7200,59 + 2,391 (t - 13,33) + 0,007 (t - 13,33)^2$$

Такъ какъ отъ введенія поправки въ каждое отдѣльное число все же въ среднемъ для $13^{\circ},33$ R. получается число (7200,60) очень близкое къ 7200,59 $d.$, то я его и принимаю, какъ выводъ изъ указанного ряда опредѣленій для $13^{\circ},33$ R. Вычитая изъ вѣса цилиндра въ пустотѣ (25579,57), получаемъ что вѣсъ чистой воды, вытѣсненной при $13^{\circ},33$ R. большимъ цилиндромъ равенъ 18378,98 $d.$ Отсюда выводимъ:

1) что первоначально взятая вода (ея вѣсъ 18381,33 $d.$) имѣла плотность 1,000128 ¹⁾,

и 2) что кубическій дюймъ чистой воды при $13^{\circ},33$ R. въ пустотѣ вѣсиль 368,321 $d.$ ²⁾, и ч. объемъ цилиндра = 49,89931 куб. д.

Число это, по моему мнѣнью достовернѣе всѣхъ прочихъ чиселъ Купфера, потому что: 1) получено съ большимъ цилиндромъ, въ объемѣ котораго относительная погрѣшность конечно меньше, чѣмъ въ опредѣленіи объема малаго цилиндра, который далъ 368,374. Разность составляетъ однако $\frac{1}{6821}$

часть величины, но погрѣшности гораздо болѣе можно ждать въ данныхъ для малаго цилиндра, чѣмъ для большаго тѣмъ болѣе, что и число опредѣленій у послѣдняго значительнѣе и, что всего важнѣе, ходъ температурныхъ измѣненій правильнѣе, чѣмъ для малаго цилиндра (гдѣ вѣроятно были и пузырьки воздуха). 2) Вода здѣсь была действительно чистая и число, полученное для первоначальной воды (368,368 для больш. цилин., для малаго же 368,386) ясно показываетъ, что въ ней было въ растворѣ вѣщо, увеличивающее ея плотность. 3) Взвѣшиванія въ чистой водѣ большаго цилиндра и самое измѣреніе его объема произведены Купферомъ въ самомъ концѣ его изслѣдованій, а въ столь деликатныхъ измѣреніяхъ, какъ вышеописанные, приобрѣтеніе опытности всякаго рода несомнѣнно влѣзетъ на точность результата.

Принимая для изслѣдованій Купфера за достовернѣйшій выводъ число 368,321 $d.$, я долженъ сдѣлать два замѣчанія:

1) Для взвѣшиваній въ водѣ и воздухѣ Купферу служилъ исходомъ фунтъ, означаемый имъ буквою D, для окончательной же установки новаго узаконеннаго въ 1835 г. русскаго фунта служилъ «фунтъ Коммисіи», означенный

¹⁾ Еслибы подѣльсь составила соляная кислота, то этогъ уд. вѣсъ показывалъ бы содержаніе ея около 0,026%, потому что при увеличеніи содержанія HCl на 1%, плотность воды увеличивается приблизительно на 0,004944. («Изслѣд. водныхъ растворовъ по уд. вѣсу». Д. Менделѣевъ, стр. 345).

²⁾ Купферъ (стр. 333) выводитъ 368,338 $d.$; разность опредѣляется преимущественно тѣмъ, что вѣсъ въ пустотѣ у него получился болѣе истиннаго, а вѣсъ въ водѣ такъ же меньше нѣмного нѣмъ, чѣмъ по способамъ расчета, употребленнымъ мною.

буквою N . Десять взвѣшиваній (каждый разъ съ перекладываніемъ, по способу Гаусса) дали въ результатъ, что въ воздухѣ:

$$D = N + 0,0860 \text{ долей (l. c. pag. 332).}$$

2) Удѣльный вѣсъ фунта N , по отношенію къ водѣ при $13^{\frac{1}{2}}/_{\circ} \text{ R.} = 8,506$, а фунта $D = 8,33$, для подраздѣленій же его (т. е. золотниковъ и долей) 8,5. При сличеніи фунтовъ D и N наблюдево стояніе барометра 29,15 при 0° и температура воздуха $14^{\circ},5 \text{ R.}$ Кунферъ, сличая N съ D , не дѣлаетъ поправки на вѣсъ вытѣсненнаго ими воздуха, а исправляетъ только на 0,086 д., потому что во всѣхъ расчетахъ принимаетъ плотность всѣхъ гирь $= 8,51$. Такому приему нельзя отказать въ рациональности, потому что онъ упрощаетъ всѣ расчеты, такъ какъ вѣсъ воздуха при приближеніи D мало отличался отъ вѣса при сличеніи D съ N . Пусть, напр., дано, что большой цилиндръ въ воздухѣ вѣсаетъ 25561 дол. (это близко къ действительности) и притомъ вѣсъ куб. дюйма воздуха былъ 0,450 д. Истинный вѣсъ въ доляхъ имъ принимали, какъ и Кунферъ (въ отношеніи же вѣса воздуха, а объема его) $= 25561 - \frac{25561}{3134} \cdot 0,450 = 25557,32$ д. Здѣсь число 3134 есть вѣсъ куб. дюйма гирь, считая ихъ плотность $= 8,51$ по отношенію къ водѣ въ $13^{\frac{1}{2}}/_{\circ} \text{ R.}$ Разочтеть теперь (не вводя пока поправки на 0,086 д.), какой получится вѣсъ, если вмѣсто фунта D , взять фунтъ N ? Изъ данныхъ для сличенія ихъ видно, что при немъ вѣсъ куб. дюйма воздуха $= 0,434$ д. (такъ какъ $H_0 = 740,40$ мм., $h = 10,03$ мм. или $65^{\circ}/_{\circ}$, $t = 18^{\circ},12 \text{ Ц.}$, вѣсъ литра $e = 1,1781$), объемъ $N = \frac{9216}{368,3 \cdot 8,506} = 2,941$ куб. д., объемъ $D = \frac{9216}{8,33 \cdot 368,3} = 3,004$. Слѣдовательно (опять не обращая вниманія на разность 0,086 д., которую имъ примемъ во вниманіе впоследствии): $D - 0,434 \cdot 3,004 = N - 0,434 \cdot 2,941$, или истинный вѣсъ $D = N + 0,0273$ д. $= N \cdot 1,00000295$. Теперь поправимъ вѣсъ 25561 д. 1) сперва на вѣсъ воздуха, 2) потомъ на вѣсъ вытѣсненнаго фунта. Объемъ двухъ фунтовъ или 18432 д. $= 6,004$ куб. д., потому что приближлся фунтъ D ; объемъ остальныхъ 7129 д. $= \frac{7129}{368 \cdot 3,8 \cdot 5} = 2,278$ куб. д., весь объемъ гирь $= 8,282$ куб. д., слѣдовательно поправка на вѣсъ вытѣсненнаго воздуха 3,7268 д., слѣдовательно исправленный вѣсъ 25557,2731, но этотъ вѣсъ выраженъ въ фунтахъ D ; чтобы найти вѣсъ въ N , надо умножить на 1,00000295, чрезъ что и получаемъ вѣсъ 25557,35 д., который отличается отъ выше найденнаго всего на 0,02 д. Такая погрѣшность влечетъ за собою въ вѣсѣ куб. дюйма воды погрѣшность не болѣе 0,0004 доли, т. е. совершенно неважную въ погрѣшности снота. Поэтому, слѣдуетъ для приведенія взвѣшиваній, произведенныхъ при помощи фунта D , къ значенію по нормальному фунту Коммисіи N (по которому изготовленъ затѣмъ и прототипъ русскаго фунта) принять во вниманіе лишь то, что D былъ тяжелѣе нормы (N) на 0,0860 д., т. е. полученныя числа умножить на $\frac{9216,086}{9216}$ или на 1,00000933.

На основаніи этого слѣдуетъ съодъ исправленныхъ данныхъ Кунфера для вѣса куб. дюйма воды, въ пустотѣ, при $13^{\frac{1}{2}}/_{\circ} \text{ R.}$, выражая ихъ въ вѣсѣ истиннаго русскаго фунта:

Малый цилиндръ; вода первоначальная	368,389 дол. ¹⁾
» » » чистая	368,377 »
Большой цилиндръ; вода первоначальная	368,371 »
» » » чистая	368,324 »

Мнѣніе мое состоитъ въ томъ, что брать среднее здѣсь никакъ нельзя, необходимо же взять лишь одно послѣднее число. Это я основываю на томъ, что первоначально взятая вода была очевидно не чиста и дала большой вѣсъ, чѣмъ лучше очищенная, а потому полученныя съ нею данныя должно отбросить. Взять же число, полученное для малого цилиндра и чистой воды, я считаю неудобнымъ потому, что оно вышло больше, чѣмъ для малоочищенной воды, когда взятъ былъ большой цилиндръ ²⁾, т. е. по всей видности выше дѣйствительнаго, близкаго къ 368,324.

Судя по тому, что изложено выше, высшая возможная въ этомъ числѣ погрѣшность едва-ли превосходитъ $\pm 0,015$ д., можно даже полагать, что дѣйствительная погрѣшность гораздо того меньше. Такимъ образомъ вѣсъ куб. дюйма воды при $18^{\frac{1}{2}}$ ° R. можно принять вѣсящимъ въ пустотѣ отъ 368,31 до 368,34 долей. Поэтому изъ опредѣленій Купфера должно вывести, что вѣсъ куб. дециметра чистой воды при $16^{\frac{2}{3}}$ ° C. въ пустотѣ близокъ къ 998,736 гр., а при наибольшей плотности къ 999,846 граммамъ.

Вѣсъ этотъ значительно меньше того, который получаютъ изъ опредѣленій Гино (999,966), но для объясненія этой разности достаточно сдѣлать предположеніе о томъ, что у Гино была взята вода несовершенно очищенная, подобная первоначальной водѣ Купфера. Раздѣлая приведенныя выше числа другъ на друга, получаемъ для воды Гино плотность 1,000120, меньшую даже чѣмъ для воды, первоначально взятой Купферомъ. Справедливость такого предположенія или его невѣрности, то есть объясненіе различія по дру-

¹⁾ Число это по строгости данныхъ для завышенія заслуживаетъ особаго вниманія, а потому, считая, какъ указано выше, плотность первоначальной воды равною 1,000128, вычисляемъ, что съ чистою водою получилось бы 368,342, число близкое къ полученному для большого цилиндра съ чистою водою. При этомъ не надо забывать, что погрѣшность объема малого цилиндра примерно въ два раза больше, чѣмъ большого, а потому разность 0,018 д. даетъ поводъ думать, что погрѣшность для большого цилиндра не дается отъ $\pm 0,009$ д. Въ данныхъ же малого цилиндра вѣроятно скопилось не только погрѣшности объема, но и завышенія, которыя особенно велики, вѣроятно, при завышеніи въ чистой водѣ.

²⁾ Купфера беретъ среднее изъ показаній, полученныхъ съ чистою водою, съ малымъ и большимъ цилиндрами. Его выводы, относя къ нормальному фунту (ошаченному чрезъ N), суть:

Малый цилиндръ, вода первоначальная	368,399 д.
» » » чистая	368,380 »
Большой » » первоначальная	368,376 »
» » » чистая	368,341 »

Правильнѣе же оное среднее изъ данныхъ, полученныхъ съ чистою водою 368,361 д. Число это несомнѣнно выше дѣйствительнаго, вытекающаго изъ опредѣленій Купфера, потому что среднее нѣ-болѣе правильно равносѣнныхъ (см. выше) данныхъ для чистой воды и обоихъ цилиндровъ, все же равно 368,351, то есть только немногимъ болѣе числа, полученнаго Купферомъ для чистой воды и большого цилиндра. Не смотря на абсолютное различіе результатовъ расчетовъ моего и Купфера, все же послѣднее число оба раза вышло гораздо меньше трехъ первыхъ.

гнѣзъ причиняемъ, дающимъ поводъ къ неточностямъ (въ отношеніи къ эквивалентамъ единицъ вѣсъ и мѣса, къ плотности воды, къ погрѣшности объемовъ и т. п.), могутъ рѣшать только послѣдующіе опыты. Вопросъ остался бы открытымъ, если бы не явилось новыхъ опредѣленій; такіе новыя, и притомъ прекрасно обставленные, опыты имѣются въ литературѣ предмета. Ихъ далъ въ недавнее время директоръ англійскаго «Standards Department», г. Ченей, къ расчету наслѣдовавшаго котораго мы теперь переходимъ.

IV. Въ 1892 г. въ Philosophical Transactions лондонскаго королевскаго общества (Royal Society), Vol. 183. A, pag 331—354, явилась статья г. Ченей, подъ названіемъ: «Redetermination of the mass of a cubic inch of distilled water» by H. I. Chaney, первоначально сообщенная обществу въ запискѣ 19 іюня 1890 г. Ченей обратилъ большое вниманіе на перегонку воды, каждый разъ предъ опытомъ ее кипятить, имѣлъ для сравненій подѣлками англійскіе прототипы какъ длины (не только ярда, но и 9", 6" и 3" концами 1884 г., а также дѣловый дюймъ, вытѣренный въ 1868 г.), такъ и мѣса, исправлялъ всѣ свои линейныя измѣренія не только по отношенію къ основному прототипу, но и по отношенію къ температурѣ, при компарированіи пользовался приборомъ Физо-Корню (по отраженному изображенію близкаго острія), термометрическія показанія исправлялъ во всѣхъ отношеніяхъ¹⁾, вѣсъ разновѣсовъ также исправлялъ по ихъ взаимному сличенію и по отношенію къ прототипу, погруженіе подвѣсокъ въ водѣ наблюдалъ одинаковое, на появляющіеся при погруженіи въ воду изслѣдуемыхъ тѣлъ воздушныя пузырьки обратилъ должное вниманіе, способъ взвѣшиванія приѣмлялъ двойной, такъ что гиря и взвѣшиваемый предметъ дѣйствовали на одно плечо вѣсовъ, чувствительность которыхъ достигала въ воздухѣ даже до $\frac{1}{10000}$ грама (но при взвѣшиваніи въ водѣ понижалась до $\frac{1}{100}$ грама = 0,64 миллиграмма) — словомъ все, что было возможно сдѣлать для увеличенія надежности результата было приѣмлено г. Ченей. Поэтому его изслѣдованія по справедливости должно считать весьма много дополнившими то, что сдѣлано его предшественниками²⁾.

¹⁾ Здѣсь есть однако одно обстоятельство, наводящее на сомнѣніе, а именно то, что часть термометровъ проверена въ Бю и следовательно даютъ показанія «круглаго» термометра, другая же часть выѣрена въ Парижѣ (въ Bureau Intern. d. Poids et Mesures), то есть исправленныя показанія такихъ термометровъ даютъ температуру по «водородному» термометру, а о взаимномъ сличеніи термометровъ или о томъ, когда термометръ приѣмлялся каждый разъ, не сказано. Такимъ образомъ въ соотвѣстствіи должнъ градусъ въ температурѣ можно дать погрѣшностей.

²⁾ При такихъ выдающихся достоинствахъ опытныхъ данныхъ въ мемуарѣ г. Ченей, въ величайшему сожалѣнію, выразилъ некоторыя погрѣшности расчета (внѣр. для цилиндра Q при расчетѣ его вѣса въ пустотѣ) и всѣ результаты сведены къ вѣсу дюйма воды при 62° F въ «нормальномъ» воздухѣ англійскихъ метеорологовъ, такъ что читателю совершенно не ясно отношеніе между числами полученными другими наблюдателями и новыми наслѣдовавшими. По этой причинѣ, не смотря на большую точность и сравнительную недавность, изслѣдованія г. Ченей мало обратили на себя общее вниманіе и по этой же причинѣ и счелъ необходимымъ совершенно вновь перечислить всѣ опытные данныя г. Ченей. Такъ какъ, при столь сложныхъ и многочисленныхъ расчетахъ,

Самое большое изъ тѣлъ, изученныхъ Ченеезъ, былъ цилиндръ С изъ бронзы (лучшаго металла), на поверхности его выгравированы 8 диаметровъ и соответствующихъ имъ производящихъ, параллельныхъ оси, затѣмъ круги на каждой основаніи и съ боковой поверхности 3 круга, чтобы при измѣреніяхъ точно означить мѣста определяемыхъ высотъ и диаметровъ. Углубленія отъ нарѣзки были измѣрены и объемъ исправленъ въ этомъ отношеніи (поправка=0,02648 куб. д.). Высота определялась въ 17 мѣстахъ (въ центръ, въ 8 пересѣченіяхъ диаметровъ съ кругами и въ 8 мѣстахъ по окружности), въ каждой по 5 разъ въ отдельные дни (отъ 1 по 13 ноября 1888 г.), при каждой опредѣленіи отчитывался термометръ и дѣлалось компарированіе съ нормою въ 9°, въ свою очередь сличенною съ прототипомъ. По приведеніи всѣхъ величинъ къ 62° F, получена средняя высота 9",00202. Точно также измѣрены по 5 разъ въ 40 мѣстахъ (по линіямъ и кругамъ боковой поверхности) диаметры цилиндра и при 62° F средний диаметръ 9",00115. Эти измѣренія даютъ объемъ 572,83013 куб. дюймовъ, а за вычетомъ емкости линій, награвированныхъ на С, объемъ при 62°=572,80365 куб. д. По опредѣленіяхъ Физко куб. расширеніе бронзы съ температурою, въ градусахъ Цельсія, должно быть выражено:

$$1 + 0,000\ 051\ 061 + 0,000\ 000\ 031t^2,$$

а потому на 1° Ц. при 16²/₃° коэф. куб. расш.=0,00005206, а на 1° F=—0,00002892, слѣд. на каждый градусъ Фаренгейта поправка объема цилиндра С равна 0,01657 куб. д.

Для извѣщиванія цилиндра С въ воздухѣ были произведены до погруженія въ воду и два послѣ извѣщиванія въ водѣ (16, 19, 22 и 29 нояб. 1888 г.).

Вѣсъ въ воздухѣ.	Температура воздуха.	Барометрич. давленіе 0°.
183676,336 грам.	57°,5 F.	29",98
183676,259 >	57°,3 F.	29",98
183676,248 >	60°,1 F.	30",22
183676,302 >	58°,2 F.	29",34
Средн. 183676,286 грам.	58°,27 F.	29",88

Уд. вѣсъ гирь 8,0298, слѣд. куб. ихъ дюймъ вѣсятъ около 2029 грановъ, а потому объемъ гирь, бывшихъ въ дѣлѣ, около 90,525 куб. д. Объемъ же цилиндра С около 572,743 куб. д., а потому къ его вѣсу должно прибавить вѣсъ 482,218 куб. д. воздуха. Полагая въ воздухѣ 66,7% влажности (какъ принято въ Лондонѣ), сред. вѣсъ литра воздуха быть въ предшествующихъ опредѣленіяхъ=1,2216 грам. (потому что Н₀=758,94 мм., b=8,24 мм., t=14°,6 Ц.), слѣд. 1 куб. дюймъ воздуха вѣсилъ 0,3089 грановъ. Поэтому истинный вѣсъ цилиндра въ пустотѣ = 183825,243 грановъ.

Какія пришлось мнѣ дѣлать въ этой статьѣ, легко сдѣлать ошибки счисленія, темъ болѣе, что логарифмы иногда были недостаточны, то всѣ расчеты, особенно окончательныя (для Кюффера и Ченеа), произведены на счетной машинѣ В. Д. Сапожниковыхъ. Такъ, вообще, наведено въ Главной Палатѣ: всѣякіе расчеты проверяются по крайней мѣрѣ двукратно, причемъ счетная машина г. Одера оказывала большую помощь.

Взвѣшиванія въ водѣ было 6 (отъ 20 до 29 ноября 1888 г.). Средній (отъ 39090,50 до 39141,86 грам.) вѣсъ въ водѣ = 39111,49 грам., при средней температурѣ воды 58°,40F, (отъ 58°,38 до 61°,42) при темпер. воздуха 57°,37 F и при среднемъ давленіи 29°,92. Довольно значительныя разности вѣса Ченей предполагаютъ зависшими не только отъ переизмѣнъ температуры воды, но и отъ мелкихъ пузырьковъ воздуха, которые нельзя было удалить. Чтобы разобраться въ этомъ отношеніи, располагаемъ сперва всѣ данныя опыта по порядку температуръ воды:

1881 г. ноябрь.	Температ. воды, F.	Набл. вѣсъ въ водѣ, грам.	Темпер. воздуха.	Баром. 0°.	Вѣсъ куб. д. воздуха.
22	56°,38	39109,87	56,5	30°,22	0,314 гр.
27	57°,61	39090,50	56,8	29°,38	0,305 "
29	58°,00	39125,00	58,2	29°,34	0,303 "
21	58°,10	39109,85	57,2	30°,15	0,312 "
20	58°,87	39091,84	56,0	30°,14	0,313 "
24	61°,42	39141,86	59,5	30°,30	0,312 "

Въ послѣднихъ столбцѣ данъ (вычисленный по стр. 10) вѣсъ куб. дюйма воздуха въ гравяхъ, чтобы можно было привести данныя къ пустотѣ, что и сдѣлано во вторыхъ столбцѣ слѣдующей таблицы, принимая, что 1 куб. дюймъ гирь вѣситъ 2029 грам. Затѣмъ, для каждаго опредѣленія разогретъ вѣсъ, p , вытѣсненной воды, что и дано въ 3-хъ столбцѣ. Далѣе разогретъ ея вѣсъ, который получился бы, еслибы температура воды была средняя и = 58°,40 F. Для получения этого вѣса слѣдуетъ знать уд. вѣсъ воды S_t при температурѣ опыта, что и дано въ 4-хъ столбцѣ, а такъ какъ уд. вѣсъ при 58°,40 F (= 14°,67 Ц.) = 0,999201, то вѣсъ p , слѣдуетъ раздѣлить на S_t и помножить на указанное число. Но такъ какъ объемъ цилиндра вѣзвѣшается съ температурою t° F такъ, что одинъ объемъ при 58°,4 F даетъ при t° $1 + 0,00002887 (t - 58,4) = 1 + kt$, (дано въ 5-хъ столбцѣ), то полученный вѣсъ должно раздѣлить на $1 + kt$. Такимъ образомъ получится вѣсъ вытѣсненной воды, отвѣчающій каждому опредѣленію и средней температурѣ 58°,40 F. Онъ данъ въ послѣднихъ столбцѣ и очевидно, равенъ:

$$\frac{p}{S_t (1 + kt)}$$

Темпер. t° .	Истин. вѣсъ въ водѣ t° .	Вѣсъ выт. воды p_t	Уд. в. воды при t°	$1 + kt$	Вѣсъ выт. воды при 58°,4 F.
1) 56°,38 F.	39103,82	144721,42	0,999335	0,999962	144704,64
2) 57°,61 F.	39084,62	144740,62	0,999262	0,999977	144735,13
3) 58°,00 F.	39119,16	144706,98	0,999233	0,999988	144703,46
4) 58°,10 F.	39103,84	144721,40	0,999224	0,999994	144718,90
5) 58°,87 F.	39085,81	144739,43	0,999162	1,000014	144743,04
6) 61°,42 F.	39135,84	144689,40	0,998893	1,000087	144733,66

Врать общее среднее изъ всѣхъ полученныхъ данныхъ я считаю неправильнымъ, потому что г-нъ Ченей прямо пишетъ (l. c. pag. 347), что пузырьки воздуха были замѣчены и не могли быть удалены. А они уменьшали вѣсъ цилиндра C въ водѣ, слѣдовательно увеличивали вѣсъ вытѣсненной воды, а

потому не подмечать сомнѣній: 1) что изъ опредѣленій 2-хъ, 5-хъ и 6-хъ было больше пузырьковъ, чѣмъ въ остальныхъ, а потому указанная опредѣленія я вовсе не принимаю для дальнѣйшаго расчета; 2) что и въ остальныхъ опредѣленіяхъ, по всей вѣроятности, вѣсъ вытѣсненной воды въ дѣйствительности былъ не больше 144703 гран., потому что, при столь большомъ тѣлѣ съ загражденными на немъ чертами, какъ цилиндръ *C*, весьма мало вѣроятности удалить все пузырьки воздуха, а это даетъ поводъ полагать, что истинный вѣсъ куб. дюйма еще немного меньше, чѣмъ выводимый выше изъ 1-го, 3-го и 4-го опредѣленій, которые одни вагты мною для дальнѣйшаго расчета. По этимъ послѣднимъ даннымъ вѣсъ (въ пустотѣ) воды вытѣсненной цилиндромъ *C* при $58^{\circ},4 F$, въ среднемъ равенъ или немного меньше 144709,00 англійскихъ грановъ. А такъ какъ объемъ цилиндра *C* при этой температурѣ $= 572,80365 - (62 - 58,4) 0,01657 F^3 = 572,75407$ куб. дюйм., то вѣсъ куб. дюйма въ пустотѣ при $58^{\circ},4 F$ равенъ или немного меньше 252,6547 англ. грановъ. Слѣд. вѣсъ куб. дюйма въ пустотѣ при наибольшей плотности воды, равенъ или немного меньше 252,8567 англ. гран. (такъ какъ уд. вѣсъ воды при $58^{\circ},4 F = 0,999201$), а вѣсъ куб. дециметра, при тѣхъ же условіяхъ, равенъ или немного меньше 999,858 грам. Результатъ этотъ хорошо согласуется съ тѣмъ, который выведенъ выше, изъ опредѣленій Кунфера (999,846 грам.), а вслѣдствіе этого мы въ дальнѣйшемъ изложеніи еще разъ разъ возвратимся къ расчету совокупности лучшихъ опредѣленій Кунфера и Ченеа.

Второе тѣло, прихваченное г-нъ Ченей въ изслѣдованіи было латунный, внутри пустой, шаръ *S*, который былъ такъ легокъ, что всплывалъ на водѣ и требовалъ такой поддѣски, которая увеличивала бы его вѣсъ при погруженіи въ воду, такъ что при этомъ опредѣлялся не положительный, а отрицательный вѣсъ¹⁾ Измѣреніе діаметра, близкаго къ 6", произведено въ 8 точкахъ, отстоящихъ на одинаковое угловое разстояніе другъ отъ друга, и послѣ приведенія къ $62^{\circ} F$ и за вычетомъ объема линій, начерченныхъ на шарѣ, объемъ при 62° оказался равнымъ 112,6694096 куб. д. Совершенство формы шара (8 діаметровъ, измѣренныхъ по 6 разъ въ отдѣльные дни, дали при $62-64^{\circ} F$ разности отъ средняго не превосходящія 0,00008 дюйма) и хорошее согла-

¹⁾ Это число есть среднее падженіе объема *C* на $1^{\circ} F$ въ пространствѣ отъ 62° до $58^{\circ} F$.

²⁾ Для полноты изложенія привожу данныя Ченеа для взвѣшиваній *S* въ воздухѣ:

	Вѣсъ въ водѣ.	Темпер.	Барометръ.
1888 г. 10 ден.	28410,113 грн.	$61^{\circ},65 F$.	$30^{\circ},17$
— 11 "	28409,813 "	57,70 "	30,26
— 12 "	28409,802 "	60,28 "	30,37
— 17 "	28409,917 "	58,32 "	30,35
— 18 "	28409,918 "	58,10 "	30,18

Привожу также и результаты 5-ти взвѣшиваній въ водѣ шара *S*:

	Вѣсъ въ водѣ.	Темпер. воды.
1888 г. 12 ден.	-27,02 грн.	$54^{\circ},58 F$.
— 12 "	27,01 "	54,72 "
— 13 "	24,70 "	56,63 "
— 17 "	23,72 "	57,60 "
— 18 "	23,65 "	57,48 "

сіе взвѣшиваній дають г. Ченевъ поводъ (l. с. pag. 354) считать результаты, полученные съ шаромъ, за наилучшіе изъ найденныхъ ихъ. На 1° F измѣненіе объема = 0,003400 куб. д.

Взвѣшиваній въ воздухѣ сдѣлано было 5 (4 до и 1 послѣ погруженія въ воду) и она столь между собою согласна (наибольшая разность, по и то явно зависящая отъ вѣса воздуха, не превосходитъ 0,3 грама), что слѣдуетъ вѣсти среднее: вѣсъ въ воздухѣ 28409,913 грам., $t = 59^{\circ},21F$ ($15^{\circ},12C$), $P_0 = 30^{\circ},27$ (768,85 мм.). Это даетъ $v = 1,2349$, слѣд. вѣсъ куб. д. воздуха = 0,3123. Объемъ шара 112,66, уд. вѣсъ гирь 8,143 (1 куб. д. = 2054 грам.), объемъ гирь = 13,83 куб. д. Поправка вѣса + 30,865 грам., слѣд. вѣсъ шара S въ пустотѣ = 28440,778 англ. гравовъ ¹⁾.

Вѣсъ шара S въ водѣ опредѣлялся 5 разъ (отъ 12 до 18 дек. 1888 г.), данныя опять между собою представляютъ такое согласіе, что для расчета беремъ лишь среднее (отъ — 27,02 до — 23,65 гр.) показаніе. Къ поправкѣ съ шаромъ, какъ сказано выше, должно было прибавлять грузъ для того, чтобы возможно было погруженіе въ воду, и средняя его величина 25,22 грама, при сред. $t = 56^{\circ},20 F.$ ($= 13^{\circ},44 C.$), температура воздуха $59^{\circ},28 F.$, давленіе $30^{\circ},31$, вѣсъ въ пустотѣ = — 25,22, откуда вѣсъ въ пустотѣ воды, вытѣсненной шаромъ $S = 28466,00$ гравовъ; объемъ шара S при $56^{\circ},20 F. = 112,64269$; слѣдовательно вѣсъ, въ пустотѣ, куб. дюйма воды въ $56^{\circ},20 F. = 252,694$ грам. А такъ какъ уд. вѣсъ воды по отношенію къ ея наибольшей плотности при $56^{\circ},2 F. = 0,999368$, то вѣсъ, въ пустотѣ, куб. дюйма воды при $4^{\circ} = 252,8540$ англ. гравовъ. Число это заслуживаетъ особаго вниманія по той причинѣ, что для цилиндра C мы вывели 252,8567, но съ тѣмъ, что дѣйствительное число, по всей вѣроятности, должно быть не много менѣе найденнаго для C (вслѣдствіе присутствія пузырьковъ воздуха), и здѣсь, въ совокупности данныхъ г. Ченевъ для шара S , какъ разъ и вышло число немножко меньшее: 252,854 грам. Поэтому вѣсъ въ пустотѣ кубич. дециметра воды при 4° , вѣроятно, ниже 999,858, по C , и вѣроятно, судя по S , близокъ къ 999,848.

Сверхъ описанныхъ опредѣленій, г. Ченевъ сдѣлалъ еще рядъ измѣреній съ помощью кварцеваго (горнохрустальнаго) цилиндра Q , по и не считая необходимымъ описывать эти опредѣленія и принимать ихъ для вывода, такъ какъ: 1) объемъ Q былъ сравнительно малъ, всего 23,04 куб. дюйма (т. е. почти въ 5 разъ менѣе S и почти въ 25 разъ менѣе C), а это дѣлаетъ всѣ измѣренія объема относительно менѣе надежными 2) перемены температуры воды, при взвѣшиваніи Q въ водѣ, были очень велики и быстры, а именно 3 января $49^{\circ},92$, 4 января $62^{\circ},75$ и 5 января $53^{\circ},93 F.$ въ водѣ, при взвѣшиваніи же до погруженія въ воздухѣ 3 января температура была $57^{\circ},35$, а послѣ погруженія $57^{\circ},33$, поэтому нельзя думать, что при взвѣшиваніяхъ было достигнуто температурное равновѣсіе; 3) въ отчетѣ о взвѣшиваніи въ водѣ (pag. 350) не указанъ истинный вѣсъ стужи гирь, какъ это сдѣлано для C и S ²⁾; 4) Ченевъ сдѣлалъ расчетъ и нашелъ, что по Q получается почти

¹⁾ Г. Ченевъ вывелъ совершенно тождественное число 28440,773 гри.

²⁾ Объ этомъ обстоятельстве и писалъ г. Ченевъ, прося его указать пропущенныя числа. Въ отвѣтномъ письмѣ (отъ 20 мая в. с. 1895 г.) г. Ченевъ даетъ слѣдующія числа для 3-хъ взвѣшиваній въ водѣ:

(неявно менѣйшій) такой же вѣсъ куб. дюйма воды, какъ по C , но придаетъ этому выводу (л. с. pag. 354) въ 5 разъ меньшее значеніе (вѣсъ); чѣмъ выводу полученному по C и въ 15 разъ менѣйшій, чѣмъ выводу по S , считая, что и при такой неравновѣрной степени довѣрія къ отдѣльнымъ выводамъ въ среднемъ результатѣ будетъ погрѣбность $\pm 0,0002$ грана на вѣсъ куб. дюйма въ гранахъ.

Вообще же я держусь того мнѣнія, что изъ разнообразныхъ опредѣленій можно, а иногда и должно, брать среднія только тогда, когда относительное достоинство опредѣленій или совершенно неизвѣстно или ничѣмъ ясно не опредѣляется; когда же одно изъ чиселъ представляетъ за вѣдомо больше гарантій точности, чѣмъ другія, оно одно должно быть взято, оставляя безо всякаго вниманія числа, за вѣдомо представляющія или худшія условія опыта и наблюденія, или какія-либо поводы къ сомнѣнію. Такъ, изъ данныхъ Ченей число, полученное изъ опредѣленій, произведенныхъ съ шаромъ S , заслуживаетъ больше вниманія для окончательнаго вывода, чѣмъ числа для C и Q , подобно тому, какъ между многими опредѣленіями Купфера заслуживаютъ вниманія лишь тѣ, которыя относятся къ водѣ, за вѣдомо чистой и къ большому цилиндру. Брать во вниманіе съ тѣмъ, или никакъ «вѣсомъ» худшія числа, значитъ, по моему мнѣнію, нарочно портить лучшія изъ чиселъ, особенно если эти послѣднія объясняютъ недостатки въ худшихъ опредѣленіяхъ какъ, напр., число, полученное по S , объясняетъ число, полученное для C . Но такъ какъ на поверхности шара S были, какъ на C , черты и въ нихъ легко могли удерживаться мало захватные пузырьки воздуха, то можно позарать, вследствие той большой стройности, какую представляютъ опредѣленія Ченей, что истинный вѣсъ опредѣленнаго объема воды едва меньше, чѣмъ даетъ

3 января	9611,000	грам.	при t воды =	49°, 92	F.	
4 „	9611,797	„	„	„	= 53°, 03	F.
5 „	9614,800	„	„	„	= 62°, 75	F.

Среднее: 9612,532 грам. при t воды = 55°, 23 F. = 12°, 91 Ц.

Далѣе онъ пишетъ, что уд. вѣсъ гирь былъ = 8,49243. Въ мексурѣ даны сверхъ того температура воздуха, среднее = 57°, 60 F. и среднее давленіе $H_0 = 30^{\circ}, 71$. Отсюда вѣсъ куб. д. воздуха = 0,318 гри. Объемъ гирь 4,478, а потому истинный вѣсъ изъ водѣ 9613,956 гри. Вѣсъ цилиндра Q въ воздухѣ, по двумъ тождественнымъ вѣзвѣшаніямъ = 15426,68 гри., когда $H_0 = 30^{\circ}, 81$ и $t = 57^{\circ}, 34$ F. Отсюда, вѣсъ кубическ. дюйма воздуха = 0,319 гри., объемъ гирь = 7,186 куб. д., объемъ $Q = 23,040$ куб. д., вѣсъ вытѣсненнаго воздуха = 5,70 гри, следовательно вѣсъ Q въ пустотѣ 15432,38 гри. (т. Ченей даетъ 15429,55515). Объемъ Q при 62° опредѣленъ т. Ченей равнымъ 23,04015 куб. дюйма, а около 15° Ц. коэфф. кубическаго расширенія горнаго хрустала (по опредѣленіямъ Benoit, 1888, Traavaux et memoires du Bureau T VI — 190) на 1° Ц. должно равнать = 0,0000346 или на 1° F. = 0,0000192, слѣд. для Q на 1° F. поправка объема = 0,000442, а потому объемъ Q при 55°, 23 F. = 23,03716 куб. д. Поэтому вѣсъ, въ пустотѣ, кубич. дюйма воды при 55°, 23 F.

$$\frac{15432,38 - 9613,956}{23,03716} = 252,592 \text{ гри.}$$

А такъ какъ уд. вѣсъ воды при 55°, 23 F. = 0,999435, то изъ опредѣленій по Q слѣдуетъ, что при наибольшей плотности, въ пустотѣ, куб. дюйма воды вѣсать 252,735 или 16,3769 грами. Это число меньше тѣхъ, которыя дали C и S и приближаетъ къ тому, что выше выведено изъ данныхъ Купфера, такъ что, вообще, согласуется съ выводомъ нами найденнымъ, но я его не беру для окончательнаго вывода, такъ какъ объемъ Q очень малъ.

средній выведенный выводъ для шара *S*. Ближкое къ этому число мы находимъ также и у Кунфера въ лучшихъ его опредѣленіяхъ. Но, судя по давности времени, когда произведены эти опредѣленія и потому что въ изобрѣтательныхъ приборахъ, особенно компараторахъ, Кунфера не было той степени совершенства исполненія, какъ въ приборахъ Витворта и Симса, которыми пользовался г. Ченей, въ опредѣленіяхъ Кунфера можно предполагать меньшую относительную погрѣшность, чѣмъ у Ченея, а потому лучше всего остановиться на среднемъ изъ лучшихъ опредѣленій обоихъ этихъ наблюдателей. На основаніи соображеній этого рода должно было остановиться для вѣса куб. дециметра воды, въ пустотѣ, при наибольшей плотности воды, т. е. при 4° Ц., на среднемъ изъ:

Кунферъ	999,846	грамма
Ченей	999,853	"
Среднее изъ нихъ	999,850	грамма.

Возможная погрѣшность въ этомъ среднемъ, по всей вѣроятности, не превосходитъ нѣсколькихъ миллиграммовъ и надо позагать, на основаніи соображеній равнаго рода, что истинное число немого ниже этого средняго предварительнаго вывода.

Опредѣленія Шукбурга-Кетера дали число (1000,55 гр.) очевидно чересчуръ большое и вѣроятнѣйшими для того причинами служили, по моему мнѣнію, нечистота воды (ея плохое очищеніе) и несовершенство взвѣшиваній. Опредѣленія Гано даютъ уже меньшее число 999,966; его высота, по всей вѣроятности, болѣе всего опредѣляется недостаточнымъ очищеніемъ воды. Главную заслугу Кунфера составляетъ то, что онъ обратилъ должное вниманіе на этотъ послѣдній предметъ. Исслѣдованія же г. Ченея оправдали лучшие результаты Кунфера, такъ какъ разность лучшихъ данныхъ Кунфера и Ченея не превосходитъ миллиграммовъ на куб. дециметръ.

Но, хотя предшествующій средній выводъ изъ лучшихъ данныхъ Кунфера и Ченея (999,850 грам.) по разъясненнымъ обстоятельствамъ несомнѣнно должно считать гораздо болѣе вѣроятнымъ, чѣмъ средній выводъ изъ совокупности всѣхъ достовѣрно известныхъ данныхъ Шукбурга, Гано, или даже однихъ Кунфера и Ченея, тѣмъ не менѣе, илѣ кажется, что въ разсматриваемомъ предметѣ можно идти еще до болѣе вѣрной точности, чѣмъ это сдѣлано при предшествующемъ выводѣ. Для этого слѣдуетъ подробнѣе разсмотрѣть еще разъ лучшія изъ опредѣленій Кунфера и Ченея, а за лучшія должно считать такія изъ нихъ, которыя дали болѣе вѣсъ въ водѣ или «взвѣсивъ» вѣсъ воды, вытѣсненной цилиндромъ и шаромъ, потому что только при опредѣленіи ихъ или не было вовсе пузырьковъ воздуха, или было ихъ наименьшее количество и если, отбывая такія опредѣленія, мы встрѣтимъ между ними сходство, то полученное этихъ путемъ число должно будетъ предпочтено не только общему среднему, но и вышенайденному выводу. Такъ я и поступаю далѣе.

Чиселъ Кунфера для взвѣшиваній большаго цилиндра въ водѣ всего 5, полученныхъ изъ 20 взвѣшиваній (стр. 34). Расчетъ сдѣланный ниже данъ для обиха средняго, теперь же я разочту каждый изъ 5 рядовъ, состоящихъ изъ 4-хъ взвѣшиваній, отдѣльно:

Темпер. Реом. t.	Испр. вѣсъ при t. вѣсъ. воды въ D.	Тотъ же вѣсъ въ N (исправ. вѣсъ, стр. 36).	Удельный вѣсъ воды при t° R.	Вѣсъ вѣтъсь. воды при 13 ¹ / ₂ ° R. по (A).
1) 12°,73	18380,33 д.	18380,50	$S_1 = 0,999013$	18378,99
2) 12°,79	18380,34 д.	18380,51	$\cdot = 0,999001$	18379,14
3) 13°,65	18378,16 д.	18378,33	$\cdot = 0,998824$	18379,20
4) 13°,84	18377,71 д.	18377,88	$\cdot = 0,998782$	18379,23
5) 13°,90	18377,47 д.	18377,64	$\cdot = 0,998749$	18379,40

Для расчета вѣса воды, который получался бы, если бы температура воды и цилиндра были $= 13\frac{1}{2}^{\circ}$ R., во первыхъ, приведены данныя въ таблицѣ плотности воды S_1 (стр. 9) и слѣд. при $13\frac{1}{2}^{\circ}$ R. $= 0,998890$, а вторыхъ, принято, что измѣненіе объема большаго цилиндра на каждый градусъ Цельсія (стр. 32), около $13\frac{1}{2}^{\circ}$ R., равно V, 0,00005437, а на каждый градусъ Реомюра $= V, 0,00006796$, а такъ какъ V при $13^{\circ},33$ R. $= 49,89931$ кубич. д., то объемъ при t° R. $= 49,89931 + 0,003391$ (t—13,33). Поэтому изъ даннаго для t° R. вѣса воды p, полученъ вѣсъ ял при $13^{\circ},33$ R. по формулѣ:

$$(A) \dots \dots \text{Ріа}_{13} = p \frac{0,998890}{S_1} \frac{49,89931}{49,89931 + 0,003391 (t - 13^{\circ},33)}$$

$$= p \frac{0,998890}{S_1 [1 + 0,000068 (t - 13^{\circ},33)]}$$

Числа послѣдняго столбца показываютъ, что съ возрастаніемъ температуры вычисленный вѣсъ воды при $13^{\circ},33$ R. немного возрастаетъ. Это можно было бы объяснить возрастаніемъ числа пузырьковъ воздуха, по мѣрѣ увеличенія температуры, но такое объясненіе было бы, по меньшей мѣрѣ, произвольнымъ; притомъ разности малы. Гораздо естественнѣе допустить, что коэфф. расширенія латуни былъ немного иной, чѣмъ принятый нами, а именно былъ меньше 0,00006796. Но если это такъ, то при высшихъ температурахъ должны получаться числа болѣе дѣйствительныхъ, а при низшихъ менѣе, слѣдовательно въ среднемъ результатѣ ошибка этого рода почти исчезаетъ, такъ какъ низшая температура отличается отъ $13^{\circ},33$ на $0^{\circ},60$ R., а высшая на $-0^{\circ},66$ R. Слѣдовательно общій средний результатъ для $13\frac{1}{2}^{\circ}$ R. т. е. 18379,19 представляетъ совокупность данныхъ наиболѣе точно¹⁾. Поэтому принимая вѣсъ воды (въ пустотѣ) при $13^{\circ},33$ R. $= 18379,19$. А такъ какъ объемъ тогда $= 49,89931$ куб. д., то вѣсъ дюйма воды при $13^{\circ},33$ R. $= 368,3255$ д.²⁾ или 16,366567 грама.

Изъ извѣшиваній въ водѣ цилиндра Ченей С, какъ уже показано на стр. 40, «нижній» вѣсъ воды, отвѣчающій средней температурѣ $58^{\circ},40$ F. есть 144703,46 грам., затѣмъ слѣдуетъ, по величинѣ, вѣсъ, приведенный къ той же температурѣ и мало отъ предшествующаго отличающійся 144704,64 граммовъ. Разность ихъ мала (а у другихъ уже велика и слѣд. ихъ брать нельзя), и я предпочитаю взять изъ нихъ среднее по той причинѣ, что самъ г. Ченей

¹⁾ Результатъ этотъ очень близокъ (по приведенію къ N $= 18379,15$) съ полученнымъ на стр. 35.

²⁾ Выводъ этотъ несколько сходенъ съ раѣе сдѣланнымъ 368,324 д. (въ д. по N, стр. 37, на стр. же 35 для D), что это съ одной стороны показываетъ предвѣстную достовѣрность рассматриваемыхъ наблюденій Кунфера, а съ другой указываетъ, что при равныхъ приемахъ расчета результатъ мало измѣнится.

(А. с. pag 339) допускаетъ при взвѣшиваніи C въ водѣ погруженность до 3 грановъ, зависящую не отъ пузыряковъ, а отъ небольшихъ измѣненій температуры воды. Такимъ образомъ «нижній» вѣсъ (въ пустотѣ) воды, испытываемый цилиндромъ C при $58^{\circ},4$ F, принимаемъ 144704,05 грам. ¹⁾ При этой температурѣ объемъ цилиндра $C = 572,75407$ куб. д., а потому вѣсъ въ пустотѣ при $58^{\circ},40$ F. одного кубическаго дюйма, на основаніи лучшихъ опредѣленій съ C , равенъ 252,6460 грам. Такъ какъ уд. вѣсъ воды при этой температурѣ (0,999201) относится къ уд. вѣсу при 62° F. (0,998890) какъ 1,000311 : къ 1, то при 62° F. вѣсъ куб. дюйма равенъ 252,5675 грам. или 16,36609 грам. Число это оказывается действительно очень близкимъ къ найденному выше изъ данныхъ Купфера, въ чемъ я вижу подтвержденіе справедливости соображеній, вѣстныхъ мною изъ основу окончательнаго расчета.

Для шара Чезея S взвѣшиванія въ водѣ дали слѣдующіе результаты для вѣса испытываемой воды:

Температ. воды t.	Вѣсъ вытѣсн. воды при t°.	Уд. вѣсъ воды при t; S ₁	Вѣсъ вытѣсн. воды при 56° 20 F. по (B).
54° 58 F.	28467,80 грам.	0,999479	28466,07 грам.
54° 72 F.	28467,79 »	0,999469	28466,21 »
56° 03 F.	28465,48 »	0,999333	28466,11 »
57° 48 F.	28464,43 »	0,999272	28466,11 »
57° 50 F.	28464,50 »	0,999264	28466,29 »

Последній столбецъ разсчитанъ по формулѣ:

$$(B) \dots \dots P_{60,2} = P_t \frac{0,999369}{S_1 [1 + 0,0003010 (t - 56,2)]}$$

составъ которой понятенъ изъ предшествующаго и отнесенъ къ градусамъ Фаренгейта.

Большое согласіе между цифрами послѣдняго столбца заставляетъ взять среднее: 28466,16 гри; объемъ при $56^{\circ},2 = 112,64969$, а потому вѣсъ въ пустотѣ 1-го куб. дюйма воды при $56^{\circ},2$ F. = 252,6963 гри., а при 62° F. = 252,5752 гри. или 16,36660 грами. Согласіе этого числа съ предшествующими окончательно укрѣпляетъ увѣренность въ томъ, что избранный мною путь расчета приводитъ къ вѣроятнѣйшему выводу.

Такимъ образомъ, избирая за вѣдноя лучшія опредѣленія, для вѣса дюйма воды при 62° F. = $13\frac{1}{3}$ R., въ пустотѣ, имѣемъ,

	Объемъ воды въ куб. дюйм.	Число вант. испытываем. въ водѣ.	Вѣсъ куб. д. воды 62° F.	Принятый «вѣсъ» опредѣленій.
I. Купферъ 1841	около 50	20	16,36651 грам.	20
II. Чезей 1892	» 573	2	16,36609 »	23
III. »	» 113	5	16,36660 »	11

Въ послѣднихъ столбцѣ данъ тотъ «вѣсъ» (множитель), съ которымъ взято каждое опредѣленіе для вывода средняго. При этомъ я считалъ, что «вѣсъ» этотъ тѣмъ болѣе, чѣмъ больше былъ взвѣшиваемый объемъ воды и

¹⁾ На стр. 40 ванто 3 данныхъ, а вѣсъ 2, тѣмъ вышеле вѣсъ воды 144709,0 гр., а вѣсъ 144704,05, а потому и выводъ немного уменьшился.

чѣмъ большее число взвѣшиваній въ водѣ служило для вывода результата. Такъ для I получаемъ около 1000, II 1146 и III 565. Отношеніе близкое къ указанному, но болѣе простое, принятое для расчета, дано въ послѣднемъ столбцѣ ¹⁾. Умножая каждое число на его вѣсъ и дѣля сумму полученныхъ чиселъ на сумму «вѣсовъ» (т. е. на 54), получаемъ какъ вѣроятнѣйшій вѣсъ въ пустотѣ кубическаго дюйма воды при $62^{\circ} F. = 13\frac{1}{2}^{\circ} R. : 46,366349$ грамма ²⁾. А такъ какъ удѣльный вѣсъ воды при указанной температурѣ $= 0,998890$, то при температурѣ наибольшей плотности воды получается вѣсъ куб. дюйма воды $= 16,384536$ грам. Поэтому вѣроятнѣйшій вѣсъ куб. дециметра воды, въ пустотѣ, при темпер. $4^{\circ} C.$ т. е. при наибольшей плотности:

999,840 грам.

Наибольшая возможная погрѣшность этого вывода, судя по возможной погрѣшности въ опредѣленіи объемовъ и по различію средняго результата отъ отдѣльных опредѣленій, едва ли можетъ быть болѣе $\pm 0,02$ грам.; вѣроятная же погрѣшность, безъ сомнѣнія, не превосходитъ нѣсколькихъ миллиграммовъ, такъ что будущія, болѣе точная, опредѣленія, по мнѣнію моему, дадутъ число, находящееся въ предѣлахъ:

отъ 999,82 грам. до 999,85 грам.

Предѣлъ возможныхъ уклоненій отъ средняго въ сторону низшаго вѣса я повысилъ по той причинѣ, что все-же можно думать, что нѣкоторое количество небольшихъ пузырьковъ воздуха могло быть даже въ взятыхъ для расчета «низшихъ» опредѣленіяхъ какъ у Купфера, такъ и у Ченел.

Такимъ образомъ: 1) вѣсъ, въ пустотѣ, кубическаго дециметра чистой воды при наибольшей ея плотности, т. е. при $4^{\circ} C.$, нмѣѣ безспорно должно признавать гораздо меньшимъ, чѣмъ 1000 грамм. и только тогда можно признать равнымъ килограмму, когда погрѣшность въ десятитысячныхъ вѣса значенія не имѣетъ.

2) Когда же требуется возможная точность, вѣсъ этотъ должно признавать равнымъ 999,840 граммамъ; но и тогда можно ждать погрѣшности, достигающей до нѣсколькихъ миллиграммовъ.

¹⁾ Можетъ показаться на первый взглядъ, что число, полученное Купферомъ, заслуживаетъ особаго довѣрія, т. е. должно входить съ большимъ вѣсомъ (множителемъ). Но, средня числа, съ которыми приходится имѣть дѣло, зависать въ сильной мѣрѣ отъ точности въ измѣреніи объемовъ, слѣд. какъ отъ раіасѣровъ погружаемаго предмета, такъ и отъ способовъ компарированія. Они же у Купфера, безъ сомнѣнія, менше, чѣмъ у Ченел, соотвѣтствовали точности результата, такъ какъ у этого послѣдняго и объемъ погружаемыхъ тѣлъ былъ больше, и точности измѣреній диаметровъ и высотъ была больше, чѣмъ у Купфера. Различіе чиселъ Купфера и Ченел, могло зависать незначительно, не отъ взвѣшиваній, а отъ погрѣшностей въ измѣреніи объемовъ. Но всему этому справедливость засматываетъ придавать совокупности чиселъ Ченел даже болыішій «вѣсъ», чѣмъ числу Купфера, опредѣленія котораго, проведенныя съ болыішимъ цилиндромъ, тѣмъ не менше должно отнести къ числу менногихъ и въ достовѣрнѣйшихъ.

²⁾ Рассчитывая вѣроятную погрѣшность этого средняго по правиламъ теоріи вѣроятностей, получаемъ едва $\pm 0,000024$ гр. на дюймъ или 0,0015 гр. на куб. децим., но болѣе вѣроятно, что дѣйствительность нѣсколько значительнѣе отличается отъ средняго.

3) Литръ воды, т. е. количество ея вѣсящее при 4° Ц. 1000 гр., при 0° 999,873 гр., при 15° Ц. 999,152 гр., занимаетъ объемъ 1000,160 куб. сантиметра.

4) Вѣсъ въ пустотѣ кубическаго дюйма (англ. или русск.) чистой воды при наибольшей ея плотности (т. е. при 4° С. или $39,2^{\circ}$ R. или $39^{\circ}2$ F.), равенъ 368,731 долямъ русск. фунта, или 252,852 англійскимъ гравамъ, или 16,3845 граммамъ ($\log. = 1,2144832$).

5) Въ пустотѣ вѣсъ куб. дюйма чистой водѣ при нормальной (для русской и англійской метрологіи) температурѣ $13\frac{1}{2}^{\circ}$ R. или 62° F. или $16\frac{2}{3}^{\circ}$ C. (уд. вѣсъ воды 0,998890) равенъ 368,322 дол. рус. ф. или 16,3663 грамма, или 252,571 англ. грана съ погрѣшностію въ стотысячныхъ доляхъ вѣса.

6) Въ воздухѣ, литръ котораго вѣситъ 1,22 грамма, (приблизно таковъ вѣсъ «нормальнаго воздуха» англійскихъ метрологовъ), при измѣненіи г-рини, уд. вѣсъ которыхъ 8,5, предшествующіе вѣса должно уменьшить на $\frac{1}{100}$ часть, напр. въ таковъ воздухѣ вѣсъ 1 куб. дюйма воды при 62° F. вѣситъ 252,299 англ. грановъ.

7) Въ обыденной (строительной, заводской и т. п.) практикѣ, гдѣ вѣтъ ни «чистой» воды, ни возможности точныхъ измѣреній (температуръ, вѣса атмосфернаго воздуха и т. п.), при обычныхъ условіяхъ температуры вѣсъ куб. дециметра воды можно принимать при очень грубыхъ расчетахъ за 1000 гр., а при болѣе строгихъ около 999 грановъ или около $\frac{9}{1000}$ рус. пуда (2,4 русск. фунта), вѣсъ кубическаго фута воды въ 69 русск. фу., или 62 англ. фунт., вѣсъ же 1 куб. сажени воды въ 600 пуд., для простоты же въ некоторыхъ расчетахъ можно, согласно съ предложеніемъ, сдѣланнымъ Кунферомъ, принимать что русскій фунтъ воды при обыкн. темп. занимаетъ объемъ въ 25 куб. дюймовъ.

Изъ обзора существующихъ свѣдѣній объ объемной вѣсѣ воды становится очевиднымъ, что въ лучшихъ изъ современныхъ опредѣленій все же можно предполагать погрѣшность въ стотысячныхъ частяхъ вѣса или на литръ въ миллиграммахъ и даже сантиграммахъ. А такъ какъ вѣсъ въ 1000 гр. можно съ увѣренностію и сравнительно легко опредѣлять съ точностію до миллионныхъ долей (т. е. даже даже до миллиграмма), то очевидно, что въ разсмотрѣнномъ предметѣ должно ждать новыхъ болѣе совершенныхъ изслѣдованій, для которыхъ наиболѣе приличными вѣсами должно считать центральныя учрежденія, назначаемыя въ странахъ для выѣрки и храненія прототиповъ (основныхъ) мѣръ и вѣсовъ. Главная Палата мѣръ и вѣсовъ, составляя новое русское учрежденіе сего рода, имѣетъ въ виду, когда позволитъ другія болѣе настоятельныя работы, приступить современней къ выполненію подобной задачи, а потому и останавливаясь засишь надъ указаніемъ тѣхъ приемовъ, которыми предполагаю осуществить предстоящее изслѣдованіе, надѣясь, что послѣдніе встрѣтятся нѣмъ указанія и замѣчанія поощрять успѣху этого дѣла, выполненіе котораго совсемъ возможною точностію можетъ имѣть свое значеніе не только въ самой метрологіи, но и въ обыденной жизни.

Главныя причины сравнительно небольшой точности, достигнутой донынѣ отдѣльными измѣреніями, опредѣляются, по моему мнѣнію, не только тѣмъ, что на качество взвѣшиваемой воды (или на ея плотность) было обращено, особенно до Кунфера, малое вниманіе, но и тѣмъ, что принятыя всегда сво-

собѣ гидростатическаго взвѣшиванія, а опъ приводитъ къ почти безысходной дилемкѣ: взвѣшиваемое тѣло приходится или брать сравнительно *небольшими размерами*, но тогда точность страдаетъ отъ неизбежныхъ погрѣшностей въ опредѣленіи линейныхъ размѣровъ, хотя взвѣшиванія и дѣлаются съ железною точностію, или же, прибѣгая къ тѣламъ сравнительно *большими размерами*, достигаютъ желаемой точности въ относительной взвѣрени объёмовъ, но при взвѣшиваніяхъ невозможно гарантировать полное отсутствіе пузырьковъ, и вообще получается рядъ практическихъ трудностей, зависящихъ отъ сочетанія условій точнаго взвѣшиванія, большой массы воды и громоздкаго предмета, висѣащаго на тонкихъ проволокахъ, а чрезъ это входятъ ошибки вѣса и получается невѣрный (обыкн. высшій) вѣсъ воды. Обдуваемая предметъ съ различныхъ сторонъ, я пришелъ къ заключенію, что высшей степени точности можно достигъ только тогда, когда будетъ оставленъ гидростатическій приёмъ. Онъ легко можетъ быть замѣненъ многими иными, изъ которыхъ я упомяну здѣсь о тѣхъ двухъ, которые, если позволить обстоятельства, предполагается принять въ нашей Палатѣ.

Пусть напр. будетъ изготовленъ изъ металла легкій, внутри пустой, геометрически возможно правильный предметъ—цилиндръ или лучше шаръ—довольно значительной величины, какъ то требуется для точнаго извѣренія линейныхъ извѣреній, напримеръ шаръ диаметромъ около въ полъ метра (объемъ около 65,45 куб. дец.)¹⁾ Такой шаръ слѣдуетъ сдѣлать легче воды, и чрезъ оставленное въ оболочкѣ небольшое легко закрываемое отверстіе, увеличивать вѣсъ (вводя или воду или какія либо др. вещества) до тѣхъ поръ, пока шаръ въ водѣ железной температуры начнетъ медленно тонуть. Повышая и понижая температуру воды, можно будетъ установить ту температуру, при которой вѣсъ шара и воды будутъ одинаковы. А такъ какъ вѣсъ содержимаго, можно довести шаръ до такого вѣса, что онъ будетъ равенъ вѣсу воды, какъ разъ при той средней температурѣ, при которой опредѣлены размѣры диаметровъ шара, такъ что слѣдствіи о расширеніи шара при этомъ собирать не придется. Некомый вѣсъ найдется при этомъ, сдѣлавъ сперва опредѣленія при низкой температурѣ, а потомъ, при высшей, чѣмъ желательная. Такимъ образомъ, взвѣшивая шаръ лишь въ воздухѣ, найдется вѣсъ воды равнаго объема и дѣло сведется въ сущности преимущественно на опредѣленіе температуръ воды. Вѣсъ же въ миллиграммовъ, т. е. до десятиллионныхъ. Къ выгодамъ такого приѣма относится не только то, что при немъ легко устранить съ поверхности всякія слѣды пузырьковъ воздуха, но и то, во-первыхъ, что температуру воды, принятыя надлежащія мѣшалки, легко регулировать до однородности сверху и внизу, чего нельзя сказать объ обычномъ гидростатическомъ приѣмѣ, во-вторыхъ то, что главное опредѣленіе можно производить въ особомъ помѣщеніи, вовсе не имѣя дѣла съ вѣсами, и въ третьихъ то, что никакихъ капиллярныхъ вліяній, при гидростатическомъ взвѣшиваніи неизбежныхъ, здѣсь вовсе не будетъ. Вліяніе перемѣны объема шара чрезъ погруженіе и чрезъ перемѣну

¹⁾ При такомъ объемѣ 1 миллионная доля вѣса воды составитъ уже около 65 миллиграммовъ, т. е. вѣсъ, десятымъ доли котораго легко находима при 65 килограммъ, а погрѣшности въ опредѣленіи объемовъ, повторенными измѣреніями диаметровъ, со всѣми предосторожностями, могутъ быть доведена до такой же величины, хотя это и трудно.

атмосфернаго давленія слѣдуетъ опредѣлить особыми предварительными опытами, которые здѣсь легко сдѣлать, а въ герметически замкнутыхъ тѣлахъ очень затруднительно. Я полагаю даже, что съ тѣлами сравнительно небольшихъ размѣровъ, какіе употребляли напр. Гино и Чевей (въ цилиндрѣ С.), принявъ указанный способъ, можно получить болѣе совершенныя данныя, чѣмъ обычныя гидростатическія приемы. Думаю также, что, закрывъ малое отверстіе шара цилиндра, кончающагося проволокою малаго диаметра, которую можно для регулированія вѣса укорачивать, то-есть имѣть родъ большаго ареометра, можно достигнуть вполне надежныхъ результатовъ, когда при желаемой температурѣ проволока будетъ обрѣзана до того, что шаръ начнетъ тонуть, такъ какъ вѣсъ отрѣзываемыхъ частей проволоки легко опредѣлить, а объемъ (по удѣльному вѣсу металла) оставшейся ея части исключить изъ вывода. Если же предварительныхъ исследованийъ, которое это и затруднительно, но вполне возможно, установить коэффициенты расширенія оболочки, то опытъ прямо можно произвести при 0° и при температурѣ близкой къ наибольшей плотности, которая представляетъ ту выгоду, что около нея плотность воды мало измѣняется съ температурою. Установивши же ту температуру, при которой вѣсъ (зависящій отъ разности между расширеніемъ воды и оболочки) прибора будетъ такой же какъ при 0°¹⁾, можно будетъ проверить опредѣленія расширенія взятаго предмета, если расширеніе воды въ этихъ предѣлахъ будетъ точно извѣстно.

Указанный способъ, представляя нѣкоторыя выгодныя особенности, все же по существу своему напоминаетъ приемы, до нынѣ принявшіеся, чего нельзя сказать про второй способъ, дагѣе предлагаемый. Представимъ большой вертикальный цилиндрическій сосудъ диаметромъ, напр., въ 1 метръ, выполненный внутри такъ, чтобы цилиндричность была соблюдена съ возможнымъ совершенствомъ. Диаметръ въ 1 метръ даетъ возможность измѣрять его безъ отысканія подраздѣленія цѣлаго метра, что имѣетъ свое значеніе для точности результата. Высота цилиндра должна быть болѣе метра, чтобы можно было выпустить черезъ кранъ слой воды въ метръ же высотой. Весь цилиндръ долженъ окружить воздухомъ для полученія постоянной температуры. Объ высотѣ уровня воды въ цилиндрѣ можно судить по широкой стекляннйою боковой трубкѣ, геометрическіе размѣры которой имѣть надобности опредѣлять, потому что легко опредѣлить вѣсъ воды, выходящей въ эту трубку, и вычесть его изъ вѣса воды выливаемой изъ цилиндра. Вѣсъ этотъ опредѣляется по частямъ и вся железная (до десятимилліонныхъ долей) точность взвѣшиванія, при надлежащихъ поправкахъ, здѣсь легко достигнется, потому что общій

¹⁾ Если расширеніе сосуда выразишь чрезъ $V_0(1 + at + bt^2)$ и если P вѣсъ вытѣсненной воды (или вѣсъ шара ему равный) при 0°, то очевидно, что $V_0 S_0 = P$. При нагреваніи выше 0° сперва уд. вѣсъ воды увеличивается быстрое, чѣмъ объемъ шара, и шаръ всплываетъ, но при нѣкоторой температурѣ t , когда уд. вѣсъ воды равенъ S_t , опять придетъ въ равновѣсіе съ водою, тогда $V_0(1 + at + bt^2)S_t = P$, отсюда $S_t(1 + at + bt^2) = S_0$. Если S_0 и S_t извѣстны — опредѣляется $1 + at + bt^2$, т. е. при извѣстномъ t , получится провѣрка расширенія сосуда. Для стали эта температура будетъ около 11½° Ц., для бронзы около 13½° Ц. Если-бы расширеніе воды было точно (въ десятимилліонныхъ доляхъ) извѣстно, то для опредѣленія расширенія сосуда достаточно было-бы сдѣлать нѣсколько опредѣленій съ водою, но и этого предмета требуетъ новой разработки.

вѣсъ цилиндра воды, при диаметрѣ и высотѣ въ 1 метръ, будетъ около 783 килограммовъ, следовательно миллионная доля вѣса составитъ около 0,8 грамма. Заготовленіе чистой воды въ такомъ большомъ количествѣ можетъ быть избѣгнуто, если удѣльный вѣсъ чистой воды будетъ точно извѣстен ¹⁾. Въ измѣреніи диаметровъ и высотъ, то есть объемовъ, погрѣшность при повторенной компарацинѣ вѣтровъ можетъ достигать до нешести долей, чѣмъ ширѣ, и если доидеть до микровъ, то погрѣшность въ объемѣ не превзойдетъ 2,3 гр. на вѣсу воды, то есть составитъ лишь нѣсколько миллионныхъ долей. Вообще же, здѣсь трудности будутъ въ опредѣленіи объемовъ, а отнюдь не во взвѣшиваніяхъ—какъ это и быть должно ²⁾. Кромя другихъ особенностей этого способа, которыя потребуютъ однако подробнаго изученія, необходимо обратить вниманіе на то, что здѣсь дѣй поверхность воды—нижняя и верх-

¹⁾ Удѣльный вѣсъ этой воды гидростатическимъ взвѣшиваніемъ сравнительно легко опредѣлить, съ точностію до десяти-миллионныхъ долей, если взять для погруженія легкой (или тонущей) стеклянной поплавокъ въ нѣсколько литровъ объемомъ и въ одной общей ваннѣ попеременно взвѣшивать его въ двухъ сосудахъ: съ чистой и съ испытуемой водой. На стеклянномъ поплавкѣ легко видны пузырьки воздуха, если они будутъ, а производя попеременныя взвѣшиванія въ обоихъ водахъ—устранять температурныя измѣненія. Взять же для опытовъ воду не вполне чистую, но легко получаемую, тѣмъ болѣе полезно и важно, что химически чистая вода въ продолженіи опыта все же будетъ поглощать воздухъ и, хотя въ десяти-миллионныхъ доляхъ, измѣнитъ свою плотность, вода же, отчасти насыщенная уже воздухомъ, можетъ быть не только легко получена въ маломъ количествѣ, но и сохранить свою плотность. О присутствіи пузырьковъ воздуха на внутреннихъ стѣнахъ цилиндра легко судить осмотромъ, облегчаемымъ широкимъ сосудомъ, и если пузырьки воздуха будутъ, ихъ легко удалить. И на закрытую глаза на могущія встрѣтиться затрудненія, но полагаю, что все они въ описываемомъ способѣ практически могутъ быть устранены—тѣмъ легче, чѣмъ больше будетъ взятъ цилиндръ, матеріаломъ для стѣнокъ котораго я предлагаю вѣсть цинковую сталь, пропитанную съ поверхности парафиномъ, потому что, по опыту, такая сталь отъ воды не ржавеетъ вовсе.

²⁾ Для преодоленія трудностей въ опредѣленіи объемовъ, желательно имѣть еще можно большой объемъ. Съ малымъ объемомъ, даже пользуясь современными оптическими приемами измѣренія линейныхъ размѣровъ прозрачныхъ тѣлъ, нельзя ждать улучшеній въ свѣдѣніяхъ объ объемномъ вѣсѣ воды, потому что неполная однородность прозрачныхъ средъ и температурныя несовершенства понижаютъ предѣлы точности, едва-ли превосходящій то, чего достигъ г. Ченевъ въ своихъ измѣреніяхъ. Для большихъ же объемовъ, конечно, лучше брать неподвижные сосуды и взвѣшивать входящую въ нихъ воду, чѣмъ производить гидростатическое взвѣшиваніе. Мнѣ кажется, однако, что размѣры въ 1 метръ составятъ предѣлы точности. Если-бы воспользоваться сосудами, подобными цѣлымъ бассейнамъ воды, то со стороны взвѣшиванія массы воды—во частяхъ, съ правителемъ всѣхъ предосторожностей протіву испаренія и съ введеніемъ на него точныхъ поправокъ—не могло бы представиться серьезныхъ трудностей; но выстрыша въ точности обрѣзать не получится. Если мы представимъ, напр., бассейнъ, окруженный вертикальными стеклами, каждаго въ 1 кв. метръ, въ 10 метровъ длины, ширины и глубины, то точность въ опредѣленіи линейныхъ размѣровъ едва-ли бы можно было довести болѣе чѣмъ до 0,01 миллиметра, а такая погрѣшность дастъ въ объемѣ неточность также въ нѣсколько миллионныхъ долей цѣлаго объема, какъ и при употребленіи сосудовъ метрового размѣра. Высокія качества и тщательное согласіе лучшихъ опредѣленій г. Ченева кажутся, по моему мнѣнію, именно отъ того, что онъ не только многократно измѣрялъ диаметры и высоты, но и применялъ въ этомъ отношеніи совершеннѣйшія изъ существующихъ приемовъ.

ния—опредѣляется тяжестью, то-есть представлять геометрическое совершенство и полный параллелизмъ. А такъ какъ цилиндрическія поверхности могутъ вытачиваться съ большими совершенствомъ и налѣйшая коичность сплжнется на вѣсѣ воды, выливаемой по частямъ, то можно полагать, что въ опредѣленіи объемовъ при указанномъ способѣ достигнется все возможное, тѣмъ болѣе, что хриломъ прямо будетъ служить одинъ и тотъ же метръ. А такъ какъ внутренній цилиндръ можно со всѣхъ сторонъ окружить водою (соблюдая то, чтобы давленіе на стѣнки оставалось при выливаніи одинаковымъ), то и за достиженіе температурнаго постоянства, повидному, можно болѣе ручаться, тѣмъ при обычныхъ способахъ, тѣмъ болѣе, что большая масса внѣшней и внутренней воды представитъ сама значительную устойчивость температуры, если она внутри сосуда будетъ близка къ температурѣ пространства. А такъ какъ около температуры наибольшей плотности воды ея расширеніе очень слабо, то особенно желательно произвести опредѣленіи прямо вблизи этой температуры. Но тогда необходимо будетъ изучить расширеніе сосуда. Для него большіе размѣры прибора и возможность измѣнять температуру воды, представитъ повидному много удобствъ. Дальнѣйшихъ указаній должно ждать отъ опыта, который предполагается съ теченіемъ времени произвести въ Главной Палатѣ мѣръ и вѣсовъ.

Но равнѣ или позже, сверхъ помѣхъ болѣе точныхъ опредѣленій объемнаго вѣса воды, необходимы новыя точныя (до десятизначныхъ долей) свѣдѣнія о ея расширеніи. Предметъ этотъ, равно какъ измѣненіе объема воды отъ вліянія давленія, какъ атмосфернаго, такъ и сверху лежащихъ слоевъ сланой воды, будетъ подробнѣе разсмотрѣвъ мною въ особыхъ статьяхъ. Теперь же замѣчу только, что отъ давленія въ одну атмосферу вода сжимается (между 0° и 30° Ц.) прихврно такъ, что ея уд. вѣсъ возрастаетъ на $50-0,22$ т милліонныхъ частей, а это показываетъ, что вѣсъ куб. дециметра воды измѣнится «въ пустотѣ» уже въ сантиграммахъ (отъ переизбытка давленія), слѣдовательно при точнѣйшихъ опредѣленіяхъ необходимо принять во вниманіе, какъ переизбытокъ атмосфернаго давленія, такъ и высоту водянаго слоя. Употребляя, какъ общепринято, выраженіе «вѣсъ въ пустотѣ», слѣдовало бы дѣлать поправку на сжатіе воды, производимое атмосферою, чего донынѣ не дѣлается. Дѣлая поправку этого рода вхвсто выведеннаго средняго 999,840 гр., получимъ «въ пустотѣ» 999,791 грам.

Д. Менделѣвъ.

21 апрѣля, 1895 г.

7. ТЕРМОМЕТРИЧЕСКІЯ И БАРОМЕТРИЧЕСКІЯ ИЗМѢРЕНІЯ ВЪ ГЛАВНОЙ ПАЛАТѢ МѢРЪ И ВѢСОВЪ.

При открытіи Главной Палаты мѣръ и вѣсовъ явилась необходимость озаботиться объ установленіи точныхъ способовъ для опредѣленія температуръ, не только потому, что измѣренія этого рода входятъ въ область метрологіи, и, слѣдовательно, составляютъ сами по себѣ предметъ заботъ Палаты, но и потому, что при измѣреніяхъ другихъ метрологическихъ данныхъ неизбежно должны производиться точныя термометрическія опредѣленія. Такъ, въ опредѣленіи прототиповъ мѣръ длины входитъ указаніе нормальной температуры, при которой прототипъ представляетъ истинную длину, слѣдовательно, при всякомъ компарированіи линейныхъ мѣръ необходимо точное знаніе температуры. Производи компарацию прототипа съ испытуемою мѣрою длины при температурахъ выше и ниже нормальной, можно, безъ знанія коэффициента расширенія испытуемой мѣры, вывести истинную ея длину при нормальной температурѣ, но безъ точнаго опредѣленія температуръ это возможно лишь въ томъ случаѣ, когда матеріалъ прототипа и мѣры одинаковъ, что можетъ рѣдко встрѣчаться по той причинѣ, что прототипы, ради ихъ неизмѣнной сохранности, производятся чаще всего изъ платины или ея сплава съ иридиемъ, практическія же линейныя мѣры изготовляются изъ другихъ менѣе цѣнныхъ металловъ. При сличеніяхъ объемовъ и даже при взвѣшиваніяхъ, въ воздухѣ, когда необходимо вводить поправки, зависящія отъ вѣса воздуха (т. е. когда уд. вѣса взвѣшиваемыхъ предметовъ неодинаковы), также неизбежно необходимо точное знаніе температуръ и т. д.

Чтобы выполнить предстоящую задачу возможно точнаго измѣренія температуръ, Главной Палатѣ мѣръ и вѣсовъ предстояло установить способы какъ для сличенія рабочихъ термометровъ съ нормальными, такъ и для опредѣленія истинныхъ температуръ, за какія, при современномъ состояніи знаній, можно считать лишь тѣ, которыя получаются съ помощію водороднаго термометра, такъ какъ изъ однихъ можно считать свободными, если не вполнѣ, то со всею нынѣ возможною точностію (до тысячныхъ долей градуса Цельсія), отъ вліянія какъ качества твердыхъ стѣнокъ термометрическихъ сосудовъ, такъ и самой термометрической жидкости. Сложное дѣло точной термометрии, за множествомъ настоятельныхъ работъ, производимыхъ въ Палатѣ при возобновленіи прототиповъ, нельзя было поручить лицамъ, въ ней постоянно служащимъ, но счастливое стеченіе обстоятельствъ позволило принять на себя эту важную отрасль метрологіи профессору физики въ Военно-

Медицинской Академіи Н. Г. Егорову съ его двумя помощниками Н. А. Лебедевымъ и Н. Н. Георгіевскимъ. Они занялись сличеніями рабочихъ термометровъ Палаты съ выѣющимися изъ ней нормами, устройствомъ барометра и установкою водороднаго термометра, выписаннаго отъ известной парижской фирмы Голаца и построеннаго по образцу, принятому въ послѣднее время международнымъ Бюро мѣръ и вѣсовъ, гдѣ нынѣ вывѣряются для Палаты и новые перманентные термометры Тошело.

Подъ вышериведеннымъ заглавіемъ явится во «Временникѣ» рядъ статей, касающихся какъ современной термометріи вообще, такъ и термометровъ и барометровъ, которыми снабжена Главная Палата. Эти свѣдѣнія совершенно необходимы для того, чтобы въ наблюдаемыхъ температурахъ и давленіяхъ вводить надлежащія поправки для приведенія къ истиннымъ. Здѣсь однако необходимо упомянуть о томъ, что принятая нынѣ въ метрологіи норма температуръ по водородному термометру не приближалась при прежнихъ метрологическихъ изслѣдованіяхъ, когда пользовались исключительно ртутными термометрами вывѣренными особымъ способомъ, а именно такими, для которыхъ точно определялись: положеніе постоянныхъ точекъ (0° и 100° по Ц.) и калибрація пространства между ними. Такъ какъ такое опредѣленіе температуръ не вполне освобождаетъ ихъ отъ индивидуальностей отдельныхъ термометровъ (по причинѣ измѣненія разстоянія отъ 0° до 100° , вліянія перемены внѣшняго и внутренняго давленія и разностей въ кажущемся расширеніи ртути, смотря по матеріалу резервуара и т. п.), то въ прежнихъ термометрическихъ показаніяхъ можно сомнѣваться въ точности указаній (т. е. въ согласіи показаній правильно установленныхъ, но взаимно несличенныхъ термометровъ) до вѣскольныхъ сотыхъ градуса¹⁾, а потому когда приходится нынѣ дѣло съ прежними метрологическими данными, необходимо имѣть въ виду возможность сомнѣнія въ сотыхъ градуса. При возобновленіи метрическихъ прототиповъ, совершенномъ Международною Коммиссіею, сомнѣнія подобнаго рода возможности устранены именно съ помощію пользованія шкаломъ — по водородному термометру. При предстоящемъ возобновленіи русскихъ прототиповъ предполагается слѣдовать этому приѣму, т. е. устанавливать температуры съ точностію по возможности въ тысячныхъ градуса Цельсія и считать ихъ по водородному термометру.

Въ отношеніи къ барометрическимъ даннымъ Главной Палаты определяется преимущественно требованіемъ точнаго знанія давленія атмосфернаго воздуха для введенія поправокъ на вѣсъ воздуха, вытѣсняемаго гириями и др. взвѣшиваемыми предметами, когда они занимаютъ не одинаковые объемы. А такъ какъ въ Главной Палатѣ, при сравненіи гири въ фунтъ и килограммъ, уже достигнута въ дѣйствительности несомнѣнная точность до тысячныхъ долей миллиграмма, гири же, особенно латунныя, относительно платино-прудіевыхъ, представляютъ разности объемовъ въ вѣскольно десятковъ миллилитровъ (куб. сант.), то для введенія возможно точной поправки необходимо знать давленія съ точностію до сотыхъ миллиметра, для чего и потребовалось озаботиться о заготовкѣ точно изученныхъ барометровъ. Та-

¹⁾ Въ статьѣ Д. Менделѣева «О измѣненіи уд. вѣса воды», помѣщенной въ этой же части «Временника», даны нѣкоторые численные результаты сличенія разныхъ термометровъ съ водороднымъ для температуръ отъ 0° до 50° .

ная же степень точности необходима и для газового термометра, а потому заботу об устройстве барометра принял на себя проф. Н. Г. Егоровъ вместе со своими ассистентами, одновременно съ задачами об устройствѣ возможно точныхъ свѣдѣній по термометрии. Отчетъ о томъ, что сдѣлано въ этихъ отношеніяхъ, будетъ появляться по «Временникѣ» подъ указаннымъ общимъ заглавіемъ въ рядѣ отдѣльныхъ статей.

Управляющій Палатой.

Статья I. Современное состояніе термометрии¹⁾.

Тепловое состояніе каждаго тѣла, характеризуемое при опредѣленномъ атмосферномъ давленіи опредѣленнымъ объемомъ и опредѣленнымъ частичнымъ строеніемъ, называется температурой тѣла.

Если тѣло въ прикосновеніи съ другимъ тѣломъ отдаетъ ему часть своего тепла безъ затраты механической работы, то говорятъ, что первое тѣло имѣетъ высшую температуру. Если нѣтъ никакихъ физическихъ измѣненій въ двухъ тѣлахъ при ихъ соприкосновеніи, то говорятъ, что эти два тѣла находятся въ термическомъ равновѣсіи, т. е. въ одинаковомъ тепловомъ состояніи и имѣютъ одинаковую температуру. Такимъ образомъ принимаютъ, что температуры тѣлъ, порознь равныя температурѣ даннаго тѣла, равны между собой. На этомъ основана термометрія и получается возможность судить о температурѣ каждаго предмета по измѣненіямъ особаго прибора—термометра, приводимаго въ термическое равновѣсіе съ изслѣдуемымъ тѣломъ.

При точныхъ термометрическихъ измѣреніяхъ, однако, надо имѣть въ виду, что термометръ, приведенный въ прикосновеніе съ даннымъ тѣломъ, даетъ только указаніе температуры соприкасающихся къ нему точекъ и только въ томъ случаѣ точно, когда онѣ окружаютъ термометръ со всѣхъ сторонъ симметрично и совершенно одинаково, и, если количество тепла, отнятое или отданное термометромъ во время опыта, вызываетъ безконечно малое измѣненіе въ температурѣ тѣла. Не обращая вниманія на вліяніи окружающихъ условій и предметовъ, возможно легко ввести въ опытъ погрѣшности, достигающія нѣсколькихъ сотыхъ градуса. Различія въ лучеиспускательной и поглощательной способностяхъ поверхностей и въ теплопроводимости окружающихъ предметовъ являются существенными причинами, нарушающими правильность показаній самыхъ точныхъ термометровъ независимо отъ качества послѣднихъ. Достаточно вспомнить, какъ трудно, безъ многихъ предосторожностей, поддерживать температуру водяной ванны постоянной, когда температура окружающаго воздуха отличается на нѣсколько градусовъ отъ температуры ванны.

¹⁾ При составленіи статьи, между прочими матеріалами, пользовались:

Guillaume, Traité pratique de la Thermométrie. 1889.

Fernst, Thermométrie (Глава изъ 2 части II тома Handbuch d. Physik, Winkelmann'a) 1894.

Guillaume, Thermomètres étalons Fr. du Bureau Intern. X. Travaux du Bureau. T. I, II, VI.

Wissenschaft, Abhandlungen d. Phys. Tech. Abteilung d. Reichsanstalt. Vol. I. 1894. и друг.

Изъ опыта известно, что физическія свойства большинства тѣлъ вообще измѣняются съ температурой. Иногда эти измѣненія совершаются непрямолинейно, даже скачками, — въ такомъ случаѣ они могутъ служить указателями особыхъ — типичныхъ температуръ, напр. плавленія и кипѣнія при постоянномъ давленіи. Но въ большинствѣ случаевъ измѣненія совершаются непрерывно, въ болѣе или менѣе сложной зависимости отъ температуръ и служатъ для характеристики температуръ по сравненію съ постоянными температурами. Слѣдующими общепринятыми постоянными температурами считаются температуры плавленія льда и кипѣнія воды при нормальномъ атмосфер. давленіи. Для сравнительной оцѣнки температуръ, промежуточныхъ между постоянными температурами, которыми соотвѣтствуютъ опредѣленные измѣненія въ термометрѣ, разность между этими измѣненіями дѣлятъ на произвольное число частей. Такимъ образомъ получаютъ совершенно произвольныя системы градуировки температуръ (Фаренгейта, Цельсія и Реомюра). Самой простой, а потому наиболѣе распространенной системой считается стоградусная (0° — 100°) система Цельсія. Она прилагается и къ опредѣленіямъ Главной Палаты.

Приборы для измѣренія температуръ могутъ имѣть разнообразное устройство. Это устройство будетъ зависеть: 1) отъ явленія, при помощи котораго констатируется термическое равновѣсіе между изслѣдуемымъ тѣломъ и термометромъ, и 2) отъ тѣлъ, образующихъ самъ термометръ. Въ виду того, что тѣла при измѣненіи температуры могутъ измѣнять свою длину, объемъ, упругость, электрическую проводимость, термоэлектрическія свойства, показатель преломленія, лучеиспусканіе и проч., въ опытной физикѣ существуютъ разные способы измѣренія температуръ: обыкновенный термометрическій, болометрическій, термоэлектрическій и оптический. Изъ всѣхъ способовъ болѣею распространенностью пользуется, вслѣдствіе своей простоты и доступности — *термометрическій*, основанный или на измѣреніи переизмѣненія объема при постоянномъ давленіи, или на измѣреніи упругости при постоянномъ объемѣ. Материалами при построеніи измѣрительныхъ приборовъ по этому методу служатъ обыкновенно стекло, а термометрическими веществами воздухъ, водородъ, ртуть, спиртъ, толуолъ и др.

Между другими способами опредѣленія температурныхъ измѣненій пользуется большою извѣстностью термоэлектрическій методъ, основанный на измѣненіи съ температурой электродвижущей силы спая двухъ металловъ. Термоэлектрическій столбикъ Меллони, термоэлектрическая игла Веккереля, пирометръ Ле-Шателье (платинородіевый спай) находятъ обширное примѣненіе въ научныхъ и техническихъ лабораторіяхъ. *Бойсонъ* упростилъ методъ Меллони, расположивъ въ сильномъ магнитномъ полѣ подвѣшенную на кварцевой нити проволочную рамку, часть которой составляетъ только одинъ спай. Въ этой формѣ приборъ, названный Бойсономъ — *виррорадіометромъ* — превосходить по чувствительности большинство термоэлектрическихъ столбиковъ.

Въ послѣднее время термоэлектрическій методъ замѣняется часто болометрическимъ методомъ измѣренія температуръ. При этомъ температурныя измѣненія опредѣляются по измѣненіямъ въ электропроводности тѣлъ. Желѣзо, платина особенно и пригодны для этихъ приспособленій, такъ какъ ихъ электропроводности имѣютъ болѣе высокіе температурный коэффициентъ. По этой методѣ устроены электрическіе термометры Сименса и Гриффата¹⁾.

¹⁾ Griffiths. Phil. Transactions. London, 1891. pp. 43—72.

Пользуясь схемой мостика Витстона, Ланглей устроил прибор — болометр — на своей необыкновенной чувствительности превосходящей всё другие, устраиваемые для подобных целей. Прибор состоит из очень тонкой проволоочки или пластинки (Pt, Pd, Fe), образующей одну из двух главных ветвей мостика Витстона. В то время, какъ эта ветвь обращена къ исследуемому тепловому источнику, другая, уравнивающая её, должна быть старательно защищена отъ всякаго теплового влияния. Въ исследованияхъ Ланглея, Курибаума, Пашена ¹⁾ и др. болометры, соединенные съ соответственными гальванометромъ и батареей, могли обнаружить температурныя различия даже въ 0°,000001.

Оптический методъ исследования температуръ, исключительно высокихъ, еще не вполне разработанъ ²⁾. Онъ основанъ на томъ фактѣ, что, въ зависимости отъ температуры раскаленного тѣла, изхлывается определеннымъ образомъ отношеніе между яркостями двухъ сортовъ лучей спектра, напр. красныхъ и голубыхъ.

Наибольше характерными изобретительными приборами по первому способу надо признать термометры ртутный и воздушный.

Если означить объемъ ртути въ резервуарѣ и трубкѣ при 0° черезъ V_0 , объемъ трубки, соответствующей разстоянію между двумя смежными дѣлениями, черезъ v_0 , а черезъ α и δ ³⁾ средніе коэффициенты расширенія ртути и стекла для промежутка температуръ 0°—100°, то кажущійся объемъ ртути при 100° выразится отношеніемъ истиннаго объема ртути при 100°, къ истинному единичному объему сосуда при той же температурѣ, то есть:

$$V_0 (1 + \alpha 100) / 1 + \delta 100 = V' = V_0 (1 + (\alpha - \delta) 100 - (\alpha - \delta) \delta 100^2 + \dots) \dots \dots (1)$$

Поэтому видное расширеніе ртути при нагреваніи отъ 0° до 100° будетъ $V' - V_0 = V_0 (\alpha - \delta) 100 [1 - \delta 100 + \dots \dots \dots]$ и ртуть переи́дется въ трубкѣ термометра на нѣкоторую длину, соответствующую разности дѣленій $n_{100} - n_0$, иначе говоря,

$$V_0 (\alpha - \delta) 100 [1 - \delta 100 + \dots] = (n_{100} - n_0) v_0 (1 + \delta 100) \dots (2)$$

Подобнымъ образомъ можно составить и другое уравненіе въ случаѣ нагреванія термометра отъ 0° до истинной температуры T° , а именно

$$V_0 (\alpha' - \delta') T [1 - \delta' T + \dots] = (n_T - n_0) v_0 (1 + \delta' T), \dots (3)$$

принимал, что средніе коэффициенты расширенія ртути и стекла для промежутка температуръ 0°— T° будутъ другие — α' и δ' . Раздѣляя уравненіе (3) на (2), находимъ, что истинная температура

¹⁾ Paschen. Emission erhalteter Gase (Wied. Ann. 1893. Томъ 50 p. 415).

²⁾ Le Chatelier. Sur la mesure optique des températures élevées (Séances de la Soc. fran. de physique 1892 p. 132—152).

³⁾ Если означить объемъ тѣла при t черезъ V_t , принимая объемъ его при 0° за 1, то можно всегда написать

$$V_t = 1 + at + bt^2 + \dots$$

Въ интервалѣ (0— t) Средній коэф. расш. = $\frac{V_t - 1}{t} = a + bt + \dots$

При t° — Истинный коэф. = $\frac{dV_t}{dt} = a + 2bt + \dots$

$$T = 100 \cdot \frac{(n_T - n_0)}{(n_{100} - n_0)} \left[\frac{(\alpha - \beta)}{(\alpha' - \beta')} \cdot \frac{1 + \alpha^2 T}{1 + \alpha' 100} \cdot \frac{(1 - \delta \cdot 100 + \dots)}{(1 - \delta' T + \dots)} \right]. \quad (4)$$

Обыкновенно принимаютъ, что $\alpha = \alpha'$, $\delta = \delta'$ и множитель въ [] близокъ къ 1. Допуская такимъ образомъ некоторую погрѣшность, достигающую иногда до 0° , β , пользуются для опредѣленія температуръ на ртутномъ термометрѣ болѣе простой формулой:

$$t = 100 \cdot \frac{n_T - n_0}{n_{100} - n_0}.$$

Принимая во вниманіе ¹⁾, что коэф. расширенія *стекла* измѣняется съ температурой относительно *быстрѣе*, нежели коэф. расширенія *ртути*, легко по формулѣ (4) вычисленіемъ доказать, что *обыкновенно наблюдаемая* на ртутномъ термометрѣ температура *выше истинной* температуры на величину Tc , т. е. : $T - t = -Tc$, гдѣ наибольшее значеніе c , для $40^\circ - 50^\circ$, около 0,003.

Опредѣленіе температуръ по газовому термометру основано на предположеніи, что объемъ газа, оставшіяся неизмѣннымъ при измѣненіи температуры, слѣдуетъ закону Гейлюсака-Мариотта ²⁾. Означимъ черезъ V_0 объемъ газа въ термометрическомъ резервуарѣ при 0° , δ средней коэффицентъ стекла (для температуры $0^\circ - T^\circ$), α_p коэффицентъ расширенія газа при постоянномъ объемѣ, v объемъ преднаго пространства, t температура преднаго пространства, Δv и Δt — измѣненія его объема и температуры, когда температура резервуара измѣняется отъ 0 до T , P_0 — начальное давленіе газа, приведенное къ уровню моря и соответственное температурѣ 0° , $P_0 + h$ — давленіе газа при некоей температурѣ T° , β — коэффицентъ внутреннего

¹⁾ Менделѣевъ. Измѣненіе плотности воды при нагреваніи. «Ж. Р. Ф. Х. О.», Томъ XXIII стр. 197. (1891 г.).

²⁾ Законъ Гейлюсака-Мариотта, обыкновенно выражаемый уравненіемъ $pV = RT = R(1 + \alpha t)$, въ общемъ случаѣ законъ приближенный, ибо изъ многочисленныхъ опытовъ оказалось, что коэффицентъ упругости газа (назаче говоря, коэф. расширенія газа при постоянномъ объемѣ α_p), а равно и коэф. расширенія газа при постоянномъ давленіи α_v не только различны для различныхъ газовъ, но и зависятъ отъ давленія и отъ температуры. При обыкновенныхъ давленіяхъ и температурахъ коэф. расширенія при постоянномъ давленіи больше измѣненія упругости ($\alpha_v > \alpha_p$). Исключеніе составляетъ водородъ, для котораго α_p почти постоянно, но больше α_v . По Вагъ-деръ-Ваальсу (Ueber d. Continuität d. gasförm. und flüssigen Zustandes, Leipzig 1881)

$$\left(p + \frac{a}{v^2} \right) (v - b) = RT,$$

гдѣ b представляетъ постоянную характеризующую молекулярные объемы и а постоянную характеризующую внутреннее сѣзленіе (spezifische Attraction). Возьмемъ общую формулу данъ Клаузиуса (Wied. Ann. 1880 и 1881, t. IX, XIV), предположивъ, что внутреннее сѣзленіе (частичное притяженіе) выражается черезъ $\frac{a}{T(v + \beta)^2}$, гдѣ a характерная постоянная внутреннего сѣзленія, а β — иная постоянная, зависящая отъ вещества. Основная формула Клаузиуса

$$\left[p + \frac{a}{T(v + \beta)^2} \right] (v - b) = RT,$$

послѣднюю преобразованная, можетъ быть приложена не только къ газамъ, но и къ парамъ эфира, спирта и др. жидкостей.

давления резервуара. При этих обозначениях масса газа, заключенного в термометр при 0° , будет занимать объем

$$\left(V_0 + \frac{v}{1 + \alpha_p t} \right) \frac{H_0}{760}.$$

При T° объем этой же самой массы газа будет:

$$\left[\frac{V_0 (1 + \alpha T) + \beta_1 h}{1 + \alpha_p T} + \frac{v + \Delta v}{1 + \alpha_p (t + \Delta t)} \right] \frac{H_0 + h}{760}.$$

Поэтому

$$\left(V_0 + \frac{v}{1 + \alpha_p t} \right) H_0 = \left[\frac{V_0 (1 + \alpha T)}{1 + \alpha_p T} + \frac{v + \Delta v}{1 + \alpha_p (t + \Delta t)} \right] (H_0 + h).$$

Если объем $(v + \Delta v)$ при температурѣ $(t + \Delta t)$ привести къ объему v при температурѣ t чрезъ соответственное взвѣшеніе h въ h' , то предыдущее уравненіе можно будетъ замѣнить уравненіемъ вида

$$\left(V_0 + \frac{v}{1 + \alpha_p t} \right) H_0 = \left[\frac{V_0 (1 + \alpha T) + \beta_1 h'}{1 + \alpha_p T} + \frac{v}{1 + \alpha_p t} \right] (H_0 + h'),$$

изъ котораго можно будетъ вычислить T послѣдовательными приближеніемъ по формулѣ

$$\alpha_p T = \frac{H_0 + h'}{H_0} \frac{V_0 (1 + \alpha T) + \beta_1 h'}{V_0} + \frac{h' v}{H_0 V_0} \frac{1 + \alpha_p T}{1 + \alpha_p t} - 1,$$

опредѣливъ предварительными опытами α_p .

Если пренебречь временно поправочными членами основнаго уравненія, то можно сказать, что

$$\alpha_p T = \frac{H_0 + h'}{H_0} - 1 \text{ и слѣд. } dT = \frac{dh'}{H_0 \alpha_p},$$

т. е. чувствительность газоваго термометра обратно пропорціональна начальному давленію и коэффициенту расширенія и не зависитъ отъ температуръ. Въ предположеніи, что $H_0 = 1$ метру, $\alpha = 0,00367$ и $dh' = 0^{mm},01$, мы могли бы отсчитывать $dT = 0^\circ,0027$, а при $dh' = 0^{mm},02$ — $dT = 0^\circ,0054$.

Изъ различныхъ газовыхъ термометровъ особеннаго вниманія заслуживаетъ водородный, такъ какъ его шкала температуръ принята за международную нормальную шкалу, какъ наиболѣе всего приближающаяся (отклоненія не $> 0,001$) къ абсолютной термодинамической шкалѣ, о которой въ некоторомъ свѣдѣніи сообщаются въ концѣ этой статьи.

Если при изслѣдованіяхъ температуръ (отъ 0 до 100°) ограничиваться точностью въ $0,1^\circ$, то ртутный термометръ представляется удобнымъ измѣрителемъ температуръ¹⁾. Для такой точности достаточно только отъ времени до времени проверить положеніе точекъ 0° и 100° , чтобы убѣдиться, сохраняется-ли неизмѣнной величина градуса.

Недостатки ртутнаго термометра дѣлаются весьма замѣтными только тогда, когда приходится оцѣнивать температуры съ точностью до 0,01 и еще

¹⁾ На нихъ можно опредѣлять, какъ недавно доказалъ Schott, температуры до 550° съ точностью до $0,1^\circ$, а температуры отъ 20 до 100° даже съ точностью до $0,02$, приравнявъ конечно соответственнымъ предосторожностямъ. Такимъ образомъ съ помощью ртутныхъ термометровъ можно опредѣлять температуры отъ -40° до $+550^\circ$.

болѣе, когда желательна эту точность довести до $0,001^\circ$, напр. при точных метеорологических работах. Простое вычисление показывает, что для сличения платиноиридовых линейных штрихъ съ латунными при относительной точности въ $0,0000001$ (напр., $0,1$ микрона при измѣрѣнн линейки въ 1 метръ), необходимо измѣрять температуру съ точностью по крайней штриху до 5 тысячныхъ частей градуса.

Для подобныхъ опредѣленій въ центральныхъ метеорологическихъ учрежденіяхъ должны быть установлены ртутные образцовые термометры ¹⁾ (эталоны), сравненные съ водороднымъ термометромъ и по возможности гарантирующіе $0,002$.

Въ дальнѣйшемъ изложеніи указаны условія приготовления точныхъ чувствительныхъ термометровъ, способы исправленія ихъ показаній (до $0^\circ,001$ — $0^\circ,002$), причины разногласія эмпирическихъ температурныхъ шкалъ, способы построения абсолютной шкалы и преимущества общепринятой нынѣ нормальной водородной шкалы предъ всѣми другими эмпирическими.

Для построения точныхъ ртутныхъ термометровъ пользуются только такими капиллярными стеклянными трубками, которыя при калибровкѣ столбикомъ ртути въ $60^{\text{мм}}$ — $80^{\text{мм}}$ не обнаруживаютъ разницы въ длинѣ больше $1^{\text{мм}}$. Для того, чтобы эти колебанія въ калибрѣ $\left(\frac{1}{600} - \frac{1}{800}\right)$ соответствовали частямъ градуса не больше $0,1^\circ$, обыкновенно подбираютъ относительные размеры резервуара и трубки такъ, чтобы 1° занимала длину около $6^{\text{мм}}$, а каждый миллиметръ дѣленія на трубкѣ давалъ бы прѣдѣлъ отсчету $0^\circ,1$. Резервуаръ припаивается къ трубкѣ и обыкновенно имѣетъ объемъ равный приблизительно объему трубки, соответствующему 6000° . Припаиваемые резервуары Тоннело имѣютъ толщину стѣнокъ $0,5^{\text{мм}}$ — $0,7^{\text{мм}}$.

При помощи зрительной трубки съ увеличеніемъ въ 10 — 15 разъ можно отсчитывать свободно $\frac{1}{50}$ отъ $0,5^{\text{мм}}$ 6 , а слѣдовательно опредѣлять температуру до $0^\circ,002$. Но эти условія, для точнаго термометра вполне необходимы, еще недостаточны. Чтобы отъ показаній такого ртутнаго термометра перейти къ показаніямъ, которыя получились бы на ртутномъ термометрѣ съ безошибочными дѣленіями (равнообъемными) на вполне цилиндрической трубкѣ, — на термометрѣ, который оставался бы всегда при постоянныхъ вѣншихъ и внутреннемъ давленіяхъ и не обнаруживалъ бы никакихъ временныхъ перемѣнъ постоянныхъ точекъ (термическихъ послѣдствій), должно опредѣлить рядъ поправокъ, а именно:

¹⁾ Образцовыми называются термометры (съ дѣленіями на трубкѣ), которые можно подвергнуть всестороннему изслѣдованію и провѣркѣ. На нихъ находятся всегда точки 0° и 100° и промежуточная точка, которыя позволяютъ посредствомъ калибраціи каждое съченіе шкалы выразить въ среднемъ съченіи основнаго интервала. Эталоны бываютъ нѣсколькихъ типовъ. Въ однихъ шкала полная отъ 0° до 100° , въ другихъ шкала прерывается однимъ или двумя шариками (съ цѣлью сдѣлать дѣленіе термометра крупнѣе на известномъ интервалѣ, не увеличивая общей длины термометра), напр., при одномъ шарикѣ, шкала бываетъ непрерывной только отъ 0 до 50° , или отъ 50° до 100 , или отъ -28 до $+36^\circ$.

1) поправку делений вследствие ошибок в винтѣ дѣлительной машины и вообще в нанесеніи дѣлений;

2) поправку калибра;

3) поправку на изгибленіе показаній при переизмѣненіи давленія;

4) поправку на объемное изгибленіе сосуда, происходящее при различныхъ температурахъ, отъ давленія ртутнаго столба различной высоты въ трубкѣ термометра, при вертикальномъ положеніи термометра; и, наконецъ

5) поправку основнаго интервала, измѣнивъ положеніе постоянныхъ точекъ (0 и 100) и принявъ во вниманіе термическія послѣдствія.

Дѣленія на термометрической трубкѣ наносятся или черезъ равныя расстоянія, или черезъ расстоянія, соотвѣтственные равновеликимъ объемамъ (tube rectifié). Такъ, напр., наилучшіе точные французскіе термометры Tonnello и германскіе Rohrbach и Fuess'a имѣютъ равноотстоящіе дѣленія, а термометры Baudin'a имѣютъ дѣленія, исправленныя (rectifiés) по объему—предварительной калибровкой.

Практика, однако, показала, что во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда желательно обезпечить точность термометрическихъ показаній величиною $< 0,005$, предварительная калибровка, необходимая для эмпирической градуировки на равные объемы, не исключаетъ необходимости калибровки послѣ окончательнаго изготовленія термометра. Поэтому предпочитаютъ вообще дѣлать термометрическія трубки черезъ равныя расстоянія.

При нанесеніи дѣленій на трубкахъ неизбеженъ рядъ ошибокъ отъ неправильностей въ нарезкѣ винта дѣлительной машины.

Чтобы открыть неправильности въ нарезкѣ дѣленій, обыкновенно помещаютъ термометръ на дѣлительной машинѣ, снабженной микроскопомъ съ парой параллельныхъ нитей. Съ помощью винта дѣлительной машины измѣряютъ длину отдѣльныхъ градусовъ, въ частяхъ хода винта. Чтобы увеличить точность, производятъ нѣсколько рядовъ наблюденій надъ длинами тѣхъ же самыхъ промежутковъ.

Если черезъ D означить расстояние, на которомъ изслѣдуютъ правильность дѣленій, черезъ n —число дѣленій на этомъ промежуткѣ D и черезъ d_1, d_2, \dots, d_{n+1} —расстоянія отъ перваго дѣленія до втораго и слѣдующихъ,

то поправкой какаго-нибудь дѣленія i будетъ

$$\Delta d_i = \frac{D}{n} (i-1) - d_i.$$

По отзыву Guillaume'a ¹⁾, лучшіе термометры Тоннело не имѣютъ подобныхъ ошибокъ свыше $0,003$, хотя, основываясь на изслѣдованіяхъ въ Rh. Tech. Reichsanstalt, можно утверждать, что попадаются экземпляры нормальныхъ термометровъ Тоннело съ максимальной ошибкой въ $0,00054 = 0,00054$ ²⁾.

Калибровка трубки состоитъ, какъ извѣстно, въ рядѣ сравненій емкостей различныхъ частей ея между собой при помощи ряда столбовъ ртути различной длины. Положеніе концовъ этихъ столбовъ въ различныхъ мѣстахъ трубки опредѣляется посредствомъ микроскопа и дѣленій, нанесенныхъ на трубкѣ.

Не трудно дать аналитическое выраженіе калибраціонной поправки x_m для

¹⁾ Стр. 42. Guillaume.

²⁾ Стр. 39. Bd. I. Abh. d. Physik-Techn. Reichsanstalt.

произвольнаго дѣленія M шкалы, въ среднихъ единицахъ шкалы ($0-N$), или, какъ говорить иначе, въ системѣ ($0-N$).

Пусть термометръ имѣетъ шкалу изъ n дѣлений ($0-N$) и въ промежуткѣ между 0 и N , поперечныя сѣченія трубки, проведенныя черезъ различныя дѣленія A, M, B будутъ разныя— s_a, s_m и s_b . Означая среднее сѣченіе трубки на длинѣ всей шкалы ($0-N$) черезъ σ , принято называть поправкой дѣленія M —ту наибольшую величину x_m , которую надо прибавить къ числу m , соответствующему дѣленію, чтобы привести весь объемъ между точками 0 и M къ объему, который получится, если за сѣченіе трубки въ интервалѣ $0-M$ взять среднее сѣченіе σ ; слѣдовательно, если принять, что

$$\int_0^m s dm = \sigma(m + x), \text{ то } x_m = \int_0^m \frac{s-\sigma}{\sigma} dm, \text{ и, } s_m = \sigma \left(1 + \frac{dx_m}{dm} \right).$$

Съ помощью x_m для различныхъ точекъ M шкалы мы можемъ всегда построить кривую поправки, а затѣмъ, пользуясь соотношеніемъ

$$s_m = \sigma \left(1 + \frac{dx_m}{dx} \right),$$

можемъ построить и кривую калибра. Такъ какъ при калибровкѣ мы предполагаемъ, что избытки объемовъ ртутныхъ столбиковъ надъ соответственными объемами термометрической трубки—пропорціональны избыткамъ длинъ столбиковъ надъ соответственными интервалами шкалы, то для увеличенія точности калибровочныхъ поправокъ умножаютъ число наблюдений съ столбиками различной длины и затѣмъ дѣлаютъ два или три послѣдовательныхъ приближеній. При всякой калибровкѣ надо отличать главные точки трубки отъ вспомогательныхъ точекъ. Для первыхъ поправки опредѣляются непосредственными опытами, для вспомогательныхъ точекъ поправки получаютъ чрезъ интерполированіе.

Чтобы перейти для тѣхъ же самыхъ точекъ отъ калибраціонныхъ поправокъ въ одной системѣ къ поправкамъ въ другой системѣ, существуетъ простая формула, которую легко вывести при слѣдующихъ соображеніяхъ.

Пусть для ряда главныхъ точекъ $0 \dots A \dots B \dots (N)$, определены поправки: $y_0 \dots y_A \dots y_B \dots y_N$, относя калибръ къ среднему сѣченію (σ) на длинѣ всей шкалы ($0-N$). Предположимъ, что послѣ новой калибровки въ системѣ ($A-B$) короткихъ столбиковъ въ $2\frac{1}{2}$ дѣленія некоторой части шкалы найдена въ рядѣ поправокъ: $x_A \dots x_m \dots x_B$ поправка x_m для точки M , лежащей между A и B . Въ виду того, что отношеніе направленийъ длинъ двухъ столбиковъ ртути не должно зависетьъ отъ системы калибраціонныхъ поправокъ, всегда возможно, выбравъ за тѣмъ два столбика—одинъ между A и M , а другой между A и B —составить уравненіе:

$$\frac{(m + x_m) - (a + x_a)}{(b + x_b) - (a + x_a)} = \frac{(m + y_m) - (a + y_a)}{(b + y_b) - (a + y_a)}$$

изъ котораго легко вычислить:

$$y_m = y_a + (x_m - x_a) \frac{(b + y_b) - (a + y_a)}{(b + x_b) - (a + x_a)} + (m - a) \frac{(y_b - y_a) - (x_b - x_a)}{(b + x_b) - (a + x_a)}$$

Различают несколько способов калибровки.¹⁾ Разница их заключается в выборе той или другой группы длины столбиков (длинных или коротких), в последовательности передвижений этих столбов вдоль трубки (через 1°, 2°, 5° или иначе) и в приемах вычисления таблиц поправки каждого главного деления трубки. В точных и чувствительных термометрах разрыв сечения капилляра ограничивает выбор наименьшей длины столбиков 10^{mm}—15^{mm} (около 2°).

Какой-бы ни был способ калибровки, можно всегда составить ряд условных уравнений, с искомыми поправками x_1, x_2, \dots, x_n . В самом деле предположим, что калибруют трубку посредством ртутного столбика, занимающего приблизительно r делений. Поместив столбик в каком-нибудь интервале $J-K$, можно всегда заметить на сколько ртутный столбик превосходит по длине промежуток JK . Пусть эта малая разница в длине a_{jk} . В предположении, что среднее сечение для интервала $J-K$ выбрано среднее сечение трубки на длине всей шкалы (0— N), получают условное уравнение в виде

$$r + a_{jk} + x_k - x_j = r + \lambda,$$

где $r + \lambda$ — длина столба, которую он имел-бы при среднем сечении σ , x_k и x_j — поправки для точек J и K . Так, составляють ряд уравнений:

$$x_1 - x_2 + \lambda = a_{1,2}$$

$$\dots \dots \dots$$

$$x_1 - x_n + \lambda = a_{1,n}.$$

В этих уравнениях неизвестными будут x_2, x_3, \dots, x_n и λ , а данными наблюдений — величины a_{jk} , а при калибровке на n частей, имеют $n+1$ главных точек. Но так как всегда поправки двух крайних точек:

1 и $(n+1)$ можно считать равными нулю, ибо $\frac{1}{n} \int_0^n s dm = \sigma$, то не-

известных x будет только $n-1$.

Что касается λ — тоже неизвестной, то она может иметь разные значения $\lambda_1, \dots, \lambda_n$, смотря по числу столбиков, взятых в известной последовательности для калибровки. В таких случаях получается целая группа неизвестных λ , но в числах, зависящих от способа калибровки.

Если с помощью условных уравнений определить $x_1, \dots, x_n, \lambda_1, \dots, \lambda_n$ посредством наблюдаемых $a_{1,2}, \dots, a_{1,n}$, и затем поставить значения x_1, \dots, λ_1 в уравнения вида:

$$x_i - x_k + \lambda_m = a_{ik},$$

¹⁾ Все способы калибровки и их сравнительная оценка даны во статье «Methods employed in the Calibration of Mercurial Thermometers» (B. Stewart, Rüchker and Thorpe). Report of the Brit. Assoc. 1882, стр. 145—204.

Полная калибровка по схемам Броуна и Тиссена достаточно подробно, с прикладами, изложена в «Traité de la Thermométrie» Guillaume на стр. 52—99. Также подробно изложены способы Тиссена в Wiss. Abhand. d. Phys. Techn. Reichsanstalt Bd. I. 1894. (Переводение из статьи сделано в Zeits. Inst. 1—4 Heft 1895.

то можно всегда вычислять $a_{1,2}$, которые, отличаясь от a_n на малую величину $\Delta_{1,2}$, будутъ ближе къ истиннымъ.

Съ помощью такихъ $\Delta_{1,2}$, $\Delta_{m,1}$, пользуясь способомъ наименьшихъ квадратовъ, можно вычислить вѣроятныя ошибки наблюденія и вѣроятныя ошибки поправокъ для различныхъ главныхъ точекъ.

Изъ калибровочныхъ таблицъ для 85 термометровъ Тоинелло, исследованныхъ въ международномъ Бюро вѣсовъ и мѣръ¹⁾, видно, что калибрационная поправка иногда достигала 0°,271 (терм. № 4352), а разность между наибольшей и наименьшей поправкой въ одномъ и томъ же термометрѣ была 0°,379 (терм. № 3369 имѣлъ наименьшей поправкой — 0°,150, а наибольшей + 0°,229).

Въ чувствительныхъ точныхъ термометрахъ надо принимать во вниманіе вліяніе переизмѣнъ давленій, какъ внѣшняго, такъ и внутренняго. Механическія деформаци резервуара вследствие измѣненія давленій даже на 1^{мм} настолько значительны, что вызываютъ разности въ показаніяхъ термометра 0,0001 — 0,0004.

Внѣшнее и внутреннее давленіе, вліяющія показанія термометра, связаны между собой формулой $\alpha_1 = \alpha_0 + k_m - k_v$, гдѣ α_0 , α_1 означаютъ коэфф. давленій, а k_m и k_v коэффициенты сжатія ртути и стекла, выраженные въ частяхъ объема при давленіи равномъ единицѣ (атмосфера или мегадина на 1 кв. см.). Такъ какъ коэффициенты давленія термометра β_1 , β_0 выражаются обыкновенно въ частяхъ градуса при давленіи въ 760 мм., то ихъ связываютъ между собой β_1 и β_0 формулой вида:

$$\beta_1 = \beta_0 + K(k_m - k_v).$$

Принимая за единицу давленій атмосферу, $K = 8,22$. Поэтому Guillaime принимаетъ, что $\beta_1 = \beta_0 + 0,0000154$. По этой формулѣ обыкновенно и вычисляютъ β_1 для чувствительныхъ термометровъ, не имѣющихъ точки 100°.

Поправка температуръ t отъ давленій обыкновенно вычисляется по формулѣ

$$\gamma = \beta_1 l \frac{\delta_1}{\delta_0} \sin \theta - \beta_0 (P - 760^{\text{мм}}),$$

въ которой l — длина ртутнаго столба, считая отъ середины резервуара до дѣленія, показывающаго t° , δ_1 и δ_0 плотности ртути при t° и 0° , θ — уголъ наклона термометра къ горизонту, β_1 и β_0 — некоторые коэффициенты (измѣненія по шкалѣ въ частяхъ градуса на каждый мм. давленія) внутренняго и внѣшняго давленія. Эти коэффициенты опредѣляются обыкновенно для каждаго термометра непосредственно изъ опытовъ.

β_0 опредѣляется въ опытахъ, при которыхъ вертикально подвѣшенный въ водной или глицериновой ваннѣ термометръ подвергается переменному давленію, легко измѣряемому по манометру. Что же касается β_1 , то его тоже опредѣляютъ по опыту, наблюдая *точку кипенія* въ 2-хъ положеніяхъ термометра — въ вертикальномъ и горизонтальномъ. По исследованіямъ въ

¹⁾ Ch. Guillaume, Thermomètres étalons, p. 15. T. et M. du Bureau X 1894.

Reichanstalt — среднее для многих термометров изъ иенскаго стекла $\beta_n = 0,0001522$, по Гильому для термометровъ Тонзело $\beta_n = 0,0001207$.

По изслѣдованіямъ, произведеннымъ въ Главной палатѣ вѣры и вѣсовъ Н. Н. Георгіевскимъ съ 15 чувствит. термом. Vaudin'a среднее $\beta_n = 0,000180$.

Чтобы опредѣлить *основной интервалъ*, нужно точно опредѣлить положеніе постоянныхъ точекъ нуля и кипѣнія воды при нормальномъ атмосферномъ давленіи, приведенномъ при 0° къ ур. моря и широтѣ 45° .

Если L основное разстояніе между 0° и 100° , а l_t и e_t разстояніе отъ середины резервуара до конца ртутнаго столба при t° и при 0° , то можно вычислить любую температуру t по формулѣ

$$t = \frac{100}{L} (l_t - e_t), \text{ гдѣ } L = \frac{100}{T} (l_T - e_T), \text{ а длина } 1^\circ = \frac{L}{100}.$$

Въ послѣдствіи выраженія l_t и e_t соотвѣтствуютъ исправленнымъ на казѣбръ и давленіе положеніямъ точекъ кипѣнія и таянія, а T означаетъ темпер. кипѣнія при атмосф. давленіи, получаемую изъ формулы Броха:

$$T - 100^\circ = a (H - 760) + b (H - 760)^2 + c (H - 760)^3 + d (H - 760)^4.$$

T по стогоградусной нормальной шкалѣ, H — давленіе, приведенное къ ур. моря и шир. 45° ,

$$a = + 0,0366969, \quad b = - 0,000020459 \\ c = + 0,0000000163, \quad d = - 0,000000000014.$$

Для давленій атмосферы вблизи 760 мм. достаточно пользоваться формулой:

$$T - 100 = \frac{H - 760}{27,26}.$$

Ошибкой при опредѣленіи основного разстоянія шкалы называютъ величину

$$C_L = 100^\circ - L, \text{ гдѣ, для 1 градуса ошибка } \frac{C_L}{100} = 1 - \frac{L}{100}.$$

Поэтому поправка на каждый градусъ $= - \frac{C_L}{100}$. Она достигаетъ въ лучшихъ нормальныхъ термометрахъ величины $0,107$.

Температуру кипѣнія опредѣляютъ въ особыхъ кипятильникахъ, приспособленныхъ иногда такъ, чтобы была возможность наблюдать точку кипѣнія при двухъ положеніяхъ термометра (вертикальномъ и горизонтальномъ). При опредѣленіи точки кипѣнія необходимо измѣрять высоту барометра съ точностью по крайней мѣрѣ до 0,02 мм., и принимать въ расчетъ показаніе манометра кипятильника. При опредѣленіи нулевой точки необходимо соблюдать особыя предосторожности въ виду вліянія на результатъ степени чистоты льда, а также перемѣненій нулевой точки въ зависимости отъ предшествовавшихъ состояній термометра. Опыты показываютъ, что точка плавленія льда изъ нечистой чистой воды на $0,003$ ниже точки плавленія льда изъ дистиллированной воды. По опытамъ Церне и Марекъ видно, что при чистой льдѣ или сѣбѣ, сѣбяномъ съ дистиллированной водой и по возможности лишенномъ воздуха, температура плавленія льда остается почти безъ измѣненія или по крайней мѣрѣ эти измѣненія не превосходятъ ошибку наблюденій $0,0004 - 0,0017$.

Изменения точки нуля, вызываемая или непрерывными, или быстрыми деформациями термометрических резервуаров, являются главной причиной изменений в показаниях термометра. Замечено данно, что в термометр, который долго остается при неизменной температурѣ, нулевая точка непрерывно повышается, но со временемъ все слабѣе и слабѣе. Это прогрессирующее повышение нуля излечится в некоторой зависимости отъ возраста термометра и температуры, при которой онъ продолжительное время находился.

Чтобы ослабить такое почти неизбежное повышение нуля, некоторые конструкторы послѣ приготовления термометровъ сильно ихъ нагреваютъ и затѣмъ медленно охлаждаютъ. Такой способъ отжиганія термометровъ практикуетъ Baudin в Парижѣ (на термометрахъ Baudin — надпись *recuit*).

На ряду съ указаннымъ прогрессирующимъ повышениемъ нуля, замечено также, что послѣ всякаго нагреванія термометра нулевая точка его понижается, а послѣ охлажденія сразу повышается. Не останавливаясь на разсмотрѣніи различныхъ предположеній о причинахъ этихъ изменений, мы сошлемся на мнѣніе Гильома, что это явленіе депрессіи нуля обуславливается, прежде всего, термическимъ расширеніемъ ¹⁾. По изслѣдованіямъ Waldmann'a термическія послѣдствія находятся в некоторой зависимости съ упругими послѣдствіями стекла.

Термометры, приготовленные изъ различнаго стекла, обнаруживаютъ измѣняемость нуля различную в зависимости отъ химическаго состава стекла.

Термометры изъ тугоплавнаго фр. стекла (*verre dur*), уже черезъ два года послѣ приготовленія, измѣняютъ нуль всего въ $0^{\circ},001$ в течение одного мѣсяца; съ другой стороны, термометры изъ хрустала обладаютъ подобнымъ качествомъ въ десять разъ большимъ, и въ продолженіи многихъ лѣтъ. Термометры изъ тюрингенскаго обыкновеннаго стекла даютъ депрессію нуля въ $0^{\circ},4 - 0^{\circ},7$.

Гильомъ даетъ для двухъ сортовъ стекла эмпирическую формулу, съ помощью которой можно вычислить дѣйствительное положеніе нуля Z_0 по наблюдаемому положенію его Z_t , соответствующему той температурѣ t , при которой термометръ находился болѣе или менѣе продолжительное время.

Для твердаго стекла

$$Z_t = Z_0 - 0,0008557 t - 0,000001218 t^2$$

и для французскаго твердаго хрустала

$$Z_t = Z_0 - 0,0007972 t - 0,00003293 t^2.$$

Въ *Traité de la Thermométrie* на стр. 328 Гильомъ даетъ таблицу депрессій нуля для термометровъ изъ *verre dur*.

По изслѣдованіямъ Вегхера ²⁾, положеніе нуля для термометровъ изъ нормальнаго леанскаго стекла (16^{III}) опредѣляется по формулѣ:

$$Z_t = Z_0 - 0,00071 t - 0,0000008 t^2.$$

Отжиганіе, ослабляя прогрессирующее повышение нуля, существенно однако вліяетъ на поднятіе нулевой точки в первое время, хотя гораздо

¹⁾ Происходящимъ отъ уменьшенія коэф. расширенія стекла на $\frac{2}{100}$ (опыты Baudin) и измѣненія объема резервуара.

²⁾ *Zeits. f. Inst. t. VIII p. 409. (1888 r.).*

слабше для термометровъ изъ verre dur ($0,4$ при нагреваніи отъ 120 до 200° въ теченіи 58 часовъ), нежели для хрустальныхъ термометровъ (нагреваніе въ продолженіи 3-хъ часовъ при температурѣ $266^\circ - 166^\circ$ вызвало поднятіе нуля на $13,5 - 11,4$).

Быстрота поднятій и депрессій нулевой точки зависитъ также отъ состава стекла и температуры, при которой находится термометръ. Для иллюстраціи зависимости достаточно указать на слѣд. результаты опытовъ Гильюа.

Депрессія въ термометрахъ изъ твердаго стекла прекращалась послѣ нахождения термометра при 100° въ теченіе минуты, достигавъ величины $0,1$, между тѣмъ въ термометрѣ изъ хрустала нуль не устанавливался и въ продолженіи $\frac{1}{2}$ часа, повысившись уже къ этому времени на $0,3 - 0,4$.

При погруженіи тѣхъ же самыхъ термометровъ изъ твердаго стекла въ таиній ледъ, депрессія уменьшалась вдвое въ теченіе одного или двухъ дней и становилась совершенно незащѣтной чрезъ двѣ недѣли. Депрессія, вызванная нагреваніемъ при 200° , уменьшалась вдвое при перенесеніи термометра въ 100° ванну въ теченіи 3-хъ часовъ. Въ недавнихъ опытахъ Schott'a съ рт. терм. изъ іенскаго стекла № 59_{II}, приспособленныхъ для температуръ до 550° , депрессія нуля, послѣ нагреванія до 100° , была только $0,02$. Совершенно другой результатъ съ термометрами изъ хрустала. Для уменьшенія депрессіи, вообще болѣе значительной, вдвое—требовалось время нѣсколькихъ дней и недѣль, а затѣмъ она не уменьшалась зашѣтно и послѣ года.

Все изложенное указываетъ на необходимость съ осторожностью опредѣлять положеніе нулевой точки. Чтобы избѣжать, при опредѣленіи длины основнаго интервала, вліянія возможныхъ перемѣщеній нуля, въ Международномъ Бюро принято за правило наблюдать точку таинія непосредственно за удаленіемъ термометра изъ кипятивника. Обыкновенно термометръ погружаютъ въ таиній ледъ еще въ то время, когда онъ показываеъ 50° , и затѣмъ, спустя минуту или двѣ, когда столбикъ ртути установится, отсчитываютъ въ зрительную трубу—соотвѣствующее дѣленіе шкалы.

Германскіе и англійскіе физики считаютъ болѣе точнымъ опредѣлять нулевую точку изъ двухъ наблюденій, изъ которыхъ одно производится до погруженія термометра въ кипятивникъ, а другое вслѣдъ за опредѣленіемъ точки кипѣнія. При пользованіи современными термометрами изъ іенскихъ стеколъ 16_{III}, 59_{III} и изъ тугоплавкаго французскаго стекла, указанные два приема опредѣленія нулевой точки даютъ послѣ приведеній почти вполне согласные результаты ¹⁾

Здѣсь необходимо замѣтить, что по Guillaume'у ²⁾ продолжительное нахожденіе лучшихъ термометровъ Топпедо при 100° почти не имѣло основнаго промежутка $0 - 100^\circ$. По изслѣдованіямъ же въ Reichanstalt—основной интервалъ шкалы ртутныхъ термометровъ измѣнялся послѣ нагреваній ихъ въ теченіи нѣсколькихъ дней при 110° , а именно *увеличивался* и пропорционально соответствующему повышенію точки плавленія льда. Максимальное увеличеніе длины основнаго интервала было $0,0204 = 0,0008$ при повышеніи нуля только на $0,02$ ³⁾. Описанное явленіе объясняютъ уменьше-

¹⁾ Fernet. Thermométrie стр. 35. (Handbuch d. Physik. von Winkelmann II. Hälfte).

²⁾ Traité de la Thermométrie. 1889 p. 165.

³⁾ Въ случаѣ пропорциональности, соответствующее повышеніе нуля было бы

нѣхъ объема капилляра и уменьшеніемъ коэффициента расширенія стекла на $2\% - 3\%$ ¹⁾.

Чтобы гарантировать въ термометрахъ-эталонахъ постоянство основнаго интервала, считаемъ необходимымъ многократно нагревать его до температуры $100^\circ - 110^\circ$, медленно затѣмъ охлаждая.

Схема пользованія поправками для исправленія показателей ртутнаго термометра видна изъ слѣдующихъ 2 приѣмовъ ²⁾.

1) Термометръ Тонелло № 4340 при длинѣ отъ середины резервуара до $0^\circ - 64^{\text{мм}}$. градусъ = $6,^{\text{мм}}$ 523, погруженъ горизонтально въ водную ванну на глубину $60^{\text{мм}}$. Отсчетъ $+29^\circ,848$. Непосредственно послѣ отсчета, опредѣленъ 0, при погруженіи термометра до точки 0 вертикально въ тающій ледъ. Отсчетъ $-0^\circ,078$. Въ то же время наблюдаютъ барометрическую высоту. По приведеніи при 0° къ широтѣ 45 и къ ур. моря $H = 764,^{\text{мм}}$ 2.

Вычисленіе.	Извѣренная температура.	Нуль.	
Приведенное барометрическое давленіе	764,2	764,2	
$60^{\text{мм}}$ давленіе воды = ртут. столбу	4,4	—	
$64^{\text{мм}}$ » » » »	—	4,7	
Полныя давленія	768,6	768,9	
Непосредственные отсчеты	$+29^\circ,848$	$-0^\circ,078$	
Поправки: {	калибра	$+0,091$	0,000
	внѣш. давленіе	$-0,001$	$-0,001$
	внутр. давл.	—	$+0,009$
	нуля	$+0,070$	$-0,070$
Поправленный отсчетъ	$+30,008$		
Поправка основ. интервала	$-0,024$		
Температура по шкалѣ термометра	$+29,984$		

2) Тотъ же самый термометръ въ вертикальномъ положеніи въ водной ваннѣ. Средина резервуара на глубинѣ $400^{\text{мм}}$. Непосредственный отсчетъ $+35^\circ,615$. Опредѣленіе нуля даетъ $-0^\circ,085$.

Приведенное барометрич. давленіе $H = 754,^{\text{мм}}$ 8.

Вычисленіе.	Температура извѣренная.	Нуль.
Барометрическое приведенное давленіе	754,8	754,8
$400^{\text{мм}}$ давленіе воды = ртути	29,4	—
$64^{\text{мм}}$ » » » »	—	4,7
Полныя давленія	784,2	759,5

на $0^\circ,02$, а по крайней мѣрѣ $1^\circ,25$, ибо, принимая за средній коэффициентъ издѣльнаго расширенія ртути изъ левелювъ стекла ($16^{\text{мм}}$) — $\alpha = 0,0001571$, можно вычислить, что повышеніе нуля на 1° соответствовало бы измѣненію основнаго интервала на $+0^\circ,016$ ($\Delta L = 100 \frac{(L_2 + 1 + 0,00016T) - L_1 + 1}{T} - 100 \frac{L_1 - L_0}{T} = 100 \cdot \frac{0,00016T}{T}$).

¹⁾ Zeit. Inst. 1895 p. 130.

²⁾ Guillaume. Traité de la Thermométrie p. 121—122.

Вычисление.	Температура мм.рт.ст.	Нуль, мм.
Непосредственные отсчеты	+35°,615	-0,085
Поправки: {	калибра	+0,098
	внѣш. давленіе	-0,003
	внутр. давл.	+0,040
	нуль	+0,076
Исправленные отсчеты	+35,826	
Поправка основ. интерв.	-0,029	
Темпер. по шкалѣ терм.	+35,797	

На показанія чувствительныхъ термометровъ могутъ вліять капиллярныя силы, смотря по тому, поднимается-ли столбъ ртути или опускается. Простымъ опытомъ можно найти погрѣшность отъ этихъ вліяній. Достаточно доводить термометръ въ двухъ опытахъ до одной и той же температуры, заставляя ртуть одинъ разъ подниматься, а другой разъ опускаться. Половина разности показаній даетъ намъ искомую поправку. Въ термометрахъ Топелло обыкновенной формы эта поправка не превышаетъ $0,002 - 0,003$. Чтобы при наблюденіяхъ температуры 0 и 100° избѣжать ошибокъ отъ капиллярныхъ силъ, необходимо увеличивать подвижность столба слабыми ударами по термометру до тѣхъ поръ, пока не установятся окончателно температуры.

Каждый ртутный термометръ не слѣдуетъ вполнѣ точно за измѣненіями температуры окружающей его среды, и въ показаніяхъ своихъ отстаетъ отъ дѣйствительной окружающей температуры. Этотъ недостатокъ, приблизительно пропорціональный отношенію объема резервуара термометра къ поверхности, обуславливается явленіями теплопроводности. Если допустить, что пріобрѣтаемая или теряемая теплота въ единицу времени пропорціональна разности между температурой термометра и средней температурой окружающей среды, то можно всегда написать уравненіе:

$$\lambda(u - U) = - \frac{du}{dt} \quad (a).$$

при слѣдующ. обозначеніяхъ: U — постоянная, средняя температура среды, u — переѣнная температура термометра, t — время, λ — постоянная, характеризующая чувствительность термометра и при условіи $u > U$.

Если означить начальную температуру термометра чрезъ u_0 , то чрезъ интеграцію выраженія (a) легко получить

$$\lambda t = \text{Log} \frac{u_0 - U}{u - U}.$$

Подобнымъ образомъ можно вывести, что $\lambda(t_n - t_m) = \text{Log} \frac{u_n - U}{u_m - U}$ и изъ наблюденій въ различные моменты t_n и t_m — температуру термометра u_n и u_m — при постоянствѣ средней температуры среды (U), опредѣлить λ .

Зная λ и зависимость u съ t т. е. $u = f(t)$, можно вычислить для всякаго момента t температуру окружающей среды по формулѣ:

$$U = f(t) + \frac{1}{\lambda} f'(t).$$

По Тизену ¹⁾, для разныхъ термометровъ (германскихъ фирмъ) $\frac{1}{\lambda}$ колебалась между 7 и 30 секундани.

До сихъ поръ мы рассматривали термометры при условіи, что всѣ его части находятся при одной и той же температурѣ. Но практика даетъ много такихъ случаевъ измѣренія температуръ, когда части термометрической трубки имѣютъ температуру значительно отличающуюся отъ температуры резервуара. Ошибка въ температурныхъ показаніяхъ при этихъ обстоятельствахъ можетъ быть очень значительной. Обыкновенно ее стараются довести до возможнаго минимума, пользуясь для каждаго случая наиболее соответственной спеціальной формой термометра. О значеніи этой поправки лучше всего судить по ея теоретическому выраженію.

Пусть резервуаръ термометра находится при t' ; t — температура какого-нибудь элемента dx трубки, α — коэффициентъ видимаго расширенія ртути между температурой t и t' .

Пусть $t > t'$. Въ такомъ случаѣ каждый элементъ трубки dx долженъ получить поправку

$$dC = \alpha (t - t') dx.$$

Въ предположеніи, что α постоянная, мы найдемъ чрезъ интегрированіе полную поправку

$$C = \alpha \int_n^n (t - t') dx = \alpha n \left(t - \frac{1}{n} \int_0^n t' dx \right).$$

гдѣ n конецъ столба. Чтобы получить точно $\frac{1}{n} \int_0^n t' dx$, надо знать законъ распредѣленія температуръ по трубкѣ, иначе говоря t должно быть въ-которая $\bar{t}(x)$.

Выраженіе $\frac{1}{n} \int_0^n t' dx = \bar{t}$ представляетъ среднюю температуру столба ртути, находящагося въ ваннѣ температуры t' .

Многіе изслѣдователи — Реньо, Вюльнеръ, Торпе, Тизенъ и др. предложили рядъ эмпирическихъ формулъ для вычисленія этой величины \bar{t} . Но такъ какъ ни одна изъ формулъ не можетъ быть приложена къ какому угодно случаю, а только годится для данныхъ спеціальныхъ условій, то Гильомъ совѣтуетъ или постараться вычислить C по теоретической формулѣ, или же въ случаѣ большой величины C отпазаться совершенно отъ пользованія ртутнымъ термометромъ, не смотря на всю его простоту и огромную чувствительность и воспользоваться болометрическими пріемами, основанными на вариации электрическаго сопротивленія въ зависимости отъ температуры.

Въ послѣднее время Гильомъ предложилъ пользоваться для опредѣленія поправки \bar{t} — особой цилиндрической трубкой съ ртутью напоминающей собой по виду термометръ съ отрѣзаннымъ резервуаромъ. Такая трубка, будучи погружена въ ванну нижней своей частью, будетъ находиться въ условіяхъ термометра, у котораго часть ртутнаго столба, выходящаго изъ ванны, равна столбу ртути въ коррекціонной трубкѣ. Эта трубка предварительно градуи-

¹⁾ Max Thiesen, Vergleichungen von Quecksilberthermom. (Metronomische Beiträge, № 3, Berlin, 1881 v.).

равалась при условии, что при постоянных точках она была вся погружена в ванну. Разность между показанием в трубке и тем, которое показывает термометр в ванне — дала бы после некоторого приведения исконую поправку ¹⁾.

Если несколько термометров приготовлено из трубок правильного калибра, из одного и того же стекла, с одной и той же жидкостью и вообще из одинаковых материалов по одному и тому же методу, то для обыкновенных целей термометры оказываются вполне сравнимыми, т. е. при одной и той же системе градусов (напр. 0°—100°), укажут одну и ту же температуру исследуемого тела. Термометры, приготовленные из различных материалов, дают при сравнении между собой весьма заметная разности в показаниях. Поэтому при точных исследованиях принято различать не только системы градуировок, но и различать шкалы температур одной и той же системы; так, напр., шкалу ртутных термометров, шкалу воздушного термометра, шкалу водородного термометра и проч. Совпадая в основных точках 0° и 100°, они представляют большую или меньшую разность хода.

Покажем, отчего зависит различие термометрических шкал при одинаковой системе градуировки. Примем за нормальную шкалу такую, по которой температура (T) связана с некоторым свойством (E) термометрического тела непрерывной и вполне определенной зависимостью

$$E_T = f(T).$$

Условимся называть произвольной термометрической шкалой некоторую линейную функцию от E_T , т. е. примем, что температура по этой произвольной шкале

$$t = PE_T + Q.$$

Само собой понятно, что таких шкал можно получить сколько угодно, так как мы можем выбрать не только любое свойство (E) термометрического тела, но и изменить термометрические тела (f) и условия (P, Q), которые определяли бы начальную температуру и величину градуса.

Если допустить, что T и t считаются от одной начальной температуры Q , то

$$0 = PE_0 + Q \text{ и } t = P(E_T - E_0).$$

Если кроме того предположить, что обе шкалы относятся к одной и той же системе градусов, то необходимо принять одинаковыми и их высшие основные температуры. Таким образом в системе стоградусовой мы будем иметь

$$100 = P(E_{100} - E_0) \text{ и след. } t = 100 \frac{E_T - E_0}{E_{100} - E_0} \dots \dots (A)$$

Так как температура t, определяемая ур. (A), нередко весьма близко подходит к величине T, то разность T — t обыкновенно называют поправкой t, при переходе температуры с произвольной шкалы на нормальную

¹⁾ Guillaume. Séances de la Société fr. de ph. 1891. p. 17 — 21. Arch. Zaits. Inst. 1893. p. 58.

Гильомъ дѣлаетъ аналитическій выводъ этой поправки t и показываетъ условіе, когда этой поправкой можно пренебрегать.

Разложивъ въ рядъ: $E_T = E_0 (1 + \alpha T + \beta T^2 + \dots)$, легко найти

$$t = 100 \frac{\alpha T + \beta T^2 + \dots}{100 \alpha + 100^2 \beta + \dots}$$

Вычитая по T изъ обѣихъ частей уравненія, получаемъ разность

$$T - t = T (100 - T) (\Lambda + \beta T + \gamma T^2 + \dots),$$

если для упрощенія формулы обозначить некоторыя комбинаціи постоянныхъ коэффициентовъ $\alpha, \beta, \gamma, \dots$ черезъ Λ, B, C, \dots , а именно *

$$\Lambda = \frac{\alpha + 100\beta + 100^2\gamma + \dots}{S} \quad B = \frac{\gamma + 100\delta + \dots}{S} \quad \text{и т. д.}$$

$$\text{и } S = \alpha + 100\beta + 100^2\gamma + 100^3\delta + \dots = \frac{E_{100} - E_0}{100 E_0}$$

Прибавивъ къ t поправку $T - t$, мы получимъ соответственное T въ нормальной шкалѣ при той же самой системѣ градусовъ.

Совершенно подобное соотношеніе можно вывести и для показаній температуръ по двумъ термометрическимъ, произвольнымъ шкаламъ, при одной и той же системѣ (напр. стоградусной). Разность показаній ($t - t'$) называется *разностью хода* между шкалами. Если ограничиться пятью членами ряда

$$E_T = E_0 (1 + \alpha T + \beta T^2 + \gamma T^3 + \delta T^4)$$

и предположить, что намъ извѣстенъ основной интервалъ для $f(T)$, т. е. $E_{100} - E_0$, и изъ большого ряда различныхъ величинъ для разности ($T - t$) найдемъ Λ, B, C, \dots то легко вычислить коэффициенты α, β, \dots , ибо

$$\alpha = \frac{E_{100} - E_0}{E_0} \left(\frac{1}{100} - \Lambda \right),$$

$$\beta = \frac{E_{100} - E_0}{E_0} \left(\frac{\Lambda}{100} - B \right),$$

$$\gamma = \frac{E_{100} - E_0}{E_0} \left(\frac{B}{100} - C \right),$$

$$\delta = \frac{E_{100} - E_0}{E_0} \frac{C}{100}$$

Изъ полученныхъ выраженій для Λ, B, \dots и α, β, \dots слѣдуетъ, что, принимая коэфф.: β, γ, \dots равными нулю, мы дѣлаемъ $T - t$ тоже нулемъ; а это показываетъ, что *разность хода* между шкалою произвольной (t) и нормальной (T) *тѣмъ меньше*, чѣмъ ближе подходитъ E_T къ *линейной функціи* отъ T .

Во многихъ случаяхъ этой разностью хода двухъ термометровъ или разностью хода двухъ шкалъ можно пренебрегать; однако при изслѣдованіяхъ большой точности должно всегда имѣть въ виду эту разность, а потому слѣдуетъ непремѣнно всѣ показанія различныхъ термометровъ приводить къ такой опредѣленной шкалѣ, которую можно принять за нормальную.

Изслѣдованія Гильома и Шаппюа показали, что разность хода между двумя термометрами изъ одного и того же стекла, при одинаковомъ способѣ

пользования, меньше ошибок самых лучших наблюдений ($0^{\circ},001$). Сь другой стороны, Гилломъ, изслѣдуя разность хода нѣсколькихъ термометровъ изъ двухъ сортовъ стекла — изъ тугоплавкаго стекла (*verre dur*) и изъ обыкновеннаго французскаго хрустала, далъ эмпирическую формулу въ предѣлахъ $0-80^{\circ}$, по которой можно перейти отъ показаній хрустальнаго термометра къ показаніямъ термометра изъ твердаго стекла.

$$t_c - t_v = t(100 - t)(16,701 - 0,002t) 10^{-6}.$$

По этой формулѣ видно, что максимумъ отклоненія въ $0,0414$ для температуры $49^{\circ},986$.

Всѣ указанныя обстоятельства, зависящія главнымъ образомъ отъ того, что объемы оболочекъ и ртути приближаются не линейно, не позволяютъ принять ни одну изъ шкалъ ртутнаго термометра за нормальную. Если теперь ко всему сказанному прибавить, что при всѣхъ эмпирическихъ шкалахъ одинаковыя разности температурныхъ показаній не могутъ быть разсматриваемы, какъ одинаковыя физическія величины, могущія при сложении удваиваться, утраиваться и т. д., то понятно само собою стремленіе физиковъ искать новыхъ условій для построенія шкалы температуръ, какъ ряда такихъ послѣдовательныхъ величинъ, отношенія между которыми были бы совершенно независимы отъ вещества термометра.

Ученіе о законахъ превращенія тепла въ механическую работу и обратно дало почву для построенія абсолютной шкалы температуръ, которую поэтому называютъ термодинамической шкалой¹⁾.

Разсматривая превращеніе тепла въ работу, мы всегда можемъ убѣдиться на опытахъ, что только нѣкоторая небольшая доля всего тепла превращается въ эквивалентную работу, а большая часть его всегда остается въ данной системѣ тѣла не преобразованной.

Когда рабочее тѣло (напр., водяной паръ, свѣтильный газъ), послѣ ряда послѣдовательныхъ измѣненій, возвращается въ первоначальное состояніе, то мы говоримъ, что совершается *круговой процессъ*. Въ томъ случаѣ, когда передача тепла рабочему тѣлу отъ нѣкотораго нагревателя и отіатіе тепла отъ рабочаго тѣла нѣкоторымъ холодильникомъ совершаются при двухъ опредѣленныхъ температурахъ, — круговой процессъ называется *процессомъ Карно*.

Прилагая къ такому процессу принципъ Клаузіуса, по которому передача тепла отъ холоднаго тѣла къ теплomu невозможна безъ затраты эквивалентной работы, можно доказать, что всякая машина (т. е. какое бы ни взято рабочее тѣло), работающая между данными нагревателемъ и даннымъ холодильникомъ, слѣдуя процессу Карно, превращаетъ въ работу одну и ту же часть тепла, замѣстиванную отъ нагревателя. Такимъ образомъ коэффициентъ полезности тепловой машины, слѣдующей въ своихъ измѣненіяхъ по процессу Карно, зависитъ не отъ рабочаго тѣла машины, а отъ нагревателя ея и холодильника, между которыми машина работает, ибо только въ температурахъ и заключается разниа между тѣми и другими холодильниками и

¹⁾ Элементарное положеніе вопроса дано въ статьѣ Н. Н. Шиллера «Абсолютная шкала температуръ» въ «Вѣстникѣ Оп. физики», 1886 г., въ №№ 49, 50 и 52. Аналитически вопросъ разобранъ также въ Cours de Thermodynamique — Lippmann, 1889.

нагрѣвателни. При такомъ выводѣ термодинамика самъ собой возникаетъ вопросъ — не возможно ли измерять температурныя разности работою калорій при переходѣ ихъ отъ теплаго тѣла къ тѣлу холодному, и затѣмъ составить независимую отъ вещества термометра шкалу абсолютныхъ температуръ, условившись въ выборѣ начальной температуры? Да, возможно.

Конечно такая шкала абсолютныхъ температуръ будетъ до нѣкоторой степени опять произвольной, такъ какъ при ней мы выбираемъ для сравненія температуръ нѣкоторое явленіе — явленіе перехода тепла въ работу, тѣмъ не менѣе, однако, здѣсь произвола меньше, чѣмъ при установкѣ шкалы другой шкалы: по принципу Карно вещество рабочаго тѣла (термометрическаго тѣла) можетъ быть какое угодно.

Обозначимъ температуры, между которыми работаетъ тепловой обратная машина, черезъ T_1 и T_2 . Если Q_1 тепло, заимствованное отъ нагрѣвателя, а Q_2 — тепло, отданное машиной холодильнику, то $\frac{Q_1}{Q_2}$ будетъ величиной постоянной для какихъ угодно машинъ при однихъ и тѣхъ же T_1 и T_2 и будетъ зависеть только отъ этихъ температуръ. А потому отношеніемъ $\frac{Q_1}{Q_2}$ можно вполне характеризовать интервалъ температуръ T_1 и T_2 — ш: еі $\frac{Q_1}{Q_2}$.

Если взять рядъ температуръ $T_1, T_2, T_3, \dots, T_n$, для которыхъ $Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_n$ будутъ представлять количества тепла, эксплуатироваема машиной между температурами T_1 и T_2, T_1 и T_3, \dots, T_1 и T_n , то

$$\frac{Q_1}{Q_2}, \frac{Q_2}{Q_3}, \dots, \frac{Q_{n-1}}{Q_n}$$

могутъ служить характеристиками соответственныхъ температурныхъ интерваловъ T_1, T_2, \dots, T_n . Какова бы ни была начальная температура T_1 , этотъ рядъ интерваловъ $T_1, T_2, T_3, \dots, T_n$, характеризуемый отношеніями $\frac{Q_1}{Q_2}, \frac{Q_2}{Q_3}, \dots, \frac{Q_{n-1}}{Q_n}$ единственный и независимый отъ вещества

термометрическаго тѣла, работающаго по процессу Карно. Давая произвольное числовое значеніе температурѣ T_1 , придають соответственныя числовыя значенія и остальнымъ температурамъ T_2, T_3, \dots, T_n . Если же, наконецъ, ограничить числа ряда — условіемъ, чтобы между двумя температурами ряда существовала опредѣленная цифровая разница, то легко получить шкалу абсолютныхъ температуръ при той или другой системѣ градусовъ. Эти абсолютныя температуры выразятся въ такихъ числахъ, что отношеніе между каждыми двумя изъ нихъ будетъ равняться коэффициенту потери тепла ¹⁾ тепловой обратной машины, работающей между данными температурами. Но какъ практически осуществлять такую шкалу? Постараемся опредѣлить сперва аналитическую зависимость между температурами по абсолютной шкалѣ и соответственными температурами по какой-нибудь изъ эмпирическихъ шкалъ нашихъ обыкновенныхъ термометровъ — ртутныхъ, воздушныхъ или др.

¹⁾ Подъ коэффициентомъ потери тепловой энергіи мы разумемъ дробь, выражающую — какую часть всего тепла (Q_1), заимствованнаго рабочимъ тѣломъ отъ нагрѣвателя, составляетъ теплота Q_2 , отданная рабочимъ тѣломъ холодильнику.

Принцип Карно дает возможность выразить аналитически абсолютную температуру T в функции термических параметров какого угодно рабочего тела $(t, v), (t, p) \dots$

В самом деле, если $dQ = Pdx + Qdy$, то, по уравнению Клаузиуса, при процессе Карно,

$$\int \frac{dQ}{T} = 0, \text{ следовательно}$$

$$(1) \quad dS = \frac{dQ}{T} = \frac{P}{T} dx + \frac{R}{T} dy.$$

Условие интегрируемости, эквивалентное выражение процесса Карно, требует, чтобы

$$(2) \quad \frac{d\left(\frac{P}{T}\right)}{dy} = \frac{d\left(\frac{R}{T}\right)}{dx}.$$

Если принять, что T есть только функция X , а y независимая переменная, то легко получить из уравнения (2)

$$\frac{1}{T} \frac{dT}{dx} = \frac{1}{R} \left(\frac{dR}{dx} - \frac{dP}{dy} \right);$$

$$\text{след. } \text{Log } T = \int_{x_1}^x \frac{1}{R} \left(\frac{dR}{dx} - \frac{dP}{dy} \right) dx,$$

$$\text{след. } T = T_0 e^{\int_{x_0}^x \frac{1}{R} \left(\frac{dR}{dx} - \frac{dP}{dy} \right) dx},$$

где T_0 произвольная постоянная.

Абсолютная температура для какого угодно тела в предположении, что C и c теплоемкости при постоянном давлении и при постоянном объеме, α и β коэффициенты расширения при постоянном давлении и при постоянном объеме, p_0 и v_0 начальные объем и давление, E механический эквивалент тепла и t температура, определяемая по расширению данного тела

$$T = T_0 e^{\frac{1}{E} \int_{t_0}^t \frac{p_0 v_0 \alpha \beta}{C-c} dt}.$$

В частном случае, для газового термометра при постоянном объеме, принимая закон Мариотты-Гей-Люссака — $pv = p_0 v_0 (1 + dt)$, а также: $E = \frac{p_0 v_0 \alpha}{C-c}$, как приближенное выражение ¹⁾ механического эквивалента тепла (по Майеру), мы получаем

$$T = T_0 e^{\int_{t_0}^t \frac{1}{p} \frac{dp}{dt} dt} = T_0 \text{Log} \frac{p}{p_0}.$$

¹⁾ Пренебрегая теплотой, затрачиваемой на внутреннюю работу газа — при расширении газа в пустоту.

Такъ какъ $e^{\text{Log} t \frac{P}{P_0}} = \frac{P}{P_0}$, то $T = \frac{P}{P_0} V_0$,

или $T = p \times \text{const} = (1 + \alpha t) \times \text{const}$,

т. е. абсолютная температура пропорциональна биному расширения газов. Предположимъ, что произвольная постоянная $T_0 = \frac{1}{\alpha}$, въ такомъ случаѣ, $T = \frac{1}{\alpha} (1 + \alpha t) = \frac{1}{\alpha} + t$; по $\frac{1}{\alpha}$ приблизительно 273.

Слѣд. $T = 273 + t$.

Такимъ образомъ получается известная простая зависимость между абсолютной температурой (T) и температурой (t), определенной по газовому термометру при постоянномъ объемѣ; но эта зависимость не вполне точная, такъ какъ она найдена въ предположеніи, что законъ Мариотта-Гей-Люссака вѣренъ и что внутренняя работа расширения газа ничтожная величина сравнительно съ внешней работой.

Абсолютную температуру выражаютъ также въ общемъ случаѣ посредствомъ особой функціи Карно — C_i , подъ которой понимаютъ отношеніе къ dt экономического коэффициента машины, работающей между температурами t и t + dt, то-есть $C_i = \frac{dQ}{Q} : dt = \frac{dQ}{dt} / Q = \frac{dT}{dt} / T = \frac{d}{dt} \text{Log} T$.

$$\int_{T_0}^T C_i dt.$$

Поэтому $T = T_0 e^{\int C_i dt}$.

Изъ приближеннаго выраженія: $T = 273 + t$, нѣрѣдко дѣлаютъ заключеніе о реальности существованіи абсолютнаго нуля на 273° (по стоградусной системѣ) ниже точки плавленія льда. Такое заключеніе, однако, не строго научное. Мы не имѣемъ никакого повода утверждать, что въ рядѣ абсолютныхъ температуръ существуетъ абсолютный нуль.

Конечно, слѣдуя известному соотношенію $\frac{T_1}{T_2} = \frac{Q_1}{Q_2}$, можно предполагать, что $\frac{T_1}{T_2}$ стремится въ предѣлѣ къ нулю и въ такомъ случаѣ за абсолютный нуль принимать такую температуру, при которой холодильникъ термической машины не получаетъ нисколько тепла. Тепло, взятое отъ котла, машиной полностью превращается въ работу. Но такого нуля нельзя достигнуть конечными процессами, ибо все способы охлажденія тѣлъ представляють собой обратимые процессы, т. е. такіе процессы, которые при бесконечно малыхъ измѣненіяхъ въ давленіи и температурѣ могутъ легко измѣниться на противоположныя. Опыты Шанпюи и др. съ газовыми термометрами убѣдили, что ихъ температурныя шкалы ближе всѣхъ другихъ подходятъ къ *термодинамической*, почти съ ней совпадая. 15-го октября 1887 г. Международное Бюро вѣса и мѣръ постановило принять за *нормальную термометрическую шкалу* — шкалу сто-градусовой системы *водороднаго термометра*, при постоянномъ объемѣ и при начальной упругости водорода при 0° подъ давленіемъ ртутнаго столба въ 1 м. высоты, т. е. при 1,3158 атмосферы.

8. ТЕРМОМЕТРИЧЕСКІЯ И БАРОМЕТРИЧЕСКІЯ ИЗМѢРЕНІЯ ВЪ ГЛАВНОЙ ПАЛАТѢ МѢРЪ И ВѢСОВЪ.

Статья II. Опредѣленіе поправки для рабочихъ термометровъ Главной Палаты мѣръ и вѣсовъ.

Такъ какъ въ 1894—1895 гг. водородный термометръ еще только устанавливался и производилось изученіе разныхъ частей этого прибора, то для того, чтобы достигнуть полнаго единообразія и совершенной опредѣленности въ показаніяхъ рабочихъ термометровъ, применяющихся въ Палатѣ, рѣшено было сравнить ихъ съ термометромъ Тоннело № 4532 изъ твердаго французскаго стекла (*verre dur*), который снабженъ удостовѣреніемъ (*Certificat*) изъ полномъ изученія его въ *Bureau International d. poids et mesures*, выданномъ отъ 26 мая 1887 г. Такое рѣшеніе показываетъ, что названный термометръ, съ принадлежаніемъ ему исправленіями показаній, являть временно за нормальный термометръ Палаты ¹⁾. Такъ какъ для перехода отъ исправленныхъ показаній термометровъ Тоннело изъ твердаго французскаго стекла къ истиннымъ температурамъ, судя по работамъ Шанпюи, Гильома и др. лицъ Международнаго Бюро, должно вводить не какую-либо индивидуальную (различную для каждаго рода стеколъ и экземпляровъ термометра) поправку, а всегда одну и ту же, то изъ температуръ t_n , приведенныхъ къ указанному термометру Тоннело, можно судить и о температурахъ t_H по водородному термометру. Для того, чтобы сдѣлать этотъ переходъ къ t_H , необходимо къ исправленному въ другихъ отношеніяхъ показанію термометра Тоннело t_n прибавить нижеуказанную поправку, которая $= t_H - t_n$ и измѣняется съ температурою. Она взята изъ *Guillaume, Thermométrie de précision, 1889, pag. 332.*

¹⁾ Согласно съ указаніемъ Управляющаго Палатою, профессора Менделѣева, исправленные показанія этого термометра и всѣхъ рабочихъ термометровъ, по нему поправленныхъ, будутъ впредь обозначены въ Палатѣ знакомъ n , поставленнымъ при числѣ градусовъ температуры, а знакомъ H будутъ означены температуры, приведенныя къ нормальному водородному термометру. Напримеръ, $20^{\circ},312_n$ означаетъ $20^{\circ},312$ по этому нормальному термометру, по водородному термометру это будетъ темпер. $20^{\circ},327_H$.

Задача, мнѣ предстоявшая, состояла въ томъ, чтобы найти поправки показаній, наблюдаемыхъ на рабочихъ термометрахъ Палаты, для приведения ихъ къ исправленнымъ во всѣхъ отношеніяхъ показаніямъ нормальнаго термометра t_n . Для этого слѣдовало въ одной и той же ваннѣ при вѣд. постоян. t опредѣлять температуры какъ по термометру Тонпело № 4532, такъ и по испытуемому термометру, ватѣмъ привести тѣ и другіе показанія къ одинаковому нормальному вѣшнему давленію въ 760 мм., а показанія нормальнаго термометра исправить на калибръ, на измѣненіе внутренняго давленія, на измѣненіе положенія 0° и на измѣненіе основнаго интервала ($0^\circ - 100^\circ \text{Ц.}$), то-есть найти истинное показаніе t_n и соответствующую ему поправку испытуемаго термометра. Таблица найденныхъ такимъ образомъ поправокъ дана въ концѣ этой статьи для 14-ти изъ главныхъ рабочихъ термометровъ Главной Палаты, ниже перечисленныхъ.

Термометры Baudin — прѣжаіе 1880 года. Дѣленія на термометрической трубкѣ. Задняя стѣнка термометра изъ молочнаго стекла. На каждой надписъ: Tub. non cyl. div. rectil. syst. Baudin (1880.4).

1) Baudin № 8195. Шкала отъ -3° до $+52^\circ,6$. Дѣленія до $0,2^\circ$. Длина всего термометра 290 мм. Разстояніе отъ середины резервуара до $0^\circ - 52$ мм. Дѣленія неравнообразны: отъ 0° до $10^\circ - 36,7$ мм., отъ 40° до $50^\circ - 37$ мм. Въ среднемъ 1° занимаетъ 3,68 мм., 1 дѣленіе занимаетъ 0,736 мм. Коэффициентъ вѣшняго давленія $\beta_e = 0,0001642 \pm 0,0000008$. Коэфф. внутренняго давленія $\beta_i = 0,0001796$. Коэффициентъ внутренняго давленія на $1^\circ \beta_i' = 0,0006608$. Точка нуля въ іюлѣ 1894 года послѣ $20^\circ - + 0,070$.

2) Baudin № 8196. Шкала отъ -3° до $53,2^\circ$. Дѣленія на $0,2^\circ$. Длина термометра 290 мм. Разстояніе отъ середины резервуара до $0^\circ - 46$ мм. Дѣленія неравнообразны: отъ 0° до $10^\circ - 37,0$ мм., отъ 40° до $50^\circ - 38,1$ мм. Въ среднемъ 1° занимаетъ 3,75 мм., 1 дѣленіе — 0,75 мм. $\beta_e = 0,0001901 \pm 0,0000013$, $\beta_i = 0,0002055$, $\beta_i' = 0,0007706$. Точка нуля въ мѣ 1894 г. послѣ $20^\circ - + 0,052$.

3) Baudin № 8197. Шкала отъ -3° до 54° . Дѣленія до $0,2^\circ$. Длина термометра 290 мм. Разстояніе отъ середины резервуара до $0^\circ - 47$ мм. Дѣленія неравнообразны: отъ 0° до $10^\circ - 37,6$ мм., отъ 40° до $50^\circ - 36,6$ мм. Въ среднемъ 1° занимаетъ 3,70 мм., 1 дѣленіе — 0,739 мм. $\beta_e = 0,0002001 \pm 0,0000008$, $\beta_i = 0,0002155$, $\beta_i' = 0,0007966$. Точка нуля въ мѣ 1894 г. послѣ $20^\circ - + 0,082$.

4) Baudin № 8198. Шкала отъ -3° до 54° . Дѣленія до $0,2^\circ$. Длина термометра 290 мм. Разстояніе отъ середины резервуара до $0^\circ - 46$ мм. Дѣленія неравнообразны: отъ 0° до $10^\circ - 37,5$ мм., отъ 40° до $50^\circ - 37,0$ мм. Въ среднемъ 1° занимаетъ 3,72 мм., 1 дѣленіе — 0,744 мм. $\beta_e = 0,0001598 \pm 0,0000012$, $\beta_i = 0,0001752$, $\beta_i' = 0,0006516$. Точка нуля въ мѣ 1894 г. послѣ $20^\circ - + 0,076$.

5) Baudin № 8199. Шкала отъ -3° до $54,2^\circ$. Дѣленія до $0,2^\circ$. Длина термометра 290 мм. Разстояніе отъ середины резервуара до $0^\circ - 45$ мм. Дѣленія неравнообразны: отъ 0° до $10^\circ - 36,9$ мм., отъ 40° до $50^\circ - 37,5$ мм. Въ среднемъ 1° занимаетъ 3,72 мм., 1 дѣленіе — 0,744. $\beta_e = 0,0001768 \pm 0,0000024$, $\beta_i = 0,0001922$, $\beta_i' = 0,0007148$. Точка нуля въ мѣ 1894 г. послѣ $20^\circ - + 0,049$.

6) *Vandin* № 3204. Шкала от -33° до $+40,8^{\circ}$. Дѣленія до $0,2^{\circ}$. Длина термометра 290 мм. Расстояние от середины резервуара до 0° —130 мм. Дѣленія неравноотрны: от -30° до -20° —30,1 мм., от 30° до 40° —29,4. Въ среднемъ 1° занимаетъ 2,97 мм., 1 дѣленіе—0,594 мм. $\beta_0 = 0,0001715 \pm 0,0000012$, $\beta_1 = 0,0001869$, $\beta_1' = 0,0005557$. Точка нуля въ маѣ 1894 г. послѣ 20° — $+0,048$.

7) *Standard Oertling* № 653. Шкала от -30° до $+30^{\circ}$. Дѣленія до $0,2^{\circ}$. Длина термометра 407 мм. Расстояние от середины резервуара до 0° —200 мм. Дѣленія неравноотрны: от -30° до -20° —52 мм., от 20° до 30° —49,3 мм. Въ среднемъ 1° занимаетъ 5,01 мм., 1 дѣленіе—1,002 мм. $\beta_0 = 0,0003411 \pm 0,0000026$, $\beta_1 = 0,0003565$, $\beta_1' = 0,001786$. Точка нуля въ маѣ 1894 г. послѣ 20° — $+0,356$.

8) *Standard Oertling* № 657. Шкала от 0° до 100° . Дѣленія до $0,2^{\circ}$. Длина термометра 405 мм. Расстояние от середины резервуара до 0° —46 мм. Дѣленія неравноотрны: от 0° до 20° —63 мм., от 80° до 100° —61 мм. Въ среднемъ 1° занимаетъ 3,09 мм., 1 дѣленіе—0,618 мм. $\beta_0 = 0,0002466 \pm 0,0000054$, $\beta_1 = 0,0002620$, $\beta_1' = 0,0008096$. Точка нуля въ маѣ 1894 г. послѣ 20° — $+0,438$.

9) *Standard Oertling* № 658. Шкала от 0° до 100° . Дѣленія до $0,2^{\circ}$. Длина термометра 409 мм. Расстояние от середины резервуара до 0° —49 мм. Дѣленія неравноотрны: от 0° до 20° —62 мм., от 80° до 100° —61 мм. Въ среднемъ 1° занимаетъ 3,08 мм., 1 дѣленіе—0,616 мм. $\beta_0 = 0,0002252 \pm 0,0000019$, $\beta_1 = 0,0002406$, $\beta_1' = 0,0007411$. Точка нуля въ маѣ 1894 г. послѣ 20° — $+0,447$.

Всѣ термометры *Oertling*'а съ дѣленіями на термометренной трубкѣ. Задняя сторона трубки изъ молочнаго стекла.

Термометры Negretti et Zambra. Дѣленія на термометренной трубкѣ. Задняя сторона молочнаго стекла. На термометрахъ надпись: Centigrade. Negretti et Zambra. Opticians to Her Majesty. London. N.

10) *Negretti et Zambra* № 17362. Шкала от -5° до $+47^{\circ}$. Дѣленія до $0,1^{\circ}$. Длина термометра 458 мм. Расстояние от середины резервуара до 0° —66 мм. Дѣленія неравноотрны: от 0° до 10° —75 мм., от 30° до 40° —77 мм. Въ среднемъ 1° занимаетъ 7,64 мм., 1 дѣленіе—0,764 мм. $\beta_0 = 0,0003312 \pm 0,0000012$, $\beta_1 = 0,0003466$, $\beta_1' = 0,002646$. Точка нуля въ маѣ 1894 г. послѣ 20° — $+0,451$.

11) *Negretti et Zambra* № 17365. Шкала от $+0^{\circ}$ до $47,5^{\circ}$. Дѣленія до $0,1^{\circ}$. Длина термометра 458 мм. Расстояние от середины резервуара до 0° —39 мм. Дѣленія неравноотрны: от 0° до 5° —39,6 мм., от 40° до 45° —41,4 мм. Въ среднемъ 1° занимаетъ 8,15 мм., 1 дѣленіе—0,815 мм. $\beta_0 = 0,0002666 \pm 0,0000013$, $\beta_1 = 0,0002820$, $\beta_1' = 0,002298$.

12) *Negretti et Zambra* № 17366. Шкала от 0° до $+48^{\circ}$. Дѣленія до $0,1^{\circ}$. Длина термометра 460 мм. Расстояние от середины резервуара до 0° —72 мм. Дѣленія неравноотрны: от 0° до 5° —36,8 мм., от 40° до 45° —37,0 мм. Въ среднемъ 1° занимаетъ 7,375 мм., 1 дѣленіе—0,738 мм. $\beta_0 = 0,0002449 \pm 0,0000009$, $\beta_1 = 0,0002603$, $\beta_1' = 0,001920$. Точка нуля въ маѣ 1894 г. послѣ 20° — $+0,466$.

13) *Negretti et Zambra* № 17368. Шкала от 0° до $46,5^{\circ}$. Дѣленія до $0,1^{\circ}$. Длина термометра 460 мм. Расстояние от середины резервуара до

0° — 41 мм. Дѣленія неравноѣрны: отъ 0° до 5° — 40,9 мм., отъ 40° до 45° — 41,7. Въ среднемъ 1° занимаетъ 8,28 мм., 1 дѣленіе — 0,828 мм. $\beta_0 = 0,0003123 \pm 0,0000010$, $\beta_1 = 0,0003277$, $\beta_1' = 0,002713$. Точка нуля въ мѣѣ 1894 г. послѣ 22° — + 0,419.

14) Negretti et Zambra № 17278. Отъ психрометра. Шкала отъ — 40° до + 48°. Дѣленія до 0,5°. Длина термометра 356 мм. Разстояніе отъ середины резервуара до 0° — 213 мм. Точка нуля въ мѣѣ послѣ 20° — + 0,59.

15) Negretti et Zambra № 17279. Отъ психрометра. Шкала отъ — 40° до + 48°. Дѣленія до 0,5°. Длина термометра 356 мм. Разстояніе отъ середины резервуара до 0° — 213 мм. Точка нуля въ мѣѣ 1894 г. послѣ 20° — + 0,63.

Термометры Geissler'a съ отдѣльною шкалою на пластинкѣ матоваго стекла.

16) Geissler № 1_а. Диаметръ наружной трубки 5,1 мм. Шкала отъ — 12,8° до + 32,0°. Дѣленія до 0,1°. Длина термометра 230 мм. Длина резервуара 10 мм. Разстояніе отъ середины резервуара до 0° — 82 мм. Дѣленія равноѣрны: отъ — 10° до 0° — 39 мм., отъ 20° до 30° — 39 мм. 1° занимаетъ 3,902 мм., 1 дѣленіе — 0,39 мм. $\beta_0 = 0,0000969 \pm 0,0000013$, $\beta_1 = 0,0001123$, $\beta_1' = 0,0004383$. Точка нуля въ мѣѣ 1894 г. послѣ 20° — + 0,224.

17) Geissler № 2_а. Диаметръ наружной трубки около 4,5 мм. Шкала отъ — 11,4° до + 28,0°. Длина термометра — 205 мм. Длина резервуара 9 мм. Разстояніе отъ середины резервуара до точки 0° — 58 мм. Дѣленія неравноѣрны: отъ — 10° до 0° — 35 мм., отъ 10° до 20° — 37 мм. Въ среднемъ 1° занимаетъ 3,65 мм., 1 дѣленіе — 0,365 мм. $\beta_0 = 0,0001469 \pm 0,0000032$, $\beta_1 = 0,0001623$, $\beta_1' = 0,0005024$. Точка нуля въ мѣѣ 1894 года послѣ 20° — + 0,094.

Вновь (въ 1894 г.) приобретенные термометры Baudin, №№ 13871 — 13882. Дѣленія на термометрической трубкѣ. Задняя сторона матоваго стекла. На термометрахъ надпись: «Tub. non cyl. div. rectif. syst. Baudin (1894. 9) Centigrade N — Recult».

18) Baudin № 13871. Шкала отъ — 0,10° до + 0,10°, 11,75° — 25,75°, 98,00° — 101,00°. Дѣленія до 0,05°. Длина термометра 452 мм. Разстояніе отъ середины резервуара до 0° — 36,5 мм., до 12° — 58,0 мм., до 100° — 389,5. Дѣленія неравноѣрны: отъ 12° до 13° — 20,3 мм., отъ 100° до 101° — 19,9 мм. Въ среднемъ 1° занимаетъ 19,96 мм., 1 дѣленіе — 0,998 мм. β_0 (среднее изъ двухъ опредѣленій) = 0,0001939 \pm 0,00000025, $\beta_1 = 0,0002068$, $\beta_1' = 0,004128$.

19) Baudin № 13872. Шкала отъ — 0,10° до + 0,10°, 11,70° — 25,75°, 98,00° — 101,00°. Дѣленія до 0,5°. Длина термометра 454 мм. Разстояніе отъ середины резервуара до 0° — 37 мм., до 12° — 50 мм., до 100° — 381,6. Дѣленія неравноѣрны: отъ 12° до 13° — 19,90 мм., отъ 100° до 101° — 19,80 мм. Въ среднемъ 1° занимаетъ 19,80 мм., 1 дѣленіе — 0,99 мм. β_0 (среднее изъ двухъ) = 0,0001668 \pm 0,00000035, $\beta_1 = 0,0001797$, $\beta_1' = 0,003558$.

20) Baudin № 13873. Шкала отъ — 0,10° до + 0,10°, 11,65° — 25,40°. Дѣленія до 0,05°. Длина термометра 364 мм. Разстояніе отъ середины резервуара до 0° — 38,0 мм., до 12° — 52,0 мм. Дѣленія неравноѣрны: отъ

12° до 13° — 20,2 мм., отъ 24° до 25° — 19,7 мм. Въ среднемъ 1° занимаетъ 19,92 мм., 1 дѣленіе — 0,996 мм. β_0 (среднее) = 0,0001766 \pm \pm 0,00000035, β_1 = 0,0001895, β_1' = 0,003775.

21) *Vaudin* № 13874. Шкала отъ $-0,10^\circ$ до $+0,10^\circ$, $11,90^\circ$ — $25,40^\circ$. Дѣленія до 0,05°. Длина термометра 365,0 мм. Разстояніе отъ середины резервуара до 0° — 37,3 мм., до 12° — 59,1 мм. Дѣленія неравноѣрны: отъ 12° до 13° — 20,1 мм., отъ 24° — 25° — 19,9 мм. Въ среднемъ 1° занимаетъ — 19,97 мм., 1 дѣленіе — 0,999 мм. β_0 (среднее) = 0,0001953 \pm \pm 0,00000025, β_1 = 0,0002082, β_1' = 0,004143.

22) *Vaudin* № 13875. Шкала отъ $-0,10^\circ$ до $+0,10^\circ$, $11,85^\circ$ — $25,65^\circ$. Дѣленія до 0,05°. Длина термометра 370 мм. Разстояніе отъ середины резервуара до 0° — 37,5 мм., до 12° — 58,5 мм. Дѣленія неравноѣрны: отъ 12° до 13° — 20,7 мм., отъ 24° до 25° — 19,9 мм. Въ среднемъ 1° занимаетъ 20,48 мм., 1 дѣленіе — 1,024 мм. β_0 (среднее) = 0,0001851 \pm 0,0000003, β_1 = 0,0001930, β_1' = 0,004090.

23) *Vaudin* № 13876. Шкала отъ $-0,10^\circ$ до $+0,10^\circ$, $11,75^\circ$ — $25,60^\circ$. Дѣленія до 0,05°. Длина термометра 367 мм. Разстояніе отъ середины резервуара до 0° — 37,5 мм., до 12° — 58,5 мм. Дѣленія неравноѣрны: отъ 12° до 13° — 20,2 мм., отъ 24° до 25° — 19,1 мм. Въ среднемъ 1° занимаетъ 20,02 мм., 1 дѣленіе — 1,001 мм. β_0 (среднее) = 0,0001786 \pm \pm 0,00000035, β_1 = 0,0001915, β_1' = 0,003834.

24) *Vaudin* № 13877. Шкала отъ $-0,10^\circ$ до $+0,10^\circ$, $11,65^\circ$ — $25,30^\circ$. Дѣленія до 0,05°. Длина термометра 363,5 мм. Разстояніе отъ середины резервуара до 0° — 37,0 мм., до 12° — 60,0 мм. Дѣленія неравноѣрны: отъ 12° до 13° — 20,4 мм., отъ 24° до 25° — 19,9 мм. Въ среднемъ 1° занимаетъ — 20,14 мм., 1 дѣленіе — 1,007 мм. β_0 (среднее) = 0,0001709 \pm \pm 0,00000045, β_1 = 0,0001693, β_1' = 0,003702.

25) *Vaudin* № 13878. Шкала отъ $-0,10^\circ$ до $+0,10^\circ$, $11,60^\circ$ — $25,50^\circ$. Дѣленія до 0,05°. Длина термометра 372,5 мм. Разстояніе отъ середины резервуара до 0° — 38,50 мм., до 12° — 60,75 мм. Дѣленія неравноѣрны: отъ 12° до 13° — 20,5 мм., отъ 24° до 25° — 20,0 мм. Въ среднемъ 1° занимаетъ 20,3 мм., 1 дѣленіе — 1,013 мм. β_0 (среднее) = 0,0001564 \pm \pm 0,0000004, β_1 = 0,0001693, β_1' = 0,003437.

26) *Vaudin* № 13879. Шкала отъ $-0,10^\circ$ до $+0,10^\circ$, $11,80^\circ$ — $25,60^\circ$. Дѣленія до 0,05°. Длина термометра 358,0 мм. Разстояніе отъ середины резервуара до 0° — 36,0 мм., до 12° — 58,0 мм. Дѣленія неравноѣрны: отъ 12° до 13° — 19,3 мм., отъ 24° до 25° — 19,8 мм. Въ среднемъ 1° занимаетъ — 19,6 мм., 1 дѣленіе — 0,98 мм. β_0 (среднее) = 0,0001939 \pm \pm 0,00000035, β_1 = 0,0002068, β_1' = 0,004053.

27) *Vaudin* № 13880. Шкала отъ $-0,10^\circ$ до $+0,10^\circ$, $11,90^\circ$ — $25,25^\circ$. Дѣленія до 0,05°. Длина термометра 361,0 мм. Разстояніе отъ середины резервуара до 0° — 37,1 мм., до 12° — 56,8 мм. Дѣленія неравноѣрны: отъ 12° до 13° — 20,4 мм., отъ 24° до 25° — 19,9 мм. Въ среднемъ 1° занимаетъ 20,23 мм., 1 дѣленіе — 1,012 мм. β_0 (среднее) = 0,0001814 \pm \pm 0,00000035, β_1 = 0,0001943, β_1' = 0,003931.

28) *Vaudin* № 13881. Шкала отъ $-0,10^\circ$ до $+0,10^\circ$, $11,7^\circ$ до 25° . Дѣленія до 0,05. Длина термометра 370 мм. Разстояніе отъ середины резервуара до 0° — 59,5 мм., до 12° — 83,4 мм. Дѣленія неравноѣрны:

отъ 12° до 13° —19,82 мм., отъ 24° до 25° —20,40 мм. Въ среднемъ 1° занимаетъ 20,40 мм., 1 дѣленіе—1,02 мм. β_0 (среднее) = 0,0001953 \pm \pm 0,00000055, β_1 = 0,0002082, β_1' = 0,004247.

29) *Vaudin* № 13882. Шкала отъ $-0,10^{\circ}$ до $+0,10^{\circ}$, 11° — 25° . Дѣленія до $0,05^{\circ}$. Длина термометра 359 мм. Расстояніе отъ середины резервуара до 0° —39 мм., до 12° —61 мм. Дѣленія неравнообразны: отъ 12° до 13° —19,7 мм., отъ 24° до 25° —20,6 мм. Въ среднемъ 1° занимаетъ 20,1 мм. 1 дѣленіе—1,005 мм., β_0 (среднее) = 0,0001995 \pm 0,0000003, β_1 = 0,0002124.

Термометры Tonnelot прозрачнаго стекла, дѣленія на термометровой трубкѣ.

30) *Tonnelot* № 4538. На терм. надпись: «*Tonnelot à Paris (1886,11) 4538*». Шкала отъ $-31,7^{\circ}$ до $+39,4^{\circ}$, $94,5^{\circ}$ — $102,9^{\circ}$. Дѣленія до $0,1^{\circ}$. Длина термометра 527 мм. Расстояніе отъ середины резервуара до 0° —207,6 мм. Дѣленія равнообразны. 1° занимаетъ 5,5 мм., 1 дѣленіе—0,55 мм. β_0 (среднее) = 0,0001137 \pm 0,0000004, β_1 = 0,0001291, β_1' = 0,0007100.

31) *Tonnelot* № 4540. На терм. надпись: «*Tonnelot à Paris (1885,10) 4540*». Шкала отъ $-3,1^{\circ}$ до $+52,4^{\circ}$, $95,9^{\circ}$ — $103,5^{\circ}$. Дѣленія до $0,1^{\circ}$. Длина термометра 536 мм. Расстояніе отъ середины резервуара до 0° —55,0 мм. Дѣленія равнообразны. 1° занимаетъ 7,05 мм., 1 дѣленіе—0,705 мм. β_0 (среднее) = 0,0001108 \pm 0,00000075, β_1 = 0,0001262, β_1' = 0,0008897.

32) *Tonnelot* № 4541. На терм. надпись: «*Tonnelot à Paris (1886,11) 4541*». Шкала отъ $-3,3^{\circ}$ до $+51,3^{\circ}$, $94,8^{\circ}$ — $102,7^{\circ}$. Дѣленія до $0,1^{\circ}$. Длина термометра 526 мм. Расстояніе отъ середины резервуара до 0° —58,5 мм. Дѣленія равнообразны. 1° занимаетъ 6,91 мм., 1 дѣленіе—0,691 мм. β_0 (среднее) 0,0001290 \pm 0,0000006, β_1 = 0,0001444, β_1' = 0,0009999.

33) *Vaudin* № 7575. На терм. надпись: «*Tub. non cyl. div. rectific. syst. Vaudin (1879,4). Etalon normale à échelle centigrade, 7575*». Шкала отъ $-1,0^{\circ}$ до $+101,0^{\circ}$. Дѣленія на $0,2^{\circ}$. Длина термометра 477 мм. Расстояніе отъ середины резервуара до 0° —61,6 мм. Дѣленія почти равнообразны. 1° занимаетъ 3,49 мм., 1 дѣленіе—0,698 мм. β_0 (среднее) = 0,0001582 \pm \pm 0,00000085, β_1 = 0,0001736, β_1' = 0,0006059.

Изъ 33-хъ описанныхъ рабочихъ термометровъ для 14-ти, приближенныхъ къ текущихъ работахъ Палаты, произведены болѣе или менѣе полныя сличенія съ нормальнымъ термометромъ № 4532 *Тоннело*, а постоянные коэффициенты давленій опредѣлены для всѣхъ.

Такъ какъ сравненіе термометровъ производится при одномъ какомъ либо положеніи горизонтальномъ или вертикальномъ, а при пользованіи ими приходится производить по нимъ отчеты то при вертикальномъ (въсѣмъ барометры), то при горизонтальномъ (компараторы) ихъ положеніи, то является необходимость звать коэффициенты внутренняго давленія для каждого прибора отдѣльно. Непосредственное опредѣленіе коэффициента внутренняго давленія производится только въ исключительныхъ случаяхъ. Обыкновенно же этотъ коэффициентъ получаютъ изъ коэффициента вѣшняго давленія β_0 , прибавленіемъ къ некоторой средней разности $\beta_1 - \beta_0$. Коэффициентъ же вѣшняго давленія опредѣляется непосредственно для каждого термометра. Онъ также необходимъ для введенія поправокъ на вѣзненіе вѣшняго давленія, напр.,

при колебаниях атмосферного давления, а также при погружении термометра в сосуд с водой и т. п.

Особенно тщательно изучены в этом отношении недавно полученные термометры (отожженные) Vaudin №№ 13871—13882, предназначенные для приложения к возобновляемым прототипам длины и веса. Для этих термометров, по двум из них на имеющемся в Палате приборѣ непосредственно определены и коэффициенты внутреннего давления. Зная для этих термометров коэффициенты внешнего давления, определяем прямо для этой серии термометров β_1 — β_n . Непосредственное определение β_1 — β_n для этой серии термометров может представлять некоторый интерес вследствие того, что упругія свойства отоженного стекла еще далеко недостаточно изучены, а несомненно, что они должны быть другими, чѣм стекла, не подвергавшагося отжиганию. Величина же β_1 — β_n отчасти зависит от упругих свойств стекла. Вследствие сказаннаго, я описываю вслѣд за сѣмъ способы, принятыя для определения β_1 и β_n , и привожу для Воденовских термометров подробные результаты определений этого рода. Считаю необходимымъ замѣтить, что эта часть работы, какъ и вся выѣрка термометровъ, велась мною подъ руководствомъ профессора Н. Г. Вгорова.

Определение коэффициентов внешнего (β_n) и внутреннего (β_1) давлений. Для определения коэффициента внешнего давления β_n пользовались методомъ, выработаннымъ въ Bureau International ¹⁾ и употребляемымъ также въ Reichsanstalt ²⁾. Стеклообразная трубка, свободно выходящая термометры, запаянная снизу, сверху закрытая каучуковой пробкой, черезъ которую проходитъ стеклянная трубка съ двумя стеклянными же кранами, закреплена вертикально въ штативѣ. При помощи одного изъ крановъ внутренность трубки сообщается съ окружающимъ воздухомъ (разрѣженіе внутри ея = 0). Другой служитъ для сообщенія трубки съ резервуаромъ, въ которомъ производится разрѣженіе. По пути отъ трубки къ резервуару помѣщенъ ртутный манометръ. Въ трубку на дно вливается нѣсколько сант. ртути, помѣщается испытуемый термометръ такъ, чтобы весь его резервуаръ былъ въ ртути, и вся трубка почти до верха заполняется глицериномъ для уменьшенія вреднаго пространства. Трубка съ испытуемымъ термометромъ для уменьшенія влияния рѣзкихъ переѣнъ температуры окружающей среды погружается въ большой сосудъ съ водой, такъ чтобы вся часть трубки, заполненная ртутью, была окружена водой.

Отчеты производились зрительной трубкой малого катетометра системы Д. П. Менделѣева (работы Брауэра). Хотя при трубѣ есть окулярный микроскопъ, но оказалось совершенно достаточнымъ доли дѣленій отсчитывать на глазъ, при чемъ возможно было при достаточномъ освѣщеніи отсчитывать до $\frac{1}{30}$ дѣленія, что при дѣленіи на $0,2^\circ$ давало $0,01^\circ$, при дѣленіяхъ въ $0,05^\circ$ (термометры Vaudin-recuit) — $0,0025^\circ$. Для освѣщенія термометра употреблялся параболическій рефлекторъ съ 16 свѣчной лампочкой накаливания, поставленный на разстояніи около 1 метра отъ сосуда съ термометромъ.

Наиболѣе согласные результаты получаются тогда, когда отчеты по термометру производится, какъ при большомъ давленіи, такъ и при маломъ.

¹⁾ Trav. et Mémoires, T. 5.

²⁾ Wissenschaftliche Abhandl. der Physik.-Technischen Reichsanstalt. T. I. s. 71.

при вышуповлѣнн мѣнскій ртути въ термометриной трубкѣ. Этого можно достигнуть, наливая въ сосудъ, окружающій трубку съ термометромъ, воду температуры болѣе низкой (градуса на 3), чѣмъ комнатная. Переишавъ хорошенько мѣшалкой, ее оставляютъ и она скоро начинаетъ весьма медленно нагреваться. Для измѣренія температуры ртути манометра близи его помѣщаютъ особый термометръ.

Самое опредѣленіе производилось слѣд. образомъ. Разобная приборъ отъ резервуара, производятъ въ этомъ послѣднемъ достаточное разрѣженіе, измѣряемое манометромъ. Заиѣчаютъ температуру манометра. По прерыва сообщенія сосуда съ окружающей средой, производятъ отсчетъ по испытанному термометру. Затѣмъ разобняютъ приборъ отъ окружающаго пространства и приводятъ въ сообщеніе съ сосудомъ, въ которомъ произведено разрѣженіе. Заиѣчаютъ показаніе манометра и отиѣчаютъ показаніе испытаннаго термометра. Послѣ этого, опять разобняютъ отъ резервуара съ разрѣженнымъ воздухомъ, сообщаютъ съ окружающей средой, производятъ отсчеты по испытанному термометру и т. д. послѣдовательно 20 разъ; послѣдній отсчетъ дѣлается при сообщеніи внутренности прибора съ окружающей средой (разрѣженіе = 0). Всего получается 41 отсчетъ: 21 при разрѣженіи равномъ нулю, 20 при иѣкоторомъ разрѣженіи. Отсчеты производятся черезъ строго равныя промежутки 1 — 2 минуты, въ иѣкоторыхъ случаяхъ даже 30 сек. Эти отсчеты обрабатываются слѣд. образомъ. Прежде всего аспирируются отсчеты по манометру приведеніемъ ртути манометра къ 0°. Далѣе, такъ какъ температура всего прибора идетъ все время медленно повышаясь, то предполагая, что повышение идетъ равномерно, по крайней мѣрѣ для промежутка между тремя смежными отсчетами, мы можемъ сказать, что отсчету при иѣкоторомъ разрѣженіи соответствуетъ полусумма смежныхъ отсчетовъ при разрѣженіи равномъ 0. Затѣмъ беремъ разность между этими двумя отсчетами. Такихъ разностей получаемъ 20. Беря сумму давленій (разрѣженія) и сумму разностей и дѣля второе на первое, получаемъ β . Вероятная ошибка такой серии наблюденій вычисляется по общепринятымъ способамъ и равна

$$\frac{0,6745}{\text{Ср. давл.}} \sqrt{\frac{\sum \Delta^2}{n(n-1)}}$$

гдѣ $\sum \Delta^2$ сумма квадратовъ отступленій вычисленной отъ дѣйствительно полученной разности показаній испытаннаго термометра при данномъ измѣненіи давленія.

Для $n = 20$ вероятная ошибка выразится:

$$\frac{0,6918}{\sum p} \sqrt{\sum \Delta^2}$$

Для прихѣра приводится выписка изъ журнала наблюденій отъ 11 ноября 1894 г. надъ термометромъ Vaucler № 13874 (дѣленія до 0,05°). Показанія манометра выписаны уже приведенными къ нулю.

t маном. = 19,5°

Давленіе.	Отсч. по термом.	Средняя.	Разность.	Давленіе.	Отсч. по термом.	Средняя.	Разность.
0	16,9575			0	16,9650		
743,7	16,8150	16,9612	0,1462	742,7	16,8225	16,9687	0,1462

Дав- ление.	Отсч. по термом.	Средняя.	Раз- ность.	Дав- ление.	Отсч. по термом.	Средняя.	Раз- ность.
0	16,9725			0	17,0625		
740,7	16,8325	16,9775	0,1450	730,8	16,9225	17,0675	0,1450
0	16,9825			0	17,0725		
739,7	16,8400	16,9875	0,1475	728,8	16,9325	17,0775	0,1450
0	16,9925			0	17,0825		
738,7	16,8525	16,9987	0,1462	726,8	16,9400	17,0862	0,1462
0	17,0050			0	17,0900		
836,7	16,8650	17,0100	0,1450	724,8	16,9500	17,0950	0,1450
0	17,0150			0	17,1000		
735,7	16,8750	17,0187	0,1437	723,8	16,9625	17,1050	0,1425
0	17,0225			0	17,1100		
734,7	16,8825	17,0287	0,1462	722,8	16,9725	17,1150	0,1425
0	17,0350			0	17,1200		
733,8	16,8925	17,0387	0,1462	770,8	16,9825	17,1250	0,1425
0	17,0425			0	17,1300		
732,8	16,9025	17,0475	0,1450	719,9	16,9900	17,1337	0,1437
0	17,0525			8	17,1375		
731,8	16,9125	17,0575	0,1450	719,0	17,0000	17,1425	0,1425
				0	17,1475		

Далее для вычисления β , и вероятной ошибки располагается в следующую таблицу:

Дав.	Р а з н о с т ь.		Наблюд.—Вычисл.	$\Delta\Delta$
	Наблюд.	Вычисл.		
743,7	$\beta = 0,1462$	0,1473	- 0,0011	0,00000121
742,7	0,1462	0,1471	- 9	81
740,7	0,1450	0,1467	- 17	289
739,7	0,1475	0,1465	+ 10	100
738,7	0,1462	0,1463	- 1	1
736,7	0,1450	0,1459	- 9	81
735,7	0,1437	0,1457	- 20	400
734,7	0,1462	0,1455	+ 7	49
733,8	0,1462	0,1453	+ 9	81
732,8	0,1450	0,1451	- 1	1
731,8	0,1450	0,1449	+ 1	1
730,8	0,1450	0,1447	+ 3	9
728,8	0,1450	0,1443	+ 7	49
726,8	0,1462	0,1439	+ 23	529
724,8	0,1450	0,1436	+ 14	196
723,8	0,1425	0,1434	- 9	81
722,8	0,1425	0,1432	- 7	49
720,8	0,1425	0,1428	- 3	9
719,9	0,1437	0,1426	+ 11	121
719,0	0,1425	0,1424	+ 0,0001	0,00000001

14628,5 $\beta = 2,8971$

$\left\{ \begin{array}{l} + 0,0086 \\ - 0,0087 \end{array} \right. 0,00002249$

$\beta_e = 0,0001951 \pm 0,0000002.$

Для термометровъ съ дѣлениями до $0,2^\circ$ и $0,1^\circ$ такихъ серій по большей части дѣлалось по одной; для термометровъ же съ дѣлениями до $0,05^\circ$, для каждого произведено по двѣ серіи и за β_0 взята средняя изъ обѣихъ серій.

Коэффициентъ внутреннего давленія получился изъ коэфф. внешнего давленія прибавленіемъ $0,0000154$ — средней величины $\beta_1 - \beta_0$, принятой въ Bureau International. Въ Reichsanstalt для каждого термометра β_1 определяется непосредственно и средняя величина $\beta_1 - \beta_0$ изъ наблюдений надъ 11 термометрами $0,0000133$ (теоретическая $0,0000143$)¹⁾. Принимая для термометровъ съ дѣлениями до $0,2^\circ$ и $0,1^\circ$ $\beta_1 - \beta_0 = 0,0000154$, мы даже для достаточно длинныхъ термометровъ вводимъ ошибку неуплоиную для наблюдений, напр. — если бы для термометра Negretti et Zambra № 17315 взяли $\beta_1 - \beta_0$ не $0,0000154$, а $0,0000127$, то получали бы поправку на внутреннее давленіе при наивысшей температурѣ $47,5^\circ$ не $0,1229$, а $0,1218$; всего различающа на $0,001^\circ$, т. е. на такую величину, которую трудно наблюдать по этому термометру. Кроімъ того, въ данномъ приборѣ взята наивысшая температура; въ дѣйствительности, такъ какъ всѣ наблюденія производятся въ предѣлахъ отъ $10^\circ - 30^\circ$, ошибка отъ принятія той или другой величины для $\beta_1 - \beta_0$ должна быть еще менѣе.

Для термометровъ Vauclain ММ 13871 — 13882 съ дѣлениями до $0,05$, въ виду особаго сорта стекла, свойства котораго еще никѣ не изслѣдованы, а также вслѣдствіе того, что на этихъ термометрахъ возможно отсчитывать до $+0,0025^\circ$ — были произведены непосредственныя опредѣленія $\beta_1 - \beta_0$. Термометры эти изъ одного сорта стекла, приготовлены одновременно, и стекло ихъ отожжено (recuit). На двухъ изъ нихъ нанесены точки 100° . Ни и воспользовались для непосредственнаго опредѣленія $\beta_1 - \beta_0$. Полученная для нихъ величина $\beta_1 - \beta_0$ была принята для всѣхъ термометровъ этой серіи.

Опредѣленіе разности $\beta_1 - \beta_0$ производилось при температурѣ около 100° , на приборѣ Hueit'a для опредѣленія точки кипѣнія, точной копіи прибора, употребляемаго для той же цѣли въ Bureau International и конструированнаго по плану М. Р. Charpiis²⁾. На этомъ приборѣ возможно производить отсчеты какъ при вертикальномъ положеніи термометра, такъ и при горизонтальномъ.

Для обѣихъ термометровъ произведено по три серіи опредѣленій β_1 . Каждая серія опредѣленій производилась слѣдующимъ образомъ. Термометръ помещался въ приборъ и выдерживался въ немъ въ парахъ кипящей воды около часа. Затѣмъ производились отсчеты слѣдующимъ образомъ: черезъ равные промежутки времени ($1' - 2'$) производились послѣдовательно отсчеты: два при вертикальномъ положеніи термометра, 4 при горизонтальномъ, 4 при вертикальномъ, 4 опять при горизонтальномъ и два при вертикальномъ. Слѣдовательно каждая серія состояла изъ 16 отсчетовъ: 8 при вертикальномъ и столько же при горизонтальномъ положеніи термометра. Передъ каждымъ отсчетомъ дѣлался ударъ по термометру деревяшкой, при этомъ условіи получались болѣе удовлетворительные и согласные результаты. Иначе, особенно при переходѣ отъ горизонтальнаго положенія въ вертикальное, вслѣдствіе вліянія капиллярныхъ силъ, могутъ получаться весьма несогласные отсчеты. Разность между средними величинами отсчетовъ при горизонтальномъ и вертикальномъ

¹⁾ Wissenschaft. Abhand. des Phys.-Tech. Reichsanstalt. T. I, стр. 70 и 79.

²⁾ Guillaume. Thermométrie de précision, p. 112.

положениями термометров и служила для определения β_1 . Зная расстояние от точки, соответствующей кайфею воды, до середины резервуара, вводи в эту величину поправку на приведение столба ртути к 0° , мы непосредственно получаем β_1 , как частное от деления разности отсчетов на приведенную к нулю высоту столба ртути в термометре. Зная же β_2 , мы можем получить $\beta_1 - \beta_2$. Среднее из трех серий для термометра № 18871 $\beta_1 - \beta_2 = -0,0000130$, для № 13871 $\beta_1 - \beta_2 = 0,0000127$.

Среднее из облаков этих величин $\beta_1 - \beta_2 = 0,0000129$ и принято за величину $\beta_1 - \beta_2$, которую надо прибавлять к β_2 , чтобы получить β_1 для всех термометров Vaudin № 13871—13882.

Данные для Vaudin № 13871 ($\beta_2 = 0,0001939$)

1-я серия $\beta_1 = 0,0002052$	$\beta_1 - \beta_2 = 0,0000113$	$-0,000017$	289.10 ⁻¹¹
2-я серия $\beta_1 = 0,0002090$	$= 0,0000151$		21 441.10 ⁻¹¹
3-я серия $\beta_1 = 0,0002065$	$= 0,0000128$		4 16.10 ⁻¹¹
Средн. $= 0,0000130$			<u>746.10⁻¹¹</u>

Vaudin № 13872 ($\beta_2 = 0,0001668$)

1-я серия $\beta_1 = 0,0001799$	$\beta_1 - \beta_2 = 0,0000131$	$+0,000004$	16.10 ⁻¹¹
2-я серия $\beta_1 = 0,0001786$	$= 0,0000118$	$-4,000009$	81.10 ⁻¹¹
3-я серия $\beta_1 = 0,0001799$	$= 0,0000131$	$+0,000004$	16.10 ⁻¹¹
Средн. $= 0,0000127$			<u>113.10⁻¹¹</u>

В видъ примѣра приводимъ подробную таблицу поправок на внешнее давление для термометра Vaudin № 13871.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
700	+0,0116	+0,0114	+0,0112	+0,0111	+0,0109	+0,0107	+0,0105	+0,0103	+0,0101	+0,0099	700
710	+ 97	+ 95	+ 93	+ 91	+ 89	+ 87	+ 85	+ 83	+ 81	+ 79	710
720	+ 78	+ 76	+ 74	+ 72	+ 70	+ 68	+ 66	+ 64	+ 62	+ 60	720
730	+ 58	+ 56	+ 54	+ 52	+ 50	+ 48	+ 47	+ 45	+ 43	+ 41	730
740	+ 39	+ 37	+ 35	+ 33	+ 31	+ 29	+ 27	+ 25	+ 23	+ 21	740
750	+ 19	+ 17	+ 16	+ 14	+ 12	+ 10	+ 8	+ 6	+ 4	+ 2	750
760	+0,0000	- 2	- 4	- 6	- 8	- 10	- 12	- 14	- 16	- 17	760
770	- 19	- 21	- 23	- 25	- 27	- 29	- 31	- 33	- 35	- 35	770
780	- 39	- 41	- 43	- 45	- 47	- 48	- 50	- 52	- 54	- 56	780
790	- 58	- 60	- 62	- 64	- 65	- 68	- 70	- 72	- 74	- 76	790
800	- 78	- 79	- 81	- 83	- 85	- 87	- 89	- 91	- 93	- 95	800
810	-0,0097	-0,0099	-0,0101	-0,0103	-0,0105	-0,0107	-0,0109	-0,0111	-0,0112	-0,0114	810

Очевидно, какъ такая таблица рассчитывается изъ того, что для этого термометра $\beta_2 = 0,0001939$.

Хотя такимъ образомъ изъ вышеприведенныхъ значений β легко рассчитать поправку на перемену внешнего давления отъ 760 мм., но мы считаемъ неизлишнимъ привести таблицу поправокъ для важнейшихъ рабочихъ термометровъ чрезъ каждые 10 мм.

Поправки на внешнее давление для термометровъ Vaudin.

Давленіе.	13872	13873	13874	13875	13876	13877	13878
700 мм.	+0,0100	+0,0108	+0,0107	+0,0111	+0,0107	+0,0103	+0,0094
710 »	+ 53	+ 88	+ 98	+ 98	+ 80	+ 85	+ 73
720 »	+ 67	+ 71	+ 78	+ 74	+ 71	+ 68	+ 63
730 »	+ 50	+ 53	+ 59	+ 56	+ 54	+ 51	+ 47
740 »	+ 33	+ 35	+ 39	+ 37	+ 36	+ 34	+ 31
750 »	+ 17	+ 18	+ 20	+ 19	+ 18	+ 17	+ 16
760 »	+0,0000	0	0	0	0	0	0
770 »	- 17	- 18	- 20	- 19	- 18	- 17	- 16
780 »	- 33	- 35	- 39	- 37	- 36	- 34	- 31
790 »	- 50	- 53	- 59	- 56	- 54	- 51	- 47
800 »	- 67	- 71	- 78	- 74	- 71	- 68	- 63
810 »	-0,0083	-0,0088	-0,0098	-0,0093	-0,0089	-0,0085	-0,0078
По списку n°	19	20	21	22	23	24	25

Давленіе.	Т Е Р М О М Е Т Р Ы							
	В а у д и н.					Т е н н е л е т.		
	13879	13880	13881	13882	7575	4538	4540	4541
700 мм.	+0,0116	+0,0119	+0,0117	+0,0120	+0,0095	-0,0068	+0,0066	+0,0077
710 »	+ 97	+ 91	+ 98	+ 100	+ 79	+ 57	+ 55	+ 65
720 »	+ 78	+ 73	+ 78	+ 80	+ 63	+ 45	+ 44	+ 52
730 »	+ 58	+ 54	+ 59	+ 60	+ 47	+ 34	+ 33	+ 39
740 »	+ 39	+ 30	+ 30	+ 40	+ 32	+ 23	+ 22	+ 26
750 »	+ 19	+ 18	+ 20	+ 20	+ 16	+ 11	+ 11	+ 13
760 »	+0,0000	0	0	0	0	0	0	0
770 »	- 19	- 18	- 20	- 20	- 16	- 11	- 11	- 13
780 »	- 39	- 30	- 39	- 40	- 32	- 23	- 22	- 26
790 »	- 58	- 54	- 59	- 60	- 47	- 34	- 33	- 39
800 »	- 78	- 73	- 78	- 80	- 63	- 45	- 44	- 52
810 »	-0,0097	-0,0091	-0,0098	-0,0100	-0,0079	-0,0057	-0,0055	-0,0615
По списку n°	26	27	28	29	33	30	31	32

Исправки на внутреннее давление для термометров Ванди.

Градусы.	13871	13872	13873	13874	13875	13876	13877	13878	13879	13880	13881	13882
00	0,0076	0,0087	0,0072	0,0078	0,0074	0,0072	0,0068	0,0068	0,0074	0,0072	0,0124	0,0079
12	0,0120	0,0090	0,0098	0,0123	0,0116	0,0112	0,0110	0,0103	0,0120	0,0110	0,0173	0,0126
13	162	126	136	104	156	150	148	137	160	150	215	168
14	204	161	174	206	197	189	185	172	200	189	257	210
15	245	197	211	248	238	228	222	206	240	229	298	253
16	286	232	249	289	279	266	259	241	280	268	340	295
17	327	268	287	331	319	305	296	275	320	308	382	338
18	369	301	325	372	360	343	333	309	360	347	423	380
19	409	339	363	414	400	381	370	344	401	386	465	421
20	450	374	400	455	441	420	407	378	441	425	507	465
21	491	409	437	496	471	458	443	412	482	464	548	507
22	532	445	475	538	521	496	480	446	522	503	590	550
23	572	480	512	579	561	534	516	479	563	542	631	592
24	613	515	548	620	0,00200	571	0,0353	513	604	581	0,0673	634
25	654	551	0,00287	0,0041	0,0040	0,0005	0,0389	0,0517	0,0044	0,00319	0,0714	0,0077
26	700	604										
28	750	639										
29	790	0,0074										
100	730	0,0074										
101	0,0081	0,00710										

Сравненіе термометровъ.

Такъ какъ почти всѣ наблюденія съ компараторами, вѣсами, барометрами и т. п. производятся при температурахъ, не выходящихъ изъ предѣловъ 10° — 30° , то и сравненіе рабочихъ термометровъ съ избранными вѣрными термометромъ Тоннельот № 4532 рѣшено было произвести только въ предѣлахъ этихъ температуръ. Для этихъ случаевъ оказалось возможнымъ воспользоваться сосудомъ, употребленнымъ ранѣе въ Делю ¹⁾ и представляющимъ латунный, выдуженный внутри, дискъ 54 сантиметра ширины и длины и 70 сантиметра высоты. Передняя стѣнка его состоитъ изъ двухъ зеркальных стеколъ, поставленныхъ одинъ за другимъ съ воздушнымъ промежуткомъ между ними въ вѣск. сантиметр. Въ центрѣ сосуда помѣщена лѣшанка, состоящая изъ стержня во всю высоту сосуда съ насаженными на немъ по винтовой линіи 8 лопастями. Плоскости лопастей вертикальны; по діагонали лопастей, по различнымъ съ обѣихъ сторонъ, принятымъ перпендикулярно лопастямъ на ребро пластины. Вращая ось съ лопастями рукояткой, насаженной сверху, можно достаточно хорошо и быстро перемѣшивать воду въ сосудѣ, особенно если вращать попеременно то въ одну, то въ другую стороны. Внутри сосуда на разстояніи 11 сантиметра отъ стеклянннхъ стѣнокъ установлены параллельно ей, вертикально два стержня съ двумя горизонтальными перекладинами по неку перекладинами. Въ перекладинахъ имѣются отверстія, въ которыхъ и можно на пробкахъ вставить сравниваемые термометры. Сзади этихъ перекладинъ прикреплена къ нимъ пластинка молочнаго стекла, служащая для освѣщенія задней стороны термометровъ (для удобства отсчета по нимъ). Изъ всѣхъ способовъ освѣщенія термометровъ, не имѣющихъ сзади на самой термометрической трубкѣ молочнаго стекла, этотъ оказался наиболее удобнымъ. Сверху сосудъ покрывается металлической крышкой и затѣмъ для уменьшенія потери на лучеиспусканіе закрывается весь за исключеніемъ передней стеклянннхъ стѣнокъ, достаточно толстой рубашкой (чаломъ) изъ войлока и ваты. Съ одной боковой стороны сосуда внизу имѣется кранъ для спуска воды; съ другой въ боковую стѣнку наверху и внизу сосуда вставлены двѣ латунныя трубки, соединяющіяся при помощи каучуковыхъ трубокъ съ верхомъ и низомъ прибавочнаго цилиндрическаго сосуда. Соединительныя трубки зажимаются деревянными зажимными винтами. Нагрѣвая прибавочный сосудъ газовой горѣлкою и снимая зажимы съ каучуковыхъ трубокъ, можно нагрѣвать воду въ сосудѣ съ термометрами до желаемой температуры выше комнатной. Для полученія температуры ниже комнатной къ холодной водѣ прибавлялся толченый ледъ до тѣхъ поръ, пока, послѣ перемѣшиванія, не наблюдалось желаемого пониженія температуры.

Отсчеты по термометрамъ производились при помощи зрительной трубы вышеупомянутаго малаго катетометра съ окулярнымъ микронетромъ, такъ что можно было легко опредѣлять тысячныя доли градуса даже при подраздѣленіи градуса на термометрѣ на пятый части.

Сравненіе термометровъ производилось по слѣд. способу. Въ подлинный перекладина сосуда въ пробкахъ помѣщались: въ серединѣ термометръ Тоннельот № 4532, по сторонамъ его по два термометра, предназначенные къ

¹⁾ В. Глуховъ. Описаніе спец. точн. вѣс., стр. 50.

сравненію, слѣд. всего за разъ сравнивалось не болѣе 5 термометровъ, причемъ нормальный термометръ помѣщался въ срединѣ: I, II, 4532, III, IV. При этомъ наблюдалось, чтобы термометры стояли вертикально и чтобы середины ихъ резервуаровъ были въ одной горизонтальной плоскости. Затѣмъ сосудъ наполнялся до верха водой и температура воды понижалась прибавленіемъ льда до 9—10°. Крышка закрывалась, весь сосудъ покрывался рубашкой и вода въ немъ въ теченіи нѣкотораго времени тщательно перемѣшивалась. Послѣ того, какъ температура воды въ сосудѣ устанавливалась, еще разъ тщательно перемѣшивали воду и дожидались того, чтобы она начала очень медленно повышаться. Послѣ этого снова перемѣшивали воду и начинали отсчеты термометровъ по слѣд. схемѣ. Дѣлалось 10 оборотовъ рукояткой вѣшалки вправо, 10—влево—производился отсчетъ по № 4532, опять 10 оборотовъ вправо, 10—влево, отсчетъ по III и т. д., по IV, II, I, I, II, IV, III и опять № 4532, причемъ въ промежуткахъ между отсчетами термометровъ каждый разъ 10 оборотовъ вѣшалки вправо, 10 влево. Отсчеты по термометрамъ производились такъ, чтобы моменты двухъ отсчетовъ по одному и тому же термометру были равно-отстоящими отъ нѣкотораго среднего момента, въ которому потомъ все они и относились. При такой схемѣ отсчета вѣсь полученныхъ среднихъ отсчетовъ будетъ для всѣхъ термометровъ одинъ и тотъ же, такъ какъ для каждаго изъ термометровъ производится одинаковое число отсчетовъ.

По окончаніи первой серіи отсчетовъ сосудъ съ термометрами приводился въ сообщеніе съ боковымъ сосудомъ съ нагрѣтой водой. Обыкновенно повышали температуру воды на 2°, и при этой температурѣ выдерживали всѣ термометры отъ 10 м. до 1 часу. Затѣмъ разобщали сосуды и по тщательной перемѣшиваніи воды въ сосудѣ съ термометрами производили отсчеты опять въ прежнемъ порядкѣ и т. д. до 30° по возможности черезъ каждыя 2°.

Для прилѣра приводится выписка изъ журнала наблюденій отъ 28 мая 1894 г., относящаяся до сравненія термометровъ Vaucler №№ 8195, 8196, 8197, 8198 съ Tonnelet № 4532, причемъ отсчеты уже переведены изъ микрометрическихъ въ градусы.

28 мая 1894 г.

Время.	№ 8195.	№ 8196.	№ 4532.	№ 8197.	№ 8198.
5 ч. 13'	—	—	30,470	—	—
15' —	—	—	—	—	30,542
16' 30"	—	—	—	30,594	—
18' —	—	30,573	—	—	—
19' 30"	30,624	—	—	—	—
21' —	30,621	—	—	—	—
22' 30"	—	30,560	—	—	—
24' —	—	—	—	30,580	—
25' 30"	—	—	—	—	30,520
27' —	—	—	30,439	—	—

Всѣ отсчеты по одному и тому же термометру въ данной прилѣрѣ равно отстояли отъ момента 5 ч. 20' 18". Предполагая измѣненія температуры пропорціональными времени и беря среднее изъ двухъ отсчетовъ одного и того же термометра, мы получали отсчеты въ нѣкоторый средний моментъ,

одни и тотъ же для всѣхъ сравниваемыхъ термометровъ. Въ данномъ при-
мѣрѣ для момента 5 ч. 20' 15" отсчеты будутъ соответственно

№ 8195	№ 8196	№ 4532	№ 8197	№ 8198
30,628	30,567	30,455	30,587	30,581

Полученные отсчеты исправлялись слѣд. образомъ: по отсчету Tonnellot
черезъ введение соответственныхъ поправокъ (основанныхъ на опредѣленіи
положенія его 0° и на всѣхъ его данныхъ, указанныхъ въ удостовѣреніи
Международнаго Бюро) находилась истинная температура по ртутной шкалѣ
(поправки брались изъ Certificat'a для № 4532 изъ Bureau International des
poids et mesures отъ 26 мая 1887 г.). Точка нуля для Tonnellot опредѣ-
лялась нѣсколько разъ въ теченіе сравненій.

Отсчеты по другимъ термометрамъ исправлялись на вѣншее давление
($H + \frac{h}{13,6}$, гдѣ H — показаніе барометра при 0° во время сравненія,
 h — высота воды надъ серединой резервуара термометровъ) приведеніемъ
къ 760 мм. Называя черезъ β , коэффициентъ вѣншаго давления термометра,
данная поправка выразится такъ

$$- \beta \cdot \left(H - 760 + \frac{h}{13,6} \right).$$

Сравненіемъ исправленныхъ на вѣншее давление показаній термометровъ
съ истинной температурой по ртутной шкалѣ, выведенной изъ отсчетовъ по
Tonnellot № 4532, получалась поправка для данныхъ термометровъ при дан-
ной температурѣ. Для того, чтобы эти поправки были независимы отъ точки
нуля, которая съ теченіемъ времени мѣняется, поправка точки нуля, опре-
дѣленная около того же времени, вычиталась изъ показаній термометровъ,
и такимъ образомъ получались поправки, независяція отъ вѣншенія точки
нуля. Результаты сравненій даны на стр. 97 въ видѣ таблицы для 14-ти тер-
мометровъ. Полный ходъ сравненія можно видѣть изъ прилагаемаго, въ видѣ
прилѣга, одного изъ сравненій четырехъ термометровъ Водена (стр. 95).

Опредѣленіе точки нуля. Точка нуля для всѣхъ термометровъ до мая
1895 г. опредѣлялась въ цилиндрическомъ (колоколообразномъ, переверну-
томъ дномъ вверхъ) сосудѣ съ краномъ (для спуска воды), укрѣпленномъ на
латунномъ кольцѣ къ двумъ вертикальнымъ стойкамъ. По стѣнѣ же стойкамъ
двигаются вверхъ и внизъ двѣ перекладины съ отверстіями, въ которыхъ мо-
гутъ быть закрѣплены испытуемые термометры. Обыкновенно за одинъ разъ
опредѣлялась точка нуля только у одного термометра. Колоколообразный со-
судъ заворачивался, промывался и смоченнымъ дистиллированной водой, тертымъ
льдомъ (для размельченія льда употреблялась обыкновенная терка), плотно
заткнутымъ деревянной лопаткой. По заполненіи всего сосуда льдомъ, онъ обли-
вался дистиллированной водой, которая затѣмъ спускалась черезъ кранъ
на столько, чтобы ледъ съ поверхности слегка подошелъ. Стоянной налож-
ной діаметра, равнаго діаметру резервуара испытнаго термометра, дѣлалось
по льду центральное углубленіе, въ которое и вставлялся почти до нулевой
черты испытнаго термометръ и въ такомъ положеніи закрѣплялся въ двухъ
перекладинахъ; при этомъ наблюдалось по отвѣсу, чтобы термометръ стоялъ
вертикально. Сзади и съ боковъ термометръ обкладывался тащивымъ сѣнгомъ
выше нулевой черты, причеиъ спереди, противъ нулевой черты, оставалась не-

Освѣтъ по термометру.	Т о р о д о 1 0 1 № 4532.										Baudin № 8198.		Baudin № 8169.		Baudin № 3204.		Geuting № 638.	
	Видн. Дат.	Внутр. дат.	Пакт. точн.	Основной интп- валъ.	Температура по ртутной шкалѣ.	Освѣтъ по термометру.	Поправка на вѣтн. дат.	Освѣтъ по термометру.	Поправка на вѣтн. дат.	Освѣтъ по термометру.	Поправка на вѣтн. дат.	Освѣтъ по термометру.	Поправка на вѣтн. дат.	Освѣтъ по термометру.	Поправка на вѣтн. дат.	Освѣтъ по термометру.	Поправка на вѣтн. дат.	
																		Кадр.
11,069	-0,004	-0,016	-0,051	+0,006	11,037	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
11,064	-0,004	-0,016	-0,031	-0,006	11,032	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
12,903	-0,001	-0,018	-0,049	-0,007	12,882	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
12,894	-0,004	-0,018	-0,049	-0,007	12,911	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
14,358	-0,004	-0,019	-0,048	-0,007	14,346	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
14,493	-0,004	-0,021	-0,046	-0,008	14,482	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
16,278	-0,004	-0,021	-0,046	-0,008	16,277	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
16,288	-0,004	-0,021	-0,046	-0,008	16,287	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
18,283	-0,004	-0,022	-0,044	-0,009	18,289	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
18,274	-0,004	-0,022	-0,044	-0,009	18,289	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
20,491	-0,005	-0,024	-0,052	-0,010	20,532	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
20,494	-0,005	-0,024	-0,052	-0,010	20,535	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
22,160	-0,005	-0,026	-0,053	-0,011	22,308	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
24,164	-0,005	-0,027	-0,055	-0,012	24,311	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
24,163	-0,005	-0,027	-0,055	-0,012	24,310	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
26,066	-0,005	-0,029	-0,057	-0,013	26,221	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
26,063	-0,005	-0,029	-0,057	-0,013	26,218	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
28,038	-0,005	-0,029	-0,059	-0,014	28,201	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
28,039	-0,005	-0,029	-0,059	-0,014	28,202	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
30,150	-0,005	-0,030	-0,059	-0,014	30,324	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
30,140	-0,005	-0,032	-0,101	-0,015	30,314	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
30,141	-0,005	-0,032	-0,101	-0,015	30,315	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Наблюдения велись два дня. Среднее атмосферное давление 1-й день 747,4.

Высота воды надъ серединой резервуара вѣсъ термометровъ 590 мм. = 43,4 мм. ртути.

закрытыхъ только такое пространство, какое требовалось для удобнаго отсчета нулевой точки термометра. Отсчетъ производился микрометрически въ трубу вышеупомянутаго наплого катетометра № 2. Для каждаго термометра производились двѣ серіи опредѣленія точки 0°. Каждая серія состоитъ изъ пяти отсчетовъ, напр., для термометра Vauclat № 8199.

I серія.	II серія.
13-го мая 1894 г.	31-го мая 1895 г.
0,054	0,046
0,053	0,048
0,050	0,046
0,044	0,052
0,048	0,051
Среднее 0,050 ± 0,001.	Среднее 0,049 ± 0,001.

Послѣ продолжительнаго пребыванія при 20,4°.

Послѣ продолжительнаго пребыванія при 21,4°.

При опредѣленіи точки нуля отсчетъ производился по возможности вскорѣ послѣ пощипанія термометра въ ледъ, какъ только устанавливалась температура, т. е. опредѣлялся смѣщенный нуль (*zéro déprimé*).

Съ мая 1895 г. опредѣленіе точки нуля производится въ приборѣ, построенномъ подобно недавно введенному въ Bureau International. На массивномъ ифдонномъ поддонѣ, съ тремя винтовыми ножками и съ краномъ для стока воды, укрѣплены при помощи латунныхъ колецъ въ трехъ стержняхъ два входящіе одинъ въ другой (концентрично) колоколообразные стаканы. Выше для каждаго изъ этихъ стакановъ (сосудовъ) имѣется отдѣльный кранъ для спуска воды. Одинъ изъ стержней значительно длиннѣе другихъ, и къ нему приделаны отвѣсы и латунные винты для термометровъ. Къ другому изъ стержней приделана вращающаяся подставка для зрительной трубки съ значительнымъ увеличеніемъ, но и при этомъ приборѣ для большей точности отсчета употреблялась зрительная труба съ микрометромъ.

Пользованіе этимъ приборомъ таково же, какъ и предыдущимъ. Въ кольцевое пространство между двумя колоколообразными сосудами пощипается тоже тертый ледъ. Этимъ способомъ поддерживается болѣе равновѣрная температура во внутреннеиъ сосудѣ.

Май 1895 г.

Н. Георгиевскій.

Далѣе прилагаются: таблица поправокъ для 14 изъ главныхъ рабочихъ термометровъ Главной Палаты, которые успѣли провѣрять, и удостовѣреніе (Certificat) изъ термометру Tannelet № 4532, выданное изъ Bureau International des poids et mesures отъ 26 мая 1887 г., о полномъ его изученіи въ названномъ учрежденіи.

Таблица поправки термометров (для приведения к нормальному ртути. терм. из твердого франц. стекла), выведенных из сравнений изотермопирометрических.

По шкалу. Градусы.	Negretti et Zambra.						Oréal.			Goislier.				
	1	2	3	4	5	6	10	12	13	14	15	9	№ 16	№ 17
10	№ 8195	№ 8196	№ 8197	№ 8198	№ 8199	№ 8201	№ 17362	№ 17366	№ 17368	№ 17378	№ 17379	№ 658	№ 16	№ 17
11	—	—	—	—	-0,044	-0,070	—	—	—	+0,004	+0,039	—	-0,107	+0,068
12	—	—	—	-0,021	-0,038	-0,070	-0,117	-0,087	-0,106	+0,012	+0,036	0,061	-0,106	-0,081
13	—	—	—	-0,031	-0,031	-0,070	-0,120	-0,082	-0,100	-0,003	-0,028	0,077	-0,110	-0,082
14	-0,067	+0,031	+0,018	-0,028	-0,016	-0,049	-0,124	-0,079	-0,094	-0,007	-0,026	0,107	-0,126	-0,085
15	-0,076	-0,036	+0,021	-0,024	-0,004	-0,065	-0,127	-0,078	-0,089	-0,001	-0,026	0,129	-0,137	-0,044
16	-0,086	-0,041	+0,022	-0,018	0	-0,065	-0,129	-0,075	-0,087	-0,003	-0,028	-0,130	-0,141	-0,002
17	-0,086	-0,041	+0,024	-0,010	+0,001	-0,064	-0,128	-0,069	-0,086	-0,007	-0,026	-0,129	-0,147	-0,036
18	-0,088	-0,036	+0,034	-0,001	+0,002	-0,063	-0,126	-0,068	-0,080	-0,019	-0,019	-0,116	-0,156	-0,048
19	-0,089	-0,036	+0,035	-0,007	+0,003	-0,061	-0,116	-0,068	-0,094	-0,046	-0,006	-0,111	-0,168	-0,044
20	-0,091	-0,037	+0,029	-0,016	+0,005	-0,057	-0,108	-0,069	-0,096	-0,076	-0,003	-0,121	-0,186	-0,040
21	-0,090	-0,037	+0,029	-0,016	+0,008	-0,052	-0,102	-0,070	-0,096	-0,096	-0,025	-0,131	-0,186	—
22	-0,087	-0,036	+0,029	-0,003	+0,011	-0,046	-0,096	-0,073	-0,091	-0,106	-0,045	-0,166	-0,208	—
23	-0,086	-0,031	+0,029	-0,011	+0,005	-0,041	-0,096	-0,074	-0,084	-0,108	-0,061	-0,169	-0,206	—
24	-0,091	-0,032	+0,027	-0,006	0	-0,035	-0,086	-0,072	-0,075	-0,106	-0,073	-0,167	-0,166	—
25	-0,096	-0,032	+0,023	-0,006	-0,003	-0,040	-0,076	-0,068	-0,067	-0,116	-0,055	-0,176	-0,196	—
26	-0,090	-0,036	+0,014	-0,027	-0,002	-0,048	-0,071	-0,056	-0,062	-0,126	-0,095	-0,202	-0,201	—
27	-0,084	-0,036	+0,005	-0,040	-0,006	-0,052	-0,066	-0,046	-0,057	-0,129	-0,093	-0,205	-0,208	—
28	-0,079	-0,027	+0,004	-0,046	-0,012	-0,053	-0,061	-0,045	-0,060	-0,130	-0,094	-0,196	-0,216	—
29	-0,073	-0,020	+0,003	+0,046	-0,017	-0,045	-0,064	-0,045	-0,064	—	—	-0,201	—	—
30	-0,062	-0,016	-0,003	+0,046	-0,021	-0,035	-0,043	-0,044	-0,065	—	—	-0,222	—	—
Поправка точка 0° май - июль, 1894 г.	-0,070	-0,052	-0,062	-0,077	-0,080	-0,048	-0,151	-0,170	-0,149	-0,594	-0,625	-0,447	-0,224	-0,004

NB. Для получения температур по ртутной шкале к полученным по данной термометры прибавляются 1) поправка, выведенная из этой таблицы и 2) поправка точки 0 (последней изъять данной таблицы).

*Приложение. Удостоверение Международного Бюро меръ и вѣсовъ, относящееся къ термометру Тоннело N° 4532 (см. Comité international d. p. et m. Procès verbaux 1887, pag. 43**).*

26 Mai 1887.

BUREAU INTERNATIONAL

DE

POIDS & MESURES.



Pavillon de Breteuil SÈVRES (S.-et-O.)



CERTIFICAT

*du Thermomètre TonneLOT N° 4532,
construit par M-r TonneLOT, constructeur
d'instruments de météorologie, Paris;
appartenant au Bureau des Poids et
Mesures de l'Empire Russe,*

*reçu du constructeur le 20 Mars 1887, avec demande de la part de M-r le Général
Glouckhoff, conservateur des Etalons de l'Empire Russe, d'en faire l'étude complète.*

Description.

Le thermomètre est en verre dur, à échelle complète en dixièmes de degré, depuis $-3^{\circ},5$ jusqu'à $+103^{\circ},7$.

Les dimensions caractéristiques sont:

Distance du milieu du réservoir au zéro de l'échelle	53 mm.
" " au point 100°	635,6
Longueur du degré	5,826
Longueur extérieure du thermomètre	699 mm.

Etude.

Divisions — L'équidistance de la division a été vérifiée et trouvée bonne.

Calibrage — Le calibrage a été fait depuis -2° jusqu'à 102° . On a fait d'abord une division en cinq parties, depuis 0 jusqu'à 100, puis un calibrage de deux en deux degrés de chaque section de vingt degrés; enfin les corrections de calibre pour les points -2 et $+102$ ont été déterminées par un calibrage auxiliaire.

L'étude de la division ainsi que le calibrage a été faite en Mai 1887 par M-elle A. Taufflieb, attachée au Bureau international pour le calibrage des thermomètres.

Cette étude a donné les résultats suivants:

Table calculée des corrections de calibre.

Divisions.	Corrections.	Divisions.	Corrections.	Divisions.	Corrections.
- 2	+0,0063	34	+0,0324	70	+0,0248
0	0,0000	36	-0,0243	72	+0,0109
+ 2	-0,0109	38	-0,0248	74	-0,0008
4	-0,0148	40	-0,0274	76	-0,0099
6	-0,0107	42	-0,0299	78	-0,0217
8	-0,0081	44	-0,0133	80	-0,0323
10	-0,0028	46	-0,0566	82	-0,0400
12	+0,0042	48	-0,0629	84	-0,0570
14	+0,0125	50	-0,0733	86	-0,0644
16	+0,0195	52	-0,0836	88	-0,0650
18	+0,0227	54	-0,0927	90	-0,0581
20	+0,0206	56	-0,0981	92	-0,0507
22	+0,0206	58	-0,0978	94	-0,0375
24	+0,0178	60	-0,0941	96	-0,0274
26	+0,0268	62	-0,0868	98	-0,0153
28	+0,0248	64	-0,0753	100	0,0000
30	+0,0304	66	-0,0594	102	+0,0188
32	+0,0325	68	+0,0428		

L'erreur probable de ces corrections ne dépasse pas 0^e,0010

Une Table complète des corrections de calibre pour tous les dixièmes de degré en a été déduite par interpolation graphique.

Coefficient — Le coefficient de pression extérieure a été déterminé le 9 Avril de pression. 1887 par M-r Guillaume, savant attaché au Bureau international, chargé de la Section de Thermométrie. Ce coefficient a été trouvé par millimètre de pression mercurielle:

$$\beta_n = 0^e,0001248 \pm 0,0000006$$

Intervalle — L'intervalle fondamental a été déterminé par M-r Guillaume, **fondamental**, cinq fois, les 13, 26 et 27 Avril, les 16 et 17 Mai 1887. Les observations ont été faites chaque fois en position horizontale et en position verticale. Tous les résultats ont été réduits à la position horizontale. Les cinq déterminations ont donné le résultat moyen suivant:

$$\text{Intervalle fondamental} = 99,9490 \pm 0^e,0020$$

et par suite

$$\text{Valeur d'une division} = 1^e,000510 \pm 0^e,000020.$$

Point zéro. — Le 13 Avril 1887, après un séjour prolongé à 11^e de température, la lecture corrigée du point zéro a été trouvée. . . . -0^e,040

Le 24 Mai 1887, après 11^e la lecture corrigée a été trouvée. . . -0^e,040

Les Tables accompagnant ce certificat donnent:

Table I. — Corrections de calibre pour tous les dixièmes de degrés.

Table II. — Corrections de pression intérieure pour tous les degrés.

Table III. — Corrections de pression extérieure pour toutes les pressions depuis 700 mm. jusqu'à 820 mm. de hauteur de mercure.

Table IV. — Corrections de l'intervalle fondamental pour tous les degrés.

Table V. — Corrections pour réduction à l'échelle du thermomètre à azote, pour tous les degrés.

Le thermomètre a été rendu au constructeur le 26 Mai 1887.

Le Directeur du Bureau international.

Thermomètre étalon

TonneLOT N° 4532.

Corrections de Calibrage.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
-4											-4
-3											-3
-2	+0,006										-2
-1	+0,004	+0,004	+0,004	+0,005	+0,005	+0,005	+0,005	+0,006	+0,006	+0,006	-1
0	0,000	+0,001	+0,001	+0,001	+0,002	+0,002	+0,003	+0,003	+0,003	+0,004	0
+0	0,000	0,000	-0,001	-0,001	-0,002	-0,002	-0,003	-0,004	-0,004	-0,005	+0
1	-0,005	-0,006	-0,007	-0,007	-0,008	-0,008	-0,009	-0,009	-0,010	-0,010	1
2	-0,011	-0,011	-0,012	-0,012	-0,012	-0,013	-0,013	-0,013	-0,014	-0,014	2
3	-0,014	-0,014	-0,014	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	3
4	-0,015	-0,015	-0,015	-0,015	-0,014	-0,014	-0,014	-0,014	-0,013	-0,013	4
5	-0,013	-0,013	-0,012	-0,012	-0,012	-0,012	-0,011	-0,011	-0,011	-0,011	5
6	-0,011	-0,011	-0,010	-0,010	-0,010	-0,010	-0,010	-0,010	-0,010	-0,010	6
7	-0,010	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,009	-0,008	7
8	-0,008	-0,008	-0,008	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,007	-0,006	-0,006	8
9	-0,006	-0,006	-0,005	-0,005	-0,005	-0,004	-0,004	-0,004	-0,003	-0,003	9
10	-0,003	-0,003	-0,002	-0,002	-0,002	-0,001	-0,001	-0,001	0,000	0,000	10
11	-0,001	-0,001	-0,001	-0,002	-0,002	+0,002	+0,003	+0,003	+0,004	+0,004	11
12	0,004	0,005	0,005	0,006	0,006	0,006	0,007	0,007	0,008	0,008	12
13	0,008	0,009	0,009	0,010	0,010	0,010	0,011	0,011	0,012	0,012	13
14	0,012	0,013	0,013	0,014	0,014	0,015	0,015	0,015	0,016	0,016	14
15	-0,016	-0,017	-0,017	-0,018	-0,018	-0,018	-0,018	-0,019	-0,019	-0,019	15
16	-0,019	-0,020	-0,020	-0,020	-0,021	-0,021	-0,021	-0,021	-0,021	-0,022	16
17	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,023	-0,023	-0,023	17
18	-0,023	-0,023	-0,023	-0,023	-0,023	-0,023	-0,023	-0,022	-0,022	-0,022	18
19	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,021	-0,021	-0,021	-0,021	19
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
20	+0,021	+0,021	+0,020	+0,020	+0,020	+0,020	+0,020	+0,020	+0,020	+0,020	20
21	+0,020	+0,020	+0,020	+0,020	+0,021	+0,021	+0,021	+0,021	+0,021	+0,021	21
22	+0,021	+0,021	+0,020	+0,020	+0,020	+0,020	+0,020	+0,020	+0,020	+0,020	22
23	+0,019	+0,019	+0,019	+0,019	+0,019	+0,018	+0,018	+0,018	+0,018	+0,018	23
24	+0,018	+0,018	+0,018	+0,018	+0,018	+0,018	+0,018	+0,018	+0,018	+0,019	24
25	+0,019	+0,019	+0,019	+0,019	+0,020	+0,020	+0,020	+0,020	+0,020	+0,021	25
26	+0,021	+0,021	+0,021	+0,021	+0,021	+0,022	+0,022	+0,022	+0,022	+0,022	26
27	+0,022	+0,023	+0,023	+0,023	+0,023	+0,023	+0,024	+0,024	+0,024	+0,025	27
28	+0,025	+0,025	+0,025	+0,026	+0,026	+0,026	+0,027	+0,027	+0,027	+0,028	28
29	+0,028	+0,028	+0,028	+0,029	+0,029	+0,029	+0,029	+0,030	+0,030	+0,030	29
30	+0,030	+0,031	+0,031	+0,031	+0,031	+0,031	+0,031	+0,032	+0,032	+0,032	30
31	+0,032	+0,032	+0,032	+0,032	+0,032	+0,032	+0,032	+0,032	+0,032	+0,032	31
32	+0,032	+0,033	+0,033	+0,033	+0,033	+0,033	+0,033	+0,033	+0,033	+0,033	32
33	+0,033	+0,033	+0,033	+0,033	+0,033	+0,033	+0,033	+0,033	+0,032	+0,032	33
34	+0,032	+0,032	+0,032	+0,032	+0,031	+0,031	+0,031	+0,031	+0,030	+0,030	34
35	+0,029	+0,029	+0,028	+0,028	+0,027	+0,026	+0,026	+0,025	+0,025	+0,025	35
36	+0,024	+0,024	+0,024	+0,024	+0,024	+0,024	+0,024	+0,024	+0,024	+0,024	36
37	+0,025	+0,024	+0,024	+0,024	+0,024	+0,024	+0,024	+0,024	+0,025	+0,025	37
38	+0,025	+0,025	+0,025	+0,025	+0,026	+0,026	+0,026	+0,026	+0,026	+0,026	38
39	+0,026	+0,027	+0,027	+0,027	+0,027	+0,027	+0,027	+0,027	+0,027	+0,027	39
40	+0,027	+0,027	+0,027	+0,027	+0,028	+0,028	+0,028	+0,028	+0,028	+0,028	40
41	+0,028	+0,028	+0,028	+0,029	+0,029	+0,029	+0,029	+0,029	+0,029	+0,030	41
42	+0,030	+0,030	+0,031	+0,031	+0,031	+0,032	+0,032	+0,033	+0,034	+0,034	42
43	+0,035	+0,036	+0,036	+0,037	+0,038	+0,039	+0,039	+0,040	+0,041	+0,042	43
44	+0,043	+0,044	+0,045	+0,046	+0,047	+0,048	+0,049	+0,049	+0,050	+0,051	44
45	+0,052	+0,053	+0,053	+0,053	+0,054	+0,054	+0,055	+0,055	+0,056	+0,056	45
46	+0,057	+0,057	+0,057	+0,058	+0,058	+0,058	+0,058	+0,059	+0,059	+0,059	46
47	+0,059	+0,060	+0,060	+0,060	+0,060	+0,061	+0,061	+0,062	+0,062	+0,062	47
48	+0,063	+0,063	+0,064	+0,064	+0,065	+0,065	+0,066	+0,066	+0,067	+0,067	48
49	+0,068	+0,068	+0,069	+0,070	+0,070	+0,071	+0,071	+0,072	+0,072	+0,073	49
50	+0,073	+0,074	+0,075	+0,075	+0,076	+0,076	+0,077	+0,077	+0,078	+0,078	50
51	+0,079	+0,079	+0,080	+0,080	+0,081	+0,081	+0,082	+0,082	+0,083	+0,083	51
52	+0,083	+0,084	+0,084	+0,085	+0,085	+0,086	+0,086	+0,087	+0,087	+0,088	52
53	+0,088	+0,089	+0,089	+0,090	+0,090	+0,091	+0,091	+0,091	+0,092	+0,092	53
54	+0,093	+0,093	+0,093	+0,094	+0,094	+0,094	+0,095	+0,095	+0,095	+0,096	54
55	+0,096	+0,096	+0,097	+0,097	+0,097	+0,097	+0,097	+0,098	+0,098	+0,098	55
56	+0,098	+0,098	+0,098	+0,098	+0,098	+0,098	+0,098	+0,098	+0,098	+0,098	56
57	+0,098	+0,098	+0,098	+0,098	+0,098	+0,098	+0,098	+0,098	+0,098	+0,099	57
58	+0,098	+0,098	+0,098	+0,097	+0,097	+0,097	+0,097	+0,097	+0,097	+0,097	58
59	+0,096	+0,096	+0,096	+0,096	+0,096	+0,095	+0,095	+0,095	+0,095	+0,094	59
60	+0,094	+0,094	+0,094	+0,093	+0,093	+0,093	+0,092	+0,092	+0,092	+0,091	60
61	+0,091	+0,091	+0,090	+0,090	+0,089	+0,089	+0,089	+0,088	+0,088	+0,087	61
62	+0,087	+0,086	+0,086	+0,085	+0,085	+0,084	+0,084	+0,083	+0,083	+0,082	62
63	+0,082	+0,081	+0,080	+0,080	+0,079	+0,079	+0,078	+0,077	+0,077	+0,076	63
64	+0,075	+0,074	+0,074	+0,073	+0,072	+0,071	+0,071	+0,070	+0,069	+0,068	64
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
65	+0.067	+0.067	+0.066	+0.065	+0.064	+0.063	+0.063	+0.062	+0.061	+0.060	65
66	+0.059	+0.059	+0.058	+0.057	+0.056	+0.055	+0.054	+0.054	+0.053	+0.052	66
67	+0.051	+0.050	+0.050	+0.049	+0.048	+0.047	+0.046	+0.045	+0.044	+0.044	67
68	+0.043	+0.042	+0.041	+0.040	+0.039	+0.038	+0.037	+0.036	+0.035	+0.034	68
69	+0.033	+0.032	+0.032	+0.031	+0.030	+0.029	+0.028	+0.027	+0.026	+0.026	69
70	+0.023	+0.024	+0.023	+0.023	+0.022	+0.021	+0.020	+0.020	+0.019	+0.018	70
71	+0.017	+0.017	+0.016	+0.015	+0.015	+0.014	+0.013	+0.013	+0.012	+0.012	71
72	+0.011	+0.010	+0.010	+0.009	+0.008	+0.008	+0.007	+0.007	+0.006	+0.005	72
73	+0.005	+0.004	+0.004	+0.003	+0.002	+0.002	+0.001	+0.001	+0.000	+0.000	73
74	+0.001	+0.001	+0.002	+0.002	+0.003	+0.003	+0.004	+0.004	+0.005	+0.005	74
75	-0.006	-0.006	-0.007	-0.007	-0.008	-0.008	-0.008	-0.009	-0.009	-0.009	75
76	-0.010	-0.010	-0.011	-0.011	-0.012	-0.012	-0.013	-0.013	-0.014	-0.014	76
77	-0.015	-0.015	-0.016	-0.017	-0.017	-0.018	-0.019	-0.019	-0.020	-0.021	77
78	-0.022	-0.022	-0.023	-0.024	-0.024	-0.025	-0.025	-0.026	-0.027	-0.027	78
79	-0.028	-0.028	-0.029	-0.029	-0.030	-0.030	-0.031	-0.031	-0.032	-0.032	79
80	-0.033	-0.033	-0.033	-0.033	-0.034	-0.034	-0.035	-0.035	-0.035	-0.035	80
81	-0.036	-0.036	-0.037	-0.037	-0.037	-0.038	-0.038	-0.039	-0.039	-0.040	81
82	-0.040	-0.040	-0.041	-0.042	-0.042	-0.043	-0.044	-0.044	-0.045	-0.046	82
83	-0.047	-0.047	-0.048	-0.049	-0.050	-0.051	-0.052	-0.054	-0.055	-0.056	83
84	-0.057	-0.058	-0.058	-0.059	-0.060	-0.060	-0.061	-0.061	-0.061	-0.062	84
85	-0.062	-0.063	-0.063	-0.063	-0.063	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	85
86	-0.064	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065	86
87	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065	-0.065	87
88	-0.065	-0.065	-0.065	-0.064	-0.064	-0.064	-0.064	-0.063	-0.063	-0.063	88
89	-0.062	-0.062	-0.061	-0.061	-0.060	-0.060	-0.060	-0.059	-0.059	-0.059	89
90	-0.058	-0.058	-0.057	-0.057	-0.057	-0.056	-0.056	-0.056	-0.055	-0.055	90
91	-0.055	-0.054	-0.054	-0.054	-0.053	-0.053	-0.053	-0.052	-0.052	-0.051	91
92	-0.051	-0.050	-0.050	-0.049	-0.048	-0.048	-0.047	-0.046	-0.045	-0.045	92
93	-0.044	-0.043	-0.042	-0.042	-0.041	-0.040	-0.040	-0.039	-0.039	-0.038	93
94	-0.037	-0.037	-0.037	-0.036	-0.036	-0.035	-0.035	-0.034	-0.034	-0.033	94
95	-0.033	-0.032	-0.032	-0.031	-0.031	-0.030	-0.029	-0.029	-0.028	-0.028	95
96	-0.027	-0.027	-0.026	-0.026	-0.025	-0.024	-0.024	-0.023	-0.023	-0.022	96
97	-0.021	-0.021	-0.020	-0.020	-0.019	-0.018	-0.018	-0.017	-0.016	-0.016	97
98	-0.015	-0.015	-0.014	-0.013	-0.012	-0.012	-0.011	-0.010	-0.010	-0.009	98
99	-0.008	-0.007	-0.007	-0.006	-0.005	-0.004	-0.003	-0.003	-0.002	-0.001	99
100	+0.000	+0.001	+0.002	+0.002	+0.003	+0.004	+0.005	+0.006	+0.007	+0.008	100
101	+0.009	+0.010	+0.011	+0.012	+0.013	+0.014	+0.015	+0.016	+0.017	+0.018	101
102	+0.019										102
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

Coefficient de pression du réservoir.	$\beta = 0.0001248$	$\frac{\text{degré}}{\text{mm.}}$
Coefficient de compressibilité du mercure.	0.0000154	$\frac{\text{degré}}{\text{mm.}}$
Coefficient de pression intérieure par millim.	$\beta_i = 0^{\circ}.0001402$	
Coefficient de pression intérieure par degré	$\beta_i = 0^{\circ}.0008168$	

Corrections de pression intérieure.

Div	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Div
0	+0.0074	+0.0082	+0.0091	+0.0099	+0.0107	+0.0115	+0.0123	+0.0131	+0.0140	+0.0148	0
10	-0.0156	-0.0164	-0.0172	-0.0180	-0.0189	-0.0197	-0.0205	-0.0213	-0.0221	-0.0229	10
20	-0.0238	-0.0246	-0.0254	-0.0262	-0.0270	-0.0279	-0.0287	-0.0295	-0.0303	-0.0311	20
30	-0.0319	-0.0328	-0.0336	-0.0344	-0.0352	-0.0360	-0.0368	-0.0377	-0.0385	-0.0393	30
40	-0.0401	-0.0409	-0.0417	-0.0426	-0.0434	-0.0442	-0.0450	-0.0458	-0.0466	-0.0475	40
50	-0.0483	-0.0491	-0.0499	-0.0507	-0.0515	-0.0524	-0.0532	-0.0540	-0.0548	-0.0556	50
60	-0.0564	-0.0573	-0.0581	-0.0589	-0.0597	-0.0605	-0.0613	-0.0622	-0.0630	-0.0638	60
70	-0.0646	-0.0654	-0.0662	-0.0671	-0.0679	-0.0687	-0.0695	-0.0703	-0.0711	-0.0720	70
80	-0.0728	-0.0736	-0.0744	-0.0752	-0.0760	-0.0769	-0.0777	-0.0785	-0.0793	-0.0801	80
90	-0.0809	-0.0818	-0.0826	-0.0834	-0.0842	-0.0850	-0.0858	-0.0867	-0.0875	-0.0883	90
100	-0.0891	-0.0899	-0.0907								100

Div	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Div
-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----

Corrections de pression extérieure.

MMH	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	MMH
700	+0.0075	+0.0074	+0.0072	+0.0071	+0.0070	+0.0069	+0.0067	+0.0066	+0.0065	+0.0064	700
710	-0.0062	-0.0061	-0.0060	-0.0059	-0.0057	-0.0056	-0.0055	-0.0054	-0.0052	-0.0051	710
720	-0.0050	-0.0049	-0.0047	-0.0046	-0.0045	-0.0044	-0.0042	-0.0041	-0.0040	-0.0039	720
730	-0.0037	-0.0036	-0.0035	-0.0034	-0.0032	-0.0031	-0.0030	-0.0029	-0.0027	-0.0026	730
740	-0.0025	-0.0024	-0.0022	-0.0021	-0.0020	-0.0019	-0.0017	-0.0016	-0.0015	-0.0014	740
750	-0.0012	-0.0011	-0.0010	-0.0009	-0.0007	-0.0006	-0.0005	-0.0004	-0.0002	+0.0001	750
760	0.0000	-0.0001	-0.0002	-0.0004	-0.0005	-0.0005	-0.0007	-0.0009	-0.0010	-0.0011	760
770	-0.0012	-0.0014	-0.0015	-0.0016	-0.0017	-0.0019	-0.0020	-0.0021	-0.0022	-0.0024	770
780	-0.0025	-0.0026	-0.0027	-0.0029	-0.0030	-0.0031	-0.0032	-0.0034	-0.0035	-0.0036	780
790	-0.0037	-0.0039	-0.0040	-0.0041	-0.0042	-0.0044	-0.0045	-0.0046	-0.0047	-0.0049	790
800	-0.0050	-0.0051	-0.0052	-0.0054	-0.0055	-0.0056	-0.0057	-0.0059	-0.0060	-0.0061	800
810	-0.0062	-0.0064	-0.0065	-0.0066	-0.0067	-0.0069	-0.0070	-0.0071	-0.0072	-0.0074	810

MMH	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	MMH
-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----

Corrections d'intervalle fondamental.

$$K = +0,000510 \pm 0,000020.$$

Div	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Div
0	0,0000	+0,0005	+0,0010	+0,0015	+0,0020	+0,0025	+0,0031	+0,0036	+0,0041	+0,0046	0
10	+0,0051	+0,0056	+0,0061	+0,0066	+0,0071	+0,0076	+0,0082	+0,0087	+0,0092	+0,0097	10
20	+0,0102	+0,0107	+0,0112	+0,0117	+0,0122	+0,0127	+0,0133	+0,0138	+0,0143	+0,0148	20
30	+0,0153	+0,0158	+0,0163	+0,0168	+0,0173	+0,0178	+0,0184	+0,0189	+0,0194	+0,0199	30
40	+0,0204	+0,0209	+0,0214	+0,0219	+0,0224	+0,0229	+0,0235	+0,0240	+0,0245	+0,0250	40
50	+0,0255	+0,0260	+0,0265	+0,0270	+0,0275	+0,0280	+0,0286	+0,0291	+0,0296	+0,0301	50
60	+0,0306	+0,0311	+0,0316	+0,0321	+0,0326	+0,0331	+0,0337	+0,0342	+0,0347	+0,0352	60
70	+0,0357	+0,0362	+0,0367	+0,0372	+0,0377	+0,0382	+0,0388	+0,0393	+0,0398	+0,0403	70
80	+0,0408	+0,0413	+0,0418	+0,0423	+0,0428	+0,0433	+0,0439	+0,0444	+0,0449	+0,0454	80
90	+0,0459	+0,0464	+0,0469	+0,0474	+0,0479	+0,0484	+0,0490	+0,0495	+0,0500	+0,0505	90
100	+0,0510	+0,0515	+0,0520								100
Div	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Div

9. ТЕРМОМЕТРИЧЕСКІЯ И БАРОМЕТРИЧЕСКІЯ ИЗМѢРЕНІЯ ВЪ ГЛАВНОЙ ПАЛАТѢ МѢРЪ И ВѢСОВЪ.

Статья III. Барометръ № 2 Главной Палаты мѣръ и вѣсовъ.

Такъ какъ для многихъ метеорологическихъ изслѣдованій, особенно же термометрическихъ, требуется опредѣленіе давленій съ точностью до сотыхъ миллиметра ртутнаго столба ¹⁾, то при устройствѣ новаго барометра поставлено было задачей достигнуть точности въ опредѣленіи давленія до 0,01 мм. При такихъ требованіяхъ нужно было по возможности устранить необходимость нѣкоторыхъ поправокъ, не особенно надежныхъ, напр., на капиллярную депрессию, и имѣть возможность уменьшить другія необходимыя поправки, напр., на остаточный воздухъ, и самое опредѣленіе этихъ поправокъ сдѣлать удобнымъ и точнымъ. При проектированіи описываемаго далье барометра № 2 проф. Н. Г. Егоровыхъ, Н. П. Георгіевскихъ и мною въ основу взято начало отливанія ртути черезъ прикритленную сверху капиллярную трубку, какъ это предложилъ и приѣхнулъ проф. Д. Н. Менделѣевъ въ 70-хъ годахъ ²⁾, и затѣмъ проф. К. Д. Краевичъ, а нѣкоторыя другія особенности устройства составлены на основаніи предложеній, недавно приѣхавшихъ изъ барометрахъ Л. Веберовъ ³⁾. Изображеніе барометра № 2 представлено на рисункѣ 1.

Закрытое колѣно барометра А и открытое В диаметромъ въ 30 мм. находятся на одной вертикальной линіи. Закрытое колѣно А капиллярной трубкой сообщается съ трубкой D диаметромъ около 20 мм. Повышая въ А уровень ртути и наконецъ заставивъ ее переливаться по капилляру въ D, можно выгонять остатки воздуха. Для этого переливанія и вообще для измѣ-

¹⁾ Возьмемъ для примѣра сравненіе гирь изъ 1 килогр. изъ чистой платины съ бронзовыми или латунными, которое желательно сдѣлать съ точностью до 0,005 миллиграмм. Платиновый килограммъ имѣетъ объемъ около 45 куб. с., латунный же или бронзовый около 120 куб. с., разность объемовъ следовательно будетъ около 75 куб. с. Измѣненію барометрической высоты въ 1 мм. соответствуетъ измѣненіе въ вѣсѣ 1 куб. сантиметра воздуха приблизительно 0,000016 гр., измѣненіе же въ вѣсѣ 75 куб. с. будетъ 0,00012 гр.—0,12 мгр.

Следовательно для точности въ 0,005 мгр. нужно знать давленіе до $\frac{0,005}{0,12}$ мм. = прибл. 0,04 мм.

²⁾ Менделѣевъ. Объ упругости газовъ, 1875. Часть I, гл. IV, стр. 92.

³⁾ Zeitschrift für Instrumentenkunde 1893. S. 63. Eine neue Form des Quecksilberbarometers von Prof. Leonh. Weber in Kiel.

ненія уровня ртути служатъ шарою Е (діам. 60 мм.), соединенный внизу съ колѣномъ В, а сверху закрытый замастиченной пробкой, через которую пропущены двѣ стеклянныя трубки; къ одной изъ нихъ съ тройнымъ краномъ J присоедилено сушило Н и двойной каучуковый шлангъ G, другая же толстостѣнной каучуковой трубкой соединена съ толстостѣннымъ же шаромъ К, который можно сдавливать винтомъ L.

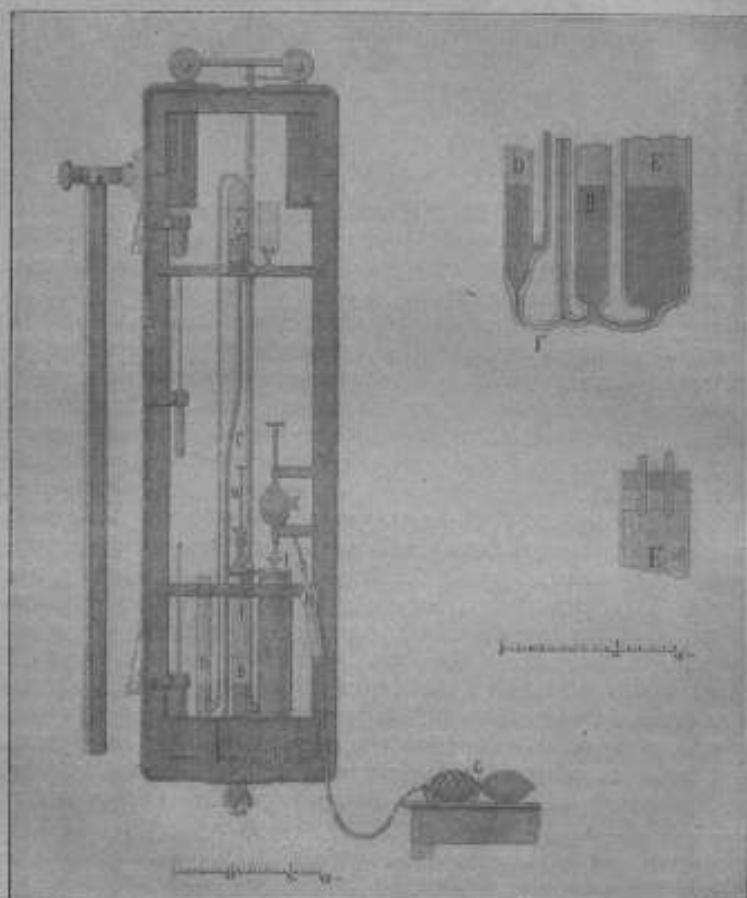


Рис. 1.

Для перехватыванія ртути нужно дѣйствовать однимъ шлангомъ G; тогда, низѣнная ртуть изъ сосуда Е, будемъ повышать ея уровень изъ В, а следовательно и въ А, и можемъ поднять ее такъ, что она, наполнивъ все закрытое колѣно, начнетъ переливаться въ трубку D. Перелившаяся туда ртуть можетъ вернуться въ колѣно В и въ сосудъ Е по очень тонкому капилляру F, который связанъ трубкой D и В.

Черезъ капилляръ F ртуть протекаетъ настолько медленно, что онъ не мѣшаетъ переливанію ея черезъ C, A и тонкую трубку въ D, такъ какъ этотъ послѣдній путь представляетъ значительно меньшее сопротивленіе движенію ртути.

Когда требуется только подвести ртуть въ колбы A къ опредѣленному уровню, то грубая установка производится тѣмъ же вѣхомъ G, а затѣмъ, закрывъ край I, небольшія измѣненія уровня ртути и точную установку можно сдѣлать, сжимая винтомъ L шаръ K. Соответствующимъ поворотомъ тройнаго края I можно затѣмъ выпустить изъ сосуда B сжатый воздухъ и опустить ртуть въ обоихъ колбахъ.

Чтобы за время наблюденія близость наблюдателя не вызывала замѣтнаго нагрѣванія воздуха въ E и вслѣдствіе этого измѣненія уровня ртути, сосудъ E обернуть бумагой, покрытой блестящими металлическими слоями.

Въ закрытомъ колбѣ A имѣются два острія изъ чернаго стекла, къ которымъ можно подводить ртуть при отсчитываніи высоты барометра. Разстояніе между остриями около 50 мм. Въ открытое же колбо B опускается стальная стержень M съ остриемъ изъ чернаго стекла на концѣ.

Стержень вставленъ въ трубку, которая при помощи двухъ салазокъ, закрѣпленныхъ надъ колбою B, можетъ перемищаться въ горизонтальномъ направленіи. Передвиженія салазокъ въ двухъ взаимно-перпендикулярныхъ направленіяхъ совершаются посредствомъ микрометрическихъ винтовъ. При помощи этого приспособленія можно острие чернаго стекла перемищать незначительно трубы катетометра, что необходимо для точной установки трубы на фокусъ. Въ вертикальномъ направленіи трубка измѣненія въ положеніи острия дѣлаются отъ руки, а затѣмъ, закрѣпивъ стержень въ трубкѣ винтомъ, точно устанавливаютъ острие на желаемомъ разстояніи отъ поверхности ртути при помощи микрометрическаго движенія самой трубки.

Весь барометръ помѣщенъ въ рамѣ изъ тавроваго желѣза, въ нижней части которой имѣется ящикъ изъ листового желѣза. Нижнія части трубокъ и сосудовъ барометра опираются на подкладки изъ пробки и замши на днѣ этого ящика и закрѣплены при помощи особой замки¹⁾, которая закрываетъ весь ящикъ до краевъ. Замка эта, удерживающая хрупкія соединенія частей барометра, довольно массивныхъ, въ неподвижномъ состояніи, обладаетъ драгоценнымъ въ данномъ случаѣ свойствомъ затвердѣвать вполне только въ небольшомъ слоеѣ съ поверхности, оставаясь въ глубинѣ достаточно пластичной. Двѣ латунныя оправы поддерживаютъ верхнія части барометра.

Сбоку къ верхней части рамы барометра при помощи Кардановскаго подвижа прикрѣплена шкала (мѣръ № 15 Женевскаго общества). Къ рамѣ же привинчены три оправы для пробирокъ со ртутью, въ которыя погружены резервуары термометровъ. Пробирки эти имѣютъ такой же діаметръ и сдѣланы изъ такихъ же трубокъ, какъ и части барометра, находящіяся на одной высотѣ съ ними. Эти три термометра служатъ для опредѣленія температуры какъ барометра, такъ и шкалы.

Рама подвѣшена на двухъ болтахъ желѣзнаго крошштейна. При помощи

¹⁾ Замка эта, употребляемая для азваріумовъ, готовится изъ рѣзанныхъ съ небольшимъ количествомъ варенаго зѣваго масла 1 объема глицерина, 1 об. ижеваго глицерина, 1 об. лемана и 1 $\frac{1}{2}$ об. лавифоли.

газъ можно всю раму немного поворачивать около вертикальной оси. Внизу рама для устранения раскачивания закреплена болтомъ.

Наполненіе барометра производилось слѣдующимъ образомъ. Послѣ промывки хромовой жидкостью, ѣдкимъ кали, дистиллированной водой и спиртомъ и просушивания барометръ, помѣщенный уже въ раму, былъ присоединенъ къ прибору Вейнгольда для перегонки ртути, при чемъ трубка, по которой очищенная ртуть выходила изъ прибора, была пропущена чрезъ пробку въ сосудъ E и зашпачена. Трубка B была также закрыта на глухо пробкой съ мастикой. Въ трубку же D чрезъ пробку была вмасничена стеклянная трубка съ отверстіемъ въ боковой стѣнкѣ и съ стеклянной же притертой пробкой на концѣ, которая закрывала выходъ изъ трубки D въ капилляръ F. Верхній конецъ трубки соединенъ былъ съ ртутнымъ насосомъ Беессельтагена, которымъ разряжался воздухъ какъ въ барометрѣ, такъ и въ приборѣ Вейнгольда. Доведя разряженіе до значительной степени, впускали въ барометръ сухой водородъ, затѣмъ опять слѣдовало выкачиваніе при прогреваніи стѣнокъ барометра, потомъ опять впускался водородъ и т. д. Промывка водородомъ производилась 8 разъ, причемъ нѣсколько разъ уругость водорода доводилась до атмосферной. Эта промывка въ соединеніи съ прогреваніемъ имѣла цѣлю по возможности удалить приставшій къ стеклу воздухъ, который потомъ могъ выдѣлиться въ разряженное пространство. Водородъ же, по замѣчанію проф. Д. И. Менделѣева, не способенъ по обыкновенію такъ сгущаться на стеклѣ¹⁾. Водородъ добывался электролизомъ 45% раствора ортофосфорной кислоты, пропускался затѣмъ чрезъ трубку съ накаленной жѣлѣзою, чтобы избавиться отъ могущихъ быть слѣдовъ фосфористаго водорода, и собирался въ стеклянку надъ дистиллированной водой, изъ которой предварительно былъ удаленъ воздухъ. Въ барометръ же онъ перепускался медленно чрезъ 2 ступицы, одно небольшое съ хлористымъ кальціемъ, а другое данною около 1 метра съ фосфорнымъ ангидридомъ. Послѣ промывки водородомъ начала была перегонка ртути, при чемъ параллельно время отъ времени работали насосомъ и прогревали стѣнки барометра.

Первоначально предполагалось перегонять ртуть до тѣхъ поръ, пока она, наполнивъ трубки E и B, поднимется на достаточную высоту въ колѣнѣ A; если тогда впустить воздухъ въ приборъ Вейнгольда, то атмосферное давленіе заставитъ ртуть подняться въ колѣнѣ A еще выше и наконецъ перелиться по тонкой трубкѣ въ трубку D. Пропустивъ достаточное количество ртути, можно было сообщить D съ атмосферой и остановить дальнѣйшее переливаніе. При работѣ оказалось, что прежде чѣмъ удалось перегнать такое количество ртути, стеклянная пробка внизу трубки D стала пропускать ртуть; пришлось тогда немедленно пустить воздухъ въ приборъ Вейнгольда. Ртуть въ A поднялась только до начала капиллярной трубки, и переливаніе пришлось произвести, нагнетая нѣжкозъ воздухъ въ сосудъ E. Послѣ нѣсколькихъ переливаній была отбавлена изъ барометра часть ртути, чтобы была возможность отсчитывать высоту барометра у нижняго или у верхняго острія.

Отсчетъ по барометру производится нитетометромъ съ двумя трубками.

Подводя ртуть въ колѣнѣ A близко къ которому-нибудь изъ острій, устанавливають остріе стержня M вблизи поверхности ртути. Тогда наводятъ

¹⁾ Менделѣевъ. Объ уругости газовъ. Часть I, стр. 95.

нити микрометровъ у труби такъ, чтобы середина разстоянiя между остріемъ и его изображенiемъ въ ртути ¹⁾ совпадала съ серединой промежутка между нитями. Поворачивая катетометръ къ шкалѣ и наводя середину между нитями на ближайшее дѣленiе шкалы, отсчитываютъ отъѣзжающее отъ него передвиженiе нитей число дѣленiй барабана микрометра; отсюда, зная число, соответствующее одному миллиметру, можно опредѣлить по шкалѣ положенiе уровня ртути въ барометрѣ.

У нашего барометра установка катетометра вѣдывалась, причѣмъ въ различныхъ случаяхъ 1 мм. соответствовало 192—210 дѣленiй барабана. Касательно установки катетометра нужно замѣтить слѣдующее. Установивъ столбъ катетометра вертикально въ такомъ положенiи, чтобы дѣленiя шкалы и острія въ верхнея колѣнiя были ясно видны въ верхнюю трубу, нижнюю устанавливали на шкалу и затѣмъ отчетливое изображенiе острія достигалось уже передвиженiемъ салазокъ. При наводкѣ на фокусъ приѣхивался методъ Корню ²⁾.

Освѣщенiе барометра производилось электрической лампой накаливанiя свѣчей 25—30 съ параболическимъ рефлекторомъ, помѣщенной метра на 4 отъ барометра. Маленькія зеркала, помѣщенные позади барометра, отражали свѣтъ въ горизонтальномъ направленiи къ остріямъ, другія два зеркала, прикрѣпленные къ рамѣ барометра, освѣщали тѣ мѣста шкалы, на которыхъ приходилось дѣлать отчеты. Тѣ части барометрической трубки, гдѣ находились острія, сзади были закрыты тонкой восковой бумагой, которая, защищая глазъ отъ непосредственно отраженнаго зеркаломъ сильнаго свѣта и отблесковъ отъ поверхности ртути, давала мягкое, равномерное, неутомительное для глаза и притомъ достаточно сильное освѣщенiе. Изъ различныхъ способовъ освѣщенiя, перепробованныхъ мною, этотъ оказался лучшимъ.

¹⁾ Середина между остріемъ и его изображенiемъ совпадаетъ съ поверхностью ртути, благодаря тому, что въ широкихъ трубкахъ поверхность эта представляетъ плоское зеркало (хотя частію вблизи стѣнокъ).

²⁾ Traité et mémoires du Bureau international des poids et mesures T. X, p. 12. Методъ Корню заключается въ слѣдующемъ. Представимъ, что отъ виртуальнаго предмета, напр., черты на шкалѣ, падаетъ на объективъ трубы пучекъ лучей, которые сходятся затѣмъ и даютъ действительное изображенiе черты. Если предъ объективомъ поставимъ экранъ съ двумя прорѣзами (щелями), параллельными наблюдаемой чертѣ, то по выходѣ изъ объектива два пучка пойдутъ сначала отдѣльно, сойдутся въ мѣстѣ рѣзкаго изображенiя и затѣмъ опять разойдутся, только теперь пучекъ, идущій отъ верхняго прорѣза будетъ внизу, а отъ нижняго наверху. Вблизи изображенiя пучки будутъ отчасти наезжать другъ на друга. Если изображенiе не лежитъ въ плоскости, на которую установленъ окуляръ, и въ которой выходятъ нити микрометра, то оно будетъ казаться расплывчатѣе и шире, но просто глазомъ трудно уловить малыя измѣненiя въ рѣзкости. Если же прироекъ, положивъ, верхнюю щель, тогда останется одинъ пучекъ отъ нижней щели, и изображенiе черты сдвинется внизъ, когда плоскость нитей микрометра встрѣчаетъ лучи до пересѣченiя ихъ, и вверхъ, когда—послѣ пересѣченiя. Неподанность изображенiя служить признакомъ совпаденiя его съ плоскостью нитей и слѣдовательно правильной установкѣ трубки. Вмѣсто экрана съ прорѣзами можно прикрывать объективъ силиконовымъ экраномъ, оставляя незакрытой лишь небольшую часть его, попеременно, то верхнюю, то нижнюю. При этомъ способѣ можно не только пометить малѣйшія непрямолинейности въ установкѣ, но по направленiю смѣщенiя изображенiя узнать, въ какую сторону нужно измѣнить положенiе трубки для правильной наводки на фокусъ.

Той же ланпой освѣщались и термометры. Отсчетъ термометровъ производился особой трубкой.

Точность, съ которой можно отсчитывать высоту барометра при описанныхъ условіяхъ, удовлетворяетъ требованіямъ. Въ самомъ дѣлѣ, если допустить при наведеніи нитей микрометра ошибку въ 0,02 промежутка между нитями, которому отвѣчаетъ у насъ около 27 дѣлений барабана, то эта ошибка будетъ выражаться $27 \cdot 0,02 = 0,54$ дѣл. бар., а такъ какъ 0,01 мм. отвѣчаетъ около 2 дѣл. барабана, то $0,54$ дѣл. бар. $= 0,01$ мм. $\frac{0,54}{2} = 0,0027$ мм. Слѣдовательно, ошибка при отсчетѣ барометра едва достигаетъ 0,01 мм., если допустить, что наибольшія ошибки при четырехъ необходимыхъ для отсчета наведеніяхъ нитей будутъ складываться.

При устройствѣ барометра обращено было вниманіе на тѣ погрѣшности, которыя происходятъ отъ рефракціи. Часто стѣнки стеклянныхъ трубокъ представляютъ значительныя измѣненія въ толщинѣ, при этомъ стѣнка будетъ дѣйствовать на лучи, какъ призма, отклоняя ихъ въ ту сторону, куда идетъ утолщеніе. Чтобы избѣжать ошибокъ такого рода, помимо тщательности въ выборѣ трубки, для тѣхъ частей барометра, гдѣ долженъ производиться отсчетъ, были отрѣзаны куски отъ одной и той же трубки, и эти куски расположены въ такомъ направленіи, какъ были раньше, т. е. соприкасавшіеся концы ихъ направлены въ колѣнѣ А внизъ, а въ колѣнѣ В вверхъ, такъ что, если бы стѣнка утолщалась, то это утолщеніе шло бы какъ въ А, такъ и въ В въ одномъ направленіи, и потому отклоненіе было бы раннее при обоихъ отсчетахъ сверху и снизу. Помимо этого, съ цѣлью убѣдиться, нѣтъ ли случайныхъ неровностей въ стеклѣ, незамѣтныхъ съ перваго взгляда, проф. Н. Г. Егоровъ изслѣдовалъ открытое колѣно барометра и нѣсколько образцовъ трубокъ изъ одной серіи. Изслѣдованіе производилось слѣдующимъ образомъ. Устанавливался штифтъ съ остриемъ, на острие наводилась середина нитей микрометра трубы, и затѣмъ подводилась снизу изслѣдуемая трубка и наблюдалось, не происходитъ-ли переищенія изображенія при визированіи чрезъ стекло. Изслѣдуя такимъ образомъ трубки въ различныхъ мѣстахъ по длинѣ и окружности, проф. Н. Г. Егоровъ не нашелъ переищенія изображенія, превышающаго ошибки установки.

Поправка на остаточный воздухъ въ барометрѣ опредѣлялась двумя способами. Наблюдалась высота барометра попеременно при двухъ объемахъ пустоты въ барометрѣ, для чего ртуть подводилась въ колѣнѣ А то къ нижнему штифту (большой объемъ), то къ верхнему (малый объемъ). Выбравъ наблюденіе въ средней серіи за начальное и считая время до этого наблюденія съ —, а послѣ него съ +, подыскивали форму измѣненія барометрическаго давленія съ временемъ, причемъ пробовали, не выражается ли это измѣненіе въ формѣ прямой или двухъ пересѣкающихся прямыхъ (въ точкѣ пересѣченія шахим. или шив. бар. давл.) или въ формѣ параболической. Получался рядъ уравненій, напр., для параболической формы вида:

$$1) H_1 = H_0 + at + bt^2,$$

$$\text{или } 2) H_1 + d = H_0 + at + bt^2,$$

гдѣ H_0 — наблюденная высота бар. (при больш. объемѣ пуст.) въ моментъ, отъ котораго считается время t , H_1 — наблюд. высота барометра во время t ,

причемъ уравненіе составлялось въ форѣ 1), если наблюденіе производилось при большомъ объемѣ пустоты и въ форѣ 2), если—при маломъ объемѣ пустоты. Въ уравн. 2) d означаетъ разность поправокъ на остаточный воздухъ при наблюденіи у верхняго и нижняго острія. Изъ полученныхъ уравненій исключалось d , а h и b вычислялась по способу наименьшихъ квадратовъ, и тогда можно было получить d изъ ур. вида 2). Выражаетъ ли выбранная форма достаточно точно законъ измѣненія барометрическаго давленія, можно было судить по тому, на сколько различались величины H , вычисленные отъ наблюденныхъ. Найдя d , т. е. разность поправокъ при маломъ и большомъ объемѣ пустоты, можно вычислить самія поправки въ томъ и другомъ случаѣ, если извѣстны эти объемы. Въ нашемъ барометрѣ верхняя часть была калибрована до спайки съ остальными извѣшиваніемъ ртути, наполняющей подлежащій объемъ. При этомъ оказалось, что объемъ капиллярной трубки на длинѣ 203 мм. отъ черты, нанесенной около вѣста припайки къ колѣну $A = 0,16$ к. с., объемъ отъ черты до верхняго острія = 24,87 к. с., объемъ между остриями = 32,68 к. с.

Принимая во вниманіе, что при большомъ объемѣ пустоты ртуть въ капиллярѣ стоитъ на разстояніи 105 мм. отъ черты, получимъ

для большого объема пустоты 57,63 к. с.
 » малого » » 24,91 » »

Если назовемъ чрезъ X упругость остаточнаго воздуха при большомъ объемѣ, чрезъ Y при маломъ, т. е. допуская, что законъ Мариотта приблизительно вѣренъ для разрѣженныхъ газовъ, получимъ

$$\frac{X}{Y} = \frac{24,91}{57,63} \text{ или } \frac{X}{Y-X} = \frac{24,91}{32,72},$$

но такъ какъ $Y-X = d$, то

$$X = d \frac{24,91}{32,72}.$$

Этотъ способъ даетъ хорошіе результаты, когда барометрическое давленіе измѣняется медленно. При быстромъ же измѣненіи давленія часто никакая простая форма функціи, для выраженія этого измѣненія, не подходитъ. Поэтому, по предложенію проф. Д. П. Менделѣева, сдѣлано было нѣсколько опредѣленій поправки на остаточный воздухъ посредствомъ дифференціального барометра. Дифференціальный барометръ былъ устроенъ изъ колбы емкостью около 5 литровъ, къ горлу которой припаяны были двѣ трубки, одна съ краномъ сообщала чрезъ сушило колбу съ наружнымъ воздухомъ, а другую извѣстикована была тонкая гибкая трубочка ¹⁾, которая вела къ манометру съ вазелиновымъ масломъ, подкрашеннымъ алканійнымъ корнемъ. Въ нижней части манометра припаяна была трубка, ведущая къ резервуару съ масломъ. Сдвигивая посредствомъ каучуковаго шара (сдвигиваніе производилось винтомъ) воздухъ въ резервуарѣ надъ масломъ, можно было измѣнять уровень масла въ манометрѣ. Это приспособленіе служило для того,

¹⁾ Трубку, соединяющую манометръ съ резервуаромъ, нужно брать не особенно тонкую, чтобы давленіе могло быстро передаваться по ней; въ противномъ случаѣ при увеличеніи давленія дифф. барометръ будетъ давать показанія меньше действительныхъ, а при уменьшеніи больше.

чтобы приводить масло въ колѣнѣ манометра, сообщенномъ съ колбой, всегда къ одному уровню и, слѣдовательно, дѣлать наблюденія при одномъ объемѣ воздуха. Колба была помѣщена въ большой желѣзный сосудъ емкостью около 5 ведеръ, оббитый снаружи войлокомъ и закрытый сверху также войлочной крышкой; сосудъ наполнялся тающимъ льдомъ, и такимъ образомъ поддерживалась постоянная температура воздуха въ колбѣ. Съ наступленіемъ теплаго времени вмѣсто льда взята была вода, которая находилась постоянно въ сосудѣ и дѣлала комнатную температуру. Измѣненія въ комнатной температурѣ вызывали, конечно, измѣненія въ температурѣ воды, которые замѣчались по термометру съ сотыми долями градуса.

Если при нѣкоторой высотѣ барометра заперался край дифференціального барометра, то при измѣненіи давленія равенство уровней масла въ вѣтвяхъ манометра нарушалось, при увеличеніи давленія въ открытой колбѣ масло опускалось, при уменьшеніи — поднималось. Дѣйствуя научнымъ шаромъ, приводили масло въ закрытой вѣтви манометра всегда на прежнее дѣленіе, чѣмъ упрощалось вычисленіе, и кромѣ того въ этомъ случаѣ не требовалось очень большого резервуара для дифференціального барометра. Измѣненіе барометра вычислялось по слѣдующей формулѣ¹⁾:

$$X = \frac{S - c}{\text{Hg}} D + V_0 \frac{\alpha - k}{1 + \alpha T_0} t,$$

гдѣ S — плотность масла; c — плотность воздуха; Hg — плотность ртути; D — разность высотъ въ манометрѣ; V_0 — высота барометра въ моментъ закрытія крана; α — коэф. расшир. воздуха; k — коэф. расшир. резервуара; T_0 — температура воздуха въ резервуарѣ въ моментъ закрытія крана; t — разность температуры въ моментъ наблюденія и T_0 .

Для плотности масла S было сдѣлано нѣсколько (5) опредѣленій на вѣсахъ Вестфала для температуръ между 18° — 21° .

Наблюденія для опредѣленія поправки барометра № 2 велись слѣдующимъ образомъ.

Устанавливая барометръ при большомъ объемѣ пустоты, въ тотъ же моментъ запирали край дифференціального барометра, затѣмъ производился рядъ отсчетовъ съ малымъ объемомъ пустоты, причемъ передъ каждымъ и послѣ каждаго изъ этихъ отсчетовъ замѣчалось показаніе дифф. барометра; такъ какъ промежутки между двумя наблюденіями его были обыкновенно не больше 9—10 мм., то можно было допустить, что измѣненіе давленія пропорціонально времени, и зная такимъ образомъ высоту барометра для промежуточного момента отсчета барометра № 2. Отсчетъ разности высотъ манометра производился въ трубу, съ которой вполнѣ легко было отсчитывать до 0,1 мм. При плотности масла 0,8606 при 20° измѣненіе въ 0,1 мм. соотвѣтствуетъ измѣненію высоты барометра въ 0,1 мм. $\frac{0,8606}{13,596} = 0,0063$ мм.

ртутнаго столба при 0° . Въ концѣ ряда наблюденій обыкновенно дѣлался для контроля отсчетъ барометра при большомъ объемѣ пустоты параллельно съ отсчетомъ по дифференціальному барометру. Нѣкоторые ряды наблюденій при резервуарѣ въ водѣ пришлось отбросить, такъ какъ иногда измѣненія въ температурѣ воды, не смотря на войлочную оболочку бака, шли такъ быстро, что воздухъ въ резервуарѣ дифф. барометра не успѣвалъ принимать температуру воды.

¹⁾ Менделѣевъ. Объ упрукости газовъ, Ч. I, стр. 130.

Приводимъ теперь результаты наблюдений для опредѣленія поправки на остаточный воздухъ. Наблюдения, произведенныя до 21 января 1895 года, когда было сдѣлано послѣдній разъ вытѣсненіе остатковъ воздуха переливаніемъ ртути, изложены коротко, такъ какъ уже не имѣютъ значенія для пользования барометромъ; при подробнѣе изложеніи дальнѣйшихъ наблюдений будетъ приведенъ способъ вычисленія поправокъ.

16 декабря 1894 года. 7 отсчетовъ (4 при большомъ и 3 при маломъ объемѣ пустоты).

Законы измѣненія высоты барометра со временемъ выражены параболической формулой

$$H_t = H_0 + at + bt^2.$$

Разность поправокъ при большомъ и маломъ объемахъ пустоты $d = 0,086$ мм.

Поправка при большомъ объемѣ пустоты $X = 0,062$ мм.

Параболическая формула недостаточно хорошо выражаетъ измѣненіе давленія, такъ какъ разность между вычисленными и наблюдаемыми высотами доходить до 0,026 мм.

21 декабря 1894 года 5 отсчетовъ (3 при большомъ и 2 при маломъ объемѣ пустоты).

Измѣненіе высоты барометра выражено формулою

$$H_t = H_0 + at + bt^2$$

$$d = 0,110 \text{ мм.}$$

$$X = 0,081 \text{ мм.}$$

Параболическая формула и здѣсь не вполне подходитъ, разность между вычисленными по ней и наблюдаемыми высотами барометра доходить до 0,018 мм.

29 декабря. 5 отсчетовъ (3 при большомъ и 2 при маломъ объемѣ пустоты).

Измѣненіе высоты барометра выражено линейной формулой.

$$H_t = H_0 + at$$

$$d = 0,104 \text{ мм.}$$

$$X = 0,076 \text{ мм.}$$

Наибольшая разность между наблюдаемой и вычисленной высотой барометра 0,009 мм.

21 января 1895 г. было произведено послѣднее переливаніе ртути. 14 февраля произведено опредѣленіе поправки по первому способу (попережннго отсчета барометрич. высоты при большомъ и маломъ объемѣ пустоты).

Для этого ряда наблюдений представляемъ прилѣжь самаго вычисленія поправки.

Время наблюденія.	Время отъ начальнаго момента 3 ч. 30 м.	Высота барометра при 0° наблюдаемая.		Высота барометра при 0° вычисленная.		Разность между наблюдаемой и вычисленной величиной.
		При большомъ объемѣ пустоты.	При маломъ объемѣ пустоты.	При большомъ объемѣ пустоты.	При маломъ объемѣ пустоты.	
2 ч. 53 м.	-38 м.	749,048мм.	—	749,043мм.	—	+0,005мм.
3 ч. 12 м.	-18 м.	—	749,048мм.	—	749,054мм.	-0,006мм.
3 ч. 30 м.	0 м.	749,138мм.	—	—	—	—
3 ч. 46 м.	+16 м.	—	749,065мм.	—	749,060мм.	+0,006мм.
4 ч. 5 м.	+35 м.	749,056мм.	—	749,061мм.	—	-0,006мм.

Измѣненіе высоты барометра выражено параболической формулой

$$H_t = H_0 + at + bt^2.$$

Подставляя наблюденныя величины въ формулу, получаемъ 4 уравненія:

$$\begin{aligned} 1) 749,048 &= 749,138 - 38a + 1444b \\ 2) 749,048 + d &= 749,138 - 18a + 324b \\ 3) 749,066 + d &= 749,138 + 16a + 256b \\ 4) 749,055 &= 749,138 + 35a + 1225b \end{aligned} \quad (A)$$

откуда по упрощеніи имѣемъ

$$\begin{aligned} 1) -0,090 &= -38a + 1444b \\ 2) -0,090 + d &= -18a + 324b \\ 3) -0,072 + d &= +16a + 256b \\ 4) -0,083 &= 35a + 1225b \end{aligned} \quad (B)$$

Исключивъ d , будемъ имѣть систему уравненій

$$\begin{aligned} -0,090 &= -38a + 1444b \\ +0,018 &= 34a - 68b \\ -0,083 &= 35a + 1225b, \end{aligned}$$

откуда, по способу наименьшихъ квадратовъ, получаемъ для опредѣленія коэф-фициентовъ a и b два уравненія

$$\begin{aligned} 1,127 &= 3825a - 14309b \\ -232,859 &= -14309a + 3590385b. \end{aligned}$$

Изъ нихъ

$$a = 0,000052806 \quad b = -0,000064646.$$

Принимая эти значенія a и b , можно вычислить изъ уравненій (B) величину d .

Изъ уравненія 2) $d = 0,068$ м., изъ уравненія 3) $d = 0,056$ м., въ среднемъ $d = 0,062$ м.

Если теперь изъ уравненій (A), принимая высоты барометра, стояція въ первой части, за неизвѣстныя, мы вычислимъ ихъ значенія при найденныхъ выше a и b , то получимъ числа, приведенныя въ 5-ой и 6-ой графахъ таблицы. Разности между наблюденными и вычисленными величинами указываютъ, что выбранная параболическая формула вполне хорошо подходитъ къ закону измѣненія барометрическаго давленія.

Зная d , по приведенной выше формулѣ (стр. 111), находимъ поправку барометра при наблюденіи у нижняго острія, причѣмъ d нужно поправить на разность высотъ, для которыхъ опредѣлялись давленія при большихъ и маломъ объемѣ пустоты. Въ нашемъ случаѣ разность высотъ была около 50 м., поправка будетъ около $-0,004$ м.

Слѣдовательно

$$X = 0,058 \text{ м.} - \frac{24,91}{32,72} = 0,044 \text{ м.}$$

14 марта. Опредѣленіе поправки при помощи дифференціального барометра, резервуаръ котораго удерживался при постоянной температурѣ въ тѣнѣ сѣбру.

Кранъ дифф. барометра закрыть при 744,525 мм. при 0° (отсчитать при большомъ объемѣ пустоты).

Время наблю-денія.	Высота баром. при 0°.	Разность ¹⁾ высотъ масла въ дифф. бар.	Темпе-ратура масла.	Плотность масла.	Соответствующая высота ртутнаго столба при 0°.	Вычисленная высота баром. при большомъ объемѣ пустоты.
3 ч. 40 м.	744,525 мм. при бол. об. п.	—	—	—	—	—
4 ч. 7 м.	744,554 мм. при бол. об. п.	+0,4 м.	19,51°	0,8609	+0,025мм.	744,550мм.
4 ч. 26 м.	744,579 мм. при бол. об. п.	+0,8 м.	20,05°	0,8606	+0,051мм.	744,576мм.
4 ч. 55 м.	744,599 мм. при мал. об. п.	+2,4 м.	20,02°	0,8606	+0,143мм.	744,567мм.

Наиблизіе барометра вычислена въ данномъ случаѣ по формулѣ

$$X = \frac{S - e}{H_g} \cdot D,$$

такъ какъ въ формулѣ, приведенной на стр. 112, $t = 0$.

Сличалъ отсчетъ по барометру при маломъ объемѣ пустоты въ 4 ч. 55 м. съ высотой при большомъ объемѣ, вычисленной по показаніямъ дифференціального барометра, находимъ

$$d = 0,068 \text{ мм.}$$

а послѣ поправки на разность высотъ ($-0,004 \text{ мм.}$) = 0,064 мм.

$$X = 0,064 \text{ мм.} \cdot \frac{24,91}{32,72} = 0,049 \text{ мм.}$$

24 марта. Опредѣленіе поправки при помощи дифференціального барометра, резервуаръ котораго находится въ водѣ при комнатной температурѣ. Кранъ закрыть при давленіи 746,438 мм. (отсчитать при большомъ объемѣ пустоты).

Время наблю-денія.	Высота барометра при 0°.	Разность высотъ масла въ дифф. бар.	Темпера-тура масла.	Плотность масла.	Темпера-тура резервуара дифф. бар.	Высота барометра вычислен. по дифф. баром.
2 ч. 40 м.	746,438 мм. при больш. об. п.	—	—	—	18,26°	—
4 ч. 2 м.	746,407 мм. при мал. об. п.	+0,17 мм.	19,66°	0,8606	18,288°	746,520мм.
4 ч. 38 м.	746,463 мм. при мал. об. п.	+0,54 мм.	19,68°	0,8608	18,301°	746,577мм.
5 ч. 3 м.	746,627 мм. при бол. об. п.	+1,06 мм.	19,59°	0,8609	18,31°	746,633мм.

¹⁾ Разность эта брались со знакомъ +, когда уровень масла въ закрытомъ колѣнѣ былъ выше, и со знакомъ —, когда — ниже, чѣмъ въ открытомъ.

Изъясненія въ высотѣ барометра въ этотъ и въ слѣдующемъ рядѣ наблюденій вычислялись по формулѣ, приведенной на стр. 112.

Послѣ поправки на разность высотъ ($-0,004$ мм.)

$$d = 0,113 \text{ мм.} - 0,004 \text{ мм.} = 0,109 \text{ мм.},$$

$$d = 0,114 \text{ мм.} - 0,004 \text{ мм.} = 0,110 \text{ мм.},$$

въ среднемъ $d = 0,109$ мм.

$$X = 0,109 \text{ мм.} \frac{24,91}{32,72} = 0,083 \text{ мм.}$$

7 апреля. Опредѣленіе поправки при помощи дифференціального барометра, резервуаръ котораго находился въ водѣ при комнатной температурѣ. Кранъ закрытъ при давленіи 767,632 мм. (отсчетъ при большомъ объемѣ пустоты).

Время наблюденій.	Высота барометра при 0°.	Разность высотъ масла въ дифф. бар.	Температура масла.	Плотность масла.	Температура резервуара дифф. бар.	Высота барометра вычислен. по дифф. баром.
3 ч. 20 м	767,632 мм. при бол. об. п.	—	—	—	18,465°	—
4 ч. 27 м	767,539 мм. при мал. об. п.	-0,87 мм.	19,75°	0,8607	18,49°	767,643 мм.
4 ч. 47 м	767,667 мм. при бол. об. п.	-0,96 мм.	19,75°	0,8607	18,50°	767,662 мм.

Послѣ поправки на разность высотъ

$$d = 0,104 \text{ мм.} - 0,004 \text{ мм.} = 0,100 \text{ мм.}$$

$$X = 0,100 \text{ мм.} \frac{24,91}{32,72} = 0,076 \text{ мм.}$$

21 апреля. Опредѣленіе поправки по первому способу, т. е., чередованіемъ отсчетовъ при большомъ и маломъ объемахъ пустоты.

Изъясненіе высоты барометра выражено параболической формулой

$$H_1 = H_0 + at + bt^2,$$

гдѣ $a = -0,003089$, $b = 0,0000460$.

Время наблюденій.	Время отъ начального момента 2 ч. 38 м.	Высота барометра при 0° наблюдаемая		Высота барометра при 0° вычисленная		Разность между наблюден. и вычисл. величиной.
		При больш. объемѣ пустоты.	При мал. объемѣ пустоты.	При бол. объемѣ пустоты.	При мал. объемѣ пустоты.	
2 ч. 7 м.	-31 м.	768,626 мм.	—	768,619 мм.	—	+0,007 мм.
2 ч. 23 м.	-15 м.	—	768,433 мм.	768,535 мм.	768,442 мм.	-0,009 мм.
2 ч. 38 м.	0 м.	768,476 мм.	—	—	—	—
2 ч. 55 м.	+17 м.	—	768,355 мм.	768,440 мм.	768,347 мм.	+0,008 мм.
3 ч. 9 м.	+31 м.	768,416 мм.	—	768,427 мм.	—	-0,011 мм.

$$d = 0,102 \text{ мм.} \quad d = 0,085 \text{ мм.},$$

$$\text{въ среднемъ } d = 0,093 \text{ мм.}$$

или съ поправкой на разность высотъ = 0,089 мм.

$$X = 0,089 \text{ мм.} \cdot \frac{24,91}{32,72} = 0,068 \text{ мм.}$$

При сравненіи результатовъ наблюдений со времени послѣдняго переливанія ртути (21 января 1895 г.) видно, что поправка барометра несомнѣнно возрастаетъ и въ настоящее время дошла до 0,076 мм. (среднее изъ наблюдений за періодъ съ 24 марта по 21 апрѣля, когда она колеблется около одной величины). Чему приписать это возрастаніе, пока не выяснено. Можетъ быть, не смотря на предосторожность при наполненіи барометра, не удалось вполне освободиться отъ слѣдовъ воздуха и влаги, приставшихъ къ стеклу. Работа съ этими барометрами еще не кончена, и предполагается теперь, время отъ времени опредѣляя поправку, прослѣдить, будетъ ли она увеличиваться, или это увеличеніе, добѣ до нѣкотораго предѣла, остановится.

И. Лебедевъ.

Май 1895 г.

10. ИССЛЕДОВАНИЕ ДЮЙМОВЫХЪ ЧАСТЕЙ МѢРЫ ДЛИНЫ, ОБОЗНАЧЕННОЙ ВЪ ПЕРЕЧНѢ ПОДЪ НОМЕРОМЪ 9¹⁾.

При начатомъ возобновленіи прототипа мѣры длины, необходимо воспользоваться точнымъ соотношеніемъ, установленнымъ между ярдомъ и аршиномъ. Для этого прежде всего было весьма желательно подробно изучить такую мѣру длины, на которой находились бы обѣ названныя мѣры съ ихъ подраздѣленіями. Въ коллекціи мѣръ длины, принадлежащей Главной Палатѣ, имѣется такая мѣра длины, изготовленная Траугеномъ и Симсомъ въ Лондонѣ изъ сплава Байли въ 1887 г. Эта мѣра представляетъ брусокъ, длиною въ 1,806 метра, имѣющій въ поперечномъ сѣченіи квадратъ, сторона котораго равна 25 мм. Въ желобѣ, сдѣланномъ на одной изъ плоскостей бруска, на глубинѣ 2,5 мм., вставлены золотые штифты, на которыхъ нарисованы продольныя и поперечныя черты, соответствующія различнымъ подраздѣленіямъ трехъ мѣръ: ярда, аршина и метра. На мѣрѣ нанесены 40 отдѣльныхъ дюймовъ и одинъ изъ этихъ дюймовъ (36—37) раздѣленъ на 10 линій, а каждая линія на 10 частей.

Эти сорокъ дюймовъ и подраздѣленія (36—37) дюйма и составляли предметъ настоящаго изслѣдованія. При этомъ изслѣдованіи сверхъ того представлялась возможность ближе изучить приборы (компараторы), имѣющіеся въ Главной Палатѣ для измѣренія длины.

Измѣренія производились на большомъ компараторѣ, микроскопы котораго установлены на одной общедѣльной устоѣ, на которой помѣщены рельсы, служащіе для передвиженія гелѣжки съ помѣщеннымъ на ней шпилькомъ съ измѣряемой мѣрой длины. Микроскопы для отдѣльныхъ рядовъ измѣреній устанавливались такимъ образомъ, что разстояніе между оптическими осями ихъ было приблизительно 20, 10, 8, 7, 6 и 4 дюйма. Большаго сближенія микроскоповъ нельзя было достигнуть, такъ что дѣленія изслѣдуемой мѣры длины могли быть непосредственно сравниваемы между собою по 20, 10, 8, 7, 6, 5 и 4 дюймамъ. Установка микроскоповъ на этомъ компараторѣ пред-

¹⁾ «Временникъ». Часть I, стр. 97.

ставляетъ много затрудненій, такъ какъ при завинчиваніи грубыми винтами чугунныхъ пластинокъ, на которыхъ поставлены микроскопы, въ каменной плитѣ, происходитъ нѣкоторое перекашиваніе пластинокъ и только послѣ долгаго и постепеннаго передвиженія удастся достигнуть вертикальнаго положенія микроскоповъ.

Мѣра длины лежала горизонтально на четырехъ каткахъ Эри (Агу) въ ящикѣ, который закрытъ листомъ толстаго картона; въ этомъ картонѣ вырѣзаны были соответствующія отверстія для наблюденія какъ измѣренныхъ дѣлений мѣры, такъ и для отчета показаній термометра. Термометръ Водена, градусы котораго раздѣлены на 20 частей, лежалъ на особыхъ устояхъ позѣ середины мѣры длины. Отчеты термометра производились посредствомъ микроскопа, такъ что легко можно было отсчитывать сотыя части градуса. Отчеты термометра производились въ началѣ и концѣ каждаго ряда наблюденія.

Установивъ надлежащимъ образомъ микроскопы на извѣстныхъ разстояніи другъ отъ друга, напр. на разстояніи 4 дюйма, производились измѣренія слѣдующимъ образомъ. Сперва дѣлались два отчета на барабанѣ микроскопа А6, которымъ визировалась черта 0 дѣленія мѣры, потомъ одинъ отчетъ на микроскопѣ В6, которымъ визировалась черта 4 дюйма, затѣмъ производился одинъ отчетъ на барабанѣ микроскопа А6 и два отчета на барабанѣ микроскопа В6. Изъ трехъ отчетовъ на каждомъ барабанѣ брали среднее. Отдѣльные отчеты при визированіи одной и той же черты дѣленія отличались на одно, много на два дѣленія барабана. Одно дѣленіе барабана соответствовало приблизительно 0,7 микрова.

Сдѣлавши въ вышеприведенномъ порядкѣ по три отчета на барабанахъ каждаго микроскопа, мѣру эту передвигали такимъ образомъ, что черта дѣленія 4 дюйма визировалась микроскопомъ А6, а черта дѣленія 8 дюйма — микроскопомъ В6, и въ такомъ порядкѣ послѣдовательно продолжались наблюденія надъ каждыми 4 дюймами мѣры отъ 0—40 дюйма. Наблюденія обыкновенно производились двумя наблюдателями; одинъ производилъ отчеты, другой записывалъ полученные числа, и затѣмъ, когда вся мѣра была опредѣлена по 4 дюйма отъ 0—40 дюйма, то мѣра передвигалась въ обратномъ направленіи, т. е. отъ 40—0 дѣленія, причѣмъ обыкновенно этотъ рядъ наблюденій производилъ другой наблюдатель, который въ первомъ рядѣ наблюденій записывалъ отчеты. Такие ряды наблюденій при установкѣ микроскоповъ на различныхъ разстояніи производились въ большомъ количествѣ, обыкновенно пока не получались ряды съ согласными между собою результатами. При каждомъ рядѣ наблюденій, кромѣ показанія термометра, находящагося позѣ мѣры, наблюдались измѣненія температуры комнаты и показанія термометровъ, находящихся позѣ микроскоповъ. Микроскопы были заключены въ деревянные ящики, наружныя стѣнки которыхъ обиты металлической никелированной бумагой. Ниже мы приводимъ непосредственный рядъ наблюденій, изъ которыхъ видимъ какъ отдѣльные отчеты, такъ и показанія 4 термометровъ: 1) tk — термометра для наблюденія температуры комнаты, 2) tc — температуры кохпаратора, 3) tA6 — термометра при микроскопѣ А6, 4) tB6 — термометра при микроскопѣ В6.

9-го ноября 1894 г.

Микроскопы.						Микроскопы.					
Левый А6.			Правый В6.			Левый А6.			Правый В6.		
Выпущенная черта.	Положения въ дѣлѣхъ барабана микроскопа.	Среднее.	Выпущенная черта.	Положения въ дѣлѣхъ барабана микроскопа.	Среднее.	Выпущенная черта.	Положения въ дѣлѣхъ барабана микроскопа.	Среднее.	Выпущенная черта.	Положения въ дѣлѣхъ барабана микроскопа.	Среднее.
0	240 238 236	238,7	4	516,5 515,5 519,5	517,2	36	290 279,5 280	279,8	40	471 473,5 471	471,8
4	403 406,5 405	405,5	8	351,5 352 352	351,8	32	293,5 292,5 292	292,7	36	464,5 464 464	464,2
8	356,5 357 357	356,8	12	402 400 401	401	28	281,5 281 281	281,2	32	481,5 482 481	481,5
12	446 447 445,5	446,2	16	311 312 310	311	24	334 336 336	335,3	28	418 419 419	418,7
16	290 290 290	290	20	464,5 465 466	465,2	20	330 330,5 330	330,2	24	422 422 423	422,3
20	390 389 389	389,3	24	370 370 370,5	370,2	16	380 380,5 380	380,2	20	376,5 376,5 377	376,7
24	316 316 315	315,7	28	438 437,5 439	438,2	12	438 439 439	438,7	16	316 316,5 316	316,2
28	442 439 439	440	32	323 323,5 323	322,7	8	385 386 386	385,7	12	375,5 375,5 375	375,2
32	209 210 211	210	36	546 544 545	545	4	323 323 323,5	323,2	8	435 434 434	434,3
36	383,5 382,5 383	383	40	372 372 372	372	0	338 339 339	338,7	4	417 417 416,5	416,8
Температуры въ нач. наблюд. тк 18,58; тс 18,65; тА 18,60; тВ 18,90.						Температуры въ концѣ наблюд. тк 18,65; тс 18,66; тА6 19,30; тВ6 19,40.					

Расчет величины расстояния (0—4) д. из наблюдений, расположенных в левых столбцах.

$$\begin{aligned}
 (0-4) &= (4-8) + (405,5-238,7) A_6 + (351,8-517,2) B_6 = (4-8) + 166,8 A_6 - 165,5 B_6 \\
 (0-4) &= (8-12) + (356,8-238,7) + (401,0-517,2) = (8-12) + 118,1 - 116,2 \\
 (0-4) &= (12-16) + (446,2-238,7) + (311,0-517,2) = (12-16) + 207,5 - 206,3 \\
 (0-4) &= (16-20) + (290,0-238,7) + (465,2-517,2) = (16-20) + 51,3 - 52,1 \\
 (0-4) &= (20-24) + (389,3-238,7) + (370,2-517,2) = (20-24) + 150,6 - 147,1 \\
 (0-4) &= (24-28) + (315,7-238,7) + (438,2-517,2) = (24-28) + 77,0 - 79,0 \\
 (0-4) &= (28-32) + (440,0-238,7) + (322,7-517,2) = (28-32) + 201,3 - 194,7 \\
 (0-4) &= (32-36) + (210,0-238,7) + (545,0-517,2) = (32-36) - 28,7 + 27,8 \\
 (0-4) &= (36-40) + (383,0-238,7) + (372,0-517,2) = (36-40) + 144,3 - 145,2 \\
 (0-4) &= (0-4) \quad \text{Суммируя эти ряды получим:}
 \end{aligned}$$

$$10(0-4) = (0-40) + 1088,2A_6 - 1078,6B_6$$

Таким же образом сделав расчет для определения расстояния (0—4) д. из наблюдений, расположенных в правых столбцах и получено:

$$10(0-4) = (0-40) - 1,3A_6 + 9,7B_6.$$

Таких наблюдений для определения расстояния (0—4) дюймов сделано было шесть рядов, результаты которых приведены в следующей таблице:

I. а) Определение расстояния (0—4) дюймов.

1894 года 9, 10 и 11 ноября.	Найденная температура.	
	Комнаты. нач. кон.	Компаратора. нач. кон.
$10(0-4) = (0-40) + 1088,2 A_6 - 1078,6 B_6 = (0-40) + 0,00005692$	18,65 18,57	18,65 18,65
$10(0-4) = (0-40) - 1,3 + 9,7 = (0-40) + 0,00024050$	18,65 18,57	18,65 18,65
$10(0-4) = (0-40) - 288,3 + 279,5 = (0-40) - 0,00019402$	18,50 18,70	18,45 18,50
$10(0-4) = (0-40) + 307,1 - 303,5 = (0-40) + 0,00004154$	18,55 18,75	18,52 18,60
$10(0-4) = (0-40) - 142,5 + 131,8 = (0-40) + 0,00028324$	18,47 18,67	18,40 18,48
Средняя: $10(0-4) = (0-40) - 0,00002766 \pm 5632 \cdot 10^{-8}$		

Такой же ряд определений расстояния (0—4) дюйма был произведен при перемещенной микре, т. е. под микроскопом Вб находилась черта деления 0, а под микроскопом Аб черта 4. Результат этого определения приведен в следующей таблице:

I. б) Определение расстояния (4—0) дюймов.

1894 года 17 и 19 ноября.		
$10(4-0) = (40-0) - 765,9 A_6 + 758,4 B_6 = (40-0) - 0,00006132$	18,22 18,42	18,12 18,17
$10(4-0) = (40-0) + 579,5 - 588,2 = (40-0) - 0,00037548$	18,28 19,50	18,20 18,29
$10(4-0) = (40-0) - 409,2 + 398,9 = (40-0) - 0,00021274$	18,28 19,50	18,30 18,29
$10(4-0) = (40-0) + 271,2 - 266,8 = (40-0) + 0,00007160$	18,13 18,33	18,05 18,11
$10(4-0) = (40-0) - 104,6 + 107,1 = (40-0) + 0,00009242$	18,49 18,40	18,15 18,22
Средняя: $10(4-0) = (40-0) - 0,00009711 \pm 4593 \cdot 10^{-8}$		

Средняя из обеих рядов наблюдений:

$$10(0-4) = (0-40) - 0,00006239 \pm 5113 \cdot 10^{-8}.$$

II. а) Определение расстояния (0—5) дюймов.

1894 года 24 и 25 октября.

	Измерения температуры.			
	Компассы.		Коллараторы.	
	нач.	кон.	нач.	кон.
$8(0-5) = (0-40) - 395,1 \text{ A6} + 393,8 \text{ B6} = (0-40) + 0,00003332$	18,95	19,02	18,60	18,70
$8(0-5) = (0-40) + 210,8 - 212,0 = (0-40) - 0,00007618$	18,95	18,85	18,62	18,65
$8(0-5) = (0-40) + 480,8 - 474,9 = (0-40) + 0,00007258$	18,85	18,95	18,62	18,65
$8(0-5) = (0-40) - 81,9 + 89,9 = (0-40) + 0,00024518$	18,78	19,00	18,70	18,75
$8(0-5) = (0-40) - 134,6 + 141,9 = (0-40) + 0,00023570$	18,78	19,00	18,70	18,75

Средняя: $8(0-5) = (0-40) + 0,00010208 \pm 3183,10^{-8}$ Средняя изъ обеих рядовъ: $5(0-8) = (0-40) + 0,00004787 = 4493,10^{-8}$.

II. б) Определение (5—0) дюймов.

1894 года 15, 18 и 19 октября.

$8(5-0) = (40-0) - 304,3 \text{ A6} + 306,2 \text{ B6} = (40-0) + 0,00011520$	19,30	19,32	18,36	18,42
$8(5-0) = (40-0) + 539,6 - 526,0 = (40-0) + 0,00028104$	19,30	19,32	18,36	18,42
$8(5-0) = (40-0) + 92,9 - 94,1 = (40-0) - 0,00005290$	19,30	19,32	18,36	18,42
$8(5-0) = (40-0) + 364,4 - 366,6 = (40-0) - 0,00013580$	19,25	19,35	18,20	18,35
$8(5-0) = (40-0) + 280,0 - 287,2 = (40-0) - 0,00028193$	19,25	19,35	18,20	18,35

Средняя: $8(0-5) = (40-0) - 0,00001088 \pm 6111,10^{-8}$ Средняя: изъ обеих рядовъ $8(0-5) = (0-40) + 0,00004559 \pm 4647,10^{-8}$

III. а) Определение расстояния (8—0) дюймов:

1894 года 8 и 10 мая.

$5(8-0) = (40-0) + 26,5 \text{ A6} - 18,3 \text{ B6} = (40-0) + 0,00022922$	18,62	18,80	18,17	18,43
$5(8-0) = (40-0) - 225,1 + 229,5 = (40-0) + 0,00017086$	18,62	18,80	18,17	18,43
$5(8-0) = (40-0) - 156,5 + 170,2 = (40-0) + 0,00042312$	18,82	18,90	18,53	18,58
$5(8-0) = (40-0) + 98,4 - 84,4 = (40-0) + 0,00038072$	18,82	10,99	18,53	18,58
$5(8-0) = (40-0) - 411,4 + 418,1 = (40-0) + 0,00027396$	19,00	19,00	18,44	18,58
$5(8-0) = (40-0) + 60,8 - 69,8 = (40-0) + 0,00029844$	19,90	19,00	18,44	18,58

Средняя: $5(8-0) = (40-0) + 0,00029604 \pm 2563,10^{-8}$.

III. б) Определение расстояния (0—8) дюймов:

1894 года 12 мая.

$5(0-8) = (0-40) - 310,0 \text{ A6} + 322,2 \text{ B6} = (0-40) + 0,00041092$	19,10	19,22	18,47	18,65
$5(0-8) = (0-40) - 177,5 + 194,0 = (0-40) + 0,00050740$	19,10	19,22	18,47	19,05
$5(0-8) = (0-40) + 49,6 - 26,4 = (0-40) + 0,00065360$	19,20	19,30	18,65	18,79
$5(0-8) = (0-40) - 1,6 + 21,1 = (0-40) + 0,00055802$	19,20	19,30	18,53	18,58
$5(0-8) = (0-40) + 57,5 - 36,0 = (0-40) + 0,00060340$	19,32	19,38	18,80	18,88
$5(0-8) = (0-40) + 250,2 - 224,6 = (0-40) + 0,00076792$	19,32	19,38	18,44	18,58

Средняя: $5(0-8) = (0-40) + 0,00058354 \pm 1383,10^{-8}$.Общая средняя: $5(0-8) = (0-40) + 0,00043979 \pm 1983,10^{-8}$.

IV. а) Опредѣленіе разстоянія (0—10) дюймовъ:

1894 года 30 сентября, 3, 4 и 6 октября.

	Помѣщенія температуры.	
	Компаты. нач. кон.	Комп. агаровъ. нач. кон.
$4(0-10) = (0-40) - 16,9 A6 + 22,6 B6 = (0-40) + 0,00016640$	18,95 19,10	18,77 18,80
$4(0-10) = (0-40) - 170,7 + 174,5 = (0-40) + 0,00014282$	18,90 19,10	18,50 18,50
$4(0-10) = (0-40) + 177,9 - 175,9 = (0-40) + 0,00002162$	18,75 18,90	18,67 18,69
$4(0-10) = (0-40) + 13,4 - 6,5 = (0-40) + 0,00019466$	18,75 18,90	18,67 18,69
$4(0-10) = (0-40) - 53,3 + 61,1 = (0-40) + 0,00023740$	18,87 19,00	18,59 18,64
$4(0-10) = (0-40) + 109,0 - 101,0 = (0-40) + 0,00020700$	18,87 19,00	18,59 18,64

Средняя: $4(0-10) = (0-40) + 0,00012930 \pm 2428,10^{-8}$

IV. б) Опредѣленіе разстоянія (10—0) дюймовъ.

1894 года 7 октября.

$4(10-0) = (40-0) - 42,1 A6 + 49,9 B6 = (40-0) + 0,00014570$	19,02 19,10	18,67 18,75
$4(10-0) = (40-0) + 306,0 - 306,6 = (40-0) - 0,00007836$	19,02 19,10	18,67 18,75
$4(10-0) = (40-0) + 74,9 + 58,6 = (40-0) + 0,00046120$	19,05 19,15	18,86 18,89
$4(10-0) = (40-0) - 127,5 + 133,9 = (40-0) + 0,00020854$	19,10 19,10	18,65 18,68
$4(10-0) = (40-0) - 178,9 + 185,2 = (40-0) + 0,00021596$	19,10 19,10	18,65 18,68
$4(10-0) = (40-0) + 123,6 - 129,4 = (40-0) + 0,00009340$	19,10 19,12	18,78 18,85

Средняя: $4(10-0) = (40-0) + 0,00017440 \pm 3983,10^{-8}$

Средняя изъ обѣихъ рядовъ:

$$4(0-10) \text{ д.} = (0-40) + 0,00015215 \pm 3204,10^{-8}$$

V. а) Опредѣленіе разстоянія (0—20) дюймовъ:

1894 года 6, 9, 10 и 12 сентября.

$(0-20) = (20-40) + 86,62 A6 - 83,95 B6 = (20-40) + 0,000059038$	18,40 18,50	18,55 18,63
$(0-20) = (20-40) - 156,23 + 158,27 = (20-40) + 0,000087886$	18,50 18,60	18,33 18,37
$(0-20) = (20-40) - 55,75 + 59,68 = (20-40) + 0,000123548$	18,50 18,60	18,35 18,37
$(0-20) = (20-40) + 6,04 - 1,72 = (20-40) + 0,000122344$	18,55 18,63	18,44 18,48
$(0-20) = (20-40) + 19,49 - 16,42 = (20-40) + 0,000083904$	18,30 18,40	18,55 18,65
$(0-20) = (20-40) - 21,67 + 22,69 = (20-40) + 0,000033506$	18,20 18,40	18,13 18,17
$(0-20) = (20-40) - 73,84 + 75,82 = (20-40) + 0,000071396$	18,35 18,50	18,20 18,25

Средняя: $(0-20) = (20-40) + 0,000083088 \pm 809,10^{-8}$.

V. б) Опредѣленіе разстоянія (20—0) дюймовъ.

1894 года 13 и 15 сентября.

$(20-0) = (40-20) + 6,02 A6 - 5,36 B6 = (40-20) + 0,000017672$	18,45 18,60	18,20 18,40
$(20-0) = (40-20) - 10,83 + 11,02 = (40-20) + 0,000007600$	18,60 18,70	18,45 18,56
$(20-0) = (40-20) - 9,57 + 12,07 = (40-20) + 0,000073414$	18,60 18,65	18,35 18,42
$(20-0) = (40-20) + 19,88 - 16,22 = (40-20) + 0,000100700$	18,73 18,73	18,56 18,60
$(20-0) = (40-20) - 47,62 + 46,52 = (40-20) + 0,000021936$	18,50 18,60	18,35 18,35
$(20-0) = (40-20) - 53,12 + 51,86 = (40-20) + 0,000025412$	18,70 18,78	18,46 18,49
$(20-0) = (40-20) + 10,62 - 10,51 = (40-20) + 0,000010460$	18,71 18,75	18,52 18,59

Средняя: $(20-0) = (40-20) + 0,000021864 \pm 1012,10^{-8}$.Средняя изъ обѣихъ рядовъ: $2(0-20) = (20-40) + 0,00005247 \pm 911,10^{-8}$.

Изъ вышеприведенныхъ среднихъ величинъ для разстояній (0—4), (0—5), (0—8), (0—10), и (0—20) дюймовъ можно вывести длину всей нѣры (0—40) дюймовъ.

Длина осей микр.

$$10(0-4) = (0-40) - 0,00006239 \pm 5113,10^{-6}$$

$$8(0-5) = (0-40) + 0,00004559 \pm 4647,10^{-6}$$

$$5(0-8) = (0-40) + 0,00043979 \pm 1983,10^{-6}$$

$$4(0-10) = (0-40) + 0,00015215 \pm 3204,10^{-6}$$

$$2(0-20) = (0-40) + 0,00005248 \pm 911,10^{-6}$$

Средняя изъ 5 этихъ опредѣленій: $L=40$ дюймовъ $+ 0,00012552 \pm 3172,10^{-6}$.

Для вычисленія величины отдельныхъ дюймовъ произведены были еще добавочные ряды опредѣленій разстоянія въ 4 дюйма, начиная съ 1 д., съ 2 д., 3 д., т. е. разнѣ разстоянія на нѣрѣ длины между (1—37 дюйм.), (2—39 д.) и (3—39 д.), принимая ихъ равнымъ $\frac{36}{40}$ всей нѣры. Кроме того, измѣрялись разстоянія (4—39 д.), (2—37 д.), (1—36 д.), 3—38) для опредѣленія разстоянія въ 5 дюймовъ, причемъ все эти вышеозначенныя разстоянія принимались равнымъ $\frac{35}{40}$ всей нѣры длины.

VI. а) Опредѣленіе разстоянія (1—5) дюймовъ.

1894 года 5 8 и 10 декабря.

	Намѣренія температуры.			
	Комнаты.		Компартмента.	
	нач.	кон.	нач.	кон.
$9(1-5) = (1-37) - 851,1 A_6 + 859,1 B_6 = (1-37) + 0,00039002$	18,32	18,57	18,30	18,28
$9(1-5) = (1-37) - 376,1 + 403,8 = (1-37) + 0,00086744$	18,45	18,60	18,33	18,37
$9(1-5) = (1-37) - 877,4 + 694,9 = (1-37) + 0,00063598$	18,45	18,62	18,23	18,30
$9(1-5) = (1-37) - 74,7 + 93,0 = (1-37) + 0,00053532$	18,45	18,63	18,23	18,30

Средняя: $9(1-5) = (1-37) + 0,00061019 \pm 6374,10^{-6}$.

VII. а) Опредѣленіе разстоянія (2—6) дюймовъ.

1894 года 2, 3 и 17 декабря.

$9(2-6) = (2-38) - 640,9 A_6 + 651,4 B_6 = (2-38) + 0,00042848$	18,51	18,65	18,30	18,35
$9(2-6) = (2-38) - 140,6 + 147,3 = (2-38) + 0,00021974$	18,51	18,65	18,30	18,36
$9(2-6) = (2-38) - 265,4 + 271,2 = (2-38) + 0,00031896$	18,53	18,53	18,40	18,55
$9(2-6) = (2-38) - 128,1 + 126,6 = (2-38) - 0,00027288$	18,45	18,62	18,26	18,35
$9(2-6) = (2-38) + 101,0 - 107,3 = (2-38) - 0,00020135$	18,67	18,90	18,53	18,57

Средняя: $9(2-6) = (2-38) + 0,00014770 \pm 5463,10^{-6}$.

VIII. а) Опредѣленіе разстоянія (3—7) дюймовъ.

1894 года 30 ноября, 1 и 16 декабря.

$9(3-7) = (3-39) + 334,8 A_6 - 330,7 B_6 = (3-39) + 0,00005030$	18,45	18,60	18,25	18,36
$9(3-7) = (3-39) + 21,7 - 13,3 = (3-39) + 0,00023590$	18,45	18,60	18,25	18,33
$9(3-7) = (3-39) - 5,8 + 28,0 = (3-39) + 0,00083608$	18,52	18,67	18,27	18,32
$9(3-7) = (3-39) - 497,7 + 520,4 = (3-39) + 0,00075728$	18,57	18,67	18,37	18,42
$9(3-7) = (3-39) + 88,4 - 65,3 = (3-39) + 0,00064298$	18,70	18,79	18,45	18,56
$9(3-7) = (3-39) + 200,2 - 193,5 = (3-39) + 0,00015158$	18,70	18,85	18,61	18,75
$9(3-7) = (3-39) + 167,4 - 165,8 = (3-39) - 0,00000376$	18,70	18,85	18,61	18,75

Средняя: $9(3-7) = (3-39) + 0,00035290 \pm 7486,10^{-6}$.

IX. а) Опредѣленіе расстоянія (0—6) дюймовъ.

16 и 17 февраля.

					Найденныя температуры.	
	Миллимет.	Линейн.	Миллимет.	Линейн.	Водянаго.	Воздуха.
$6(0-6) = (0-36) - 851,6 \text{ Л6} + 850,3 \text{ В6} =$	$(0-36) + 0,00013314$		18,72	18,75	18,61	18,66
$6(0-6) = (0-36) + 296,8$	$- 227,9 =$	$(0-36) + 0,00012238$	18,72	18,75	18,61	18,66
$6(0-6) = (0-36) + 282,2$	$- 271,5 =$	$(0-36) + 0,00025530$	18,50	18,67	18,33	18,36
$6(0-6) = (0-36) - 247,5$	$+ 242,3 =$	$(0-36) - 0,00009022$	18,50	18,67	18,33	18,36
$6(0-6) = (0-36) + 373,9$	$- 373,7 =$	$(0-36) - 0,00006906$	18,75	18,70	18,45	18,48
$6(0-6) = (0-36) - 93,7$	$+ 102,5 =$	$(0-36) + 0,00027042$	18,75	18,70	18,45	18,48
$6(0-6) = (0-36) - 427,2$	$+ 431,7 =$	$(0-36) + 0,00021414$	18,70	18,83	18,48	18,53
$6(0-6) = (0-36) + 68,6$	$- 68,7 =$	$(0-36) - 0,00001658$	18,70	18,83	18,48	18,53

Средняя: $6(0-6) = (0-36) + 0,00011014 \pm 2475 \cdot 10^{-6}$.

IX. б) Опредѣленіе расстоянія (6—0) дюймовъ.

18 и 20 февраля.

$6(6-0) = (0-36) - 201,7 \text{ А6} + 203,9 \text{ В6} =$	$(0-36) + 0,00010326$	18,52	18,73	18,35	18,41	
$6(6-0) = (0-36) - 56,1$	$+ 60,6 =$	$(0-36) + 0,00031152$	18,78	18,83	18,55	18,65
$6(6-0) = (0-36) + 82,6$	$- 71,6 =$	$(0-36) + 0,00029809$	18,78	18,83	18,55	18,65
$6(6-0) = (0-36) + 507,6$	$- 497,0 =$	$(0-36) + 0,00020184$	18,83	18,86	18,71	18,75
$6(6-0) = (0-36) - 273,0$	$+ 273,5 =$	$(0-36) + 0,00006890$	18,83	18,86	18,71	18,75
$6(6-0) = (0-36) + 126,0$	$- 124,3 =$	$(0-36) + 0,00002342$	18,74	18,73	18,67	18,64
$6(6-0) = (0-36) + 35,6$	$- 39,6 =$	$(0-36) - 0,00012152$	18,70	18,80	18,65	18,70
$6(6-0) = (0-36) - 31,2$	$+ 33,7 =$	$(0-36) + 0,00007774$	18,70	18,80	18,65	18,70

Средняя: $6(6-0) = (0-36) + 0,00012038 \pm 2688 \cdot 10^{-6}$.Средняя изъ обонхъ рядовъ: $6(6-0) = (0-36) + 0,00011526 \pm 2582 \cdot 10^{-6}$.

X. а) Опредѣленіе расстоянія (0—7) дюймовъ.

9 и 13 февраля.

$5(0-7) = (0-35) + 119,0 \text{ А5} - 116,6 \text{ В5} =$	$(0-35) + 0,00004484$	18,20	18,37	18,25	18,28	
$5(0-7) = (0-35) - 183,7$	$+ 185,7 =$	$(0-35) + 0,00012254$	18,36	18,42	18,28	18,34
$5(0-7) = (0-35) - 171,1$	$+ 181,1 =$	$(0-35) + 0,00034024$	18,36	18,42	18,28	18,34
$5(0-7) = (0-35) + 144,4$	$- 141,1 =$	$(0-35) + 0,00006550$	18,32	18,48	18,12	18,15
$5(0-7) = (0-35) - 120,7$	$+ 128,2 =$	$(0-35) + 0,00023864$	18,43	18,55	18,16	18,26
$5(0-7) = (0-35) + 140,8$	$- 126,4 =$	$(0-35) + 0,00038368$	18,57	18,67	18,35	18,40

Средняя: $4(0-7) = (0-35) + 0,00019924 \pm 3953 \cdot 10^{-6}$.

Опредѣленіе 36—37 дюйма сдѣлано изъ двухъ рядовъ наблюденій, именно изъ опредѣленій расстоянія 32—36, по сравненію промежутковъ въ 4 дюйма, и расстоянія 2—37, по сравненію промежутковъ въ 5 дюймовъ, отъ 3—37. Причемъ промежутки по 4 д. (0—40 д.) опредѣлены были двумя различными наблюдателями въ различное время, при чемъ каждый разъ микроскопы и шѣра длины были вновь установлены и результаты, какъ видно изъ слѣдующихъ таблицъ, получились вполне согласныя.

XI. а) Определение расстояния (32—36) дюймовъ.

	8, 9 10 ноября.		Изчисленія температур.			
			Компактн.		Компаратора.	
	нач.	кон.	нач.	кон.	нач.	кон.
$10(32-36) = (0-40) - 441,5$	$A_6 + 452,9$	$B_6 =$	$(0-40) + 0,00011434$	18,70	18,97	18,75 18,80
$10(32-36) = (0-40) + 458,7$		$- 464,3 =$	$(0-40) - 0,00025190$	18,65	18,57	18,65 18,65
$10(32-36) = (0-40) + 252,1$		$- 246,5 =$	$(0-40) + 0,00010974$	18,50	18,70	18,45 18,50
$10(32-36) = (0-40) + 645,3$		$- 632,6 =$	$(0-40) + 0,00023416$	18,55	18,75	18,53 18,60
Средняя: $10(32-36) = (0-40) + 0,00012659 \pm 6465.10^{-8}$.						

XI. б) Определение расстояния (36—32) дюймовъ.

12, 17 и 18 ноября.						
$10(36-32) = (0-40) + 326,8$	$A_6 - 344,6$	$B_6 =$	$(0-40) - 0,00057444$	18,47	18,70	18,53 19,05
$10(36-32) = (0-40) - 1020,3$		$+ 1003,8 =$	$(0-40) - 0,00027068$	18,28	19,50	18,20 18,29
$10(36-32) = (0-40) + 335,8$		$- 353,1 =$	$(0-40) - 0,00056194$	18,28	19,50	18,20 18,29
$10(36-32) = (0-40) + 100,2$		$- 107,0 =$	$(0-40) - 0,00021452$	18,23	18,40	18,18 18,25
Средняя: $10(36-32) = (0-40) - 0,00040539 \pm 4540.10^{-8}$.						

Средняя въ обоихъ рядахъ: $10(32-36) = (0-40) - 0,00013940 \pm 5501.10^{-8}$.

XII. а) Определение расстояния (36—32) дюймовъ.

21, 22, 24, 28 и 29 апреля.						
$10(36-32) = (40-0) + 300,1$	$A_6 - 290,5$	$B_6 =$	$(40-0) + 0,00021454$	18,10	18,20	17,55 17,95
$10(36-32) = (40-0) + 86,5$		$- 98,1 =$	$(40-0) - 0,00034906$	18,30	18,38	17,95 18,08
$10(36-32) = (40-0) + 132,5$		$- 151,6 =$	$(40-0) - 0,00057276$	18,05	18,20	17,49 17,75
$10(36-32) = (40-0) - 441,8$		$+ 454,0 =$	$(40-0) + 0,00043728$	18,24	18,36	18,76 17,96
$10(36-32) = (40-0) - 446,0$		$+ 434,3 =$	$(40-0) - 0,00024542$	18,20	18,40	17,67 17,95
$10(36-32) = (40-0) + 498,5$		$- 501,1 =$	$(40-0) - 0,00014366$	18,40	18,44	18,00 18,09
Средняя: $10(36-32) = (40-0) - 0,00011018 \pm 7871.10^{-8}$.						

XII. б) Определение расстояния (32—36) дюймовъ.

1 и 2 мая.						
$10(32-36) = (0-40) - 1093,7$	$A_6 + 1073,4$	$B_6 =$	$(0-40) - 0,00036184$	18,42	18,48	17,80 18,03
$10(32-36) = (0-40) - 43,7$		$+ 37,3 =$	$(0-40) - 0,00017430$	18,36	18,60	18,00 18,18
$10(32-36) = (0-40) + 46,8$		$- 54,5 =$	$(0-40) - 0,00022958$	18,55	18,60	18,02 18,19
$10(32-36) = (0-40) - 450,2$		$+ 441,6 =$	$(0-40) - 0,00015592$	18,60	18,62	18,21 18,29
$10(32-36) = (0-40) + 0,8$		$+ 1,2 =$	$(0-40) + 0,00005704$	18,38	18,45	17,78 18,05
$10(32-36) = (0-40) - 155,0$		$+ 162,0 =$	$(0-40) + 0,00023120$	18,45	18,52	18,03 18,12
Средняя: $10(32-36) = (0-40) - 0,00016557 \pm 4020.10^{-8}$.						

Средняя въ обоихъ рядахъ: $10(32-36) = (0-40) - 0,00010788 \pm 5946.10^{-8}$.

XIII. а) Определение расстояния (32—37) дюймов.

13 апреля.

				Изгибения температуры.				
				Божья.	Июль.			
				нач. ков.	нач.	кон.		
7(32—37)=(2—37)−	10,1	A6−	4,5	B6=(2—37)−0,00041554	18,40	18,50	18,15	18,35
7(32—37)=(2—37)−	93,7	+	73,7	=(2—37)−0,00055326	18,40	18,50	18,15	18,35
7(32—37)=(2—37)+	485,6	−	487,3	=(2—37)−0,00014574	18,50	18,55	18,36	18,42
7(32—37)=(2—37)+	54,9	−	53,1	=(2—37)+0,00004050	18,50	18,55	18,36	18,42
7(32—37)=(2—37)−	200,7	+	196,9	=(2—37)−0,00006854	18,57	18,59	18,45	18,53
7(32—37)=(2—37)−	587,4	+	574,9	=(2—37)−0,00024002	18,57	18,59	18,45	18,53

Средняя: $7(32-37) = (2-37) - 0,00022033 \pm 5598.10^{-8}$.

XIII. б) Определение расстояния (37—32) дюймов.

17 апреля.

7(37—32)=(37—2)+	1156,1	A6−	1160,4	B6=(37—2)−0,00052580	18,30	18,40	17,97	18,15
7(37—32)=(37—2)+	147,7	−	157,4	=(37—2)−0,00030696	18,30	18,40	17,97	18,15
7(37—32)=(37—2)+	567,1	−	577,8	=(37—2)−0,00024784	18,40	18,45	18,17	18,23
7(37—32)=(37—2)−	70,9	+	68,5	=(37—2)−0,00005446	18,40	18,45	18,17	18,23
7(37—32)=(37—2)+	205,1	−	226,2	=(37—2)−0,00064448	18,45	18,50	18,24	18,32
7(37—32)=(37—2)+	26,3	−	28,1	=(37—2)−0,00005674	18,45	18,50	18,24	18,32

Средняя: $7(37-32) = (37-2) - 0,00028713 \pm 6003.10^{-8}$.Средняя из обеих рядов: $7(37-32) = (2-37) - 0,00025873 \pm 5800.10^{-8}$.

Из этих двух рядов наблюдений длина 36—37 дюйма определяется:

$$\left. \begin{array}{l} (32-37) = 5 \text{ д.} - 0,00003696 \\ (32-36) = 4 \text{ д.} - 0,00001304 \\ (32-37) = 5 \text{ д.} - 0,00003696 \\ (32-36) = 4 \text{ д.} - 0,00001079 \end{array} \right\} \begin{array}{l} (36-37) = 1 \text{ д.} - 0,00002302 \\ (36-37) = 1 \text{ д.} - 0,00002617 \end{array}$$

В среднем величина 36—37 дюйма = 1 д. — 0,00002460.

Определение $\frac{1}{100}$ частей дюйма (36—37), т. е. подразделений одной линии на 10 частей.

Идея из виду при этом изобретении определить цену деления барабана каждого микроскопа, мы поступили следующим образом. Отдельные части линии устанавливались в центр поля зрения микроскопа, так как эта часть микрометрического винта исключительно служила для вышериведенных изобретений, и определяли величину отдельных частей последовательными передвижениями винтовых ячеек микроскопа от одного деления к другому, отчитывая каждый раз число делений на барабане; но так как все 10 частей линии не помещались в центр (11 зубцов гребенки) поля зрения, то приходилось линейку передвигать и снова начинать определение (брать новый ноль). Эти определения сделаны обоими микроскопами и тремя различными наблюдателями и из полученных средних для $\frac{1}{100}$ частей дюйма взята общая средняя величина $\frac{1}{100}$ части (36—37 д.), выражаемая в числе делений барабана микроскопа A6 и B6, другими словами эти же путем определялись цены деления барабана для каждого микроскопа в $\frac{1}{100}$ частях дюйма (36—37), принятого в настоящеем исследовании за единицу.

Определение $\frac{1}{100}$ части дюйма (36—37) въ дѣленіяхъ барабана микроскопа А6.

30 января.		Число дѣленій барабана, равныхъ 0,01 части дюйма.
$\frac{1}{100}$ часть дюйма.		
0.	12,0	
1.	362,8	350,8
2.	717,2	354,4
3.	1073,3	356,1
3.	14,5 (нов. нуль).	
4.	367,3	352,8
5.	715,1	347,8
6.	1062,0	346,9
6.	13,5 (нов. нуль).	
7.	367,0	353,5
8.	722,5	355,5
9.	1072,9	350,4

Средняя: $352,02 \pm 0,73$ (С. Ив. Ламанскій).

Определение $\frac{1}{100}$ части дюйма (36—37) въ дѣленіяхъ барабана микроскопа А6.

30 января.		Число дѣленій барабана, равныхъ 0,01 части дюйма.
$\frac{1}{100}$ часть дюйма.		
0.	13,0	
1.	366,0	353,0
2.	714,7	348,7
3.	1069,0	354,3
3.	3,3 (нов. нуль).	
4.	359,0	355,7
5.	711,2	352,2
6.	1061,8	350,6
6.	12,0 (нов. нуль).	
7.	366,7	354,7
8.	719,7	353,0
9.	1075,0	355,3
9.	25,7 (нов. нуль).	
10.	374,0	348,3
10.	723,3	349,3

Средняя: $352,28 \pm 0,55$ (Н. Ис. Аламовичъ).

Средняя изъ трехъ рядовъ: $352,07 \pm 0,58$.

Цѣна дѣленія барабана А6 = 0,000028403 дюйма.

30 января.		Число дѣленій барабана, равныхъ 0,01 части дюйма.
$\frac{1}{100}$ часть дюйма.		
0.	20,0	
1.	376,0	356,0
2.	729,5	353,5
3.	1078,8	349,3
3.	15,0 (нов. нуль).	
4.	369,0	354,0
5.	719,6	350,6
6.	1070,6	351,0
6.	12,5 (нов. нуль).	
7.	364,1	351,6
8.	716,5	352,4
9.	1065,8	349,3
9.	18,0 (нов. нуль).	
10.	369,4	

Средняя: $351,91 \pm 0,47$ (В. В. Чепанскій).

Определение $\frac{1}{100}$ части дюйма (36—37) въ дѣленіяхъ барабана микроскопа В6.

30 января.		Число дѣленій барабана, равныхъ 0,01 части дюйма.
$\frac{1}{100}$ часть дюйма.		
0.	11,5	
1.	358,3	346,8
2.	703,0	344,7
3.	1055,0	352,0
3.	4,0 (нов. нуль).	
4.	352,5	348,5
5.	704,5	352,0
6.	1051,5	347,0
6.	2,1 (нов. нуль).	
7.	352,8	350,7
8.	704,0	351,2
9.	1051,0	347,0
9.	4,5 (нов. нуль).	
10.	355,0	351,5

Средняя: $349,1 \pm 0,57$ (В. В. Чепанскій).

Определение $\frac{1}{100}$ частей 36—37 дюйма в делениях барабана микроскопа В6.

30 винтара.		Число делений барабана, равных 0,01 части дюйма.	30 винтара.		Число делений барабана, равных 0,01 части дюйма.
$\frac{1}{100}$ части дюйма.			$\frac{1}{100}$ части дюйма.		
0.	84,7		0.	16,3	
1.	439,8	346,1	1.	361,3	345,0
2.	777,3	346,5	2.	704,5	343,2
3.	1130,7	353,4	3.	1061,0	356,5
3.	12,2 (нов. нуль).		3.	82,0 (нов. нуль).	
4.	358,5	346,3	4.	432,0	350,0
5.	710,3	351,8	5.	783,5	351,5
6.	1056,0	345,7	6.	1030,5	347,0
6.	39,3 (нов. нуль).		6.	67,5 (нов. нуль).	
7.	391,3	352,0	7.	423,5	356,0
8.	742,7	351,4	8.	776,0	352,5
9.	1089,0	346,3	9.	1130,0	354,0
9.	71,0 (нов. нуль).		7.	6,8 (нов. нуль).	
10.	426,2	322,2	8.	358,0	351,2
			9.	711,5	353,5
			10.	1063,0	351,5

Средняя: 349,17 ± 0,68 (Н. Ис. Адамович).

Средняя: 350,92 ± 0,80 (С. Ин. Лавинский).

Средняя из трех рядов: 349,75 ± 0,68.

Цена деления барабана В6. 0,00002859 (286)¹⁾.

Деления.	Вычисление отдельных дюймов.		Разности отдельных дюймов по отношению к 37-му д. = 1 д. — 0,00002460 и прилтому к единицу.
1	(0-5) = 5 д. + 0,00000570 (1-5) = 4 д. + 0,00006780	(0-1) = 1 д. — 0,00006210	+ 0,00004750
2	(0-6) = 6 д. + 0,00001921 (2-6) = 4 д. + 0,00001641	(0-2) = 2 д. + 0,0000280 (0-1) = 1 д. — 0,00006210	
3	(1-2) = 1 д. + 0,00004490	(1-2) = 1 д. + 0,00004490	- 0,00008950
3	(0-7) = 7 д. + 0,00003985 (3-7) = 4 д. + 0,00003921	(0-3) = 3 д. + 0,0000064 (0-2) = 2 д. + 0,00002280	
4	(0-4) = 4 д. — 0,00000624 (0-3) = 3 д. + 0,00000064	(2-3) = 1 д. — 0,00000216	- 0,00002244
4	(0-5) = 5 д. + 0,00000570 (0-4) = 4 д. — 0,00000624	(3-4) = 1 д. — 0,00000688	- 0,00001772
5	(0-6) = 6 д. + 0,00001921 (0-5) = 5 д. + 0,00000570	(4-5) = 1 д. + 0,00001194	- 0,00003654
6	(0-6) = 6 д. + 0,00001921 (0-5) = 5 д. + 0,00000570	(5-6) = 1 д. + 0,00001351	- 0,00003811
7	(0-7) = 7 д. + 0,00003985 (0-6) = 6 д. + 0,00001921	(6-7) = 1 д. + 0,00002064	- 0,00004524

1) Эти определения цены деления барабанов микроскопов А6 и В6. были сделаны несколько лет тому назад гг. Гудковским и Завидским по дюйму Трутона и Семел и они нашли цену деления для барабана А6. = 0,000028718.
В6. = 0,000028336.

Дойнов.	Вычисленіе отдѣльныхъ доймовъ.		Разности отдѣльныхъ доймовъ по отношенію къ 31-му л. = 1 л. — 0,00002460 и принятому за единицу.
8	$(0-8) = 8 \text{ л.} + 0,00008796$ $(0-7) = 7 \text{ л.} + 0,00003985$	$(7-8) = 1 \text{ л.} + 0,00004811$	- 0,00007281
9	$(4-9) = 5 \text{ л.} - 0,00000072$ $(4-8) = 4 \text{ л.} + 0,00009470$	$(8-9) = 1 \text{ л.} - 0,00009492$	+ 0,00007030
	Расстояніе (4—8) дюйма найдено сложениемъ величинъ 5, 6, 7 и 8 дюймовъ.		
10	$(0-10) = 10 \text{ л.} + 0,00003801$ $(0-8) = 8 \text{ л.} + 0,00008796$	$(8-10) = 2 \text{ л.} - 0,00004992$ $(8-9) = 1 \text{ л.} - 0,00009492$	
		$(9-10) = 1 \text{ л.} + 0,00004500$	- 0,00006060
11	$(6-11) = 5 \text{ л.} + 0,00001991$ $(6-10) = 4 \text{ л.} + 0,00001883$	$(10-11) = 1 \text{ л.} + 0,00001068$	- 0,00002568
	Расстояніе (6—10) найдено сложениемъ величинъ 7, 8, 9 и 10 дюймовъ.		
12	$(6-12) = 6 \text{ л.} + 0,00001238$ $(6-11) = 5 \text{ л.} + 0,00001991$	$(11-12) = 1 \text{ л.} - 0,00000753$	- 0,00001707
13	$(8-13) = 5 \text{ л.} - 0,00000406$ $(8-12) = 4 \text{ л.} - 0,00005637$	$(12-13) = 1 \text{ л.} + 0,00005231$	- 0,00007691
14	$(9-14) = 5 \text{ л.} + 0,00000800$ $(9-13) = 4 \text{ л.} + 0,00009086$	$(13-14) = 1 \text{ л.} - 0,00008286$	+ 0,00005826
15	$(10-15) = 5 \text{ л.} + 0,00001413$ $(10-14) = 4 \text{ л.} - 0,00003700$	$(14-15) = 1 \text{ л.} + 0,00005113$	- 0,00007543
16	$(11-16) = 5 \text{ л.} - 0,00000438$ $(11-15) = 4 \text{ л.} + 0,00001305$	$(15-16) = 1 \text{ л.} - 0,00001743$	- 0,00000717
17	$(12-17) = 5 \text{ л.} - 0,00001759$ $(12-16) = 4 \text{ л.} + 0,00000315$	$(16-17) = 1 \text{ л.} - 0,00002074$	- 0,00000486
18	$(13-18) = 5 \text{ л.} + 0,00003815$ $(13-17) = 4 \text{ л.} - 0,00006390$	$(17-18) = 1 \text{ л.} + 0,00010805$	- 0,00013265
19	$(14-19) = 5 \text{ л.} + 0,00001821$ $(14-18) = 4 \text{ л.} + 0,00001201$	$(18-19) = 1 \text{ л.} - 0,00010280$	+ 0,00007820
20	$(16-20) = 4 \text{ л.} + 0,00002886$ $(16-19) = 3 \text{ л.} + 0,00001549$	$(19-20) = 1 \text{ л.} + 0,00004435$	- 0,00007195
21	$(16-21) = 5 \text{ л.} + 0,00001485$ $(16-20) = 4 \text{ л.} + 0,00002886$	$(20-21) = 1 \text{ л.} - 0,00001401$	- 0,00001059
22	$(17-22) = 5 \text{ л.} - 0,00001555$ $(17-21) = 4 \text{ л.} + 0,00003559$	$(21-22) = 1 \text{ л.} - 0,00005114$	+ 0,00002654
23	$(18-23) = 5 \text{ л.} - 0,00001045$ $(18-22) = 4 \text{ л.} - 0,00012360$	$(22-23) = 1 \text{ л.} + 0,00011315$	- 0,00013775
24	$(20-24) = 4 \text{ л.} - 0,00001987$ $(21-23) = 3 \text{ л.} + 0,00004800$	$(23-24) = 1 \text{ л.} - 0,00006787$	+ 0,00004327
25	$(20-25) = 5 \text{ л.} - 0,00001050$ $(20-24) = 4 \text{ л.} - 0,00001987$	$(24-25) = 1 \text{ л.} + 0,00000937$	- 0,00003397
26	$(21-26) = 5 \text{ л.} - 0,00001535$ $(21-25) = 4 \text{ л.} + 0,00000351$	$(25-26) = 1 \text{ л.} - 0,00001886$	- 0,00000574

Двойки.

Вычисление отдельных двойковъ.

Равности отдельных двойковъ по отношению къ 37-му λ .
 $= 1 \lambda - 0,00002460$
 и принятому за единицу.

27	$(22-27) = 5 \lambda + 0,00000330$ $(22-26) = 4 \lambda - 0,00006421$	$(26-27) = 1 \lambda + 0,00006751$	- 0,00009211
28	$(24-28) = 4 \lambda + 0,00004485$ $(24-27) = 3 \lambda + 0,00005502$	$(27-28) = 1 \lambda - 0,00001317$	- 0,00001143
29	$(24-29) = 5 \lambda - 0,00000723$ $(24-28) = 4 \lambda + 0,00004485$	$(28-29) = 1 \lambda - 0,00005208$	+ 0,00002748
30	$(24-30) = 6 \lambda - 0,00000410$ $(24-29) = 5 \lambda - 0,00000723$	$(29-30) = 1 \lambda + 0,00000313$	- 0,00002773
31 ¹	$(30-35) = 5 \lambda - 0,00001704$ $(31-35) = 4 \lambda - 0,00004881$	$(30-31) = 1 \lambda + 0,00002977$	- 0,00005437
31 ²	$(30-40) = 10 \lambda + 0,00002128$ $(31-40) = 9 \lambda - 0,00006587$	$(30-31) = 1 \lambda + 0,00008715$	- 0,00011175

Въ первомъ случаѣ для опредѣленія 31-го двойка пятидвойковое разстояніе (30—35) и четыредвойковое (31—35) разсчитаны изъ непосредственныхъ наблюдений, а во второмъ случаѣ изъ непосредственныхъ наблюдений разсчитано только десятидвойковое разстояніе (30—40), а девятидвойковое разстояніе (31—40), опредѣлено сложениемъ величины двойковъ отъ 40 до 31-го включительно, которые здѣсь были опредѣлены раньше.

32	$(31-35) = 4 \lambda - 0,00004681$ $(32-35) = 3 \lambda - 0,00002470$	$(31-32) = 1 \lambda - 0,00002211$	- 0,00000249
----	--	------------------------------------	--------------

Тредвойковое разстояніе (32—35) опредѣлено сложениемъ величины двойковъ отъ 35 до 32-го включительно, вычисленныхъ раньше.

33	$(32-40) = 8 \lambda - 0,00004376$ $(33-40) = 7 \lambda - 0,00000357$	$(32-33) = 1 \lambda - 0,00004019$	+ 0,00001559
34	$(33-37) = 4 \lambda + 0,00001397$ $(34-37) = 3 \lambda + 0,00003888$	$(33-34) = 1 \lambda - 0,00002491$	+ 0,00000031

Разстояніе (34—37) опредѣлено какъ въ 32-мъ двойкѣ.

35	$(34-38) = 4 \lambda + 0,00001349$ $(35-38) = 3 \lambda - 0,00002691$	$(34-35) = 1 \lambda + 0,00004040$	- 0,00006500
----	--	------------------------------------	--------------

Разстояніе (35—38) опредѣлено сложениемъ величины 36, 37 и 38-го двойковъ, вычисленныхъ раньше.

36	$(35-40) = 5 \lambda + 0,00001495$ $(36-40) = 4 \lambda - 0,00000813$	$(35-36) = 1 \lambda + 0,00002308$	- 0,00004768
37 ¹	$(32-37) = 5 \lambda - 0,00003696$ $(32-36) = 4 \lambda - 0,00001079$	$(36-37) = 1 \lambda - 0,00002617$	
37 ²	$(32-37) = 5 \lambda - 0,00003696$ $(32-36) = 4 \lambda - 0,00001394$	$(36-37) = 1 \lambda - 0,00002392$	

Средняя: $(36-37) = 1 \lambda - 0,00002460$ - 0,00000000

Делѣны.	Вычисленіе отдѣльныхъ дюймовъ.		Разности отдѣльныхъ дюймовъ по отношенію къ 37-му д. = 1 д. — 0,00002480 и правлѣноу за единицу.
38	(40—33) = 7 д. — 0,00000357	(37—40) = 3 д. — 0,00001734	+ 0,00000079
	(37—33) = 4 д. + 0,00001397	(38—40) = 2 д. + 0,00000785	
		(37—38) = 1 д. — 0,00002539	
39	(34—39) = 5 д. + 0,00000282	(38—39) = 1 д. — 0,00001067	— 0,00001393
	(34—38) = 4 д. + 0,00001349		
40	(35—40) = 5 д. + 0,00001495	(39—40) = 1 д. + 0,00001832	— 0,00004312
	(35—39) = 4 д. — 0,00000357		

Это изслѣдованіе произведено мною при участіи А. М. Филипова, В. В. Ченцовскаго и Н. Н. Адамовича.

С. Ламанскій.

11. О измененіи удѣльнаго вѣса воды при нагреваніи отъ 0° до 30°.

Въ статьѣ о «Измененіи плотности воды при нагреваніи», помѣщенной мною въ журналѣ «Русскаго Физико-Химическаго Общества», за 1891 годъ (физ. отдѣлъ, стр. 183), а также и въ «Philosophical Magazine» 1892, pag. 99, собраны и по возможности регулированы всѣ до 1891 г. извѣстныя сколько-либо точныя данныя о измененіи объема или удѣльнаго вѣса воды для температуръ отъ -10° до $+200^{\circ}$. Къ тому, что тогда было изложено ¹⁾, нынѣ необходимо сдѣлать добавленіе особенно, что съ тѣхъ поръ появилось 4 новыхъ ряда опредѣленій: гг. Tessen, Malu-Marek, K. Scheel и Charrieris, которые, хотя по существу дѣла не измѣняютъ прежнихъ выводовъ и относятся только къ темпер. отъ 0° до 35° ²⁾, но заслуживаютъ большаго вниманія по той причинѣ, что во всѣхъ нихъ опредѣлялись съ возможною точностью миллионныя — даже десятимилліонныя доли уд. вѣса, тогда какъ прежніе изслѣдованія въ большей части случаевъ ограничивали точность сотысячными или милліонными долями, и притомъ во всѣхъ 4-хъ новыхъ опредѣленіяхъ температуры отнесены къ шкалѣ водороднаго термометра, тогда какъ прежніе изслѣдователи, данными которыхъ я долженъ былъ руководствоваться, опредѣляли температуры обыкновенно по шкалѣ нормальныхъ ртутныхъ термометровъ ³⁾, въ показаніяхъ же тѣхъ и другихъ, какъ извѣстно, при обыкновенныхъ температурахъ есть разности, достигающія до $\frac{1}{4}$ градуса Цельсія. А такъ какъ при изслѣдованіяхъ, производимыхъ въ Главной Палатѣ, *сиречь*, когда закончится установка водороднаго термометра (Временникъ ч. 2, стр. 77), предполагается принимать исключительно температуры, отнесенныя къ водородной шкалѣ ⁴⁾, то и свѣдѣнія о расширеніи воды должны быть даны въ отношеніи къ этимъ температурамъ. Эти послѣднія для ясности изложены въ

¹⁾ Численная сторона моихъ выводовъ въ отношеніи къ обыкн. темпер. воды сообщена мною, въ томъ же выпускѣ «Временника» (ч. II, стр. 9), подробности я не считаю надобнымъ воспроизводить.

²⁾ Тогда какъ въ прежнемъ выводѣ изложены температуры отъ -10° до $+200^{\circ}$.

³⁾ Въ цитированной мной статьѣ (Ж. Р. Ф. Х. Общ., 1891 г., стр. 201—203) я указываю на необходимость приведенія опредѣленій къ температурамъ t_H по водородному термометру и на невозможность точнаго перехода къ нимъ по даннымъ t , полученнымъ на ртутныхъ термометрахъ, потому что поправки $t_H - t$ зависятъ отъ индивидуальности стекла, изъ котораго сдѣланъ каждый термометръ, а указаній на это въ прежнихъ изслѣдованіяхъ обыкновенно не давалось.

⁴⁾ До тѣхъ же поръ (какъ видно изъ статьи, ч. 2, стр. 77) въ нормальной термометръ въ Главной Палатѣ приняты термометръ Тоннело n° 4532 изъ твердаго франц. стекла, съ поправками, опредѣленными по свидѣтельству Международнаго Бюро.

будетъ означать чрезъ t_p , если температуры по нормальнымъ ртутнымъ термометрамъ (выпущеннымъ по калибру и положенію 0° и 100°) означить чрезъ t .

Въ прилагаемой таблицѣ I дано сравненіе термометрическихъ показаній разныхъ термометровъ въ отношеніи къ водородному термометру для температуръ 0°—50° Ц.¹⁾, какъ это вытекаетъ изъ данныхъ, собранныхъ въ Международномъ Бюро вѣръ и вѣсовъ (Парижъ), особенно по работамъ Венуа и Шанпюи и по изслѣдованіямъ Австрійской Прозвѣрной Комиссіи (см. статьи Marek въ «Instrumentenkunde», 1890, Т. X, pag. 283), причемъ, конечно, 0° и 100° на всѣхъ термометрахъ тождественны.

Таблица I. Сравненіе показаній термометровъ.

По водородному газо- вому термо- метру.	По газовымъ термометрамъ по Шанпюи.		По ртутнымъ «нормальнымъ» термометрамъ.					
	Съ азотомъ.	Съ углекислотнымъ газомъ.	Французскія стекла.			Итальянскія стекла.		Нормальное іенское стекло.
			«Твердое» Тоншело.	«Твердое» Альер- віа.	Хрусталь- ное Аль- версія.	Тюрингенское ст.		
						1830—1840	1888	
$t_H = 10^\circ$	$t = 10,006$	10,025	$t = 10,052$	10,044	10,060	$t = 10,086$	10,072	10,056
20°	20,010	20,043	20,085	20,073	20,100	20,149	20,125	20,091
30°	30,011	30,054	30,102	30,091	30,125	30,191	30,159	30,109
40°	40,011	40,059	40,107	40,098	40,134	40,213	40,178	40,111
50°	50,009	50,059	50,103	50,096	50,132	50,216	50,180	50,103

Къ этой таблицѣ должно замѣтить:

1) Показанія газовыхъ термометровъ, если при ихъ расчетѣ принято во вниманіе не только расширеніе оболочки отъ 0° до 100°, но и его измѣненіе въ указанной промежуткѣ (какъ это и принято въ изслѣдованіяхъ Международнаго Бюро и дано въ таблицѣ), будутъ совершенно свободны отъ качества резервуара, но все же уклонятся отъ показаній водороднаго термометра, а потому для сравнимости температуръ нельзя водородный термометръ замѣнять воздушнымъ, если въ температурахъ желательна нѣтъ точность въ тысячныхъ градуса, но, вводя указанную въ таблицѣ поправку, можно отъ показаній данного газового термометра находить точную температуру t_H .

2) То же относится, но, конечно, съ меньшей вѣрою точности, къ показаніямъ по ртутнымъ термометрамъ (исправленнымъ на давленіи — внутреннѣ

¹⁾ Идти даже 50° для вѣвъ нашей статьи и для наблюденій при обыкновенныхъ температурахъ нѣтъ надобности; притомъ существованіе лавы для температуръ 50°—100° трудно достигнимо, чѣмъ для высшихъ температуръ, а потому смѣненія термометровъ при 50°—100° не можетъ быть столь легкимъ и точнымъ.

и вѣшннн, на положеніе 0° и 100° и на калиброваніе), приготовленннмъ изъ стекла столь постояннаго состава, какъ 1) «твердое» зеленое французское стекло (*verre dur*), изъ котораго готовятъ нншнѣ термометры Тоннело, Водевъ и вѣкоторыя другія французскія ннстера, и 2) бнское «нормальное» стекло, служащее нншнѣ для производства лучшнхъ нѣмецкнхъ термометровъ. Ннхъ показанія очень согласны въ разныхъ экстендирахъ и нншнѣ могутъ служить для нормальныхъ термометровъ, потому что отъ ннхъ легко, по указаннымъ въ таблицѣ нормамъ, переходить къ t_n .

3) Что же касается обычныхъ нормальныхъ термометровъ, типомъ которыхъ могутъ служить термометры изъ тюрингенскаго стекла 1830—1840 гг., приведеннаго въ таблицѣ 1, по изслѣдованію Марена, то составъ ихъ стекла измѣнчивъ и, слѣдовательно, для ннхъ нельзя дать точной общей поправки для перехода отъ t къ t_n , что и дѣлаетъ невозможнымъ точное исправленіе прежннхъ данныхъ о расширеніи воды, такъ какъ въ показаніяхъ наблюдателей входятъ извѣстныя индивидуальныя особенности термометровъ, примѣнявшихся въ изслѣдованіи. Это замѣчаніе имѣетъ тѣмъ большій вѣсъ, что для тѣхъ родовъ легкоплавкаго стекла, изъ которыхъ изготовлялись прескнпе нормальные (готовятся нншнѣ обычные) термометры, поправки для перехода отъ t къ t_n больше, чѣмъ въ современныхъ нормальныхъ термометрахъ, изготовленныхъ или изъ французскаго твердаго, или изъ бнскаго стекла, какъ видно изъ табл. 1, что зависитъ, очевидно, отъ особенностей въ измѣненіи куб. расширеніи этихъ стеколъ.

Чтобы дать себѣ нѣкоторый отчетъ въ этомъ отношеніи, примемъ, что истинное расширеніе ртути выражается:

$$V_t = 1 + At_n + Bt_n^2,$$

а расширеніе стекла даннаго состава:

$$v_t = 1 + at_n + bt_n^2,$$

т. е. при 0° оба равны 1. Кажущееся расширеніе ртути будетъ, очевидно, $= V_t/v_t$ и объемъ 1° по ртутному термометру будетъ:

$$\frac{1}{100} \left(\frac{V_{100}}{v_{100}} - 1 \right) = \frac{1}{100} \frac{V_{100} - v_{100}}{v_{100}} = \frac{A - a + (B - b)100}{1 + a100 + b100^2}.$$

Пусть же дава нѣкоторая температура t_n , сирншивается, что покажетъ при ней ртутный термометръ. Кажущійся объемъ ртути при этой температурѣ будетъ, очевидно:

$$\frac{1 + At_n + Bt_n^2}{1 + at_n + bt_n^2}$$

И по ртутному термометру отчитается температура t :

$$\frac{1 + At_n + Bt_n^2}{1 + at_n + bt_n^2} - 1 = \frac{A - a + (B - b)100}{1 + a100 + b100^2} = t - t_n(1 + \Delta_t),$$

или:

$$1 + \Delta_t = \frac{A - a + (B - b)t_n}{A - a + (B - b)100} \cdot \frac{1 + a100 + b100^2}{1 + at + bt^2}, \quad 1)$$

1) Замѣтнмъ, что B и b положительныя величины и обыкновенно b болѣе B .

гдѣ Δ_t (т. е. $\frac{t-t_n}{t_n}$), судя по таблицѣ I, есть всегда (т. е. при всякомъ стеклѣ и при t отъ 0° до 100°) величина положительная. Если A и B (расширеніе ртути) известны, то a и b (расширеніе стекла) найдутся по двумъ температурамъ (напр. 20° и 50°), если для нихъ по опыту будутъ известны t_n и t , и, обратно, зная a и b , можно найти поправки или разности $t-t_n$. Такъ напр., если для выраженія расширенія ртути (что близко къ дѣйствительности) принять $A = 0,000\ 181\ 60$ и $B = 0,000\ 000\ 0055$, и для кубич. расширенія стекла: $a = 0,000\ 023\ 12$ и $b = 0,000\ 000\ 0111$ (какъ для іенскаго стекла 16^{111}), то для $t_n = 20^\circ$ и 50° вычисляется $t = 20^\circ,096$ и $50^\circ,150$. Числа эти, судя по табл. I, занимаютъ средину между тѣми, которыя даны въ двухъ послѣднихъ столбцахъ, слѣдовательно наблюденія надъ поправками ртутныхъ термометровъ вполне согласуются съ существующими свидѣніями о измѣненіи коэффициентовъ расширенія различныхъ родовъ стекла и ртути.

Если же величины a и b , т. е. коэф. куб. расширенія для стекла возрастаютъ, то и поправка (т. е. разности $t-t_n$) возрастаетъ. Средній же коэф. куб. расшир. между 0° и 100° для прежде приближавшихся бѣлыхъ стеколъ былъ часто отъ $0,000025$ до $0,000028$, для современныхъ же сортовъ стекла обыкновенно ниже этого (около $0,000024$), а потому и поправки для прежде приближавшихся термометровъ должны быть значительнѣе (доходя до $0^\circ,25$), чѣмъ для современныхъ; это необходимо имѣть въ виду при сравненіи прежнихъ свидѣній о расширеніи съ современными, произведенными при опредѣленіи температуръ по водородному термометру, какъ это и видно по табл. I для тюрингенскаго стекла 1830—1840 гг.

А такъ какъ прежнія опредѣленія расширенія воды произведены при помощи ртутныхъ термометровъ, сдѣланныхъ изъ стекла, подобнаго прежнему (1830—1840 гг. по табл. I) тюрингенскому, то приблизительное понятіе о расширеніи воды по шкалѣ водороднаго термометра можно получить, вводя поправку на температуру, соответствующую такимъ термометрамъ, что и сдѣлано въ слѣдующей таблицѣ II на основаніи вышеуказаннаго средняго вывода для расширенія воды, сдѣланнаго выше. Такъ, напр., при $t = 20^\circ$ уд. вѣсъ воды (стр. 9) $= 0,998272$ и $ds/dt = -0,000203$, откуда выходимъ, что при $t = 20^\circ,149$ (т. е. при $t_n = 20^\circ$ для стараго тюрингенскаго стекла), $S_t = 0,998242$, т. е. при 20° по водородному термометру уд. вѣсъ воды долженъ быть близокъ къ $0,998242$ и вѣроятно ниже этого. Получаемый выводъ, конечно, будетъ тѣмъ ближе къ истинѣ, чѣмъ ближе расширеніе термометровъ разныхъ наблюдателей будетъ ближе къ расширенію тюрингенскаго стекла 1830—1840 гг., для котораго мы приводимъ расчеты:

Табл. II. Расширеніе воды, на основаніи прежнихъ исследованийъ, считая что при нихъ приближены термометры, сходные съ термометрами 1830—1840 гг. изъ тюрингенскаго стекла.

Въ указанномъ выраженіи первая дробь болѣе второй. Такъ, если $A—a$ гораздо больше ($B—b$) 100, то въ первомъ приближеніи можно принять:

$$\Delta_t = (100 - t) \left[a + \frac{B - b}{A - a} + b(100 + t) \right].$$

Здѣсь видно, что величина Δ_t въ значительной мѣрѣ зависитъ не только отъ a , но и отъ величинъ B и b , которыя вообще трудно опредѣлены какими измѣреніями.

Температура по вертикальному термо- метру.	Температура по ртутному термо- метру.	Приближенный уд. вѣсъ воды на основаніи прежнихъ наблюденій и выводовъ.
$t_n = 0^\circ$	$t = 0^\circ$	$S_1 = 0,999873 \pm 0,000012^1)$
5°	3,04	0,999991 3
10°	10,09	0,999727 15
15°	15,12	0,999134 26
20°	20,15	0,998242 35
25°	25,17	0,997085 43
$t_n = 30^\circ$	$t = 30,19$	$S_1 = 0,995686 \pm 0,000049$

Возможны погрѣшности (последній столбецъ) разсчитанныхъ уд. вѣсовъ, приведенныя на основаніи извѣстныхъ данныхъ, настолько велики, что впередъ можно сказать, что дальнѣйшія опыты изслѣдованія не выйдутъ изъ указанныхъ предѣловъ, что и оправдывается числами табл. III. А такъ какъ для обычныхъ термометровъ, служившихъ для работъ прежнихъ изслѣдователей, поправки для приведенія къ t_n , по всей вѣроятности больше, чѣмъ для тюрингенскаго стекла, по которому сдѣланъ нашъ рассчетъ, то должно думать, что истинные удѣльные вѣса воды при t_n будутъ ниже разсчитанныхъ. И это заключеніе оправдывается, какъ видно по сличенію чиселъ табл. II съ данными въ табл. IV.

Въ табл. III дается сводъ новыхъ данныхъ для измѣненія уд. вѣса воды. Мы ограничиваемъ этотъ сводъ темпер. $0^\circ - 30^\circ$ не только потому, что въ числахъ для этихъ температуръ предстонтъ наибольшій интересъ, но и потому, что наблюденія только у Тисена доходили до 35° , а у другихъ изслѣдователей едва превосходили 30° . Выводы авторовъ даны по ихъ собственнымъ рассчетамъ, хотя для Шаннюа и Шееля, давшихъ опытные данные (Мали-Марезъ и Тисенъ еще не публиковали опытныхъ данныхъ, а дали одни выводы), вновь пересчитанъ ихъ, я получалъ числа, представляющія разности въ нѣскольکو десятимилліонныхъ. Числа Тисена получены въ 1887 г. (Comité intern. Procès verbaux 1887 pag. 57**) при помощи взвѣшиванія горно-хрустальнаго килограмма въ водѣ, принимая коэф. расширенія горнаго хрустала извѣстными, но я не нашелъ указаній относительно того — какія числа были взяты: Физо или Бенуа. Помѣщенные въ таблицѣ III числа взяты изъ Протоколовъ международнаго комитета (Comité international des poids et mesures. Procès verbaux 1892 pag. 147), гдѣ даны и новѣйшія числа Шаннюа. Шаннюа пользовался лежащими большіимъ цилиндрическимъ резервуаромъ, заштанцованнымъ при 0° 0,9630128 литра воды. Кажущееся расширение опредѣлялось по вѣсу ртути, вытѣсняемой водою изъ добавочнаго прибора (а отъ 0° до 8° всасываемой), такъ что одна десятимилліонная доля объема отвѣчала около 1,3 милліграмма ртути или около 0,0001 доли миллілитра (куб. сантим.). Разборѣнія повторенныхъ опредѣленій (напр. при 0°) достигаютъ до 0,000001 литра, а потому погрѣшность въ выводѣ можно было бы считать лишь въ десятимилліонныхъ, но такъ какъ разность расчета отъ опыта, вообще очень малая, достигаетъ иногда болѣе значительной величины (I. c. pag 145; столбецъ 0—С), то въ милліонныхъ доляхъ уже можно ждать погрѣшности, что, конечно, повторяется и у другихъ изслѣдо-

¹⁾ Возможная погрѣшность взята изъ моего мемуара (I. c.) о расширеніи воды, а именно изъ последней таблицы. (Ж. Р. Ф. X. Общ. 1891 г., стр. 215).

ватолой. Хотя опредѣленія Шанпю описаны довольно обстоятельно, но все же нельзя не ждать появленія (обѣщаннаго) подробнаго жезуара, чтобы судить о всѣхъ подробностяхъ расчета и опыта, представляющаго, въ своемъ родѣ, капитальное научное приобретение. Коэффициентъ линейнаго расширенія сосуда, имѣвшаго до заливки длину болѣе метра, опредѣленъ былъ при помощи компаратора по имѣвшемуся разстоянью двухъ линій, отстоящихъ на 1 метръ, и по нему ¹⁾ найдено, что $v_t = v_0 (1 + 0,0000218014t + 0,00000001554t^2)$.

Опредѣленія Мали, результаты которыхъ опубликовалъ Марекъ въ *Wiedemann's Annalen*, 1891, T. XLIV, pag. 171, произведены въ Вѣнской провинціальной комисіи въ 1889—1890 гг. при помощи взвѣшиваній въ водѣ килограмма изъ горнаго хрусталя, считая, по Велуа, коэфф. его линейнаго расширенія по кристаллической оси = $0,0000071814 + 0,00000000803t$, а въ перпендикулярномъ къ ней направленіи = $0,0000182546 + 0,00000001163t$. Температуры также отнесены къ водородному термометру. Измѣненіе давленія принято во вниманіе и выводъ отнесенъ къ давленію въ 760 мм. Вода была взята насыщенная воздухомъ, но ея удѣльный вѣсъ опредѣленъ при разныхъ температурахъ по отношенію къ чистой водѣ (см. разбѣ стр. 84 выписка), такъ что въ таблицѣ III данъ уже выводъ для чистой воды ²⁾. Подробности этихъ исследованийъ, сколько нибѣ известно, еще не опубликованы.

Подробнѣе всего опубликованы изслѣдованія Шееля (K. Schell) въ *Wiedemann's Annalen*, 1892, XLVII, pag. 441—465, произведенныя въ dilatометрѣ, построенномъ изъ іенскаго стекла на подобіе термометрика и, какъ они, изученныя съ введеніемъ поправки на давленіе. Емкость прибора до 0 рав-

¹⁾ Задѣсь слабая сторона исследования: предполагается, что поперечное расширеніе трубки одинаково съ ея продольнымъ, что нельзя считать ни доказаннымъ, ни несомнѣннымъ. Тѣмъ не менѣе путь этотъ по снѣхъ разбѣ должно считать правильнымъ; онъ доставляетъ возможность опредѣлить истинное расширеніе жидкостей по видимому или вакуумному. Такъ, Шанпю въ 1891 г. (*Procès verbaux* 1891 pag. 37) этимъ путемъ опредѣляетъ истинное расширеніе ртути отъ 0° до 100°, а именно, по первымъ, въ томъ же сосудѣ, который служилъ и для воды, а во вторыхъ, въ термометрѣ. По первому способу получено для ртути:

$$1 + 182,008t_0 \cdot 10^{-6} - 11,3804t_0^2 \cdot 10^{-9} + 169,21t_0^3 \cdot 10^{-12}.$$

По второму:

$$1 + 181,846t_0 \cdot 10^{-6} + 1,1204t_0^2 \cdot 10^{-9} + 100,7t_0^3 \cdot 10^{-12} - 203,9t_0^4 \cdot 10^{-15}.$$

Оба результата даютъ очень сходныя числа, напр.

при 50°	по первому	1,0090593.1;	по второму	1,0090896.4
100°	" "	1,018256.2;	" "	1,018256.1.

Чтобы окончательно оправдать указанный способъ (т. е. опредѣленіе по линейному расширенію тѣлной стеклянной трубки — кубическаго расширенія сосуда) — какъ нея приготовленнаго, следовало бы опредѣлить, способомъ Физо, поперечное расширеніе трубки, которой продольное расширеніе опредѣлено — компараторомъ. Если она выйдетъ соотвѣствующими, тогда способъ этотъ можно будетъ считать важнымъ научнымъ приобретениемъ.

²⁾ Сравнительно числа Мали-Марекъ съ тѣми, которыя получилъ Тисенъ (табл. III) по тому же способу (гидростатическаго имѣвшаго горнаго хрусталя), замѣчаемъ, что при 30° — разность очень мала, а при 0°, 10° и 15° числа Тисена менѣе, чѣмъ Мали-Марекъ, что, вѣроятно, зависитъ отъ того, что Тисенъ не принялъ во вниманіе воздуха, растворяющагося въ водѣ. По тѣмъ паямъ для 25° у Тисена число болѣе, чѣмъ у Мали-Марекъ, то и дѣльныя погрѣбности не должны были упущены изъ вниманія.

нялась 82,7977 миллилитранъ, средняя емкость одного дѣленія трубки 0,00135587 миллилитр. Коэффициент линейнаго расширения для пьезаго іенскаго стекла опредѣленъ Тисеномъ и Шлеземъ, откуда и правятъ коэффиц. куб. расширения $^1) = 0,000023121 + 0,000000111 t$.

Такъ какъ всѣ четыре наблюдателя опредѣляли температуры по водородному термометру (о чемъ прямо у нихъ упомянуто) и, на основаніи совокупности своихъ опредѣленій, вывели вѣроятнѣйшія свои числа, то намъ остается прямо сопоставить ихъ между собою, что и сдѣлано въ табл. III, чрезъ каждыя 5° отъ 0° до 30°.

Таблица III.

Сводъ волеяхъ опредѣленій пьезовѣса уд. веса воды.

Темпер. по водород. терм.	Thiessen. 1887. (Парижъ).	Maly-Marek. 1891 (Вѣна).	Scheel. 1892. (Берлинъ).	Charrnis. 1892. (Парижъ).
$t_H = 0^\circ$	0,999869.6	0,999876.7	0,999874.8	0,999868.2
5°	991.6	991.9	991.8	991.6
10°	729.6	732.7	730.9	728.5
15°	129.0	134.7	134.7	128.9
20°	0,998232.7	0,998233.9	0,998239.9	0,998232.8
25°	0,997074.9	0,997068.3	0,997078.1	0,997074.1
30°	0,995673.1	0,995672.0	0,995674.6	0,995678.7

Прежде всего въ отношеніи къ этимъ опредѣленіямъ должно обратить вниманіе на то, что, несмотря на различіе способовъ опредѣленія, въ полученныхъ числахъ ни разу не замѣчается разности, превосходящей 0,0000085, а она встрѣчается только для 0°, т. е. для температуры, легко устанавливаемой и независимой отъ показаній термометровъ. Для другихъ же температуръ высшая разность для 20° = 0,0000072. Въ опредѣленіяхъ же прежнихъ изслѣдователей встрѣчался разности во много разъ большія даже для наблюдателей, признававшихъ, повидяному, всѣ необходимыя предосторожности: напримеръ, для 25° Jolly (1864) даетъ 0,997152, а Matthissen (1865) 0,997027, такъ что остается объяснить разность (= 0,000125) неодинаковостію термометрическихъ отчетовъ (около 0°,5). Въ новыхъ опредѣленіяхъ ничего подобнаго нѣтъ, и это тѣмъ болѣе заставляетъ придавать вѣры полученнымъ числамъ, что они очень близки къ выводу (табл. II), сдѣланному изъ совокупности всѣхъ прежнихъ опредѣленій, когда сдѣланы переходы отъ ртутныхъ термометровъ къ водородному. Такимъ образомъ получается увѣренность въ томъ, что для уд. веса воды вѣрные числа найдены $^2)$ съ точностію

$^1)$ Зѣльс опять, какъ у Шаннинъ, опредѣляется коэф. расширения только вдоль трубки, а не вдоль и поперекъ, что, по моему мнѣнію, должно вѣсти къ ошибкѣ и объясняетъ разпорѣчія. Особенно сомнительно число, полученное Шлеземъ для 100°, а именно $S_{100} = 0,958343$, хотя оно и лежитъ въ среднѣ между числами Пьера 0,958043 и Коши 0,958668. Но числа Henriot (0,958561), Matthissen (0,958627) и Romet (0,958666) всѣ настолько вышнѣ, что число Шеза (а тѣмъ паче Пьера) нельзя принять, тѣмъ болѣе, что температуры, близкія къ 100°, опредѣляются легко и съ большою точностію.

$^2)$ А такъ какъ наша формула (стр. 9) даетъ, по приведеніи t въ t_H , тѣ же числа, что и наиболѣе, между собою согласныя, данныя, то, принявъ ртутное термометры, для которыхъ не имѣется перевода на воздушныя, слѣдуетъ нашу формулу предпочесть какому-либо изъ известныхъ отдѣльныхъ опредѣленій.

если не въ десятиллионныхъ, то, по крайней мѣрѣ, въ миллионныхъ, что уже составляетъ въ этомъ дѣлѣ не маловажный успѣхъ. Вникая же ближе въ приведенныя числа таблицы III, и регулируя ихъ безъ всякихъ предвзятыхъ предубѣждений, я думаю, что можно достигъ вывода, въ которомъ погрѣшность будетъ только въ десятиллионныхъ. Для этого, въ сущности, должно ждать появленія полныхъ межуаровъ названныхъ изслѣдователей, а теперь итѣ кажется возможнымъ остановиться на некоторыхъ замѣчаніяхъ, дающихъ возможность приближаться къ истинѣ.

Прежде всего въ таблицѣ III нельзя бросается въ глаза неодинаковость данныхъ для 0°. Разбирая четыре данныя числа, видишь, что меньшее изъ нихъ выведено Шанью изъ dilatометрическихъ опредѣленій, въ которыхъ нельзя предполагать раствореніе воздуха, понижающее уд. вѣсъ, чѣмъ еще можно объяснить разность чиселъ Тисена и Мали. А такъ какъ у Шеела въ dilatометрѣ получено число, сходное съ Мали, а у Тисена, близкое къ Шанью, то и очевидно, что разность чиселъ нельзя исключительно приписать ни способу изслѣдованія, ни растворенію воздуха водою. Можно предполагать поэтому, что высшія числа (Мали и Шеела) зависятъ отъ неполнаго охлажденія воды до 0°, такъ какъ съ нагреваніемъ при этомъ плотность возрастаетъ, и у Шеела итѣ указаній на то, что онъ достаточно долго держалъ свой dilatометръ при 0°. Но прежде чѣмъ остановиться на этой гипотезѣ, возьмемъ единственный прямой данныя опытовъ Шанью, которые приведены итѣ къ емкости резервуара въ 1 литръ при 0° и исправлены на расширеніе резервуара. Истинные объемы воды въ первомъ рядѣ его опредѣленій при 0° были равны литру безъ слѣдующаго числа микролитровъ (миллионныхъ долей литра): —0,07; —0,15; —0,45; +0,68; +0,26; —0,13; +0,16 и —0,27. Среднее = +0,0042, что можно прямо отбросить. Точно также и во второмъ рядѣ изъ трехъ опредѣленій при 0° получается ровно литръ. Затѣмъ я выбралъ изъ обоихъ рядовъ данныя для температуръ, близкихъ къ 4°; они суть:

t_m	= 3° 484	3° 658	3° 887	3° 938	4° 387	4° 505
1 литръ	— 129,71	— 130,99	— 130,74	— 131,96	— 130,57	— 129,73

Удовлетворяя тому, чтобы наименьшій объемъ былъ при 4° (что принялъ и Шанью), находимъ, что наименьшее значеніе при 4° близко къ 132,00. Слѣдовательно, объемъ воды при 0° = 1 литру, а при 4° = 0,9998680 литра; слѣдовательно, если уд. вѣсъ при 4° = 1, то при 0° онъ = 0,9998680, а потому числа Шанью скорѣе даютъ поводъ думать, что уд. вѣсъ меньше, но не больше того, что онъ принялъ (0,9998682). Чтобы на чѣмъ-либо остановиться, обратимся къ другимъ известнѣйшимъ опредѣленіямъ, собраннымъ въ моей начальной статьѣ. Если плотность воды при 4° принять за 1, то при 0° она равна по опредѣленіямъ:

Despetz (1837)	.....	0,999873
Pier (1847)	.....	0,999882
Kopp (1847)	.....	0,999877
Hagen (1855)	.....	0,999873
Weidner (1866)	.....	0,999864
Rosetti (1869)	.....	0,999864

Среднее изъ 4-хъ послѣднихъ данныхъ, заслуживающихъ болѣе довѣрія чѣмъ два первыхъ, даетъ 0,9998695, такъ что другія наиболѣе достовѣрныя данныя оправдываютъ скорѣе числа Шанью и Тисена, чѣмъ Мали и Шеела.

Что касается до разнорѣчій, относящихся до другихъ температуръ, напр., 20°, то хотя здѣсь нѣкоторыя числа, напр., число Шееля для 20° видѣляется изъ всѣхъ остальныхъ, но различіи невелики (отвѣчаютъ 0°,03), а потому исключать ихъ, мнѣ кажется, не слѣдуетъ. За устраненіемъ же указанныхъ несогласій (для 0° чиселъ Малу и Шеель) можно брать среднее, потому что остальные разнорѣчія впадаютъ уже въ разрядъ неизбежныхъ опытныхъ погрѣшностей. Эти среднія даны во 2-мъ столбцѣ IV таблицы.

Но мнѣ кажется, не слѣдуетъ останавливаться на выводѣ этихъ среднихъ, такъ какъ у отдѣльныхъ наблюдателей несомнѣнно были свои индивидуальныя погрѣшности, и въ рядѣ естественныхъ чиселъ законно искать общую правильность, хотя бы эмпирическаго свойства, тѣмъ болѣе, что при ея помощи не только сглаживаются мелкія погрѣшности великаго рода, но и значительно облегчается пользованіе выводами изъ опытовъ и нахожденіе промежуточныхъ величинъ. Если же находившаяся правильность допускаетъ хотя небольшое экстраполированіе, то она очевидно приобретаетъ еще болѣе вѣсъ и значеніе. Въ моемъ мемуарѣ о расширеніи воды (I. с.) я показалъ, что формула вида:

$$S_t = 1 - \frac{(t-4)^2}{A + Bt + Ct^2}$$

даетъ эмпирическую возможность объять всѣ существующія свѣдѣнія объ измѣненіи удѣльнаго вѣса воды въ предѣлѣ температуръ отъ -10° до $+200^\circ$, при той степени точности данныхъ, какая существовала къ концу прошлаго десятилѣтія. Нынѣ я не считаю возможнымъ прилагать эту формулу ко всей совокупности существующихъ свѣдѣній, потому что ихъ точность далеко неодинакова, а для того, чтобы объять столь малыя измѣненія температуръ, какъ отъ 0° до 30°, гдѣ точность значительна, считаю достаточною ¹⁾ ограничиться упрощенною формулою:

$$S_t = 1 - \frac{(t_0 - 4)^2}{A + Bt_0}.$$

Для того, чтобы легко было искать A и B , въ 3-мъ столбцѣ табл. IV даны значенія $\frac{(t-4)^2}{1-S_t}$, такъ какъ величина эта $= A + Bt$. Какъ выраженіе, наиболѣе отвѣчающее совокупности данныхъ (и среднему изъ нихъ выводу), я принимаю, что отъ 0° до 30° измѣненіе уд. вѣса воды выражается:

$$S_t = 1 - \frac{(t_0 - 4)^2}{122420 + 1130,2t_0} = 1 - \frac{0,0008848 (t_0 - 4)^2}{108,325 + t_0} \quad (A)$$

Удѣльные вѣса, разогрѣнные по ней, даны въ 4-мъ столбцѣ IV таблицы. Въ 5-мъ столбцѣ даны производныя $\frac{dS_t}{dt}$ ²⁾, т. е. измѣненія уд. вѣса при воз-

¹⁾ Сварррисъ долженъ былъ для 0°—40° принять формулу вида $S_t = A + Bt + Ct^2 + Dt^3 + Et^4$, гдѣ 5 постоянныхъ Шеель (I. с. pag 461) для расчета объемовъ применилъ подобную же формулу. Въ предлагаемой мною формулѣ только 2 постоянныхъ постоянныхъ A и B , за третью можно считать 4° или температуру наибольшей плотности.

²⁾ Производная эта, очевидно:

$$\frac{dS_t}{dt} = - (t-4) \frac{2A + B(t+4)}{(A + Bt)^2}$$

или, численно (въ миллионныхъ доляхъ):

$$\frac{dS_t}{dt} = - 884,8 (t-4) \frac{220,650 + t}{(108,325 + t)^2} \cdot 10^{-6}.$$

растанія температуры на 1° . Въ 6-мъ столбцѣ даны объемы воды, т. е. значенія $\frac{1}{S_2}$, считая объемъ при $4^\circ = 1$. Наконецъ, въ 7-мъ столбцѣ даны тѣ температуры ртутныхъ термометровъ, которыя, судя по прежнему моему способу (стр. 9), отвѣчаютъ удѣльнымъ вѣсамъ, даннымъ въ 4-мъ столбцѣ. Сравнивая эти температуры съ тѣми, которыя даны въ табл. I, становится очевиднымъ, что совокупность прежнихъ свѣдѣній о расширеніи воды вполнѣ согласуется съ новыми свѣдѣніями, полученными объ этомъ предметѣ, съ тою лишь разностию, въ пользу новыхъ данныхъ, что нынѣшніе свѣдѣнія не только болѣе прежнихъ точно относительно опредѣленія температуръ, но и въ отношеніи къ самымъ уд. вѣсамъ воды. Въ прежнихъ данныхъ было сомнѣніе въ сотысячныхъ доляхъ S_2 , даже для обыкновенныхъ температуръ, вышѣ же точность во много разъ болѣе.

Таблица IV.

Темпер. по водо- меру. t.	Средній уд. вѣсъ воды по- лученный ко- лѣмъ опредѣ- лен. Табл. III	Значеніе величины		Производ- ная $\frac{dS_1}{dt}$ (въ мил- ліонныхъ доляхъ).	Темпер. t по ртут. термом. отвѣт. S ₁ (стр. 9).	
		$(t-4)^2$ $1-S_1$ по средн. уд. вѣсу.	Регулирован- ные уд. вѣса воды S ₁ по форм. (A) ²⁾ .			Объемъ воды, считанъ при 4° $= 1$.
0°	0,9998723	125294	0,999869.3	+ 66,6	1,000130.7	0°
5°	9917	1) —	0,999992.2	— 15,5	1,000007.8	5°
10°	7304	133531	0,999730.8	— 87,5	1,000269.3	10° 09
15°	1818	139369	0,999431.9	— 150,8	1,000868.8	15° 13
20°	0,9982348	145026	0,998234.9	— 206,9	1,001768.2	20° 18
25°	0,9970739	150713	0,997073.3	— 256,8	1,002935.3	25° 21
30°	0,9956746	156286	0,995675.9	— 301,4	1,004342.9	30° 22

Не подлежитъ сомнѣнію, что формула (A), представляющая ничто иное какъ эмпирическое выраженіе собранныхъ данныхъ свѣдѣній для расширенія воды отъ 0° до 30°, не можетъ служить для широкаго эксполірованія. Такъ напр., по ней для 100° вычисляется уд. вѣса около 0,961, а въ действительности онъ тогда около 0,958. Но для температуръ недалекихъ отъ 0°—30° она даетъ числа близкія къ действительнымъ. Напр., для 40° по ней получается 0,992270, а такъ какъ при $t = 40^\circ,20$ (что должно быть близко къ $t_a = 40^\circ$) уд. вѣсъ въ действительности близокъ къ 0,992258, то и очевидно, что небольшое эксполірованіе за предѣломъ 0°—30° даетъ

¹⁾ Для 4° величина этого столбца неопредѣлима по опыту, для 5° — очень мало точно опредѣлима, и по мѣрѣ удаленія отъ 4° значенія становятся болѣе и болѣе опредѣленными.

²⁾ Средняя погрѣбность этого вывода отъ средняго $\pm 0,000000.5$, а отрицательныхъ $= -0,0000027$; средняя квадратическая $= 0,0000006$. Очевидно, что производя расчетъ по формулѣ, $S_1 = 1 - \frac{(t-4)^2}{A+Bt+Ct^2}$ съ тремя постоянными можно было бы достигнѣ еще большаго согласія со средними числами опыта, но такъ какъ и при этой формулѣ все равно ограничивается десятизначными, а въ нихъ должно подвѣривать погрѣбность опытовъ, то и считаю излишнимъ, до повеленія подробнѣшихъ измереній, увеличивать достигнутую степень согласія.

удѣл. вѣса воды недалеко отъ дѣйствительныхъ. Но такъ какъ для 40° — 100° вычисленные уд. вѣса выше дѣйствительныхъ, то должно думать, что и при 30° формула (A) даетъ уд. вѣсѣ немного болѣе дѣйствительнаго, т. е., что истинный уд. вѣсѣ воды при $t_n = 30^{\circ}$ немного менѣе 0,995675, т. е. близь къ тому (0,995673), который получили Тисенъ и Марекъ, а не къ тому, который нашелъ Шаннонъ (0,995678,7). Формула же (A) выведена на основаніи среднихъ показаній изъ данныхъ всѣхъ наблюдателей, а потому и даетъ число близь къ среднему изъ нихъ. Я вижу отсюда способъ улучшить аналитическое выраженіе расширенія воды, но не рѣшаюсь приступить къ нему, пока подробный разборъ данныхъ разныхъ наблюдателей, т. е. появленіе ихъ подробныхъ неуравнѣнъ, а затѣмъ наблюденіе, хотя немногихъ точныхъ данныхъ для расширенія воды при температурахъ 30° — 100° не дадутъ возможности къ точному рѣшенію предстоящихъ здѣсь вопросовъ, имѣющихъ свой большой смыслъ не только въ важномъ значеніи воды въ экономіи природы, но и въ такихъ исключительныхъ особенностяхъ расширенія воды, которыя издавна занимаютъ естественную философію.

До того же времени, ограничивался миллионными долями уд. вѣса, можно руководиться для обыкновенныхъ температуръ разобранномъ здѣсь совокупностію новыхъ данныхъ о расширеніи воды.

Принимая все то, что сказано здѣсь и въ вышеприведенной статьѣ (стр. 3) «О вѣсѣ опредѣленнаго объема воды», и введя еще въкоторыя новыя поправки, должно придти къ слѣдующему выводу о истинномъ (т. е. исправленномъ на вѣсѣ вытѣсненнаго воздуха) и вѣсѣ кубическаго дециметра и литра воды при температурахъ по водородному термометру:

Температура по водородному термометру Цельсия:	Истинный (т. е. исправленный на вѣсѣ вытѣсненнаго воздуха) вѣсѣ воды, въ граммахъ:	
	Вѣсѣ 1 куб. дециметра	Вѣсѣ одного литра
$t_n = 0^{\circ}$	999,716	999,869
4 $^{\circ}$	999,847	1000,000
10 $^{\circ}$	999,578	999,731
15 $^{\circ}$	998,979	999,132
20 $^{\circ}$	998,082	998,235

Вообще, можно принять, что при 0° — 30° вѣсѣ литра болѣе вѣсѣ куб. дециметра на 0,153 грамма. Точнѣе же для прочихъ температуръ, отъ 0° до 30° , можно пользоваться формулами:

$$\text{Вѣсѣ 1 куб. децим.} = 999,847 - \frac{(t_n - 4)^2}{122,439 + 1,1304t_n}$$

$$\text{Вѣсѣ литра} = 1000 - \frac{(t_n - 4)^2}{122,420 + 1,1302t_n} \text{ граммовъ.}$$

Во многихъ метеорологическихъ работахъ свѣдѣнія этого рода, имѣя наиболѣе достовѣрныя, имѣютъ важное значеніе.

Д. Менделѣевъ.

12. Второй перечень образцовыхъ гирь и мѣръ длины, имѣющихся въ Главной Палатѣ мѣръ и вѣсовъ.

Настоящій перечень образцовыхъ гирь и мѣръ длины составляетъ продолженіе перваго перечня, помѣщеннаго въ 1-й части «Временника» 1894 г., стр. 89 — 102. Въ первомъ перечнѣ было записано, что тѣ изъ описанныхъ въ немъ гирь и мѣръ длины (25 номеровъ), которыя вновь будутъ подробно шифрованы, а также тѣ, которыя на сѣбѣ будутъ приобретены Главною Палатою и будутъ сравнены съ тѣми или иными прототипами, т. е. приобретутъ дѣйствительное значеніе для дальнѣйшихъ коренныхъ работъ Палаты — будутъ особо подробно описаны въ слѣдующихъ перечняхъ «Временника». А потому, для удобства наведенія справокъ относительно помѣщенныхъ въ перечняхъ «Временника» гирь и мѣръ длины и во избѣжаніе лишнихъ повтореній — гири и мѣры длины, изучавшіяся послѣ изданія 1-й части «Временника» и описанныя уже въ первомъ перечнѣ, въ настоящемъ перечнѣ помѣщены подъ тѣми же номерами, подъ какими онѣ значатся въ первомъ перечнѣ, и о нихъ сообщены лишь новыя свѣдѣнія, полученныя при ихъ изученіи въ 1894 году. Новыя же гири, вновь приобретенныя Главною Палатою, и тѣ изъ имѣвшихся въ Палатѣ, которыя изучены въ 1894 г. и не вошли въ первый перечень, значатся подъ новыми номерами, начиная съ н^о 26.

н^о 1. Русскій образцовый платиновый фунтъ, $\text{Ф. } \frac{\text{Pt}}{1835}$ въ мартѣ и въ апрѣлѣ 1894 г. сравненъ $\Theta. П. Завадскимъ$ и $В. Д. Сапожниковымъ$:
 1) съ мѣднымъ золоченымъ фунтомъ н^о 5 $\frac{\text{CuZn}}{\text{ф.1834}}$, значущимся въ семъ перечнѣ подъ н^о 27; 2) съ мѣднымъ золоченымъ фунтомъ $\text{N. } \frac{\text{CuSn}}{\text{ф.1833}}$, значущимся въ семъ перечнѣ подъ н^о 26; 3) съ платиновыми гирями разновѣсовъ: $\text{В. } \frac{\text{PtIr}}{\text{p. gr.}}$ (н^о 4) и $\text{В. } \frac{\text{Pt}}{(\text{n}) \frac{1}{2} \text{ mg.}}$ (н^о 23), послѣ ихъ новаго изученія въ мартѣ 1894 г., и 4) при посредствѣ гирь $\text{В. } \frac{\text{PtIr}}{\text{p. gr.}}$ и $\text{В. } \frac{\text{Pt}}{(\text{n}) \frac{1}{2} \text{ mg.}}$, съ платино-прідеинымъ англійскимъ фунтомъ (Avoirdupois) $\text{В. } \frac{\text{PtIr}}{1 \text{ l. A. p.}}$ (н^о 2).

При этомъ оказалось, что

1) $\Phi. \frac{Pt}{1835} = n^{\circ} 5 \frac{CuZn}{\Phi.1834} + 2,61$ миллиграмма (до опредѣленія плотности гири $n^{\circ} 5 \frac{CuZn}{\Phi.1834}$). ¹⁾

2) $\Phi. \frac{Pt}{1835} = N \frac{CuSn}{\Phi.1833} + 4,55$ миллиграмма (до опредѣленія плотности гири $N \frac{CuSn}{\Phi.1833}$). ¹⁾

3) $\Phi. \frac{Pt}{1835} = 409,51236$ граммовъ.

4) $\Phi. \frac{Pt}{1835} = R \frac{PtJr.}{1 \text{ l. A. p.}} = 44,08117$ граммовъ.

Гири $E \frac{PtJr.}{p. gr.}$ и $E \frac{Pt}{(n)^{\frac{1}{10}} mg.}$, употребившіяся при означенныхъ сравненіяхъ, были предварительно (въ мартѣ 1894 г.) изучены и, при посредствѣ килограмма Эрхлинга $R_1 \frac{PtJr.}{1 k.}$ ($n^{\circ} 3$), сравнены съ платино-иридиевымъ прототиномъ № 12 $\frac{PtJr.}{1 k.}$ ($n^{\circ} 5$).

$n^{\circ} 2$. Платино-иридиевый англійскій торговый фунтъ (Avoirdupois) $R \frac{PtJr.}{1 \text{ l. A. p.}}$ былъ сравненъ въ апрѣлѣ 1894 г. $\Theta. П. Завадскимъ$ и $В. Д. Саножниковымъ$ съ гирями $E \frac{PtJr.}{p. gr.}$ ($n^{\circ} 4$) и найденъ равнымъ 453,593526 граммамъ. Затѣмъ фунтъ $R \frac{PtJr.}{1 \text{ l. A. p.}}$ былъ взятъ г. управляющимъ Главною Палатою мѣръ и вѣсовъ $Д. И. Менделѣевымъ$ въ Лондонъ, по возвращеніи откуда въ юніѣ 1894 г. фунтъ $R \frac{PtJr.}{1 \text{ l. A. p.}}$ снова былъ сравненъ съ гирями $E \frac{PtJr.}{p. gr.}$ ($n^{\circ} 4$) и со вновь вытѣренными гирями бронзоваго граммоваго разновѣса Ефимова $E\Phi \frac{CuSn}{p. gr.}$ ($n^{\circ} 37$). При этихъ сравненіяхъ получилось: $R \frac{PtJr.}{1 \text{ l. A. p.}} = 453,593698$ граммамъ въ пустотѣ, по сравненію съ $E \frac{PtJr.}{p. gr.}$, и $R \frac{PtJr.}{1 \text{ l. A. p.}} = 453,593566$ граммамъ въ пустотѣ, по сравненію съ гирями $E\Phi \frac{CuSn}{p. gr.}$. Изъ чего видно, что $R \frac{PtJr.}{1 \text{ l. A. p.}}$ какъ будто увеличился въ вѣсѣ, по первому сравненію на 0,172 миллиграмма, а по второму — на 0,040 миллигр. Такого рода явленіе объясняется тѣмъ, что гири разновѣса $E \frac{PtJr.}{p. gr.}$, съ апрѣля 1894 г. по день ихъ вторичнаго сравненія съ $R \frac{PtJr.}{1 \text{ l. A. p.}}$, были въ постоянномъ употребленіи при взвѣшиваніи другихъ гирь; при сравненіи же $R \frac{PtJr.}{1 \text{ l. A. p.}}$ съ гирями $E\Phi \frac{CuSn}{p. gr.}$, не употребившимися до того ни для какихъ работъ, были взяты еще гири изъ вспомогатель-

¹⁾ После сравненія $\Phi. \frac{Pt}{1835}$ съ гирями $n^{\circ} 5 \frac{CuZn}{\Phi.1834}$ и $N \frac{CuSn}{\Phi.1833}$ была опредѣлена плотность сихъ послѣднихъ, вслѣдствіе чего гири потеряли въ вѣсѣ: первая 0,13 миллигр., а вторая 0,17 миллигр.

ного разновѣса $E \frac{P_t}{(1000+200+20+10+2)} \frac{1}{2}$ mgr. (n° 23) и алюминіевая гиря въ 0,5 и 0,4 миллигр., истинная величина которыхъ была опредѣлена совѣстно съ гирями $E \frac{P_t J_r}{p \text{ gr.}}$ въ мартѣ 1894 г., и наравнѣ съ послѣдними употреблялись при взвѣшиваніяхъ въ Палатѣ, а потому тоже уменьшившаяся въ вѣсѣ. Такимъ образомъ можно считать, что гиря $R \frac{P_t J_r}{1 \text{ l. A. p.}}$ отъ перевозки ея въ Лондонъ и обратно, въ С.-Петербургъ, въ вѣсѣ не измѣнилась.

n° 3. Платино-иридіевый килограммъ Эртлига въ Лондонѣ $R_1 \frac{P_t J_r}{1 \text{ k.}}$ 15 и 16 марта 1894 г. былъ сравненъ Θ . П. Завадскимъ и В. Д. Савожиновымъ съ гирями разновѣса $E \frac{P_t J_r}{p \text{ gr.}}$ (n° 4), а затѣмъ, 18 и 19 Марта 1894 г., или же былъ сравненъ съ платино-иридіевымъ прототиномъ международнаго килограмма № 12 $\frac{P_t J_r}{1 \text{ k.}}$ (n° 5), о чемъ тогда же составленъ хранившійся въ Главной Палатѣ актъ. Изъ означеннаго сравненія получено:

$$R_1 \frac{P_t J_r}{1 \text{ k.}} \text{ Эртл.} = 999,997255 \text{ граммъ въ пустотѣ.}$$

Гиря $R_1 \frac{P_t J_r}{1 \text{ k.}}$ Эртлига, послѣ опредѣленія истиннаго ея вѣса, употребилась затѣмъ 24 іюня 1894 г. при сравненія ея съ бронзовою гирею Ефимова $E_f \frac{CuSn}{1000 \text{ gr.}}$ (n° 37), при чемъ получено:

$$R \frac{P_t J_r}{1 \text{ k.}} \text{ Эртл.} = E_f \frac{CuSn}{1000 \text{ gr.}} = 34,908 \text{ миллиграммовъ въ пустотѣ.}$$

Въ концѣ іюля и въ началѣ Августа 1895 г. Θ . П. Завадскимъ и В. Д. Савожиновымъ были опредѣлены объемъ гиря $R_1 \frac{P_t J_r}{1 \text{ k.}}$ и ея истинный вѣсъ въ пустотѣ посредствомъ новаго сравненія ея съ № 12 $\frac{P_t J_r}{1 \text{ k.}}$, на новыхъ точныхъ вѣсахъ Рунрехта. При этомъ найдено:

а) объемъ $R_1 \frac{P_t J_r}{1 \text{ k.}}$ при $0^\circ = 46,6669$ миллилитр., а при $t^\circ = 46,6887 + 0,001216 (t-18)$ миллилитрамъ,

б) вѣсъ въ пустотѣ = 1 kg. — 2,9334 mg.

Слѣдовательно:

в) плотность $R_1 \frac{P_t J_r}{1 \text{ k.}}$ при $0^\circ/4^\circ \text{ Ц.} = 21,42838$.

n° 4. Платино-иридіевый разновѣсъ отъ 500 граммовъ до 1 миллигр. работы Эртлига $E \frac{P_t J_r}{p \text{ gr.}}$. Въ мартѣ 1894 г. Θ . П. Завадскимъ и В. Д. Савожиновымъ опредѣлены объемы гирь: $E \frac{P_t J_r}{500 \text{ gr.}}$, $E \frac{P_t J_r}{200 \text{ gr.}}$, $E \frac{P_t J_r}{100 \text{ gr.}}$ и $E \frac{P_t J_r}{1000 \text{ gr.}}$. Произведены вновь сравненія между собою граммныхъ гирь разновѣса [миллиграммныхъ гиря при этомъ были употреблены изъ особаго

платиноваго разнѣса $V \frac{Pt}{(n)^{1/2} \text{ mg.}}$ (n° 23)] и по сравненіи ихъ, 15 и 16 марта 1894 г., съ $R_1 \frac{PtGr.}{1 \text{ k.}}$ Эртл. найдены ихъ истинныя величины, показанныя въ слѣдующей таблицѣ:

Обозначеніе гирь.	Поправки въ миллиграммахъ.	Истинный вѣсъ въ грам. въ пустотѣ.	Объемъ въ миллилитр. при 18° Ц.	Измѣненіе объема на 1° Ц. въ миллилитр.
$R_1 \frac{PtGr}{1 \text{ мил.}}$ Эртлиев.	- 2,745	999,997,285	40,697	0,00121
500 гр. *	-45,408	499,954,592	23,484	0,00061
200 " *	-17,790	199,982,210	9,413	0,00024
100 ^a " *	- 9,722	99,990,278	4,691	0,00012
100 ^b " *	-10,008	99,989,992	4,692	0,00012
50 гр. *	- 4,169	49,995,841	2,349	Указанное вѣсъ и объемъ приплаты средняе, а именно объемъ гирь въ р. Эр. приплатъ = 0,04598 р. Для гирь 50—1 гр. сотымъ доли миллиграмма можно считать пренебрежимо.
20 " *	- 1,619	19,998,384	0,940	
$E \frac{PtGr}{n \text{ гр.}}$ 10 ^a " *	- 0,881	9,999,139	0,470	
10 ^b " *	- 0,851	9,999,149	0,470	
5 гр. *	- 0,466	4,999,534	0,235	
2 ^a " *	- 0,299	1,999,701	0,094	
2 ^b " *	- 0,255	1,999,745	0,094	
1 " *	- 0,078	0,999,922	0,047	

n° 18 бронзовый разнѣсъ работы Вейльштейна отъ 1 пуда до 2 фунт., шарообразной формы, съ ввинченными головками, $V \frac{Cu.}{1 \text{ п.}}$ и

n° 19 такой же разнѣсъ работы того же Вейльштейна отъ 1 фунт. до 1 золота съ платиновымъ подраздѣленіемъ золотника отъ 48 долей до $\frac{1}{10}$ доли $V \frac{Cu.}{1 \text{ ф.}}$. Въ сентябрѣ и октябрѣ 1894 г. В. Д. Савожиновымъ и А. Н. Добрыхотовымъ была найдена средняя плотность бронзы, изъ коей изготовлены гирь, равн. 8,3437. Гирь были сравнены между собою и съ гирями платино-придѣловаго разнѣса $V \frac{PtGr.}{p. \text{ гр.}}$ (n° 4) и, такимъ образомъ, найдены истинныя ихъ величины, показанныя въ слѣдующей таблицѣ:

Обозначеніе гирь.	Поправки въ долинахъ.	Поправки въ милли- граммахъ.	Вѣсъ въ грам- махъ въ пу- стотѣ.	Плотность D при 0°/4° Ц. въ пустотѣ.	Объемы при 4° Ц.
Cu					
Н 1 пуд.	- 1,539	- 68,4	16380,450	Средняя плотн. при 0°/4° Ц. принята 8,3437. Выведена она изъ среднѣе-на плотностей трохъ гирь: 5-ти ф. (D при 0°/4° = 8,3237), 1 фунт. (D = 8,3237) и 24 зол. (D = 8,5817).	Объемъ бронн. гирь въ р. гр. при 4° Ц. равенъ 0,1200 + 0,000005 (t - 18), принявъ куб. коэфф. расширенія бронн. = 0,0000268.
» 1 ² п.	- 0,729	- 32,4	16380,486		
» 20 ф.	+ 0,311	+ 13,8	8190,273		
» 10 »	- 0,441	- 19,6	4095,110		
» 5 »	- 0,817	- 36,3	2047,528,5		
» 3 »	- 0,5059	- 22,48	1228,516,4		
» 2 »	- 0,3335	- 14,82	819,011,4		
» 1 »	- 0,1773	- 7,88	409,505,08		
» 48 зол.	- 0,0851	- 3,78	204,752,70		
» 24 »	- 0,0392	- 1,74	102,376,50		
» 12 »	- 0,0200	- 0,89	51,188,23		
» 6 »	- 0,0122	- 0,54	25,594,02		
» 3 »	- 0,0059	- 0,26	12,797,02		
» 2 »	- 0,0032	- 0,14	8,531,38		
» 1 »	- 0,0036	- 0,16	4,265,60		
Pt					
» 48 дол.	+ 0,00065	+ 0,0290	2,132,9090	Плотность платины при 0°/4° Ц. принята равной 20,5.	Объемъ платиновой гирь въ р. гр. при 18° Ц. = 0,049 р.
» 24 »	- 0,00104	- 0,0464	1,066,3936		
» 12 »	+ 0,00006	+ 0,0036	0,533,2226		
» 6 »	0,00000	- 0,0002	0,266,6098		
» 3 »	- 0,00057	- 0,0255	0,133,2795		
» 2 »	+ 0,00099	+ 0,0398	0,088,9098		
» 1 »	- 0,00061	- 0,0273	0,044,4077		
» 1/2 »	- 0,00092	- 0,0409	0,044,3941		
» 1/3 »	- 0,00307	- 0,1263	0,022,0812		
» 1/4 »	+ 0,00091	+ 0,0406	0,011,1494		
» 1/5 »	+ 0,00108	+ 0,0480	0,005,6024		
» 1/6 »	+ 0,00069	+ 0,0308	0,005,5852		

№ 23. Платиновый разновѣсъ работы Эртлинга отъ $\frac{1}{2}$ грамма до $\frac{1}{2}$ миллиграмма Е $\frac{Pt}{(n) \frac{1}{2} \text{ mg.}}$ въ видѣ четырехугольных пластинокъ съ загнутыми углами. Въ мартѣ 1894 г. Ө. П. Завадскимъ и В. Д. Сапожниковымъ гири этого разновѣса сравнены между собою и съ гирею Е $\frac{PtJr.}{1 \text{ gr.}}$ (№ 4) и такимъ образомъ, принявъ удѣльный вѣсъ платины, изъ коей они изготовлены, равн. 20,5, найдена истинная величина гирь, показанная въ слѣдующей таблицѣ:

Обозначеніе гирь.		Поправки въ милли- граммахъ.	Истинный вѣсъ въ милли- граммахъ въ пустотѣ.	Объемъ въ миллилитр. при 18° Ц.
$E \frac{P_i}{(n)^2 \cdot 2^{mg}}$	1000 полуцилиндр.	+0,1110	500,1110	0,0244
	500 „	+0,0911	250,0911	0,0122
	200 „	+0,0801	100,0801	0,0049
	100 „	+0,0299	50,0299	0,0024
	100 „	-0,0214	49,9786	0,0024
	50 „	+0,0159	25,0159	0,0012
	20 „	-0,0040	9,9960	0,0005
	10 „	-0,0198	4,9805	0,0002
	10 „	-0,0814	4,9686	0,0002
	5 „	-0,0047	2,4953	0,0001
2 „	-0,0553	0,9447	0,0001	

п° 26. Русскій фунтъ, мѣдный, золоченый, изготовленъ въ тридцатыхъ годахъ нынѣшняго столѣтія комиссіею для возстановленія русскихъ мѣръ и вѣса. Фунтъ этотъ описанъ въ сочиненіи академика Кушффера «Travaux de la Commission pour fixer les mesures et les poids de l'Empire de Russie. T. II», стр. 325—329, гдѣ названъ *нормальнымъ фунтомъ комисіи* и обозначенъ буквою N. Изъ описанія видно, что фунтъ X былъ сравненъ Кушфферомъ съ нормальнымъ фунтомъ монетнаго двора, обозначеннымъ имъ же буквою M, причемъ найдено, что

$$N = M - 0,0042 \text{ доли въ пустотѣ.}$$

Плотность фунта N найдена Кушфферомъ равною 8,506 по отношенію къ водѣ при температурѣ 13°,45 R. Каковая плотность имъ принималась равною плотности и по отношенію къ водѣ при нормальной температурѣ, т. е. при 13 $\frac{1}{3}$ ° R.

Нормальный фунтъ комисіи N служилъ Кушфферу для сравненія девяти латунныхъ фунтовыхъ гирь, служившихъ, въ свою очередь, для изготовленія и вывѣрки гирь въ 10, 20 и 40 фунтовъ («Travaux», стр. 356—358).

Нормальный фунтъ комисіи N, для коего, въ настоящее время, принято въ Главной Палатѣ обозначеніе N $\frac{CuSn}{\phi.1833}$ представляетъ собою усѣченный конусъ, болѣе широкое основаніе коего постепенно переходитъ въ шейку, оканчивающуюся плоскою круглою головкою.

Размѣры конической части гирь: высота = 37,6 миллиметра, діаметръ внизу = 36,9 миллим., въ верху = 38,7 миллим.; діаметръ плоской головки = 23,8 миллим.; полная высота гирь = 60,8 миллим. Въ центрѣ головки вколочена платиновая проволока діаметромъ въ 5 миллим. Никакихъ обозначеній на поверхности гирь не имѣется. На плоской поверхности основанія гирь замѣтны парашни и раковины. Одна изъ раковинъ, на разстояніи около $\frac{1}{2}$ радіуса отъ центра, довольно глубокая. Раковины довольно глубока замѣтны и на боковой конической поверхности гирь, въ особенности

пять в верхней части поверхности и одна в нижней ее части. В общем, однако, гиря эта ничуть не хуже гиря хорошо сохранившейся. Гиря хранится в латунном цилиндрическом футляре, выложенном черным сукном внутри. На крышке футляра выгравировано: «Российский фунтъ». Латунный футляр заключен в ящик из красного дерева.

Въ мартѣ 1894 г. фунтъ N $\frac{\text{CuSn}}{\phi.1833}$ былъ вновь изученъ О. П. Завадскимъ и В. Д. Сапожниковымъ, причемъ найдено, что объемъ гиря

$$\begin{aligned} \text{при } 0^{\circ} &= 48,1442 \text{ миллилитрамъ.} \\ > 18^{\circ} \text{ Ц.} &= 48,1909 \quad > \end{aligned}$$

Измѣненіе объема гиря при измѣненіи температуры ее на $1^{\circ} \text{ Ц.} = 0,00254$ миллилитра.

Вѣсъ гиря въ пустотѣ = 409,50782 граммамъ, до опредѣленія объема гиря, и = 409,50765 граммамъ, послѣ опредѣленія объема,

Такимъ образомъ гиря N $\frac{\text{CuSn}}{\phi.1833}$ вслѣдствіе погруженія въ воду для опредѣленія ее объема, потеряла въ вѣсѣ 0,17 миллигр. По инвентарю Главной Палаты гиря N $\frac{\text{CuSn}}{\phi.1833}$ значится подъ № 3.

п° 27. Русскій фунтъ латунный золоченый, изготовленный въ тридцать летъ текущаго столѣтія комисіею для возобновленія русскихъ мѣръ и вѣса. Фунтъ этотъ описанъ въ отчетѣ академика Кунффера «*Travaux de la Commission pour fixer les mesures et les poids*», т. II, стр. 358 и 359, подъ названіемъ *второго нормальнаго фунта комисіи*, и обозначенъ п° 5. Фунтъ этотъ служилъ Кунфферу для изготовленія и выдѣрки гирь въ 10, 20 и 40 фунтовъ и затѣмъ послѣ подгонки его до совершеннаго почти равенства въ пустотѣ съ *нормальнымъ фунтомъ комисіи* N (п° 5 = N + 0,001 доли) употреблялся Кунфферомъ для текущихъ работъ при сравненія и выдѣрки гирь. Удельный вѣсъ его, относительно воды при $13^{\circ},3 \text{ R}$, Кунфферомъ найденъ = 7,99.

Въ Главной Палатѣ мѣръ и вѣсовъ фунтъ п° 5 обозначается п° 5 $\frac{\text{CuZn}}{\phi.1834}$. Онъ представляетъ собою усѣченный конусъ, болѣе широкое основаніе коего постепенно переходитъ въ шейку, оканчивающуюся плоскою круглою головкою. Высота конической части гиря = 39 миллиметрамъ, нижній діаметръ = 37,7 миллим., верхній діаметръ = 39,3 миллим., діаметръ головки = 26,5 миллим., полная высота гиря = 60,4 миллим. Въ центрѣ головки вколочена платиновая проволока діаметромъ въ 3 миллим. На головкѣ выбиты знаки: «1. ф. 5». Вокругъ платиновой проволоки позолота стерта и латунь окислена. Позолота стерта также по окружности головки и у острыхъ краевъ конической части гиря. По всей поверхности гиря замѣтны царапины, а по окружности головки сѣрыя пятна. Въ общемъ гиря п° 5 $\frac{\text{CuZn}}{\phi.1834}$ сохранилась хуже, нежели гиря N $\frac{\text{CuSn}}{\phi.1833}$. Гиря п° 5 $\frac{\text{CuZn}}{\phi.1834}$ хранится въ латунномъ цилиндрическомъ футляре, обложенномъ внутри зеленымъ плюшемъ. На крышкѣ футляра выгравировано: «п° 5. Росс. фунтъ». «Относ. вѣсъ = 8,00». Латунный футляръ заключенъ в ящикъ изъ красного дерева.

Въ мартѣ 1894 года О. П. Завадскимъ и В. Д. Савожиновымъ были определены объемы гири n° 5 $\frac{\text{CuZn}}{\phi. 1834}$ и найдены =

$$\begin{aligned} &= 51,311 \text{ миллилитровъ при } 0^\circ \text{ Ц.} \\ &= 51,361 \quad > \quad > \quad 18^\circ \text{ Ц.} \end{aligned}$$

Изменение объема гири при измененіи температуры на $1^\circ \text{ Ц.} = 0,00277$ миллилитр. После же сравн. гири n° 5 $\frac{\text{CuZn}}{\phi. 1834}$ съ гирями платино-иридіевого расплава В $\frac{\text{PtIr}}{\text{p. gr.}}$ (n° 4) найдена истинная ея величина въ пустотѣ = 409,50975 грамм. до опредѣленія объема,
= 409,50962 > после опредѣленія объема.

Слѣдовательно, отъ погруженія гири n° 5 $\frac{\text{CuZn}}{\phi. 1834}$ въ воду для осредненія ея объема, она потеряла въ вѣсѣ 0,13 миллиграмма. По инвентарю Главной Палаты гиря n° 5 $\frac{\text{CuZn}}{\phi. 1834}$ значится подъ № 2.

Нижеслѣдующія, съ n° 28 по n° 32 включительно, платино-иридіевыя гири приготовлены въ 1893 г., по заказу Главной Палаты мѣръ и вѣсовъ, въ Лондонѣ фирмой Джонсонъ, Маттен и К° и отданы въ 1894 г. въ Лондонѣ же Эрлингомъ. Гири изготовлены изъ сплава, около, 90% чистой платины и, около, 10% чистаго иридія.

n° 28. Платино-иридіевый русскій фунтъ въ видѣ прилого цилиндра, на плоскости верхняго основанія коюго нанесены Эрлингомъ, посредствомъ пантографа, легкія изображенія герба и 1894 года. Диаметръ гири = 29 миллиметра, высота = 29,1 миллиметра. Въ ноябрѣ 1894 г. гиря была сравнена В. Д. Савожиновымъ и А. Н. Доброхотовымъ съ гирями В $\frac{\text{PtIr}}{\text{p. gr.}}$ (n° 4) и найдена ея величина въ пустотѣ = 409,828672 граммамъ. Найденная же ими плотность ея = 21,54708 при температурѣ гири 0° и воды 4° Ц.

Принятое въ Главной Палатѣ обозначеніе этой гири:

$$1894 \frac{\text{PtIr}}{\text{Герба}}$$

По инвентарю Палаты гиря значится подъ № 416.

n° 29. Платино-иридіевый русскій фунтъ представляетъ собою прямой цилиндръ, на плоскости верхняго основанія коюго нанесены Эрлингомъ, посредствомъ пантографа, легкія изображенія короны и 1894 годъ. Диаметръ цилиндра = 29,3 миллиметра, высота его = 28,5 миллиметра. Въ августѣ 1894 г. гиря эта была сравнена О. П. Завадскимъ и В. Д. Савожиновымъ съ гирями В $\frac{\text{PtIr}}{\text{p. gr.}}$ (n° 4) и опредѣлена ея плотность. Вѣсъ гири въ пустотѣ найденъ = 410,798424 граммамъ. Плотность найдена = 21,51725 при $0^\circ/4^\circ \text{ Ц.}$

Принятое въ Главной Палатѣ обозначеніе этой гири:

$$1894 \frac{\text{PtIr}}{\text{Корона}}$$

По инвентарю Палаты фунтъ этотъ значится подъ № 417.

№ 30. Платино-иридиевый русский фунтъ въ видѣ прямого цилиндра, на плоскости верхняго основанія коего нанесены въ С.-Петербургѣ, въ Экспедиціи заготовленія государственныхъ бумагъ, посредствомъ гальванотипа, легкія изображенія вензеля имѣи царствующаго Государя Императора $\left[\frac{\text{PtIr}}{\text{п}} \right]$ и 1894 года. Диаметръ цилиндра = 29,6 миллиметра, а высота его = 27,9 миллиметра. Въ августѣ 1894 г. О. П. Завадскій и В. Д. Саложниковъ опредѣлены, посредствомъ гири В $\frac{\text{PtIr}}{\text{п. гр.}}$ (№ 4), истинный вѣсъ фунта въ пустотѣ и его плотность при 0°/4° Ц. Вѣсъ гири = 410,460732 граммъ. Плотность ея = 21,51985.

Принятое въ Главной Палатѣ обозначеніе фунта:

$$1894 \frac{\text{PtIr}}{\left[\frac{\text{п}}{\text{п}} \right]}$$

По инвентарю Палаты фунтъ этотъ значится подъ № 418.

№ 31. Платино-иридиевый фунтовый разновѣсъ состоящій изъ семи гири: 48, 24, 12, 6, 3, 2 и 1 золотниковъ въ видѣ прямыхъ цилиндровъ. На верхнемъ основаніи гири: 48, 24 и 12 з. нанесены въ С.-Петербургѣ, въ Экспедиціи заготовленія государственныхъ бумагъ, посредствомъ гальванотипа, изображенія короны и 1894 года. Въ Главной Палатѣ гири этого разновѣса принято обозначать:

$$1894 \frac{\text{PtIr}}{\text{п. зол.}}$$

Гири этого разновѣса, въ іюлѣ и августѣ 1894 года были изучены О. П. Завадскій и В. Д. Саложниковъ. Полученные ими результаты показаны въ слѣдующей таблицѣ:

Обозначеніе гири.		Истинный вѣсъ въ пустотѣ въ граммахъ.	Плотность при 0°/4° Ц.	Размѣры въ миллиметрахъ.		
				Диаметръ.	Высота.	
1894	$\frac{\text{PtIr}}{\text{п. зол.}}$	48	205,862011	21,51799	18,3	36,5
		24	103,001208	21,52176	18,3	18,3
		12	51,481428	21,52216	18,4	9,1
		6	26,222481	21,51906	4,0	96,9
		3	13,192508	21,49191	4,0	48,8
		2	8,744082	21,50337	2,3	100,4
		1	4,366146	21,51977	2,3	50,4

Въ инвентарѣ Главной Палаты разновѣсъ этотъ значится подъ № 419.

№ 32. Платино-иридиевый граммовый разновѣсъ состоитъ изъ двѣнадцати гири: 400, 300, 200, 100, 40, 30, 20, 10, 4, 3, 2 и 1 граммъ въ видѣ прямыхъ цилиндровъ съ гладкими конечными плоскостями, за исключеніемъ гири въ 400 граммъ, имѣющей на верхней и нижней плоскостяхъ по концентрическому углубленію въ 12 и 6 миллиметровъ диаметровъ, а на одной

изъ этихъ поверхностей еще и центральное углубленіе диаметромъ въ 8 миллиметровъ. Гирь этого разнѣса въ Главной Палатѣ принято обозначать:

$$1894 \frac{\text{PtIr}}{\text{P gr.}}$$

Гирь этого разнѣса, въ августѣ 1894 г. и въ май по июль 1895 г., были изучены О. П. Завадскимъ и В. Д. Сапожниковымъ. Плотность же гирь въ 400 грам. была сверхъ того двукратно опредѣлена въ ноябрѣ и декабрѣ 1894 г. В. Д. Сапожниковымъ и А. Н. Доброхотовымъ.

Полученные при изученіи гирь результаты показаны въ слѣдующей таблицѣ:

Обозначеніе гирь.	Истинный вѣсъ въ пустотѣ въ граммахъ.	Плотность при 0°/4° Ц.	Размѣры въ миллиметрахъ.		
			Диаметръ.	Высота.	
1894 $\frac{\text{PtIr}}{\text{P gr.}}$	Грам-моль.				
	400	400,880561	21,50467	22,9	46,6
	300	300,425280	21,51401	22,8	34,6
	200	200,632272	21,51903	22,8	23,1
	100	100,846089	21,51425	23,1	11,3
	40	40,000036	21,48853	4,0	148,0
	30	30,000041	21,51201	4,0	112,0
	20	20,000006	21,52286	4,0	74,8
	10	10,000033	21,51424	4,0	37,9
	4	3,999987	21,50357	1,3	140,0
	3	3,000009	21,54018	1,2	113,5
	2	1,999961	21,72812	1,3	71,2
1	1,000040	21,51039	1,3	34,7	

Въ инвентарѣ Главной Палаты разнѣса этотъ значится подъ № 420.

Примечаніе. Истинный вѣсъ платино-иридіевыхъ гирь съ п^о 28 по п^о 32 включительно показанъ первоначальный, въ томъ состояніи гирь, въ какомъ онѣ были доставлены изъ Лондона въ Главную Палату. Затѣмъ означенныя гирь, за исключеніемъ гирь отъ 40 гр. до 1 гр. были подогнаны болѣе или менѣе близко къ истиннымъ номинальнымъ величинамъ и въ настоящее время (май 1895 г.) вновь изучается ихъ истинный вѣсъ на новыхъ вѣсахъ Неметта, Руврехта и Эрлинга.

п^о 33. Золотой русскій фунтъ, изготовленный въ 1894 г. въ С.-Петербургѣ на Монетномъ дворѣ изъ монетнаго сплава, имѣеть форму прямаго цилиндра, діаметръ котораго = 30,8 миллиметра, а высота = 32,4 миллиметра. На плоскости верхняго основанія цилиндра навесены въ Экспедиціи заготовленія государственныхъ бумагъ, посредствомъ пантиграфа, легкія изображенія вензеля нынѣ царствующаго Государя Императора $\left[\begin{array}{c} \text{—} \\ \text{—} \\ \text{—} \end{array} \right]$ и 1894 г. Въ ноябрѣ 1894 года найдены В. Д. Сапожниковымъ и А. Н. Доброхотовымъ: истинная величина фунта въ пустотѣ = 409, 643750 гр. и плотность его при 0°/4° Ц. = 17,0885.

Принятое въ Главной Палатѣ обозначеніе этого фунта:

$$1894 \frac{\text{Au}}{1 \text{ ф.}}$$

По инвентарю Палаты фунтъ этотъ значится подъ № 389.

№ 34. Золотой фунтовый разновѣсъ состоящій изъ одиннадцати цилиндрическихъ гирь: 48, 24, 12, 6, 3, 2 и 1 золотниковъ, 96, 48, 24 и 12 долей и пяти въ видѣ четырехугольных пластинокъ гирь: 6, 3, 2, 1 и 1 долей. Гирь этого разновѣса изготовлены въ 1894 году въ С.-Петербургѣ, на Монетномъ дворѣ, изъ монетнаго сплава. Пять изъ поименованныхъ гирь: 48, 24, 12, 6 и 3 золотниковъ обозначены въ Экспедиціи заготовленія государственныхъ бумагъ, посредствомъ пастографа, легкими изображеніями короны и 1894 года. Остальныя гирь безъ знаковъ.

Принятое въ Главной Палатѣ обозначеніе гирь этого разновѣса:

$$1894 \frac{\text{Au}}{\text{п. з.}} \text{ и } 1894 \frac{\text{Au}}{\text{п. дл.}}$$

Размѣры гирь показаны въ слѣдующей таблицѣ:

Обозначеніе гирь.		Размѣры въ миллиметрахъ.	
		Диаметръ.	Высота.
1894 $\frac{\text{Au}}{\text{п. з.}}$	Золотники		
	48	19,8	39,5
	24	19,8	19,6
	12	19,5	10,1
	6	9,9	19,5
	3	10,0	9,7
	2	5,8	19,0
	1	5,7	10,0
	Доли.		
	96	2,6	50,3
	48	2,5	25,2
1894 $\frac{\text{Au}}{\text{п. дл.}}$	24	1,3	50,1
	12	1,3	25,7
		Ширина.	Длина.
	6	10,2	10,5
	3	8,7	8,7
	2	7,0	6,9
	1	5,8	5,9
	1	5,6	5,6

Разновѣсъ этотъ, по инвентарю Главной Палаты, значится подъ № 390.

№ 35. Бронзовый фунтовый разновѣсъ изготовленный въ 1893 г. въ С.-Петербургѣ механикомъ Ефимовымъ. Разновѣсъ этотъ состоитъ изъ четырехъ цилиндрическихъ гирь: 4, 3, 2 и 1 фунтовъ.

Принятое въ Главной Палатѣ обозначеніе этихъ гирь:

$$\text{Еф.} \frac{\text{CuSn}}{\text{п. фи.}}$$

Въ юлѣ 1894 года гири этого разновѣса были изучены $\Theta.$ П. Завадскимъ и В. Д. Саножниковымъ. Полученные результаты показаны въ слѣдующей таблицѣ:

Обозначеніе гирь.	Истинный вѣсъ въ пу- стотѣ въ граммахъ.	Плотность при 0°/4° Ц.	Размѣры въ миллиметрахъ.	
			Диаметръ.	Высота.
Еф. $\frac{\text{CuSn}}{4 \text{ фн.}}$	1638,060482	8,2076	63,4	63,4
Еф. $\frac{\text{CuSn}}{3 \text{ фн.}}$	1228,553697	8,1676	57,8	57,6
Еф. $\frac{\text{CuSn}}{2 \text{ фн.}}$	819,032518	8,1422	50,6	50,2
Еф. $\frac{\text{CuSn}}{1 \text{ фн.}}$	409,515624	8,2407	40,0	40,0

По инвентарю Главной Палаты разновѣсъ этотъ значится подъ № 362. п° 36. Бронзовый фунтовый разновѣсъ изготовленный въ 1894 г. въ С.-Петербургѣ механикомъ Горичевымъ. Разновѣсъ этотъ состоитъ изъ четырехъ цилиндрическихъ гирь: 4, 3, 2 и 1 фунтовъ. На плоскости верхняго основанія гирь вырѣзаны номинальный ихъ вѣсъ и фамилія мастера. Въ Главной Палатѣ принято обозначать гири этого разновѣса:

$$\text{Гор. } \frac{\text{CuSn}}{n \text{ фн.}}$$

Въ юлѣ 1894 года гири этого разновѣса были изучены $\Theta.$ П. Завадскимъ и В. Д. Саножниковымъ. Полученные ими результаты показаны въ слѣдующей таблицѣ:

Обозначеніе гирь.	Истинная величина въ пустотѣ въ граммахъ.	Плотность при 0°/4° Ц.	Размѣръ въ миллиметрахъ.	
			Диаметръ.	Высота.
Гор. $\frac{\text{CuSn}}{4 \text{ фн.}}$	1638,220775	8,6748	62,1	62,6
Гор. $\frac{\text{CuSn}}{3 \text{ фн.}}$	1228,627228	8,6650	56,5	56,7
Гор. $\frac{\text{CuSn}}{2 \text{ фн.}}$	819,073606	8,6689	49,4	49,5
Гор. $\frac{\text{CuSn}}{1 \text{ фн.}}$	409,584063	8,6853	39,3	39,3

По инвентарю Палаты разновѣсъ этотъ значится подъ № 401. п° 37. Бронзовый граммовый разновѣсъ, изготовленный въ 1893 г. въ С.-Петербургѣ механикомъ Ефимовымъ, состоитъ изъ тринадцати цилиндрическихъ съ головками гирь: 1000, 500, 200, 100, 100, 50, 20, 10, 10, 5, 2,

2 и 1 граммовъ. У краевъ верхнихъ поверхностей цилиндровъ вырѣзаны цифры, обозначающія номинальный вѣсъ гири.

Принятое въ Палатѣ обозначеніе гири этого разновѣса:

$$\text{Еф. } \frac{\text{CuSn}}{\text{р. в.}}$$

Въ маѣ и іюні 1894 г. гири эти были изучены Ө. П. Завадскимъ и В. Д. Саножниковымъ. Полученные ими результаты показаны въ слѣдующей таблицѣ:

Обозначеніе гири.	Поправки въ миллиграммахъ.	Вѣсъ въ граммахъ въ пустотѣ.	Плотность при 0°/4° въ пустотѣ.	Объемъ гири при t°C, при началъ куб. коэфф. расширения бронзы = 0,00005268.	Размеры въ миллиметрахъ.			
					Диаметръ цилиндра.	Высота цилиндра.	Общая высота.	Диаметръ головки.
1000 гр.	+32,1627	1000,032,1627	8,1637	122,6137 + 0,006453 (t° - 18°)	52,5	52,4	80,8	57,8
500 "	+13,7328	500,013,7328	8,2724	60,5009 + 0,003184 "	41,3	41,5	66,2	21,6
200 "	+ 5,8348	200,005,8348	8,4316	23,7435 + 0,001250 "	30,6	29,9	47,1	15,7
100 "	+ 3,4923	100,003,4923	8,5464	11,7123 + 0,000616 "	23,8	24,0	38,9	13,0
100 "	+ 3,7568	100,003,7568	8,5367	11,7257 + 0,000617 "	23,7	24,1	39,1	13,1
50 "	+ 2,7042	50,002,7042	8,6308	5,7990 + 0,000305 "	19,2	18,6	29,7	10,0
20 "	+ 1,8058	20,001,8058	8,5544	2,3404 + 0,000123 "	14,0	13,4	22,5	6,3
10 "	+ 1,2100	10,001,2100	8,6508	1,1672 + 0,000061 "	11,1	11,0	17,5	5,4
10 "	+ 0,9428	10,000,9428	8,6349	1,1593 + 0,000061 "	11,2	10,7	17,2	5,2
5 "	+ 0,5382	5,000,5382	8,6756	0,5769 + 0,000030 "	8,8	8,9	13,8	4,5
2 "	+ 0,1308	2,000,1308	8,6762	0,2307 + 0,000012 "	6,6	6,2	10,5	3,6
2 "	+ 0,0576	2,000,0576	8,5814	0,2333 + 0,000012 "	6,5	6,3	10,5	3,4
1 "	- 0,2448	0,999,7852	8,5598	0,1169 + 0,000006 "	5,2	5,1	8,2	2,7

По инвентарю Палаты гири этого разновѣса значатся подъ № 361.

13. Ходъ работъ по возобновленію прототиповъ или образцовыхъ мѣръ длины и вѣса.

Въ 1893 г. одновременно съ разсмотрѣніемъ проекта учрежденія Главной Палаты Мѣръ и Вѣсовъ, Его Высочайшее Указаніе г. Министръ Финансовъ С. Ю. Витте внесъ на благоумереніе Государственнаго Совѣта и на Высочайшее Указаніе Министерства Финансовъ о своевременности возобновленія основныхъ прототиповъ мѣръ длины и вѣса, такъ какъ нынѣ существующіе прототипы, устроенныя, сообразно Именному указу отъ 14 октября 1835 г., около 60-ти лѣтъ тому назадъ, не могутъ по своему качеству отвѣчать современнымъ требованіямъ, не представляютъ полныхъ гарантій неизмѣнности и не имѣютъ законодательныхъ, отдѣльно хранимыхъ, основныхъ копій, что достигнуто во всѣхъ нынѣшнихъ странахъ при возобновленіи прототиповъ, совершенною повсюду въ послѣднія десятилѣтія. Такое мнѣніе г. Министра Финансовъ, одобренное Государственнымъ Совѣтомъ, удостоилось утвержденія Его Императорскихъ Высочайшихъ Величествомъ 8 іюня 1893 г. вмѣстѣ съ Положеніемъ о Главной Палатѣ.

Такимъ образомъ первое, и во всѣхъ отношеніяхъ основное—дѣло новаго учрежденія должно было состоять въ осуществленіи указанного возобновленія прототиповъ. Предполагается устроить четыре образца мѣръ длины, назначая основною единицею аршинъ, и четыре образца мѣръ вѣса (массы), считая за единицу фунтъ, а когда они будутъ готовы и взаимно слѣчены со всею возможною точностію, предполагается избрать по одному изъ нихъ въ качествѣ главныхъ прототиповъ, по одному образцу хранить въ особо безопасномъ мѣстѣ, подобно тому, какъ въ Англіи основныя копіи (ярда и фунта) хранятся запечатанными въ зданіи парламента, или какъ во Франціи самыя прототипы (метръ и килограммъ) хранятся въ государственномъ архивѣ; по два же остальныхъ образца назначаются для основныхъ работъ Главной Палаты, какъ учрежденія, долженствующаго сохранять въ государствѣ «единообразіе, вѣрность и взаимное соотвѣстіе» мѣръ и вѣсовъ.

Прежде чѣмъ начать то, что сдѣлано Палатою до сихъ поръ для достиженія указанной цѣли, считаю необходимымъ обратить вниманіе на нѣкоторые соображенія и обстоятельства, которыя должно принять во вниманіе.

При возобновленіяхъ прототиповъ, совершавшихся ранѣе въ Россіи и другихъ странахъ, основную задачу составлялъ воспроизведеніе въ новыхъ,

возможно болѣе совершенныхъ, чѣмъ прежде бывшіе, образцахъ прежнихъ прототиповъ, чтобы чрезъ возобновленіе не нарушились основы принятой системы. Такъ, въ 1835 г. новый прототипъ фунта устроенъ по равенству съ фунтомъ 1747 г. (см. стр. 1, вынос. 2), а прототипъ длины устроенъ, какъ указано еще Императоромъ Петромъ Великимъ, согласно съ тѣмъ, чтобы сажень равнялась «7 настоящимъ англійскимъ футамъ, съ раздѣленіемъ на 3 аршина», какъ сказано въ Имелпоузъ указѣ 1835 г. октября 11-го. Полтону, при предстоящемъ возобновленіи слѣдовало новый прототипъ фунта исполнить такъ, чтобы онъ представлялъ равенство съ нынѣ хранящимъ прототипомъ фунта (см. Первый перечень, «Временникъ», ч. 1, стр. 89), тѣмъ болѣе, что прежняго прототипа, т. е. золочеваго фунта коветнаго двора 1747 г. на лицо не оказалось, а тѣ золоченыя (назъ мѣднаго сплава) копіи его, которыя академикъ Кунферъ несомнѣнно случалъ съ прежнимъ (1747 г.) прототипомъ, хотя отысканы въ ииушествѣ, полученномъ Гл. Палатою, но оказались отчасти измѣненными своей вѣсъ, какъ можно было ожидать по ихъ вышнему виду (см. Второй перечень, «Времен.» , часть 2, стр. 149 и 150). Что же касается до основнаго прототипа русскаго фунта, то онъ по качеству своего матеріала (платина), по своей уковрѣ въ плотный латунный футляръ, выложенный внутри плюшемъ и по тому тканію, съ которымъ сохранялся, представляетъ много гарантій своей полной неизмѣнности, тѣмъ болѣе, что онъ вовсе не употреблялся для слученій. Это послѣднее видно изъ того, что академикъ Кунферъ, изготовляя основныя копіи фунтовъ, разосланныя въ различныя учрежденія Имперіи, пользовался вспомогательными золочеными фунтами, какъ видно въ сочиненіи: *Travaux de la Commission pour fixer les mesures et les poids de l'Empire de Russie. Redigé p. A. T. Kupfer, p. 399*; бывший же послѣ академикъ Кунфера хранителемъ мѣръ и вѣсовъ генералъ В. С. Глуховъ, на основаніи соображеній, развитыхъ нигъ въ печатномъ его сочиненіи подъ заглавіемъ: «Докладъ Высочайше утвержденной Комиссіи для преобразованія Дѣно образцовыхъ мѣръ и вѣсовъ» (1 окт. 1875 г.) (стр. 2—4), пользовался для выѣрка русскаго фунтовъ образцовымъ англійскимъ фунтомъ («Временникъ», ч. 1, стр. 90, н° 2), для котораго Кунферъ устанавливалъ соотношеніе въ русскому фунту. Кроиъ того, когда я принималъ образцы мѣръ и вѣсовъ отъ генерала Глухова, онъ передалъ мнѣ, что только однажды въ 1875 г., выѣстъ съ В. П. Тимирязевымъ и О. П. Завадскимъ, онъ принялъ платиновый прототипъ русскаго фунта—именно для опредѣленія его удѣльнаго вѣса («Временникъ», ч. 1, стр. 90), а затѣмъ, высушивъ оный подъ колоколомъ воздушнаго насоса до постояннаго вѣса, не принявъ этотъ прототипъ, храни его выѣстъ съ другими образцами въ негорючей кладовой зданія Главной Палаты (и бывшаго Дѣно образцовыхъ мѣръ и вѣсовъ). Эти обстоятельства даютъ право полагать, что ииѣющийся платиновый прототипъ русскаго фунта не имѣлъ возможности измѣнить своей вѣсъ со времени его устройства, и застаиляеть при возобновленіи прототипа фунта держаться исключительно того вѣса, который имѣется въ существующемъ прототипѣ фунта, тѣмъ болѣе, что никакой законной копіи этого фунта не имѣется. По отношенію же къ возобновленію прототипа линейныхъ мѣръ не подлежало сомнѣнію, что возобновленіе прототипа должно было основанъ на истинной длинѣ англійскаго фута, а не на чемъ либо иномъ, тѣмъ болѣе, что ииѣющийся прототипъ длины («Временникъ», ч. 1, стр. 95, перечень н° 6) въ

видѣ шести платиновыхъ полосъ, расположенныхъ на поверхности мѣднаго цилиндра, не имѣетъ дѣленій на аршины и не представляетъ достаточныхъ гарантій относительно своей неизмѣнности, такъ какъ нѣтъ убѣжденія въ томъ, что платиновыя полосы свободно могутъ двигаться (при температурныхъ же перепадахъ это движеніе необходимо) въ своихъ латуново-мѣдныхъ пазахъ. Поэтому при возобновленіи прототипа длины слѣдовало прямо исходить изъ англійскихъ ярдовъ, основаніемъ для которыхъ служатъ, какъ известно, ярды, равный тремъ футамъ или 36 дюймамъ, тогда какъ аршинъ равенъ 28 дюймамъ.

Два вышеозначенныя соображенія опредѣляютъ тотъ образъ дѣйствій, которыми слѣдовало совершить при возобновленіи прототиповъ. Прототипъ фута слѣдовало производить на основаніи современнаго прототипа, нѣбующаго въ Главной Палатѣ, для прототипа же длины слѣдовало, во-первыхъ, получить возможно точно слѣдующую копію ярда, какой въ Палатѣ не имѣется, а во-вторыхъ, найти истинную длину аршина, исходя изъ ярда.

Другой рядъ соображеній, касающихся до возобновленія, относится къ матеріалу и формѣ прототиповъ. При каждомъ возобновленіи естественно было и всегда стремились извѣстные матеріалы замѣнить мѣхе способными ко всякаго рода перепадамъ, а потому мѣдъ и желѣзо первыхъ прототиповъ замѣнялись водъ концѣ платиною, а въ послѣднее время, по предложенію, сдѣланному Генр. С. К. Девиллежъ въ началѣ 70-хъ годовъ, при обсужденіи матеріала для возобновлявшихся метра и килограмма, стали примѣнять сплавленную иридиевую платину, содержащую 90% платины и 10% иридія, потому что этотъ сплавъ не только химически чрезвычайно неизмѣчивъ (даже болѣе, чѣмъ платина, потому что на нее царская водка дѣйствуетъ легче, чѣмъ на ее сплавы съ иридиемъ), но и въ механическомъ смыслѣ пригоднѣе платины для прототиповъ, такъ какъ тугоплавче, тверже и упруге самой платины, а потому предметы изъ этого сплава лучше сохраняются въ неизмѣнномъ видѣ. Но примѣненіе иридиевой платины опредѣленнаго состава представляетъ существенное неудобство изъ томъ отношеніи, что однородный сплавъ этотъ, будучи новымъ и дорогимъ (по высокой цѣнѣ чистой платины и по рѣдкости чистаго иридія) веществомъ, находящимъ мало другихъ практическихъ примѣненій, производится исключительно одною лондонскою фирмою Johnson-Matthey, а при требованіи того количества (около 12 килограммовъ), которое нужно для возобновляемыхъ русскихъ прототиповъ, могла встрѣтиться препятствія и замедленія, опредѣляемая тѣмъ, что партія заготовки не такъ велика, чтобы при ея полученіи можно было окупить всѣ необходимыя расходы, сопряженные съ тщательною заготовкою составныхъ частей (чистой платины и чистаго иридія) и въ то же время не столь мала, чтобы можно было воспользоваться случайными запасами необходимыхъ металловъ, нѣбующихся у производителей. По этой причинѣ, при первоначальномъ проектированіи заготовки прототиповъ предполагено было сдѣлать ихъ или изъ чистой сплавленной платины¹⁾, или изъ ея вышеуказаннаго сплава съ ири-

¹⁾ Существующіе русскіе прототипы — сажени и фута, палъ и первоначальныя метръ и килограммъ, сдѣланы изъ платины не сплавленной (потому что прежде не могла плавить платину въ большихъ количествахъ — способъ для этого найденъ былъ лишь въ среднѣе ея столѣтіи Г. С. Б. Девиллежъ), а только свитой сплавленіемъ и ковкою. Такая платина не можетъ быть

дѣль, если можно будетъ отыскать его въ достаточномъ количествѣ и въ надлежащей степени чистоты и однородности за цѣну не чрезъ-чуръ высокую. При этомъ предположено было, ради желаннаго совершенства подобноименныхъ прототиновъ и другихъ очевидныхъ удобствъ, взять только въ такомъ случаѣ иридисную платину, когда она будетъ представлять полное сходство по составу и свойствамъ съ тѣмъ сплавомъ, который приѣмленъ для производства международныхъ килограммовъ и метровъ, по одному образцу которыхъ иѣется и въ Главной Палатѣ («Временникъ», часть I, Перечень, н° 5, стр. 94 и н° 11 стр. 99), брать же сплавъ другого случайнаго состава не предполагалось, потому что тогда исчезла бы главная выгода, состоящая въ единообразіи матеріаловъ нашихъ и метрическихъ прототиновъ, и въ этомъ случаѣ предположено предпочесть чистую платину. Въ случаѣ ея приѣмленія, расчетъ показывалъ, что для прототипа аршина, придавъ ему сѣченіе такого же размѣра, какъ у метровъ, получилась бы почти такая же малая степень гибкости (жесткость), какая свойственна метрамъ изъ иридисной платины, и въ отношеніи къ прототипамъ фунта изъ чистой платины нельзя было иѣть особыхъ опасеній относительно большей мягкости такого металла, сравнительно съ иридисной платиною, по той причинѣ, что отъ приѣмленія для обычныхъ взвѣшиваній (когда гири берутъ соответственными щипцами и ставятъ прямо на чашку вѣсовъ) немного увеличивается вѣсъ всякой гири (отъ стиранія), хотя бы и изъ иридисной платины¹⁾, что и объясняется, во-первыхъ, къ тому, чтобы взвѣшиванія производить, ставя гири на особые подставки изъ стекла или горнаго хрустала (это избавляетъ отъ треній, неизбежныхъ при перенесеніи или переладкѣ гири съ одной чашки на другую), и, во-вторыхъ, какъ можно рѣже пользоваться самими прототипами, а при иѣвать взвѣснннхъ коннн, причѣмъ твердость матеріала самой гири получаетъ лишь второстепенное значеніе. Такимъ образомъ окончательный выборъ матеріала для прототиновъ—между иридисною и чистою платиною—при проектированіи возобновленія не былъ окончательно рѣшенъ, и предстояло первоначально собрать надлежащія свѣдѣнія о томъ, съ какими трудностями по времени, вѣсту и цѣнности сопряжено будетъ приѣмленіе того или другаго изъ названныхъ матеріаловъ. Здѣсь же уиѣстно упоминаеть о томъ, что для прототиновъ гири весьма полезно воспользоваться золотымъ полетнымъ сплавомъ, иѣтъ въ виду не только то, что этотъ сплавъ, вѣроятно, столь же мало иѣтъиченъ, въ химическомъ смыслѣ, какъ и платина или ея сплавы, но и

механически нѣтъ однородною, и потому являясь на видъ обыкновенно иѣтъли иѣтъичнѣе, хотя и малые, но несомнѣнные пороки (неоднородность, неравнообразность плотности и т. п.). Ииѣтъ, когда платина плавится въ любыхъ количествахъ, можно требовать отъ ея иѣтъичнѣе такой же однородности, какъ отъ сплава ея съ иридисомъ или какъ отъ золота и т. п. Поэтому ииѣтъ или сплавенной платины можно ждать изготовленія очень однородныхъ предметовъ и въ этомъ отношеніи чистая платина представляетъ некоторые преимущества передъ иридиснымъ сплавомъ: легкость полученія, химическую однородность, низкую температуру плавленія и меньшую цѣнность.

¹⁾ Какъ въ томъ убѣждаются не только прямые данныя, полученныя въ Главной Палатѣ для гири иридисной платины, означенныхъ въ перечнѣ подъ н° 4 («Врем.» I, 92), но и убывъ вѣса въ концѣ прототипа англійскаго торговаго фунта, приѣмляемаго для взвѣшиваній, какъ указано въ предисловіи къ I ч. «Временника», стр. IV, шлоска 3.

то, что гири изъ золотого монетнаго сплава¹⁾, легко подучался, представляють немаловажное удобство при взвѣшиваніи золотыхъ монетъ, такъ какъ при равенствѣ плотностей не требуется вводить поправку на вѣсъ вытѣсненнаго воздуха, а взвѣшиваніе золотыхъ монетъ при ихъ приѣмѣ и производствѣ составляетъ одинъ изъ тѣхъ случаевъ, при которыхъ требуется въ практикѣ, особенно при приѣмѣ сразу большихъ массъ, наивысшая возможная точность. Но вводить монетный золотой сплавъ для всѣхъ прототиповъ представлялось рискованнымъ по новости приѣма, а потому, въ видѣ опыта, предположено было вкѣстѣ съ основными платиновыми прототипами заготовить лишь одинъ фунтъ (и его подраздѣленія) изъ монетнаго золотого сплава.

Въ отношеніи къ формѣ прототипа и основныхъ копій фунта предположено держаться формы близкой къ той, которую имѣетъ современный прототипъ фунта, т. е. сдѣлать цилиндръ, діаметръ котораго почти равенъ высотѣ, а острые края немного округлены. Для подраздѣленій же фунта, равно какъ и для подраздѣленій килограмма (необходимыхъ спутниковъ прототиповъ) предположена, однако, новая форма, а именно цилиндровъ или проволокъ разной, но ограниченной длины, что представляетъ слѣдующія важныя удобства: 1) при выдѣлкѣ изъ одного цилиндра или изъ одной проволоки вѣсколькихъ гирь можно предполагать во всѣхъ нихъ почти одинаковую плотность, чего не можетъ быть и не бываетъ въ дѣйствительности тогда, когда каждая гиря выдѣлывается отдѣльно, а однообразная плотность гирь гарантируетъ удобство и вѣрность введенія поправокъ по взвѣшиванію въ воздухѣ, такъ какъ они опредѣляются въ зависимости отъ удѣльнаго вѣса матеріала гирь. 2) Гирь разнаго (кратнаго) вѣса при одномъ діаметрѣ весьма легко отличаются между собой по своей длинѣ, а потому не требуютъ соответственныхъ надписей, которыя не только легко даютъ поводъ къ ошибкамъ при записи, но и представляютъ важный недостатокъ гравированныхъ на поверхности углубленій, гдѣ задерживается пыль, изымающая вѣсъ и требующая очищенія промывкою, что сопряжено съ неудобствомъ, рискомъ и напрасною тратою времени. 3) Расположеніе гирь въ соответственныхъ ящикахъ для хранения, перенесеніе ихъ и положеніе на чашкахъ вѣсовъ, если тѣ и другія снабжены надлежащими приспособленіями (такъ чтобы цилиндры лежали горизонтально, опираясь на двѣ точки, отстоящія отъ концовъ пріямъ на $\frac{1}{4}$ длины), весьма сильно облегчается. 4) Не мало важно при многократныхъ точныхъ взвѣшиваніяхъ и то, что вышняя поверхность каждой лежащей цилиндра гири остается все время видною, тогда какъ при обычной формѣ гирь (когда онѣ въ ящикѣ и на чашкахъ вѣсовъ стоятъ на своей нижней плоскости) на нижней ихъ поверхности могутъ оставаться приставшіе частички не замѣченными. Въ такомъ видѣ и выполнены вновь заготовленные подраздѣленія фунта и килограмма, какъ видно изъ перечня, помѣщеннаго въ этой части «Временика» (стр. 152, и н^о 31 и 32). Для подраздѣленій избрано двѣ системы: фунтовая и десятичная. Первая основана на подраздѣленіи, по возможности, въ 2 раза, напр., золотники: 48, 24, 12, 6, 3, 2, и 1 зол., тоже и для долей. Сумма гирь золотниковъ при этомъ

¹⁾ А это ведетъ къ тому, что дѣаность гирь изъ монетнаго сплава можетъ быть невелика. Въ прежнее время платина стояла гораздо дешевле золота, нынѣ же цѣна платины, какъ известно, поднялась, и матеріальная стоимость лагатурнаго золота выше, чѣмъ чистой сплавленной платины въ двѣ.

равна фунту, безъ необходимости добавки суммы долей, и сумма долей равна 1 золотнику. А такъ какъ ни одна гиря здѣсь не повторяется, то избѣгаются одноименныя гири, которыя встрѣчаются столь часто въ обычныхъ подраздѣленіяхъ гирь¹⁾, затрудняя запись и часто служа поводомъ къ ошибкамъ. Для удовлетворенія тѣмъ же требованіямъ, а именно, чтобы небыло одноименныхъ гирь и чтобы сумма гирь данного порядка равнялась (могла быть сравниваема на вѣсахъ) единицѣ высшаго порядка, при десятичномъ счетѣ вѣсовъ (напр. для подраздѣленій «долей» фунта или для подраздѣленій килограммова вѣса) избрана система, состоящая изъ гирь: 4, 3, 2 и 1, потому что при этомъ имѣть повторенія (а слѣдовательно и поводомъ къ сжѣщенію) одноименныхъ гирь и сумма: $4 + 3 + 2 + 1 = 10^2$, а это облегчаетъ вывѣрку системы гирь, что составляетъ важную, сложную и долговременную операцію, которую въ учрежденіяхъ, подобныхъ Главной Палатѣ, приходится производить часто и съ большими тѣнями, причѣмъ всякій видъ облегченія имѣеть свою цѣнность.

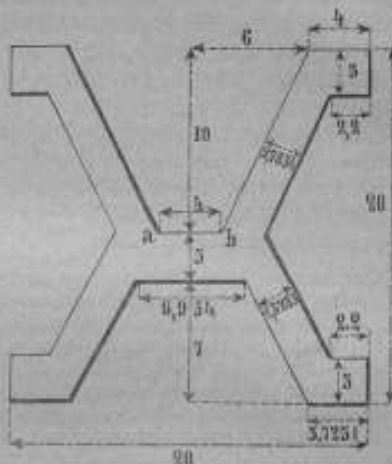
Въ отношеніи къ прототипамъ длины предположено всѣ мѣры сдѣлать варіанты (à traits), такъ какъ онѣ представляютъ болѣе, чѣмъ концевыя мѣры (à bouts), гарантію сохранности въ неизвѣстной видѣ (ибо при пользованіи концевыми мѣрами концы ихъ могутъ стираться) и такъ какъ современные прототипы метра, ярда и сажени также относятся къ числу варіантовъ. Изъ четырехъ образцовъ, три предположено сдѣлать длиною въ 1 аршинъ между чертами съ добавкою по концамъ по 5 мм., т. е. всего около $72\frac{1}{2}$ сант. каждая. На четвертой же образцовой мѣрѣ, называемой для предстоющихъ Главной Палатѣ компарацій и нахожденія отношеній русскихъ мѣръ съ англійскими и французскими, предположено нанести пять сажени, аршинъ, его подраздѣленія, ярдъ и метръ, также съ подраздѣленіями, чтобы можно было мѣру эту компарировать не только съ тремя остальными, но и съ метромъ и ярдомъ, что необходимо для самыхъ важныхъ работъ, представляющихся при возобновленіи, какъ о томъ упоминается далѣе. Поэтому эта четвертая мѣра длины должна имѣть между концами около 108 сантиметровъ. Въ отношеніи къ сѣченію названныхъ образцовыхъ мѣръ предположено имѣть слѣдовать предложенію, сдѣланному въ 1872 г. Треска и принятому для варіантовъ международныхъ метровъ, то есть придать мѣрамъ сѣченіе въ видѣ X съ выступами и съ открытою нейтральною²⁾ плоскостію (ab), называемою для вѣсенія дѣлений, при такомъ разбѣрѣ всего разрѣза, что онъ инвсивается въ квадратъ, стороны котораго равны 2-мъ сантиметрамъ,

¹⁾ Напр. 50, 20, 10⁴ и 10² гр., или 50, 20⁴, 20² и 10 гр., какъ встрѣчается у разныхъ мастеровъ, изготовляющихъ равновѣсы.

²⁾ Напр. вмѣсто подраздѣленій въ предшествующей выносѣ приведенныхъ: 40, 30, 20 и 10 гр.; число гирь тоже, но при сравненіи со 100 гр. въ системѣ 50, 20, 10, 10 пришлось бы добавить всѣ граммовыя гири, а при системѣ, набранной нами, этого не придется дѣлать. Сверхъ того легко показать, что при вѣшиваніяхъ грузовъ равнаго вѣса число примѣняемыхъ здѣсь гирь будетъ меньше, чѣмъ въ обычныхъ системахъ.

³⁾ Нейтральною плоскостію бруса или бруса, какъ извѣстно, называется, въ механическомъ ученіи о соотрѣвленіи матеріаловъ, такая продольная плоскость, которая, находясь въ срединѣ слѣдъ, при сгибаніи бруса или бруса не удлиняется и не сжимается, что происходитъ съ поверхностями слѣдовъ бруса. Нейтральная плоскость проходитъ чрезъ центръ тяжести поперечнаго сѣченія бруса или бруса.

какъ изображено (при увеличеніи почти въ $2\frac{1}{2}$ раза) изъ прилагаемыхъ рисункѣ разрѣза. Такая форма разрѣза представляетъ ту особую выгоду, что при малой площади сѣченія (а именно около 1,5 кв. сант.), а слѣдъ и при маломъ вѣсѣ, вѣра этой формы представляетъ большую жесткость во всѣхъ направленіяхъ, что гарантируетъ, при всякомъ положеніи вѣры, столь ничтожный изгибъ ея, что величина оного отъ собственного вѣса вѣры, даже при подрѣзѣ лишь съ концовъ, производить укорочиваніе разстояній метрическихъ дѣленій лишь на такіи малыя доли микроны ($\mu=0.001$ мм. = $= 0.000001$ метра), которыя не могутъ быть опредѣлены при современныхъ способахъ компарированія. Поэтому вопросъ о способахъ поддержки (на плоскости или въ двухъ, или многихъ точкахъ — на каткахъ) вѣры при компарированіи — самъ собою отпадаетъ, почти въ такой же мѣрѣ, какъ въ прототипахъ ярда, имѣющихъ форму бронзоваго бруса съ квадратнымъ сѣченіемъ въ 1 дюймъ или 2,5 сантиметра высотой и шириною, съ колодцами до нейтральнаго слоя. Преимущество новой формы сѣченія прототиповъ опредѣляется тѣмъ, что собственный вѣсъ вѣры, при большой ея жесткости, малъ, не смотря на большой удѣльный вѣсъ материала. Десять сантиметровъ длины вѣсы для вѣры, сдѣланной изъ бронзы удѣльного вѣса около 8,5, при сѣченіи $2,5 \times 2,5$ см. около 531 грам., а десять сантиметровъ вѣры съ сѣченіемъ X, какое изображено выше, при удѣльномъ вѣсѣ прудистой платины около 21,2, вѣсятъ около 320 грам., потому что вышеприведенные размѣры даютъ площадь сѣченія около 1,509 кв. сант.¹⁾ Жесткость (при одинаковомъ коэф. упругости материала) или частное изъ площади сѣченія на моментъ инерціи (для ярда отъ $J = 32550$, если для сѣченія X Треска = 5213) для ярдового сѣченія съ $1\frac{1}{2}$ раза болѣе, чѣмъ для сѣченія, предложеннаго Треска²⁾,



Поперечное сѣченіе образцовыхъ платинопродовыхъ нарѣзныхъ вѣръ длины. Размѣры даны въ миллиметрахъ, площадь сѣченія = 109 кв. мм. Дѣленія нанести на нейтральной плоскости *ab*.

¹⁾ Въ действительности, какъ показалъ Бенуа (*Travaux et mémoires*, VII, pag. 24, выписка), международные метры имѣютъ сѣченіе около 1,55 кв. сант.

²⁾ Коэффициентъ упругости E для перваго образца метра въ формѣ X опредѣленъ былъ Треска въ 1873 г. и оказался равнымъ $21,38 \times 10^8$ граммовъ на кв. мм. (впрямую, для не стожившей вѣры). Врощъ, а затѣмъ Бенуа поодино опредѣлили ту же величину. Бенуа дѣлать опредѣленіи или 1) центри стѣлку прогиба f мм. при нагрузкѣ (по среднимъ) P кил. при разстояніи опоръ l м. при моментѣ инерціи J (для сѣченія X изображеннаго на рисункѣ, по отношенію къ горизонтальной оси *ab* $J = 5213$) и имѣеть изъ многихъ опредѣленій $E = \frac{P}{48,7J} = 19700$ килограмм. на кв. мм., или 2) центриа компараторомъ сокращеніе разстоянія крайнихъ (на разстояніи 1 метра) линий, нанесенныхъ на верх-

а вѣсъ — при томъ же матеріалѣ — въ четыре раза меньше. Сверхъ того сѣченіе, изображенное выше, представляетъ ту выгоду, что всѣ части вѣры имѣютъ почти равновѣрную и малую толщину, около 3 миллим., что обезпечиваетъ быстрое принатіе всѣхъ частей вѣры температуры окружающей среды. Замѣтимъ, что въ сѣченіи отсутствуют острые углы и что нанесеніе дѣленій на довольно глубоко лежащую открытую нейтральную плоскость *ab* (отъ верхняго края вѣры до *ab* около 10 мм.), ширина которой около 4 мм., не только обезпечиваетъ сохранность нанесенныхъ линій отъ случайной порчи, но и ведетъ къ столь малому изгибленію разстояній между конечными точками — при изгибѣ отъ собственного вѣса, что эта перемѣна почти незамѣтна при сравнительныхъ средствахъ компарирования, тогда какъ при нанесеніи дѣленій на верхній край вѣры — при изгибѣ отъ собственного вѣса — разстояніе крайнихъ точекъ замѣтно (на 40 μ при разстояніи опоръ на 1 метръ) сокращается, какъ показываетъ теорія упругости¹⁾, съ чѣмъ согласуются и прямыя измѣренія, произведенныя Венуа надъ метрическими платиновырадастыми стержнями²⁾ изображеннаго сѣченія.

Сверхъ всего этого нельзя не обратить вниманія на то, что тщательнѣйшимъ

мѣръ край вѣры, подертой по ковшамъ, прачемъ Венуа получилъ $E = 19450$, что близко къ предыдущему числу, несомненно болѣе точному. Если же для приданной платины $E = 19700$ ^{никограм.} _{кв.миллима.}, то это значитъ, что при грузѣ въ

19700 микрогр. длина проволоки въ 1 кв. мм. сѣченія удвоилась бы или при грузѣ въ 19,7 микрогр. такая проволока упругимъ образомъ удлинилась бы на $\frac{1}{1000}$ дохоу начальной длины. Известно, что желѣзо и сталь имѣютъ близкіи къ этому коэф. упругости, мѣдь, латунь и цинкъ — въ два раза меньшіи, свинецъ же, олово и дерево въ 5 до 16 разъ меньшіи. Отсюда видно, что избранный для прототиповъ сплавъ платины съ пріемлемъ представляется прекрасными механическими качествами — въ отношеніи упругости.

¹⁾ Теорія упругости показываетъ, что величина изгиба f (стрѣлка прогиба) для горизонтально положенной вѣры отъ собственного ея вѣса P всегда пропорциональна величинѣ $f = k \frac{PL^3}{EJ}$, гдѣ L есть длина вѣры, а коэф. k измѣняется при перемѣнѣ точекъ опоры, сокращеніе же разстояній конечныхъ точекъ, нанесенныхъ на нейтральной поверхности, $\Delta L = k \left(\frac{P}{EJ} \right)^{\frac{1}{3}} L^{\frac{3}{2}}$. Значеніе коэффициента k , измѣняется съ положеніемъ (разстояніемъ) двухъ опоръ, на которыхъ лежатъ вѣра, и достигаетъ до наибольшей величины (0,054), при опорѣ съ двухъ крайнихъ концовъ, а наименьшей (k , около 0,0035) величинъ, когда разстояніе между опорами, какъ показало Бессель, составляетъ 0,559 L и опоры расположены симметрично. Подставляя соответственныя величины, Венуа и Брокъ (Trahaux et mémoires, T. VII, p. 70 и 28) рачисли для метрической вѣры указаннаго сѣченія въ первомъ случаѣ (опоры по концамъ) сокращеніе длины метра (погруженнаго въ воду), нанесеннаго на нейтральной плоскости = 0,14 μ , во второмъ (опоры на разстояніи 559 мм.) 0,0003 μ (см. Ibid., p. 70). Следовательно, если для опоры удалены отъ концовъ на нѣкоторое разстояніе (около $\frac{1}{2}$ всей длины), то сокращеніе незамѣтно мало, такъ какъ даже сотая доля микрогр. μ компараторомъ не измѣряются.

²⁾ Венуа также (Trahaux et mémoires, VII, pag. 31 и 32) прямимъ опытомъ, съ однимъ изъ метровъ (въ водѣ), что измѣненіе вѣста опоры, 1) для линій, нанесенныхъ на верхнюю край, замѣчается сокращеніемъ длины, достигающимъ до 40 μ на 1 метръ, 2) для линій, нанесенныхъ на нейтральной плоскости *ab*, замѣчается лишь такія малыя сокращенія (до 0,5 μ), которыя выдаютъ въ сравненіи компарированій.

опредѣленія расширенія для каждаго изъ 37 метровъ, изслѣдованныхъ и изготовленныхъ Международнымъ Бюро, показали, что придатая платина съ 10⁰/₁₀₀ прицѣи представляеть въ этомъ отношеніи величайшее однообразіе, такъ что можно принимать измѣненіе длины въ 1 метръ (при 0°) для температуры T, измѣренной по водородному термометру равнымъ:

$$8,65T + 0,001T^2 \text{ микровъ, или}$$

$$L_t = L_0 (1 + 0,00000865T + 0,00000001T^2).$$

Для T = 20° длина = 1 метру + 173,4 м, а по опыту наибольшая и наименьшая величины были + 174,3 м и + 172,9 м. Это показываетъ, что въ большинствѣ случаевъ, когда не требуется чрезвычайно большой точности (для м. до десятыхъ м), прямая линия Деваля, можно пользоваться при обыкновенной температурѣ вышеуказаннымъ среднимъ коэффициентомъ расширенія, что очень важно для упрощенія множества изслѣдованій.

Принятіе для мѣръ длины сѣченія Треска и слова Деваля, прямыхъ для международныхъ метровъ, обезпечиваетъ крохѣ того всѣ удобства для возможно точнаго сличенія нашихъ или англійскихъ мѣръ съ метрическими, особенно по той причинѣ, что къ четвертой мѣрѣ предположено навесеніе всѣхъ этихъ мѣръ сразу. При всякомъ же возобновленіи мѣръ, напримѣръ въ Россіи Комиссіею 1835 г. и особенно трудами акад. Купфера, становится естественнымъ и необходимымъ сличеніе мѣръ данного ряда съ остальными наибѣе важными, представленными въ подлинныхъ образцахъ или копіяхъ, точно сличенныхъ съ прототипами. Сравненіе русскихъ линейныхъ мѣръ съ иностранными много выигрываетъ отъ того, что наши мѣры по закону непосредственно связаны съ англійскими, которыя не только ранѣе всѣхъ иныхъ твердо установлены, но и сличены съ большинствомъ всѣхъ иныхъ мѣръ разныхъ странъ. Купферъ, въ цѣлированіи своемъ капиталномъ сочиненіи, то же сдѣлалъ по отношенію къ русскимъ мѣрамъ. Но, если сличеніе русскихъ мѣръ съ англійскими представляеть неизбежную необходимость по причинѣ равенства 1 сажени или 3-хъ прих. съ 7 англійскими футами или съ 2¹/₁₀ ярдами, то сличеніе съ метрическими мѣрами не менѣе настоятельно необходимо по причинѣ широкаго распространенія и удобствъ десятичныхъ метрическихъ способовъ измѣренія, а затѣмъ потому, что Россія съ самаго открытія въ 1870 г. парижскаго Международнаго Конвента приняла дѣятельное въ немъ участіе, а потому необходимо имѣть въ виду, что метрическія мѣры могутъ быть сопряжены дозволены къ факультативному принятію ихъ по закону, а потому, быть можетъ, и приняты въ нашей странѣ, подобно тому какъ приняты они, напр., Германіею. Притомъ метрическія прототипы въ подлинныхъ образцахъ международныхъ килограмма и метра имѣются въ Главной Палатѣ, и при изготовленіи этихъ образцовъ приняты наибѣе совершенные изъ нихъ извѣстныхъ способовъ копированія и измѣренія. А между тѣмъ ни купферовскія сравненія русскаго фунта съ килограммомъ, ни метра съ саженью, ни англійскія сравненія (см. «Временникъ», ч. I, предисловіе, стр. IV, выписка 1) метра съ ярдомъ не могутъ быть считаемы при настоящемъ состояніи метрологическихъ свѣдѣній, за окончательно установленныя, особенно потому:

1) что Купферъ производилъ свое сличеніе фунта съ килограммомъ чрезъ посредство побочной копіи русскаго фунта, а не при помощи современнаго

его прототипа, и пользовался коніями килограмма, выѣренными не съ большою точностію ¹⁾,

2) что для перехода отъ метра съ сажени онъ принялъ выводъ Котера (1 метръ = 39,37079 дюйм.), который при послѣдующихъ слученіяхъ не подтвердился, такъ что нѣтъ, на основаніи совокупности нѣющихъ данныхъ, вѣроятіе принять, что 1 метръ = 39,3700 дюйм. ²⁾,

3) что платиноиридовый прототипъ метра имѣетъ свою нормальную длину при 0°, а бронзовые прототипы ярдовъ при 16⁷/₈ Ц или 62° Ф., а потому прямые слученія (донныя лучшія слученія дѣлались при помощи коній метра и ярда, а не прямо съ прототипами, хотя бы одной изъ мѣръ, только въ нѣшнемъ году ведутся принятыя слученія) возможны только при знаніи коэффициентовъ расширенія съ большою точностію и лишь чрезъ расчеты, въ которыхъ участвуютъ температурныя показанія, а въ нихъ, какъ извѣстно (см. Времени. ч. 2, стр. 53), только за последнее время исчезаетъ сбивчивость, доходящая до десятыхъ долей градуса Цельсія, такъ что и самое понятіе о нормальной температурѣ 62° F. не представляетъ полной опредѣленности и требуетъ специальной выработки или соглашенія.

Такъ какъ четвертая изъ предположенныхъ мѣръ будетъ нѣтъ дѣленія какъ для метра, такъ и для ярда, то при ея помощи, сличая оную какъ съ метромъ, такъ и съ ярдомъ, можно будетъ установить искомое отношеніе ярда къ метру точнѣе, чѣмъ нѣмни болѣе обходными путями, какъ это дѣлалось донныя. Для этого слѣдовало нѣтъ въ Главной Палатѣ подлинную, хорошо сличенную съ основнымъ англійскимъ прототипомъ копію ярда, такъ какъ международный прототипъ метра уже нѣтъ въ Палатѣ. А чрезъ такое слученіе отношеніе русскихъ мѣръ къ метрическимъ должно установиться съ полною увѣренностію, какой донныя не существуютъ ³⁾.

Къ исполненію вышеизложенной программы возобновленія русскихъ прототиповъ было приступлено тотчасъ (1893) послѣ открытія Гл. Палаты мѣръ и вѣсовъ, но той причинѣ, что всѣ обычныя задачи новаго учрежденія находятся въ непосредственной связи съ возобновленіемъ прототиповъ, а оно сопряжено съ необходимостію доведенія всѣхъ пріемовъ метрологическихъ изслѣдованій до всей возможной степени точности, что неизбежно и должно занять все первое время небольшого персонала Палаты. Приступая къ возобновленію русскихъ прототиповъ, нѣтъ было извѣстно, что при всемъ богатствѣ техническихъ средствъ и всей подготовкѣ лицъ, занимавшихся возобновленіемъ ярда и фунта въ Англии, оно длилось тамъ, послѣ пожара Пар-

¹⁾ Онъ и получилъ два вывода, между собою близкіе, но далеко не одинаковыя. Въ т. I, стр. 331, Кирбегъ даетъ, что 1 илл. = 2 ф. 42 воз. 40,4 долямъ, или 22504,54 долямъ, а въ т. II стр. 414 даетъ, что 1 илл. = 22504,859 долямъ, разность = 14,17 милиграммамъ.

²⁾ Нѣтъ, какъ нѣтъ извѣстно и о чемъ я съ своей стороны много говорилъ въ бытность мою за границею, въ Международномъ Бюро ведутся конныя слученія ярда съ метромъ, а, быть можетъ, на предстоящей метрической конференціи 1895 г. вопросъ объ отношеніи ярда къ метру наконецъ выяснится.

³⁾ Такъ какъ моя записка и дѣйствіе казались съ начала 1894 г. къ достиженію точнаго слученія ярда съ метромъ, то я очень радъ тому, что нѣтъ это слученіе ведется въ Международномъ Бюро помимо насъ, но все же мнѣ его опредѣлить еще разъ въ Главной Палатѣ, когда будетъ нѣтъ не только метръ (онъ уже имѣется), но и ярдъ и полусаженную мѣру, на которой нарисованы ярдъ и метръ одновременно.

лиента, бывшаго въ 1834 году, до 1858 г., когда новые Imperial Standards были узаконены ¹⁾; возобновленіе Международнаго Бюро килограммовъ и метровъ, не смотря на содѣйствіе ученыхъ силъ и денежныхъ средствъ всѣхъ націй, длилось съ 1872 г. по 1889 г., когда прототипы распределялись между участвующими странами. Поэтому и не могъ надѣяться на очень быстрый ходъ всѣхъ дѣйствій, необходимыхъ при возобновленіи прототиповъ, но тѣмъ не менѣе считалъ возможнымъ, руководясь предшествующими опытами Россіи и другихъ странъ, настолько ускорить наше возобновленіе, на сколько позволяла ограниченность числа лицъ, служащихъ въ Палатѣ.

Въ составѣ лицъ Главной Палаты съ февраля 1894 г. (см. Временникъ, ч. I, предпол., стр. V) произошла измѣненія, опредѣлившіяся утратою старѣйшаго изъ инспекторовъ, высокоуважаемаго Антона Ивановича Скандера, который вмѣстѣ съ О. П. Завадкинымъ и В. Д. Сапожниковымъ уже началъ работу съ приведеніемъ въ должный порядокъ и полную извѣстность какъ ибсовъ, такъ и всякихъ гирь, находящихся въ Палатѣ. Тяжелая болѣзнь, постигшая А. И. Скандера и быстрая смерть лишили насъ сотрудничества этого прекраснѣйшаго дѣятеля, настойчиваго труженика, многосвѣдущаго ученаго и добраго друга.

Инспекторъ Палаты С. И. Ламанскій принялъ на себя, вмѣстѣ съ гг. лаборантами—В. В. Чепинскимъ, кончившимъ въ С.-Петербургскомъ Университетѣ и Н. П. Адамовичемъ, кончившимъ въ Юрьевскомъ Унив. и занимавшимся въ Технологическомъ Институтѣ — изученіе находящихся у насъ ибровъ длины. Изъ работъ этого рода, одна, касающаяся подраздѣленій ярда на дюймы, является въ этой части Временника (стр. 118). Ими же ведутся и другія текущія и основныя работы на компараторахъ. Основную задачу предварительныхъ работъ этого рода составляютъ: 1) полученіе истинной длины дюйма по длине ярда, что необходимо для полученія истинной длины аршина и 2) полученіе истинныхъ подраздѣленій метра, необходимыхъ для всякихъ измѣреній Палаты, въ работахъ которой уже приняты въ основу метрическія измѣренія. И безъ того трудныя и сложныя изслѣдованія этого рода ведутся какъ тѣмъ, что лицамъ, занятымъ ими, приходится пріобрѣсти полный навыкъ въ точнѣйшихъ измѣреніяхъ, такъ и тѣмъ, что находящиеся въ Палатѣ компараторы, стараго устройства, представляютъ мало удобствъ для того рода работъ, которыя необходимо здѣсь выполнять. Но благодаря предпринятымъ усиліямъ и многократнымъ проверкамъ, мы надѣемся не только своевременно (по времени прибытія въ Палату новыхъ русскихъ прототиповъ) произвести всѣ необходимыя предварительныя работы, но и достигнуть въ нихъ всей возможной нынѣ степени точности, требуемой важнымъ значеніемъ на все послѣдующее время предпринятыхъ изслѣдованій, ибо безъ нихъ не можетъ быть должной уѣренности въ ходѣ всѣхъ измѣреній длины, множество которыхъ предстоитъ Главной Палатѣ ибру и ибсовъ.

¹⁾ Пятый и послѣдній отчетъ о возобновленіи (подъ названіемъ Fifth report of the Commissioners etc. 1891), явился лишь въ 1871 г., первый же рапортъ, подъ заглавіемъ: Report of the Commissioners appointed to consider the steps to be taken for Restoration of the Standards of weight and measure; presented to both of Parliament of Her Majesty—явился въ 1841 г. Заурядными конн Imperial Standards въ Парламентѣ рѣшено издаваніе закона 1872 г., по которому въ 1893 г. онъ въ первый разъ принимался для свѣденія.

Исправляющимъ должность втораго Инспектора Палаты, послѣ смерти А. И. Скндера, сдѣлался О. П. Завадскій, съ 1875 года состоявшій помощникомъ Хранителя мѣръ и вѣсовъ, а при учрежденіи Палаты бывшій Повѣрителемъ. Онъ и В. Д. Саложниковъ всецѣло посвятились вѣсамъ, извѣшваніямъ, сравненію гирь, установкѣ новыхъ вѣсовъ, о которыхъ далѣе будетъ сказано, и имѣлъ съ мастеровъ г. Мельзасомъ заглянись очень деликатнымъ дѣломъ отдѣлки и пригонки полученныхъ новыхъ гирь къ истинному вѣсу. Эта сторона дѣла, касающаяся возобновленія, подвинулась въ настоящее время, какъ изложено далѣе, болѣе остальныхъ частей не только потому, что въ ней приняли участіе все опытные лица съ великимъ интересомъ къ дѣлу, но еще и потому, что Палата имѣетъ уже прекрасные вѣсы, допускающіе отчетливѣйшія извѣшванія.

Третье мѣсто Инспектора Палаты осталось вакантнымъ, потому что не нашлось еще лица, которое, принявъ это мѣсто, могло бы вести не менѣе другихъ сложное дѣло опредѣленія точныхъ температуръ и давленій, свѣдѣніе о которыхъ столь необходимо для точныхъ метрологическихъ работъ и представляетъ такую сложность, что въ Международномъ Бюро мѣръ и вѣсовъ дѣло это заняло и занимаетъ время большого числа лицъ этого учрежденія. При возобновленіи русскихъ прототиповъ принято было за основаніе устанавливать температуры по водородному термометру, такъ какъ показанія только его одного нивѣ должно считать свободными отъ качествъ какъ самой термометрической жидкости, такъ и стекла, тогда какъ въ показаніяхъ всякихъ иныхъ термометровъ существуютъ индивидуальныя уклоненія. Поэтому при самомъ началѣ дѣла о возобновленіи мною заказанъ былъ у извѣстнаго парижскаго механика Голаца полный водородный термометръ по образцу того, который построенъ этимъ же механикомъ для Международнаго Бюро. Сверхъ того, для той же цѣли—точной установки температуръ—приобрѣтены были мною нормальные термометры Тоннаго, нивѣ изученные въ Международномъ Бюро и 12 точныхъ рабочихъ термометровъ Водена. Но предстоящую при этомъ массу труда для установки и предварительнаго изученія водороднаго термометра, для сравненія нивѣющихся въ Палатѣ рабочихъ термометровъ и для заготовленія и вывѣрки барометра нельзя было поручить одному изъ лицъ, служащихъ въ Палатѣ, потому что всѣ они нивѣ вполнѣ заняты другими восточительными работами. Поэтому я былъ очень счастливъ, что проф. П. Г. Егоровъ, съ своими помощниками И. А. Лебедевымъ и Н. Н. Георгіевскимъ, взялъ на себя эту важную отрасль предстоящихъ работъ, какъ можно видѣть уже по статьямъ 7, 8 и 9-ой, помѣщеннымъ въ этой части Временника. Такимъ образомъ мѣсто одного сотрудника—дѣло возобновленія получило трехъ.

Бывшій механикъ, нивѣ Повѣритель Главной Палаты Ф. И. Влѣмбаха съ декабря 1893 г. командированъ за границу, гдѣ находится и по сіе время, для того чтобы, во первыхъ, слѣдить за всѣми заказами, касающимися возобновленія прототиповъ, особенно же за чрезвычайно деликатнымъ дѣломъ самаго ихъ приготовленія, а во вторыхъ, чтобы въ англійскомъ Standards Department производить всѣ изслѣдованія (опредѣленія удѣльнаго вѣса издѣлій изъ чистой платины, вывѣрку заказаннаго для Палаты ядра, слѣченіе гирь, слѣченіе заготовленныхъ мѣръ и т. п.). О нѣкоторыхъ изъ этихъ работъ Ф. И. Влѣмбаха будетъ упомянуто далѣе, а о многихъ другихъ во-

явятся въ свое время болѣе подробный отчетъ. Съ своей стороны я убѣжденъ, что если дѣло вашего возобновленія идетъ сравнительно скоро и уже значительно продвинулось впередъ, то лишь благодаря тому, что Ф. П. Вломбахаъ прилагаетъ къ этому дѣлу не только много хлопотъ и трудовъ, но и много таланта и такта, необходимыхъ въ томъ положеніи, какое онъ занимаетъ въ дѣлѣ возобновленія. Но здѣсь же я долженъ, прежде чѣмъ говорить о другихъ сторонахъ предмета, выразить величайшую признательность управляющему Board of Trade сэру Courtenay Boyle и директору Standards Department, моему ученому собрату по Королевскому Обществу, г. Ченей (Chaney) за ту любезнѣйшую внимательность, которую они оказываютъ въ разпорядныхъ точныхъ работахъ, которыя нѣтъ и г. Вломбахау приходится производить въ центральномъ лондонскомъ учрежденіи (The Standards office, old Palace Yard, Westminster) для храненія и проверки мѣръ и вѣсовъ.

Изъ предыдущаго видно, что весь личный составъ ¹⁾ Палаты посвященъ дѣламъ, касавшимся возобновленія. Но при этомъ не должно быть упущено изъ виду ²⁾ то обстоятельство, что въ столь новомъ специальномъ учрежденіи, какова Главная Палата мѣръ и вѣсовъ, и безъ возобновленія были бы необходимы всѣ тѣ работы, которыя нинѣ въ ней совершаются для дѣла возобновленія, такъ какъ по самой сущности дальнѣйшихъ дѣлъ, предстоящихъ Главной Палатѣ, всѣ части метрологическихъ изслѣдованій должны быть приведены въ ней къ состоянію, вполне отвѣчающему современнымъ требованіямъ, а гдѣ возможно, то и къ ихъ усовершенствованію. Такимъ образомъ занятія, относящіяся къ возобновленію прототиповъ, содѣйствуютъ тому, чтобы наше учрежденіе заняло надлежащее мѣсто въ средѣ другихъ метрологическихъ учреждений; это тѣмъ необходимо, что изъ всѣхъ системъ мѣръ и вѣса только три: англійская, французская (метрическая) и русская отличаются полною разработкою и выдерживаютъ научную критику. Въ отношеніи къ русской системѣ мѣръ и вѣсовъ это достигнуто преимущественно благодаря трудамъ моего бывшаго профессора, академика Кунфера, и намъ, въ новомъ и пока единственномъ метрологическомъ учрежденіи Россіи, слѣдуетъ продолжать, въ современныхъ формахъ, трудъ авторитетнаго русскаго метролога.

Какъ только что удостоилось Высочайшаго утвержденія положеніе о Главной Палатѣ и представленіе г. Министра финансовъ о возобновленіи прототиповъ, слѣдовало приступить прежде всего къ рѣшенію вопроса о матеріалѣ для новыхъ прототиповъ, потому что отъ этого зависели многія части предстоящихъ дѣйствій. Для этой дѣли я вступилъ въ переписку съ

¹⁾ Исключеніе составляютъ два лица: лаборантъ А. Н. Доброхотовъ, продолжавшій, послѣ перехода бывшаго лаборанта Палаты Ф. Ф. Селиванова на профессору въ Одесскій университетъ, изслѣдованіе хлѣбной муки (см. «Временникъ» ч. I, стр. 124), и дѣлопроизводитель Палаты А. П. Бузнецовъ, но они, при другихъ своихъ занятіяхъ, часто должны помогать дѣлу возобновленія или побочными работами, въ нему относящимися (напр. г. Доброхотовъ опредѣляетъ содержаніе CO_2 въ воздухѣ Палаты), или сношеніями при немъ многочисленными и разнородными.

²⁾ Прежде всего, что у Палаты являются текущіе дѣла, состоящіе въ вывѣрѣнн мѣръ и вѣсовъ, доставляемыхъ съ равныхъ концовъ и отъ равныхъ учреждений Россіи, что должны выполнять тѣ же лица. Списокъ работъ этого рода современнымъ является по «Временникъ».

известнымъ ученымъ, членомъ Royal Society m-r Matthey, имѣющимъ главою известной фирмы Johnson-Matthey С^о въ Лондонѣ, на заводѣ которой переплавляютъ золото и большую часть платины, добываемой въ Россіи и Бразиліи. Эта фирма выполнила всѣ килограммы и метры для Международнаго Бюро и, не смотря на массу представившихся трудностей, все это дѣло довела столь счастливо до конца, что Международная метрическая Комиссія многократно, публично высказывала ей признательность въ своихъ постановленіяхъ. Сдѣлавъ запросъ г. Маттею о времени и стоимости изготовленія выше перечисленныхъ прототиповъ сперна изъ чистой сплавленной платины, и имѣлъ въ виду спросить затѣмъ о такомъ же заказѣ изъ приростой платины, но, къ величайшему моему удовольствію, въ первомъ же своемъ ответномъ письмѣ г. Маттею сообщилъ о томъ, что у него есть остатки отъ заказа для Международнаго Бюро приростой платины того же состава и свойства, какіе служили для международныхъ метровъ, и что онъ готовъ сдѣлать и изъ чистой платины, но цѣна заготовки тогда будетъ выше, а потому онъ предложилъ воспользоваться сохранившимися у него остаткомъ сплава 90% платины съ 10% иридія. Этими опредѣлился окончательно матеріалъ прототиповъ, и съ разрѣшенія Его Высочайшаго Превосходительства С. Ю. Витте, я вѣдѣлъ въ соглашеніе съ г. Маттею о томъ, что онъ заготовитъ намъ въ грубой (не шлифованной или полированной) видѣ всѣ прототипы по тѣмъ самымъ техническимъ правиламъ (касающимся состава, способовъ отливки, вытягиванія, отжиганія, отсутствія вѣшнихъ пороковъ, уд. вѣса и т. п.), по которымъ г. Маттею производилъ поставку для Международнаго Бюро. А такъ какъ цѣнность такой поставки оказалась ниже предполагавшейся (разсчитанной для чистой платины), то оказалось возможнымъ заказать изъ ювелирнаго золотого сплава с.-петербургскому Монетному Двору одну фунтовую гиру и подраздѣленія фунта.

Для того, чтобы на иждѣ прослѣдить за всѣми операціями производства приростой платины и особенно за отжигомъ, имѣвшимъ необходимость для того, чтобы въ металлѣ не оставалось внутреннихъ натяженій и онъ не имѣлъ своихъ разнѣреній, а также для того, чтобы слѣдить за качествомъ (особенно при помощи опредѣленій удѣльнаго вѣса предметовъ) изготовляемыхъ прототиповъ и избирать лучшіе экземпляры, съ декабря 1893 г. Ф. Н. Влюкбахъ отправился въ Лондонъ. Тамъ онъ избралъ изъ предложенныхъ ему ибръ длины лучшія, а для гиры пришлось совершить неоднократную переплавку. Къ апрѣлю 1894 г. въ первой грубой обдѣлкѣ были готовы всѣ прототипы, и слѣдовало озаботиться объ ихъ дальнѣйшей обработкѣ и окончательномъ выполненіи. Такимъ образомъ, благодаря стеченію благоприятныхъ условій, въ немногіе первые ибсыны была выполнена первая, хотя не труднѣйшая, но все же чрезвычайно важная часть предстоящихъ дѣлъ, которыя, послѣ изготовленія матеріала прототиповъ, должны состоять 1) для ибръ длины: а) въ плашировкѣ, то есть въ полученіи однородной пражой поверхности на тѣхъ частяхъ ибры, гдѣ должны быть дѣленія; б) въ нанесеніи надлежащихъ дѣленій, то есть основнаго разстоянія и добавочныхъ линій, назначаемыхъ для опредѣленія длины оборотовъ микрометрическаго винта микроскоповъ, приѣмаемыхъ въ компараторахъ, съ обозначеніемъ концовъ ибры знаками и надписями; в) въ опредѣленіи длины подраздѣленій основной ибры (напр. дюйма и милима.), чтобы при компарированіи можно

было выражать разности въ частяхъ опредѣленной вѣры; г) въ опредѣленіи коэффициентовъ линейнаго расширенія (т. е. А и В въ уравненіи $L_t = L_0 + At + Bt^2$), чтобы при компарированіи, производимомъ при t_1 взять длину при желаемой температурѣ L_1 ; д) въ прилахъ (если возможно) или косвенномъ (при посредствѣ другой вѣры, прямо сравненной съ прототипомъ) компарированіи съ исходными прототипами, въ нашемъ случаѣ съ прототипами англійскихъ вѣръ длины и е) въ компарированіи съ другими вѣрами длины, въ нашемъ случаѣ: четырехъ аршиновъ между собою и съ метромъ. 2) По отношенію къ прототипамъ вѣса или массы, послѣ изготовленія ихъ въ первоначальномъ видѣ, слѣдовало: а) придать имъ обтачиваемую и шлифовкою подлежащую форму и размѣръ; б) отполировать ихъ поверхность, чтобы малѣйшее постороннее тѣло и всякіе слабые звуки на ней были ясно видны; в) нанести знаки, отличающіе отдѣльные экземпляры прототиповъ, но столь слабые, чтобы въ нихъ углубленія не могли осаждаться пыль; г) опредѣлить ихъ удѣльный вѣсъ и объемъ при обыкновенныхъ температурахъ; д) довести вѣсъ приближенно до желаемого, не нарушая полноты; е) произвести полное сличеніе съ норияю, чтобы окончательно опредѣлить малый перевѣсъ; ж) снять этотъ перевѣсъ, т. е. привести къ окончательному вѣсу; з) сличить вѣсъ съ норияю чрезъ рядъ повторенныхъ, точныхъ взвѣшиваній; и) произвести такое же сличеніе со всѣми иными экземплярами и копіями, въ нашемъ случаѣ фунта; и) выдѣлить всѣ подраздѣленія основной единицы вѣса (фунта), чтобы можно было выразить всѣ разности въ тѣхъ же единицахъ и к) произвести сравненіе съ другими прототипами, въ нашемъ случаѣ съ англійскимъ фунтомъ, килограммомъ и съ граммами.

Каждое изъ этихъ дѣйствій само по себѣ очень сложно, требуетъ совершенно особой работы, занявшей отъ требованій, предѣляемыхъ къ прототипамъ и не повторяющихся при производствѣ обычныхъ вѣръ и гирь, гдѣ порча отдѣльнаго экземпляра не имѣетъ особаго значенія. Здѣсь же не только единичность экземпляровъ, но и большая ихъ цѣнность заставляютъ производить каждую операцію только послѣ ряда пробъ на особые побочные экземплярахъ, чтобы основныя выходили безошибочно. Отсюда отчасти становится уже понятною продолжительность того времени, которое повсюду идетъ на возобновленіе прототиповъ.

Мнѣ слѣдуетъ теперь описать рядъ дѣйствій и работъ, совершенныхъ уже Гл. Палатомъ для достиженія желаемого результата. При этомъ я сперва вкратцѣ скажу о томъ, что сдѣлано для вѣръ длины, чтобы закончить свой отчетъ изложеніемъ того, что сдѣлано для прототиповъ фунта и др. гирь.

Когда Ф. Н. Влюбахъ извѣстилъ о томъ, что у г. Маттеи всѣ засланные вещи готовы въ необдуманномъ видѣ, тогда съ Высочайшаго соизволенія на представленіе г. Министра Финансовъ, я былъ командированъ для пріема сдѣланнаго и для соглашенія съ мастерами, опытными въ дѣлахъ этого рода, объ окончательной выдѣлкѣ прототиповъ. Мѣры длины оказались у г. Маттеи въ полной исправности относительно всей возможной безпорочности массы, призмизма, однообразія и всѣхъ иныхъ качествъ, такъ что онѣ были немедленно приняты, но оставлены въ той длинѣ, которую имѣли и которая была значительно болѣе необходимаго. Это было сдѣлано потому, что избытки длины давали возможность производить необходимыя пробы разнаго рода, послѣ же окончательной отдѣлки вѣръ — избытокъ длины предпола-

гается отрезать, часть взять для опредѣленія коэффициента расширенія и др. свойствъ, а остальное г. Маттенъ приметъ обратно, такъ какъ съ нимъ условіе заключено на всѣхъ металла въ первоначальной отдѣлкѣ. Собрать надлежащія справки въ Парижѣ и Женевѣ, гдѣ сверхъ Лондона можно было надѣяться найти опытныхъ мастеровъ, могущихъ отдѣлать и раздѣлить прототипы длины, я пришелъ къ заключенію, что наилучшаго результата можно было ждать отъ всемірно и давно-извѣстнаго лондонскаго ученаго и мастера г. Симмса, фирма котораго (Траутонъ и Симмсъ) уже болѣе столѣтія пользуется заслуженною извѣстностію въ отношеніи изготовленія дѣленій на линейныхъ штихахъ и на кругахъ для астрономическихъ приборовъ. Такъ, тотъ же г. Симмсъ въ прежнее время изготовилъ компараторы и основныя штиры («Временникъ» ч. 1, перечень: $n^{\circ} 8, R \frac{CuSn}{1 \text{ арш.}}$; $n^{\circ} 9, SR \frac{CuSn}{1 \text{ м. 1 л. 1 ар.}}$ и $n^{\circ} 10, RS \frac{CuSn}{1 \text{ дм.}}$, стр. 97 и 98), имѣющіеся въ Главной Палатѣ, и превосходныя качества его произведеній извѣстны каждому метрологу. Въ англійскомъ Standards Department его работы превозблужаютъ. Узнавъ наши желанія и приваивъ по вниманію важную метрологическую дѣль предлагаемой работы, г. Симмсъ, не смотря на свои предшлые годы и массу друг. заказовъ, исполненныхъ множествомъ опытныхъ мастеровъ въ его мастерской, взялся лично самъ выполнять все требуемое, но такъ какъ съ дѣленіями на придистой платинѣ онъ ранѣе сего не работалъ, то потребовалъ, чтобы дано было время исполнить всѣ предварительные опыты, но зато обѣщалъ — и исполнилъ — лично принять и выполнять всю работу, какъ особо выдающійся, рѣдкій и важный въ метрологіи предметъ. Первые же опыты, производившіеся еще во время моего пребыванія въ Лондонѣ, показали, что большую трудность представляетъ простая шлифовка и полировка той глубоко лежащей плоскости (*ab* на предшест. рисункѣ), на которой должны быть навесены дѣленія, а когда дѣло дошло до того, чтобы планировать (придать видъ одной прямой плоскости) всю длину указанной плоскости въ полусаженной штирѣ, которая выше названа четвертою штирою, тогда трудности дошли, казалось, до такой штиры, которая остановить все дѣло. Здѣсь должно замѣтить, что линейныя платиновонридовыя штиры съ вышеописаннымъ сѣченіемъ въ видѣ X до сихъ поръ носили дѣленія лишь по концамъ, т. е. въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ должны были наноситься дѣленія, планировали двѣ небольшія площадки, соблюдая лишь то условіе, чтобы обѣ онѣ лежали въ одной плоскости (или совпадали, составляли продолженіе одна другой). На предположенной же намъ полусаженной штирѣ должны были навесены полусаженныя, аршинъ, футы, ярды и метры съ подраздѣленіями, такъ что по всей плоскости этой штиры предполагаются дѣленія, а для того, чтобы они были равномерно тонки ¹⁾ и вообще правильны, неизбежно необходимо, чтобы они навесились на штиро отшлифованной (безъ впадинъ, неровностей и т. п., т. е. на планированной) и отлично (хотя бы и съ нѣтожъ) полированной плоскости. Слѣдовательно, пришлось рѣшить новую механическую задачу, совершенно не представляющую до сихъ поръ, и притомъ на такомъ металлѣ, какъ придистая платина, ко-

¹⁾ Толщина дѣленій на современныхъ прототипахъ обыкновенно около 8 микронъ. Широіе или толстыя черты, а особенно глубокія, рѣдко имѣютъ чистые края и для точныхъ измѣреній не пригодны.

торый вообще трудно шлифуется и полируется. Для ея рѣшенія не только г. Сижисъ, но и Ф. И. Влюмбаохъ произвели много опытовъ, о которыхъ я знаю лишь по письмамъ и которые, вѣроятно, будутъ современно описаны Ф. И. Влюмбаохомъ. Судя по письмамъ же, наконецъ, многія попытки увѣщались полнымъ успѣхомъ, и весной 1895 года г. Сижисъ приступилъ уже къ нанесенію дѣлений. Но для лучшаго выполненія дѣлений г. Сижисъ рѣшился сдѣлать ихъ сперва на одной изъ верхнихъ краевъ полусаженной мѣри ¹⁾ съ тѣмъ, чтобы здѣсь опредѣлить погрѣшности, когудія произойти отъ особенностей рѣдкаго металла (обычныя, точныя и тонкія дѣленія дѣлаются на металлѣ болѣе мягкихъ: золотѣ, палладіѣ, серебрѣ) и отъ значительнаго различія въ коэффициентѣ линейнаго расширенія англійскихъ прототиновъ и нашихъ мѣръ (коэф. лин. расширенія бронзы Байли на 1° Ц. около 0,00001705, а прудистой платины около 0,00000866, т. е. почти въ два раза меньше). Опредѣливъ полную компарацию длину нанесенныхъ на верхнемъ крайъ разстояній и величину поправки, которая должно изъ нихъ сдѣлать, затѣмъ сдѣдуетъ, способомъ конированія, перенести дѣленія (съ поправками) на надлежащее мѣсто, т. е. на нейтральную плоскость *ab*. Судя по письмамъ, въ мѣѣ 1895 г. первая часть работы сдѣлана, и затѣмъ г. Влюмбаохъ, пользуясь богатыми средствами и образцами англійскаго Standards Department, а болѣе всего благорасположеннымъ вниманіемъ, которое мы встрѣтили въ этомъ учрежденіи, произвелъ опредѣленіе истинной длины аршина въ отношеніи къ нанесенному на полусаженную мѣру. Когда же вновь найдена будетъ необходимая поправка, она будетъ введена при нанесеніи крайнихъ точекъ перваго аршина. Овъ опять вывѣрится, и на слѣдующемъ прототипѣ длина его, если будетъ нужно, еще исправится, такъ что послѣдніе экземпляры прототипа аршина, должно быть, будутъ представлять надлежащую длину со всею возможною степенью точности. А такъ какъ всѣ подобнаго рода сличенія требуютъ очень много времени, при необходимости многихъ компараций, изъ которыхъ, какъ это дѣлается всегда, берется среднее, то очевидно, какъ продолжительно должно длиться приготовленіе прототиновъ и окончательное нанесеніе на нихъ крайнихъ точекъ. Когда же они будутъ готовы, окончательная ихъ вывѣрка будетъ произведена въ самой Гл. Палатѣ. Для этой-то дѣли теперь и ведутся три побочныя работы: 1) вывѣрка дюймовъ на вмѣющемся у насъ ярдѣ, уже произведенная С. И. Ламинскимъ (см. выше, статья 10, стр. 118); 2) вывѣрка аршина («Временникъ» ч. 1. Перечень н° 8, стр. 97) по дюймамъ вышеупомянутаго ярда, и 3) сличеніе бронзоваго ярда, вновь приобрѣтеннаго для Гл. Палаты, съ англійскимъ прототипомъ ярда въ Лондонѣ, производимая директоромъ Standard Department г-мъ Ченей (Chaney) и г. Влюмбаохомъ. Когда къ намъ придетъ этотъ ярдъ, мы узнаемъ, независимо отъ лондонскихъ измѣреній, истинный аршинъ, чрезъ компарацию 1-го (назъ выше перечисленныхъ) съ 3-мъ и 2-го съ 1-мъ. Къ тому же времени, быть можетъ, закончится и изученіе подраздѣленій метра, которое вначо будетъ въ Палатѣ, лишь только дозволить время, чтобы подѣ конецъ выразить длину какъ ярда и аршина въ миллиметрахъ, такъ и метра въ дюймахъ, слѣдовательно и

¹⁾ При этомъ, очевидно, должно было особо позаботиться какъ о постоянствѣ и опредѣленности температуры, такъ и о томъ, чтобы мѣра не была при варіантѣ несколько изогнута, т. е. лежала на плоскости.

въ аршинахъ и въ вершкахъ. Для усовершеннаго хода всѣхъ этихъ работъ, намъ мы обладаемъ однако лишь недостаточнымъ числомъ компарационныхъ приборовъ и лицъ, могущихъ вести столь delicateнныя измѣренія, какия предстоятъ при установкѣ новаго прототипа длины, со всею намъ возможною (до $\pm 0^{\text{м}}.2$) степенью точности. Но съ одной стороны, когда возвратится вмѣстѣ съ прототипами Ф. И. Блюмбаха и лаборанты, приглашенные для этой цѣли, приобретутъ надлежащую практику въ точныхъ измѣреніяхъ—число лицъ возрастетъ, а во вторыхъ, быть можетъ, мы и получимъ средства и возможность приобрести новые компараторы, необходимыя для усовершеннаго хода работъ съ изученіемъ линейныхъ мѣръ и собственныхъ ихъ расширеній¹⁾.

Дѣло съ прототипами фунта, хотя представило множество своихъ трудностей, гораздо болѣе подвинулось къ надлежащему концу. Ходъ работъ въ этомъ отношеніи начался въ самой Главной Палатѣ съ изученія вѣсовъ, оставшихся отъ прежде бывшаго Депо мѣръ и вѣсовъ, и съ возможнаго ихъ приведенія къ состоянію, способному для точныхъ извѣщиваній. Дѣло въ томъ, что главные вѣды бывшихъ у насъ точныхъ вѣсовъ (для 1 килогр., для 20 килогр., для 500 грам., для 50 грам., и для 2 граммовъ) всѣ оказались обладающими хорошою чувствительностью, зависящею отъ хорошаго ихъ выполненія такими мастерами, какъ Ертлингъ, Колло и др., такъ что, напр., при 1 килогр. нагрузки первые вѣсы даютъ на 1 миллигр. отклоненіе въ 2 дѣленія, а послѣдніе при 1 граммѣ нагрузки отъ 0.1 миллигр. даютъ отклоненіе на 8 дѣленій, въ которыхъ ясно можно опредѣлять десятныя. Но постоянство показаній, особенно при значительныхъ грузахъ (напр. въ 1 килогр. или въ 1 фунтъ), было вовсе неудовлетворительно въ современномъ смыслѣ, напр., достигало въ отдѣльныхъ извѣщиваніяхъ только до 0.3 миллигр. при 1 килограммѣ. Причинами этого непостоянства служили, очевидно, два обстоятельства: во первыхъ, помѣщеніе вѣсовъ, во вторыхъ, несовершенство ихъ устройства. Вѣсы помѣщались въ верхнемъ этажѣ зданія Главной Палаты на колоннахъ и перекинутыхъ чрезъ залъ аркахъ, покоящихся на нижнихъ солидныхъ устояхъ центральныхъ комнатъ главнаго этажа зданія. Это высокое помѣщеніе сверху освѣщается тройною стеклянною крышею, дающею много свѣта, и съ вѣшной стороны очень удобно, но по существу (отъ колебанія высокихъ колоннъ и отъ неравномѣрности дѣйствія солнечнаго свѣта) непригодно для точнѣйшихъ извѣщиваній. Поэтому одно изъ центральныхъ помѣщеній главнаго этажа зданія Палаты было освобождено отъ другихъ приборовъ и назначено исключительно для вѣсовъ, что обьявляло, однако, прибѣгнуть тотчасъ къ электрическому освѣщенію, такъ какъ дневнаго свѣта въ этомъ, со всѣхъ сторонъ замкнутомъ, помѣщеніи было недостаточно²⁾. Это помѣщеніе со всѣми въ немъ находящимися вѣсами будетъ современнѣе подробно

¹⁾ Последнее извѣстіе, полученное мною отъ Ф. И. Блюмбаха въ телеграммѣ изъ Лондона отъ 8/20 Іюня 1895 г., состоитъ изъ слѣдующемъ (въ переводѣ): «Протиралъ всѣ триста дѣлений, нанесенныхъ на верхней поверхности. Самыя теперь ихъ перевосать внутрь. Блюмбаха. Дѣло идетъ, очевидно, о полусаженой мѣрѣ, которая имѣетъ, какъ сказано выше, много различныхъ дѣленій. Это уже очень важный шагъ, но вѣтъкъ остается еще не мало другихъ».

²⁾ Приведеніе въ должный порядокъ этого помѣщенія (равно какъ и другаго, подобнаго же, назначеннаго исключительно для компараторовъ) и устройство электрическаго освѣщенія отъ аккумуляторовъ заняло вѣсомъ мѣсяцевъ.

описано, теперь же захвчу только, что чрезвычайное постоянство (зною и лѣтѣ отъ 17 до 20° Ц.) температуры этого помѣщенія и твердость его центральныхъ устройствъ очень благоприятствуютъ достиженію въ немъ возможно точныхъ результатовъ взвѣшиваній. Но я считаю необходимымъ обратить вниманіе на то, что вредное вліяніе на точность взвѣшиваній неравно-мѣрности и переизмѣчивости температуры вѣсового помѣщенія (а слѣдовательно и измѣчивость относительной длины плечъ вѣсовъ) значительно уменьшается введенною системою взвѣшиваній, о которой я считаю необходимымъ говорить въ особой статьѣ. Здѣсь захвчу только, что обычное точное взвѣшиваніе (съ перекладываніемъ гирь и съ опредѣленіемъ чувствительности), состоящее изъ трехъ взвѣшиваній¹⁾, основано на предположеніи неизмѣнности въ отношеніи длины плечъ въ періодъ трехъ взвѣшиваній, тогда какъ введенное мною основывается на опредѣленіи мѣры измѣненія этого отношенія во время нѣкотораго числа взвѣшиваній, слѣдующихъ другъ за другомъ съ отиѣсною пренности, которому они отвѣчаютъ. Не входя въ подробности, скажу только, что обыкновенно взвѣшиванія наши состоятъ нинѣ изъ системы 7-ми взвѣшиваній при наблюденіи каждый разъ 4-хъ (или 5) отчетовъ шкалы, напр.:

1) АВ 2) А(В+r) 3) АВ 4) ВА 5) АВ 6) А(В+r) 7) АВ,

сдѣ АВ означаетъ, что на лѣвой чашкѣ лежатъ грузъ А, на правой В; ВА—будетъ перекидка мѣсть; А(В+r) означаетъ добавку къ одному изъ грузовъ определенной гири (напр. 1 миллиграм.) для опредѣленія чувствительности. Взвѣшиваніе АВ, повторяясь 4 раза, и взвѣшиваніе А(В+r), повторяясь 2 раза, даютъ эмпирической законъ измѣненія длины плечъ, что открываетъ возможность получать болѣе точный результатъ, относя его въ данномъ случаѣ (если промежутки времени одинаковы) къ среднему времени 4-го взвѣшиванія или, вообще, дѣлать поправки на время взвѣшиванія. Предшествующій порядокъ взвѣшиванія особо пригоденъ тогда, когда перекладываніе грузовъ изъ АВ въ ВА и опять въ АВ производится отъ руки. Если же оно дѣлается механическими приспособленіями издала, какъ указано далѣе и какъ принимается уже часто при точныхъ взвѣшиваніяхъ, тогда еще лучшимъ порядкомъ новаго взвѣшиванія можно считать систему:

1) АВ 2) ВА 3) АВ 4) А(В+r) 5) АВ 6) ВА 7) АВ.

При этомъ АВ повторяется 4 раза и указываетъ состояніе вѣсовъ во всѣ эпохи. Въ наиболѣе простомъ видѣ то же достигается системою въ 5 взвѣшиваній:

1) АВ; 2) А(В+r); 3) АВ; 4) ВА; 5) АВ,

при 9-ти взвѣшиваніяхъ результатъ еще болѣе отвѣчаетъ требованію:

1) АВ 2) ВА 3) АВ 4) ВА 5) В(А+r) 6) ВА 7) АВ 8) ВА 9) АВ,

потому что здѣсь АВ и ВА повторены по 4 раза²⁾. Строгое прилженіе указаннаго способа взвѣшиваній при томъ устройствѣ, которое имѣли вѣсы, до-

¹⁾ Наименьшее число, а именно: АВ, ВА и В(А+r) по обозначенію, далѣе объясненному.

²⁾ Въ Международномъ Бюро (Travaux et mémoires T. VIII) при установкѣ килограммовъ чувствительность опредѣлялась въ иное время, чѣмъ то, въ которое производилось самое взвѣшиваніе, что составляло недостатокъ, зависящій отъ устройства вѣсовъ Рупрехта, служившихъ для взвѣшиваній.

ставшіеся Назатѣ (см. сочиненіе В. С. Глухова: О способахъ точнѣе извѣщиваній. 1878 г.), однако не могли приводить къ наилучшимъ возможнымъ результатамъ, потому что наблюдатель долженъ былъ (глядя въ микроскопъ, направленный на шкалу) помѣщаться подѣтѣ самихъ вѣсовъ и его лучистое тепло должно неправильно вліять на измѣненіе отношенія длины плечъ и сверхъ того потому, что для перемѣны грузовъ (изъ АВ въ ВА) и для опредѣленія чувствительности (т. е. для наложенія добавочнаго груза r) приходилось отворить дверцы вѣсовъ и класть грузы щипцами, что должно было нарушать естественный ходъ пережѣвъ, совершающихся съ вѣсами отъ лучеиспусканій окружающаго пространства. Для того, чтобы по возможности урегулировать эти неурядицы, я ввелъ въ вышесказанные вѣсы слѣдующее устройство: круглая коромысла (внутри вѣсового щипца) закрывается толстая и широкая мѣдная (въ красной мѣди, какъ хорошаго проводника тепла) рама, назначавшаяся для защиты коромысла отъ постороннихъ лучей тепла и для возможно равномернаго распредѣленія тепла по всей длинѣ коромысла. Хотя такое приспособленіе несомнѣнно улучшало¹⁾ извѣщиванія, но еще лучшихъ результатовъ, конечно, должно было ждать отъ вѣсовъ, устройство которыхъ допускаетъ совершать всѣ дѣйствія, по системѣ необходимыя, не приближаясь къ вѣсамъ, а именно: 1) издали (черезъ посредство зрительной трубы) производить отчетъ качаній коромысла²⁾; 2) издали помѣщать освѣщенную шкалу, которая черезъ отраженіе въ зеркалѣ (прямѣ), качающемся вмѣстѣ съ коромысломъ³⁾, давала бы возможность производить отчетъ колебаній; 3) издали (черезъ посредство передаточныхъ горизонтальныхъ стержней съ Гуконичъ шарниромъ) производить всю арретировку; 4) издали (т. е. отъ мѣста наблюдателя) при помощи соотвѣтственныхъ передаточныхъ приспособленій производить перемѣну грузовъ на чашкахъ (изъ АВ въ ВА)⁴⁾. Четыре эти усовершенствованія вѣсовъ, какъ общеизвѣстно, приѣханы въ Международное Бюро при выѣздѣ международныхъ килограммовъ, и Главною Палатою были заказаны такіе же вѣсы извѣстной вѣнской фирмѣ Рупрехта, который такіе вѣсы устроилъ и для Международнаго Бюро (описаніе и изображеніе въ Trauaux et Mémoires T. I), что и сдѣлано

¹⁾ Его должно особенно рекомендовать для обычныхъ, особо не приарретенныхъ помѣщеній вѣсовъ въ лабораторіяхъ. Такъ какъ указанное устройство (огражденіе коромысла неподвижною мѣдною охватывающею рамою) оказалось лишь улучшающимъ результаты (постоянно) извѣщиваній, то я развилъ эту мысль дальше и заказалъ вѣсы, коромысла которыхъ со всѣхъ сторонъ окружено коробкою толстой красной мѣды, имѣющею только два отверстія внизу для пропуска подвѣсокъ для чашекъ и одно отверстіе (закрытое мѣдною же коробкою съ двумя плоскопараллельными стеклами) сверху, черезъ которое проходятъ два зеркала, прикрытныя въ коромыслѣ и служащія для наблюденія колебаній коромысла. Но такіе вѣсы еще не было времени подвергнуть точному испытанію. Они, въ свое время, будутъ особо описаны.

²⁾ Наблюденіе колебаній вѣсовъ при помощи удаленной шкалы и трубы, сколько мнѣ извѣстно, въ первый разъ примѣнялось въ 50-хъ годахъ Штайнгейлемъ въ Мюнхенѣ. Я пользовался этимъ приемомъ въ 60-хъ годахъ.

³⁾ Этотъ приемъ началъ примѣняться вмѣстѣ съ отчетомъ трубою много лѣтъ тому назадъ.

⁴⁾ Устройство перемѣны вѣсовъ съ такимъ приспособленіемъ, сколько мнѣ извѣстно, выполнено по проекту проф. Арибергера извѣстнымъ механикомъ Рупрехтомъ въ Внѣ, въ началѣ 50-хъ годовъ. Вѣнскій механикъ г. Немезъ ввелъ для этого нѣко, новое и быстрое дѣйствующее приспособленіе.

было въ 1893 г. Но получивъ эти вѣсы (въ февралѣ 1895 г.), я ввелъ въ нихъ, при посредствѣ механика Палаты г. Мельзаса, еще одно усовершенствованіе, а именно: 5) издали (отъ того вѣста, гдѣ сидятъ наблюдатели, сюртрацій въ зрительную трубу) накладывать добавочный вѣсъ (въ предшествующемъ онъ означенъ буквою r). Только при этомъ можно было строго выполнять рациональную систему точныхъ взвѣшиваній, ни разу не приближаясь къ вѣсамъ при 5 и болѣе взвѣшиваніяхъ¹⁾. Но ранѣе чѣмъ получены были эти вѣсы г. Рупрехта, получились въ январѣ 1895 г. килограммовые же вѣсы другого неизвестнаго вѣскаго механика г. Немецъ, заказанные ему еще въ 1891 году для взвѣшиваній въ безвоздушномъ пространствѣ. Вѣсы эти будутъ у насъ описаны (и изображены) со всею подробностью, потому что составляютъ во многихъ отношеніяхъ новый успѣхъ въ дѣлѣ устройства точныхъ вѣсовъ, такъ какъ вѣсы г. Немецъ не только удовлетворяютъ всѣмъ пяти вышеизложеннымъ требованіямъ, не только обладаютъ большою чувствительностію и хорошимъ постоянствомъ, но и допускаютъ при этомъ взвѣшиванія въ безвоздушномъ пространствѣ, такъ какъ держать чистоту (съ упругостію оставшагося воздуха до 5 мм. ртутн. столба) въ теченіи 20 часовъ²⁾, какъ показала прямой опытъ. Но и въ этихъ вѣсахъ, послѣ ихъ полученія, намъ пришлось сдѣлать одну переимѣну, для удобства и точности взвѣшиваній, а именно помѣстить 2 шкалы, изображеніе конхъ чрезъ отраженіе въ призмахъ даетъ отчетъ колебаній, не на уровнѣ вѣсового коромысла (какъ было устроено г. Немецъ), а на потолокѣ помѣщенія, чрезъ что убавляется возможность боковыхъ нагрѣваній и получается выигрышь въ развѣшеніи. При помѣсти боковыхъ названныхъ вѣсовъ, помѣщенныхъ съ возможною симметричностію³⁾ въ вышеуказанной центральной комнатѣ Палаты на несомнѣнно твердыхъ устояхъ, пользуясь вышеуказанной системою изъ 7-ми взвѣшиваній, гг. Завадскій и Саложниковъ, ведущіе взвѣшиванія, уже достигли того, что *постоянство результата сполнъ отпало чув-*

¹⁾ Довольствоваться для многихъ взвѣшиваній постоянною чувствительностію, какъ это дѣлается въ Международномъ Бюро, и считая расклатаннымъ, въ виду существующаго устройства вѣсовъ. Слѣдовало бы отражающее зеркало (прямую) помѣстить въ плоскости ребра средней призмы коромысла, иначе чувствительность, какъ замѣтилъ Марекъ, зависитъ съ температурою (отъ перемѣны положенія центра тяжести). Замѣчу еще, что оправданіемъ опытомъ наблюденія Тиссона надъ наиболѣею чувствительностію (а слѣдовательно и временемъ колебаній) при увеличеніи размаховъ колебаній, заставляютъ принять правиломъ, чтобы размахи начавшія (опредѣляемая арретировочными приспособленіями) всегда были, по возможности, однообразны и невелики. Только сознательно овладѣвъ всею техникою точныхъ взвѣшиваній въ такой мѣрѣ, въ какой это сдѣлано Ф. П. Завадскимъ и В. Д. Саложниковымъ, можно достигать того согласія данныхъ въ тысячныхъ *мг.*, какой нѣтъ ни достигли въ Главной Палатѣ, благодаря принятой системѣ, пресрѣснымъ вѣсамъ Немецъ и Рупрехта и хорошему положенію вѣсовъ въ средней комнатѣ Палаты на очень солидныхъ устояхъ.

²⁾ Но повинъ мы ведемъ на нихъ взвѣшиванія въ воздухѣ. Недостатокъ въ числѣ этихъ и въ отдаленномъ помѣщеніи для взвѣшиваній вѣсовъ препятствуютъ намъ въ производствѣ многихъ важныхъ работъ, такъ какъ всѣ силы направлены прямо на возобновленіе прототиповъ.

³⁾ Симметричность расклатанія вѣсовъ по отношенію къ стѣнамъ, колоннамъ и т. п. частіямъ помѣщенія имѣетъ то значеніе, что температурное равновѣсіе обохъ плечъ коромысла достигается скорее и сохраняется съ большою устойчивостію, что ведетъ къ постоянству результатовъ.

статистическими, т. е. если при взвѣсѣ въ 1 фунтъ или въ 1 кил. добавочный грузъ въ 1 миллигр. даетъ излоное на 25 дѣлений шкалы, по которой можно отсчитывать десятые доли дѣленія, то есть если видная глазамъ чувствительность доходить до 0,004 миллиграмма, то двукратное взвѣшиваніе (всего каждый разъ съ однимъ переключиваніемъ изъ АВ въ ВА) даетъ результатъ, который при повтореніи взвѣшиванія отличается отъ слѣдующаго такого же средняго вывода лишь на доли не большія, чѣмъ 0,004 мг., слѣд. не большія, чѣмъ отчетливость наблюденія. Такими результатами всѣхъ послѣднихъ взвѣшиваній, производимыхъ на вѣсахъ Невна и Рунрехта съ апрѣля и мая 1895 г. Ф. П. Завадскимъ и В. Д. Сапожниковымъ, которые своимъ отношеніемъ къ хлду много подвинули его впередъ и дадутъ впоследствии полные отчеты. Просматривая отчеты другихъ подобныхъ точныхъ взвѣшиваній, я нигдѣ не выходилъ столь точныхъ взвѣшиваній — по постоянству — а потому мы можемъ уже нынѣ съ увѣренностію говорить, что системою небольшого числа повторенныхъ взвѣшиваній мы навѣрное достигнемъ точностей результата въ тысячныхъ миллиграмма ¹⁾. Выше такой точности взвѣшиваній нынѣ нельзя требовать. Припомнимъ, что 0,001 мг. при грузѣ въ 1 килотр. составляетъ миллиардную его долю, т. е. напр. при 1 миллионѣ рублей въ золотыхъ монетахъ только $\frac{1}{10}$ копейки. Опредѣленіе съ увѣренностію такихъ малыхъ частей вѣса составляетъ одно изъ приобрѣтеній, которое XIX вѣкъ оставилъ для будущихъ вѣковъ. Въ концѣ прошлаго вѣка точность взвѣшиваній была по крайней мѣрѣ въ 1000 разъ меншею, и въ будущемъ идти много далѣе уже будетъ очень трудно, потому что самое переизмѣненіе грузокъ сопряжено съ нѣкоторою потерею массы, и составляетъ при прототипахъ всегда нѣтъ особые образцы — замурованники, безъ доступности, съ тѣмъ чтобы такимъ образомъ пользоваться ими только чрезъ многіе годы для имѣреній копій прототиповъ и для опредѣленія ихъ потерь, неизбежныхъ при прихвненіяхъ.

Описавъ сущность того, что сдѣлано для возобновленія прототиповъ въ отношеніи къ вѣсамъ, нынѣ остается изложить ходъ работъ по взвѣшиваніямъ и по заготовленію прототиповъ фунта.

Важнѣйшій изъ первыхъ здѣсь вопросовъ относился къ существующему платиновому прототипу фунта, который, какъ упомянуто въ началѣ статьи, долгое время совершенно не применялся для взвѣшиваній. Слѣдовало узнать его современный вѣсъ, въ отношеніи къ килограмму, международный прототипъ котораго имѣется въ Палатѣ. Къ этой работѣ приступлено было еще тогда, когда мы пользовались прежнимъ положеніемъ вѣсовъ и прежними вѣсами безъ новыхъ въ нихъ улучшеній, сдѣланныхъ отчасти вслѣдствіе собранія многихъ данныхъ по указанному вопросу о вѣсѣ фунта въ граммахъ ²⁾. А такъ

¹⁾ Если при 10 парныхъ взвѣшиваніяхъ разности будутъ не болѣе 0,004 мг., то разность отъ общаго средняго вывода будетъ менше 0,002 мг., скажемъ даже что въ среднемъ она будетъ 0,002 мг. Тогда сумма квадратовъ разностей будетъ въ миллигр. = 0,00004, слѣд. иронная погрѣшность средняго $\pm 0,675 \sqrt{\frac{0,00004}{10,9}}$ или около $\pm 0,0004$ миллиграмма. При четырехъ парныхъ взвѣшиваніяхъ иронная погрѣшность средняго навѣрное будетъ не болѣе 0,001 мг.

²⁾ Такъ какъ для этого пришлось систематически измѣрять, выходя изъ килограмма, весь граммовый диапазонъ.

какъ въ эту эпоху наши взвѣшиванія представляли погрѣшности, доходившія до десятыхъ долей миллиграмма по причинѣ, объясненнѣе выше сего, то полученный вѣсъ фунта содержитъ вѣроятную погрѣшность, быть можетъ, даже до $\pm 0,2$ мг., потому что повторять взвѣшиванія многократно мы не рѣшились, для того, чтобы не тревожить прототины фунта и калограмма. Притомъ на первое время и не требовалось высшей точности, желательнее же было узвать вѣсъ фунта въ граммахъ лишь для того, чтобы судить о истинности вѣсъ прототипа. Взвѣшиванія велись О. П. Завадскимъ и В. Д. Сапожниковымъ и начались съ изученія въ началѣ 1894 г. платино-прихового граммового разновѣса $\Phi \frac{P_1}{n \text{ грам.}}$ (Перечень, п^о 4), взявъ за исходъ международный калограммажъ. Когда удѣльные и абсолютные вѣса этого разновѣса были установлены, тогда, а именно въ мартѣ 1894 г., однократное взвѣшиваніе, которое должно разсматривать только какъ *предварительное*, дало для прототипа русскаго фунта вѣсъ въ пустотѣ (принимая плотность, опредѣленную въ 1875 г. Глуховымъ, Тширразевымъ и Завадскимъ $0^{\circ}/4^{\circ} = 20,5244$, какъ указаво во «Временникѣ», ч. I, стр. 90):

$$\Phi \frac{P_1}{1835} = 409,51236 \pm 0,00020 \text{ гр.}$$

А такъ какъ В. С. Глуховъ, исходя изъ Купферовскихъ сличеній, точность коихъ нельзя принимать большею чѣмъ $\pm 0,0007$ грамма, нашелъ для фунта

$$409,5115637 \text{ грамм.},$$

а самъ Купферъ (Trauaux de Comm... de Russie 1841, т. 2, pag. 414) нашелъ подъ конецъ, что 1 килогр. = 22504,859 долей, что даетъ для фунта вѣсъ

$$409,51161 \text{ грамм.},$$

то можно было считать доказанною невзвѣнность вѣса прототипа вѣса русскаго фунта со времени Купфера, такъ какъ разность нашего взвѣшиванія отъ Купфероваго ($= +0,00075$ грам.) не превосходитъ сумми возможныхъ погрѣшностей обеихъ сравненій ($0,0002 + 0,0007 = 0,0009$ грамма).

Разбирая искусство, поступившее въ Палату, мы нашли двѣ фунтовыхъ гири, привѣзшииися Купферомъ въ его работахъ и сравненныя въ былое время съ настоящими фунтожъ. Хотя видный видъ этихъ гирь (см. 2-й перечень, «Временникъ» ч. 2, стр. 149 и 150, п^о 26 и п^о 27) внушала вѣкоторое сомнѣніе въ ихъ полной сохранности (часть позолоты особенно у п^о 5 очевидно отъ употребленія сошла), тѣмъ не менѣе ихъ удѣльный и абсолютный вѣсъ былъ опредѣленъ. Истинный вѣсъ этихъ гирь въ пустотѣ:

$$N \frac{CuSn}{\Phi. 1833} = 409,50765 \text{ и п}^{\circ} 5 \frac{CuSn}{\Phi. 18.4} = 409,50962 \text{ грам.}$$

оказался меньше вѣса прототипа фунта, но для оптики полученнаго результата необходимо принять во вниманіе, что Купферъ для поправки на вѣсъ вытѣсненнаго воздуха бралъ числа Вю и Араго (для Спб. 1,3043 гр. для литра при 0° и 30° давл.), а потому (такъ какъ объемъ бронзовыхъ гирь около 50 миллилитровъ, платиновой же гири около 20 милл.) считалъ вѣсъ воздуха выше, чѣмъ нѣтъ должно признавать, а потому еслибы Купферъ про-

извелъ сравненіе $\frac{P_1}{1835}$, напр., съ $\frac{P_2}{1834}$, то нашелъ бы, что ихъ разность (въ пустотѣ) равна $+0,00256$, а не $+0,00274$ грм., какъ найдено нами, при современныхъ свѣдѣніяхъ о вѣсѣ литра воздуха. Во всякомъ случаѣ вѣса найденныхъ фунтовъ оказались меньшими, чѣмъ платинового прототипа, что согласно съ тѣмъ, что эти гири очевидно примѣнялись и потеряли часть своего вѣса. Все это укрѣпило увѣренность въ томъ, что при возобновленіи слѣдуетъ признать вѣсъ существующаго платинового прототипа за единственную норму, съ которою должно сообразовать вѣсъ изготовляемаго новаго прототипа. Эта увѣренность — очень важна при возобновленіи.

Не описывая другихъ работъ, произведенныхъ въ Палатѣ для выѣрки англійскаго фунта и гирь въ нѣсколько фунтовъ, потому что онѣ имѣютъ лишь косвенное отношеніе къ возобновленію, я считаю необходимымъ сказать теперь о томъ, что, отправляясь въ Лондонъ, я взялъ съ собою нѣбольшую у насъ платино-природный англійскій торговый фунтъ («Временникъ», т. 1, стр. 90; перечень, п^о2) и, благодаря чрезвычайной обязательности какъ управляющаго Board of Trade, sir Courtenay Boyle, такъ и директора Standards Department'я г. Ченей, имѣлъ возможность въ рядѣ взвѣшиваній, произведенныхъ вѣсѣтъ съ г. Ченей и г. Влюмбахомъ, сравнить нашъ фунтъ не только съ основнымъ прототипомъ англійскаго фунта, но и съ 3-ми другими важнѣйшими его копіями, что современнѣе будетъ подробно описано.

Что касается до приготовленныхъ г. Маттеи гирь, то, принявъ ихъ въ необдѣланномъ видѣ, я передалъ ихъ для первоначальной отдѣлки нѣбольшому лондонскому производителю вѣсовъ и гирь г. Ертлингу съ тѣмъ, чтобы онъ ихъ обточилъ, шлифовалъ и полировалъ, оставивъ избытокъ вѣса въ каждой гирѣ для окончательной пригонки. При обтачиваніи нѣкоторыя гири оказались или съ видными вѣшними пороками, или низкаго удѣльнаго вѣса (ниже 21,2), что показывало скрытые внутренние пороки; такія гири были замѣнены другими. На нѣкоторыхъ гирахъ (напр., въ 400 гр.) г. Ертлингъ оставилъ большой избытокъ вѣса, такъ что первоначальную обдѣлку ихъ пришлось вновь заканчивать въ самой Палатѣ. Работы эти почти закончились ко времени моего отъѣзда изъ Лондона; часть гирь, однако, получена позднѣе, но главную массу гирь взялъ уже съ собою для того, чтобы труднѣйшую часть работъ, а именно окончательную отдѣлку и пригонку къ должному вѣсу закончить въ самой Палатѣ, что и производится по настоящее время О. П. Завадскимъ и мастерами Палаты г. Мельзасомъ, въ пережку съ опредѣленіемъ удѣльнаго и абсолютнаго вѣса, которымъ предшествуетъ вымываніе въ слабой кислотѣ, водѣ, спиртѣ и эфирѣ, а затѣмъ высушиваніе въ пустотѣ. Одновременно ведется постепенная отдѣлка всѣхъ новыхъ гирь, т. е. 4-хъ фунтовъ, платиноприродныхъ и золотыхъ подраздѣленій фунта и сумки (начиная съ 400, 300, 200, 100 гр. вѣса) граммовыхъ гирь. Опытами г. Завадскій и Мельзасъ дошли до того, что вѣсъ гирь можно убавлять на малую величину, даже на сотыя доли миллиграмма. Но эта работа идетъ очень медленно, потому особенно, что гирѣ нельзя давать значительно разогрѣваться, такъ какъ иначе нельзя скоро опредѣлять ея настоящій вѣсъ. Приемы, приѣмлемые въ этомъ дѣлѣ, вѣроятно, также будутъ въ свое время описаны О. П. Завадскимъ. Въ настоящее время почти всѣ гири доведены до того, что въ нихъ остался избытокъ вѣса лишь въ нѣсколько миллиграммъ.

мовъ, и предъ окончательною подгонкою оны со всею возможною нѣтъ точностію изучаются въ своемъ истинномъ вѣсѣ, причемъ фунтовыя гири сравниваются какъ между собою, такъ и съ нѣбующимся платиновымъ прототипомъ, до вѣса коего (въ пустотѣ) ихъ должно довести.

Эти опредѣленія и опредѣленія удѣльнаго вѣса каждой гири ведутся преимущественно О. П. Завадскимъ и В. Д. Сапожниковымъ, при участіи А. И. Доброхотова. Остается, слѣдовательно, окончательная пригонка вѣса и ряда взвѣшиваній для опредѣленія истиннаго вѣса. Что касается до этой послѣдней работы, то, судя по вложенному выше, можно быть убѣжденнымъ, что взвѣшиванія пойдутъ правильно и дадутъ истинные вѣса съ точностію въ тысячные доли миллиграмма для фунтовыхъ гирь, а для болѣе мелкихъ, конечно, еще съ меньшею погрѣшностію. Здѣсь нужно только преля, котораго потребуется много не только потому, что каждое сличеніе будетъ повторяться, напр., для фунтовыхъ гирь по крайней мѣрѣ по 4 раза двумя наблюдателями, но и потому, что гири, подлежащія сличенію, много, а каждое взвѣшиваніе, отъчая вышеуказанной системы, требуетъ вѣстѣ съ наблюденіемъ давленія, влажности и температуры и съ необходимыми перерывами, въ среднемъ, не менѣе двухъ часовъ отъ двухъ наблюдателей: одинъ ведетъ отсчетъ, другой записываетъ, чтобы въ слѣдующій разъ смѣниться; расчеты ведутъ оба, чтобы не было погрѣшностей счета, очень легко возможныхъ при сложности каждаго взвѣшиванія, состоящаго обыкновенно изъ 7 взвѣшиваній, при записи въ каждомъ времени 4-хъ или 3 показаній шкалы. А такъ какъ наши лучшіе вѣсы, по отсутствію другихъ помѣщеній съ прочными устоями, приходится имѣть все въ одной комнатѣ, отличной во всемъ отношеніяхъ, и такъ какъ одновременно въ этой комнатѣ нельзя производить двухъ взвѣшиваній, то и становится совершенно очевиднымъ, что, не смотря на то, что гири близки къ окончательной готовности, окончаніе всей предстоящей работы взвѣшиваній потребуетъ еще многихъ мѣсяцевъ работы всѣхъ участниковъ. Но конецъ дѣла здѣсь уже вполне обезпеченъ и довольно ясно виденъ.

Считаю необходимымъ замѣтить далѣе, что одноименныхъ гирь въ числѣ вновь заготавливаемыхъ нѣтъ другихъ промѣ фунтовыхъ, а потому надписи требовались только для фунтовыхъ гирь. На одной изъ нихъ изображенъ русскій гербъ, на другой — корона, на третьей — вѣзель Государя Императора вмѣстѣ съ годомъ (1894) изготовленія, и эта же послѣдняя надпись повторена на золотомъ фунтѣ. Для того же, чтобы надписи эти не нарушали сплошности поверхности, позволяющей видѣть и удалить малѣйшіе слѣды пыли, надписи эти не выгравированы какимъ-либо твердымъ или рѣжущимъ инструментомъ, а составлены изъ ряда мелкихъ кружковъ, произведенныхъ на гравировальномъ станкѣ быстро вращающающагося стержнемъ изъ твердаго дерева или стали. Пріемъ этотъ, оставилъ поверхность гладкою на ощупь, даетъ звуки очень отчетливо видимые и представляющіе много преимуществъ предъ гравированными или выдавленными знаками, затрудняющими полную чистоту поверхности, что при достигнутой чувствительности вѣсовъ должно уже имѣть свое значеніе. Двѣ изъ фунтовыхъ гирь были замѣчены по этому способу еще въ Лондонѣ у Брэннга, а двѣ другія, послѣдніе вѣзель Государя Императора Николая II, замѣчены въ мастерскихъ Экспедиціи заготовленія государственныхъ бумагъ, въ С.-Петербургѣ, благодаря любезному содѣйствію управляющаго ею, Его Превосходительства Р. Э. Ленца.

Въ заключение считаю полезнымъ показать въ числахъ ту степень точности выводовъ или согласія отдѣльныхъ (хотя и не единичныхъ) опредѣленій, которой достигла исслѣдованія, произведенныя въ Международномъ Бюро мѣръ и вѣсовъ при повѣренныхъ слѣченіяхъ прототиповъ. Для этой цѣли союкупляю здѣсь выводы изъ данныхъ для того прототипа метра № 28, и для того прототипа килограмма № 12, которые вѣствуютъ въ Главной Палатѣ, заимствуя изъ *Travaux et Mémoires du Bureau international des poids et mesures* Tome VII (1890), pag. 59—83, выводы, относящіеся до метра и изъ Tome VIII (1893), pag. 41—71 и Tome VII, pag. 102—108 выводы, касающіеся сравненія нашего килограмма съ прочими прототипами.

Метръ № 28 былъ прямо слѣченъ (Mrs. Benoit et Isachsen подъ руководствомъ Mr. Broch) съ 10-ю другими прототипами международныхъ метровъ, и результаты сравненій, относенныя къ 0° и отвѣчающія каждый разъ среднему изъ 4-хъ отдѣльныхъ полныхъ комбинацій, выражаются уравненіями, данными въ 1-мъ столбцѣ. Во 2-мъ столбцѣ дано то окончательное значеніе, которое найдено (pag. 83) для каждаго метра, служившаго для слѣченій. На основаніи этого послѣдняго вѣроятнѣйшаго вывода найдено, въ столбцѣ 3-мъ, уравненіе метра № 28. Сверхъ того, въ послѣдней строкѣ дано косвенное слѣченіе № 28 съ тѣмъ прототипомъ М (который сперва былъ № 6), который окончательно принятъ равнымъ архивному прототипу метра. Всѣ слѣченія приведены къ 0° и произведены изъ подѣ.

№ 28 = № А + n микровъ.	№ А = 1 ^м .	№ 28 = 1 м. + n микровъ.
№ 28 = № 25 — 0°,09	+ 0°,7	№ 28 = 1 м. + 0,61 м.
» = № 26 — 0,46	+ 0,9	» = » + 0,44 »
» = № 27 + 2,24	— 1,6	» = » + 0,64 »
» = № 29 + 3,45	— 2,8	» = » + 0,65 »
» = № 30 — 2,31	+ 2,8	» = » + 0,49 »
» = № 4 + 1,09	— 0,8	» = » + 0,29 »
» = № 10 + 1,09	— 0,8	» = » + 0,29 »
» = № 16 + 1,05	— 0,6	» = » + 0,45 »
» = № 22 + 1,86	— 1,3	» = » + 0,56 »
» = 1, — 5,58	+ 6,0	» = » + 0,42 »
» = М + 0,68	. 0	» = » + 0,68 »

Отсюда, какъ вѣроятное среднее, вытекаетъ:

$$\text{№ 28} = 1 \text{ метру} + 0^{\circ},50^{\circ}.$$

*) По правилу «медианы», данному М-г Estienn (въ 1890 г.), вѣроятнѣйшій выводъ изъ ряда данныхъ отвѣчаетъ не общему арифметическому среднему, а средней реальной величинѣ изъ числа наблюдаемыхъ, которая найдется, расположивъ все выводы по порядку ихъ численной величины. Такъ, въ указанномъ примѣрѣ, отбросивъ 4 высшія величины (отъ 0,29 до 0,45) и 4 высшія (отъ 0,61 до 0,68), получимъ три среднихъ, а именно по порядку величины: 0,45, 0,49 и 0,56, что даетъ вѣроятный выводъ + 0,49 м. Онъ здѣсь совершенно согласенъ съ арифметическимъ среднимъ, а это указываетъ, что погрѣбности слѣдуютъ опредѣленному закону, принятому Гауссовскою теоріею вѣроятностей, т. е., что наблюденія не содержатъ крупныхъ случайныхъ измѣненій, а опредѣляются неизбѣжными погрѣбностями наблюдений. Считаю не лишнимъ обратить вниманіе на то, что и съ своей стороны пользуясь этимъ приемомъ для отбѣнки стройности ряда наблюдений, долженствующаго давать тождественныя

Этотъ выводъ вполне согласуется съ тѣмъ, который сообщенъ въ удостовѣреніи Международнаго Бюро (см. «Временникъ», ч. 1, стр. 100). Наибольшая разность сличеній = $0^{\text{м}},39$, вероятная же погрѣбность не болѣе $\pm 0,03$ м. Сколько мнѣ извѣстно, при сличеніи мѣръ длины никогда не достигалось болѣе, чѣмъ указанная, степени точности. Средства компараци, имѣющіеся въ распоряженіи Гл. Палаты, судя по нимъ уже выполненнымъ компарациямъ, позволяютъ достигать у насъ подобной же степени точности, если будутъ, какъ здѣсь, сравниваться въ водѣ мѣры, приготовленныя изъ одного матеріала и очень сходственныя по длинѣ, такъ что можно надѣяться, что наши сличенія мѣръ длины, при соответственныхъ условіяхъ, не уступятъ въ точности сличеніямъ, сдѣланнымъ въ Международномъ Бюро. Указанную степень точности можно претворить, по моему мнѣнію, только построивъ новые компараторы съ многими улучшенными подробностями устройства, но нельзя не указать на то, что при современныхъ основныхъ приѣмахъ компараци едва ли можно достичь того, чтобы отдѣльные опредѣленія представляли разность не въ десятыхъ, а въ сотыхъ микрона, такъ какъ толщина (ширина) самыхъ дѣленій на металлическихъ прототипахъ, и то съ трудомъ, доводится лишь до 7—8 микроновъ, слѣдовательно, въ самой установкѣ нитей микроскопа можно ждать погрѣбностей въ десятыхъ микрона. Словомъ, техника сличеній мѣръ длины намъ почти достигла до предѣловъ точности опредѣленнаго техникию самого производства шартеныхъ мѣръ длины.

Что касается до килограмма № 12, имѣющагося въ Главной Палатѣ, то онъ въ Международномъ Бюро сличенъ съ 12-ю другими прототипами. Взвѣшиванія производили M-rs Thiessen et Kreichbauer. Каждое сличеніе составляетъ результатъ 32 отдѣльныхъ взвѣшиваній (или съ повторяющимися нагрузками, или съ перекладкою, или съ перехвѣною добавочныхъ грузовъ), а каждое взвѣшиваніе изъ 4-хъ отчетовъ качаній. Въ результатъ введены всѣ поправки. Въ первомъ столбцѣ опять даны равенства для № 12 по сличенію его съ нѣкоторыми другими килограммами № 1, во второмъ столбцѣ приведено окончательное значеніе, выведенное для этого послѣдняго (т. VIII, стр. 108), а въ третьемъ — вытекающее изъ предшествующихъ данныхъ значеніе № 12.

№ 12 + № 1 + в анализ. ¹⁾	№ 1 = 1 ^{кг} +	№ 12 = 1 килограм. + ммк ^г
№ 12 = № 4 + $0^{\text{м}},1469$	$- 0^{\text{м}},075$	№ 12 = 1 ^{кг} + $0,0719$ мг.
№ 12 = № 6 — $0,0935$	+ $0,169$	№ 12 = » + $0,0755$ »
№ 12 = № 8 — $0,1836$	+ $0,260$	№ 12 = » + $0,0764$ »
№ 12 = № 14 — $0,1772$	+ $0,247$	№ 12 = » + $0,0698$ »
№ 12 = № 16 + $0,0209$	+ $0,056$	№ 12 = » + $0,0769$ »

числа, а именно распредѣляю всѣ числа на 3, по возможности равные, разрядъ (если число наблюдений не дѣлится на 3, то наибольшее число оставляется въ среднемъ разрядѣ); наибольшія, среднія и наименьшія; среднее изъ среднего разряда считается вѣроятнѣйшимъ (здѣсь оно = $0,51$ м.), а если къ нему близко среднее изъ остальныхъ разрядовъ (здѣсь оно = $0,53$ м.), то наблюденія считаются стрѣлками. Но въ расчетахъ Гл. Палаты мы держимся обычныхъ выводовъ Гаусса.

¹⁾ Если находилось вѣсозольно различнахъ результатовъ отдѣльныхъ сличеній (такъ для № 12 — № 40 имѣется три, одно на стр. 41 т. VIII, дано $+0,0941$ мм., другое т. VIII на стр. 71 дано $+0,0928$, третье т. VII—102 дано $+0,0927$), то и брали-то изъ нихъ, которое принято въ выводахъ Бенуа (т. VII), который, какъ директоръ Бюро, могъ избрать лучшее изъ выводовъ.

№ 12 + № 4 + <i>n</i> миллигр.		№ 12 = 1 ^н +		№ 12 = 1 ангор. + <i>n</i> ^н	
№ 12 = № 19 +	0,3434	—	0,276	№ 12 = * +	0,0674 >
№ 12 = № 24 +	0,2518	—	0,191	№ 12 = > +	0,0608 >
№ 12 = № 26 +	0,0953	—	0,032	№ 12 = > +	0,0633 >
№ 12 = № 37 —	0,1771	+	0,244	№ 12 = * +	0,0669 >
№ 12 = № 25 —	0,0378	+	0,107	№ 12 = > +	0,0692 >
№ 12 = № 40 +	0,0927	—	0,037	№ 12 = > +	0,0557 >
№ 12 = <i>K</i> +	0,0579		0	№ 12 = > +	0,0579 >

Отсюда, какъ въроятное среднее, вытекаетъ, что:

$$\text{№ 12} = 1^{\text{н}} + 0^{\text{нн}} 0676 \text{ } ^1),$$

а это опять вполне согласно съ выводомъ, сдѣланнымъ Международнымъ Бюро (+ 0,068 *mg.* «Временникъ» ч. I, стр. 94). Здѣсь разность между отдельными опредѣленіями достигаетъ до 0,021 *mg.*, но вследствие многочисленности опредѣленій вѣроятная погрѣшность среднего результата не превосходить — 0,0013 *mg.* Если же въ достигнутыхъ за послѣднее время въ Главной Палатѣ взвѣшиванійхъ отдельныя опредѣленія, производимыя раздѣльно О. П. Завадскимъ и В. Д. Сапожниковымъ и состояща каждое изъ 14-ти взвѣшиваній, не различаются между собою болѣе, чѣмъ въ тысячныхъ доляхъ миллиграмма, а обыкновенно же и 0,004 *mg.*, то въ нашихъ взвѣшиваніяхъ, благодаря склоненію многихъ благоприятныхъ обстоятельствъ и условий, достигнута не только не меньшая, а даже значительно большая степень точности.

Въ видѣ примѣра взвѣшиваній, производимыхъ въ Главной Палатѣ, привожу результаты двухъ единичныхъ, но познанныхъ взвѣшиваній изъ самаго послѣдняго времени (3 и 7 іюня 1895 г.), когда сличались между собою двѣ платиново-иридиевыя фунтовыхъ гири и нагрузки были оба раза тождественны. При томъ эти взвѣшиванія велись на такихъ же вѣсахъ Рупрехта, какія привѣшаются въ Международномъ Бюро. А такъ какъ дѣло идетъ о сравненіяхъ не окончательныхъ, а лишь требующихся по ходу производимыхъ при возобновленіи работъ, то здѣсь взяты самыя простѣйшіе приемы точныхъ взвѣшиваній. При окончательныхъ сличеніяхъ, приняты вѣсколько новыхъ приемовъ, мы надѣемся достигъ высшей точности, чѣмъ та, которая здѣсь требовалась.

$A = 1$ *фн.*, гербъ 1894; $B = 1$ *фн.* корова, 1894 + добавочный грузъ, вѣсъ котораго еще точно неопредѣленъ, но близокъ къ 0,3 *mg.*; для опредѣленія чувствительности служить гирька, вѣсъ которой = 1,00911 *mg.*; поправка на объемъ вытѣсненнаго воздуха ($V_A - V_B$) $e = -0,0317$ *mg.* въ оба дня одна и та же.

¹⁾ По правилу «медаль» вѣроятнѣйшій выводъ есть + 0,0683, по тому о которомъ я говорилъ въ вышесказанномъ предисловіи, стр. + 0,0684. Отсюда видно, что всѣ способы вывода согласно даютъ + 0,068, что указываетъ на то, что условія отдельныя опредѣленій зависятъ отъ случайныхъ обстоятельствъ и что средняя погрѣшность самостоятельнаго взвѣшиванія (содержащаго 32 навѣс.) Тисева близка къ $\pm 0,006$ *mg.*

3 июня отъ 11 ч. 55 м. до 12 ч. 54 м. О. П. Завадскій (листъ № 111):

	l_1	l_2	l_3	l_4	Разность,
1) АВ	90,25	111,45	90,90	110,80	101,013
2) А(В+r)	63,40	107,70	64,60	106,25	85,819
3) АВ	95,65	105,65	95,95	105,40	100,731
4) ВА	98,00	106,55	98,35	106,25	102,369
5) АВ	83,95	118,30	84,90	117,30	101,356
6) ВА	97,90	106,05	98,15	105,80	102,038
7) АВ	88,40	114,15	89,10	113,40	101,444

Отъ 12 ч. 55 м. до 1 ч. 45 м. наблюдаетъ В. Д. Сапожниковъ (записной листъ № 112):

8) АВ	97,00	105,05	97,15	104,90	101,062
9) ВА	98,90	105,70	99,00	105,40	102,300
10) АВ	98,90	104,35	99,00	104,20	101,644
11) ВА	98,75	105,15	98,95	105,00	102,006
12) АВ	96,55	106,40	96,80	106,20	101,544
13) А(В+r)	69,30	102,95	70,20	102,00	86,344
14) АВ	96,30	106,50	96,70	106,20	101,512

Изъ взвѣшиваній 1, 2 и 3 получается число миллигр., отличающее 1 дѣл. шкалы, $n = 0,06704 \text{ mg.}$, а изъ взвѣш. 12, 13 и 14 $n = 0,06846 \text{ mg.}$, а потому для всего взвѣшиванія принято среднее $n = 0,06675 \text{ mg.}$ Взвѣшиванія 3 и 5 даютъ для АВ въ среднемъ 101,044 дѣл. шкалы, а взвѣшиваніе 4-е даетъ для ВА 102,369 дѣл., а потому изъ 3, 4 и 5 получается $A - B = -0,668^{\text{div}}$. Точно также изъ 4, 5 и 6 $= -0,424^{\text{div}}$, изъ 5, 6 и 7 $= -0,319^{\text{div}}$, изъ 8, 9 и 10 $= -0,473^{\text{div}}$, изъ 9, 10 и 11 $= -0,255$, а изъ 10, 11 и 12 $= -0,206^{\text{div}}$, въ среднемъ $A - B = -0,3898^{\text{div}} = -0,0260 \text{ mg.}$ въ воздухѣ.

Взвѣшиваніе 7 июня дало отъ 11 ч. 38 м. до 12 ч. 23 м. В. Д. Сапожникову (листъ № 117): 1) АВ 100,53; 2) ВА 102,09; 3) АВ 101,29; 4) ВА 101,93; 5) АВ 101,11; 6) А(В+r) 86,51 и 7) АВ 101,32 Затѣмъ О. П. Завадскій отъ 12 ч. 25 м. до 1 ч. 15 м. получалъ: 8) АВ 101,38; 9) А(В+r) 86,43; 10) АВ 100,92; 11) ВА 102,02; 12) АВ 101,58; 13) ВА 101,88 и 14) АВ 101,01. Изъ 5, 6 и 7 $n = 0,06861$, а изъ 8, 9 и 10 $n = 0,06855$, принимаемъ среднее $n = 0,06858 \text{ mg.}$ Изъ 1, 2 и 3 $A - B = -0,59$, изъ 2, 3 и 4 $= -0,36$, изъ 3, 4 и 5 $= -0,365$ дѣл. шкалы; изъ 10, 11 и 12 $A - B = -0,385$; изъ 11, 12 и 13 $= -0,185$; изъ 12, 13 и 14 $= -0,292$ дѣл. шкалы, откуда въ среднемъ: $A - B = -0,3628$ дѣл. $= -0,0249 \text{ mg.}$ въ воздухѣ. Разность этого опредѣленія отъ предшествующаго $= -0,0011$ миллиграмма.

Вѣсы Нунда даютъ въ условіяхъ нашихъ наблюденій столь же согласныя данныя, какъ и вѣсы Руврехта. Объ устройствѣ вѣсовъ, о результатахъ взвѣшиваній, о способахъ взвѣшиванія и о нѣкоторыхъ приемахъ для увеличенія точности результатовъ взвѣшиваній — въ дальнѣйшихъ выпискахъ «Временника» предполагается помѣстить рядъ отдѣльныхъ статей.

Все изложенное позволяетъ надѣяться на благоприятное окончаніе предпринятаго возобновленія русскихъ прототиповъ.

ОБОЗНАЧЕНИЯ, ПРИНЯТЫЯ ГЛАВНОЮ ПАЛАТОЮ МѢРЪ И ВѢСОВЪ.

Для удобства и единообразія обозначеній съ августа 1895 г. въ Главной Палатѣ мѣръ и вѣсовъ, а слѣдовательно и во «Временникѣ», начиная съ 3-й части, приняты нижеслѣдующія обозначенія славянскихъ русскихъ и метрическихъ мѣръ, причемъ условлено: 1) Ставить означеніе или русскимъ, или латинскимъ шрифтомъ (принимать въ международномъ комитетѣ), безъ предпочтенія одного рода означенія передъ другимъ, но такъ, гдѣ по международному соглашенію приняты греческія буквы (напр. μ для микроновъ), ставить исключительно эти послѣднія; русскія же мѣры означать исключительно русскими буквами. 2) Писать соответственный знакъ послѣ цѣлыхъ (т. е. передъ запятой, отдѣляющей десятичную дробь), вверху, *безъ точки*; напр. 7^м.27 означаетъ 7 метровъ и $\frac{27}{100}$ метра = 727^{см} или 727^{см}, т. е. = 727 сантиметръ. 3) Если означеніе пишется въ строку, то ставится съ *точкою* послѣ знака, напр. 7^м.27 = 7,27 м. = 727 см.; 0,6р. значить $\frac{6}{10}$ микрова = 0,6. 4) Если знакъ известной мѣры ставится безъ соответственныхъ цифръ, то онъ пишется въ строку съ *точкою* послѣ знака, напр. «вѣсъ 1. (или л.) воды выражаетъ» и т. д. значить «вѣсъ литра воды выражаетъ» и т. д. 5) Знака, подобнаго N, т. е. N футовъ или N дюймовъ, вовсе не применять. 6) Градусы температуръ означать по принятому, ставя ° вверху передъ запятой или послѣ правильной дроби. При этомъ, если за числомъ градусомъ не стоитъ знака, это значить, что температура опредѣлена по стоградусной водородной шкалѣ, которая, въ случаѣ подобности, означается буквою Ц, поставленною внизу, напр. 15°_Ц или 15°₆ означать 15°₆ по водородной шкалѣ Цельсія. Градусы Цельсія означаются или С или Ц. Реомюра — R или P, Фаренгейта — F или Ф. Градусы температуры, означенныя буквою и, поставленною въ строку (напр. 15°_и или 15°_{6и}), означаютъ температуру по нормальному термометру, временно принятому въ Палатѣ (см. стр. 77, выноски).

1) Мѣры массы или вѣса:

Тонна = 1000 килограммовъ	t.	т.
Килограммъ = 1000 граммовъ	kg.	кг.
Граммъ	g.	г.
Миллиграммъ = $\frac{1}{1000}$ грамма	mg.	мг.
Микрограммъ = $\frac{1}{1000}$ миллиграмма	μ .	μ .
Пудъ = 40 русск. фунта	poud.	п.
Фунтъ = 96 золотника	livre russ.	фн.

Золотникъ = 96 долямъ solotn. з.
 Доля = $\frac{1}{96}$ золот. = $\frac{1}{2712}$ фунта dli. дл.

2) Мѣры длины или линейныя:

Километръ = 1000 метрамъ km. км.
 Метръ m. м.
 Дециметръ = $\frac{1}{10}$ метра dm. дм.
 Сантиметръ = $\frac{1}{100}$ метра cm. см.
 Миллиметръ = $\frac{1}{1000}$ метра mm. мм.
 Микропъ = $\frac{1}{1000}$ миллиметра μ . μ .
 Верста = 500 сажень verst. врс.
 Сажень = 3 аршина = 7 футовъ saz. с.
 Аршинъ = 16 вершковъ = 28 дюймовъ arch. а.
 Вершокъ = $1\frac{1}{4}$ дюйма verch. врш.
 Футъ = 12 дюймовъ pied. фт.
 Дюймъ = 10 линій pouc. дм.
 Линія = $\frac{1}{120}$ фута = $\frac{1}{240}$ аршина lg. лп.

3) Мѣры поверхности или квадратныя означаются, какъ мѣры длины, ставя сверху цифру 2 (т. е. квадратъ), напр. $47^2 = 47\text{м.}^2$ означаетъ 47 квадратныхъ метровъ, μ^2 означаетъ квадратный микропъ, cm.^2 — квадратный сантиметръ, 17дм.^2 означаетъ 17 квадратныхъ дюймовъ.

4) Мѣры объема или кубическія означаются, какъ мѣры длины, ставя сверху цифру 3, напр. $17^3 = 17^3\text{дм.}^3 = 17\text{дм.}^3$ означаетъ 17 кубическихъ дециметровъ.

5) Мѣры емкости или емкостимѣстей:

Гектолитръ = 100 литрамъ hl. гл.
 Литръ = объему, занимаемому килограм. воды при ея наибольшей плотности (около 1000,16 см.³, см. стр. 48) l. л.
 Миллилитръ = $\frac{1}{1000}$ литра (около 1,00016 см.³) ml. мл.
 Микролитръ = $\frac{1}{1000}$ миллилитра λ . λ .
 Ведро = объему 30 фунт. воды при $13\frac{1}{3}^\circ\text{R} = 10$ штофамъ v. в.
 Четверть = 8 четверикамъ tschetwert. чт.
 Четверикъ = объему 64 фунт. воды при $13\frac{1}{3}^\circ\text{R} = 8$ гарцамъ tschetwerik. чк.

6) Мѣры времени:

Часъ ч.
 Минута мин.
 Секунда сек.

Дѣленія какой-либо шкалы или барабана микрометричнаго винта обозначаются сокращенно div. (division) или дѣл. (дѣленія).

ДОБАВЛЕНИЕ КЪ СТАТЬЕ Н. ЕГОРОВА «СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕРМОМЕТРИИ» (СТР. 55—76).

По вычислениямъ, произведеннымъ недавно Ульвигомъ (Houllévigne)¹⁾, оказывается, что шкала воздушнаго термометра улаживается термодинамическую шкалу на величину максимумъ въ 0°,0144, а именно:

$T - t_a = -0,0144$ для 40°, при чемъ абсолютный нуль = $-273^{\circ},3591$. Что касается до шкалы водороднаго термометра, то, по Ульвигу, она отстаетъ отъ термодинамической, но только на весьма незначительную величину (0,001), максимальная разница для 60°:

$$T - t_a = +0,00105,$$

а абсолютный нуль = $-273,2965$.

Позволимъ считатьъ привести еще формулу для перехода отъ шкалы ртутнаго термометра изъ фр. твердаго стекла (verre dur) къ шкалѣ водороднаго термометра, какъ къ шкалѣ нормальной:

$$t_a - t_r = t_r(100 - t_r) [-62,296 + 0,48946t_r - 0,0012805t_r^2 \cdot 10^{-6} \text{ ?}].$$

¹⁾ Journal de physique d'Almeida 1895, III. Ser. Tome IV, p.p. 110—118.

²⁾ Guillaume. T. de Thermométrie.

Оглавление 2-ой части Временника Главной Палаты мѣръ и вѣсовъ.

СТРАН.

6. Вѣсъ определенного объема воды. *Д. Менделѣевъ* . 1—52

Общее и историческое значеніе опредѣленій этого рода. Приплатки метрологическія эквиваленты, стр. 6. Источники погрѣшностей. Измѣненіе плотности воды отъ 0° до 25°, стр. 9. Плотности воздуха, стр. 10. I. Исслѣдованія *Шукбура* (1748) и *Кетнера*, стр. 11. Объемы и вѣсы воды, вытѣсненной кубомъ, цилиндромъ и шаромъ, даны для 1 куб. дм. воды при 4° Ц., вѣсъ 1000,55 гр., стр. 18. Плотность воды *Шукбура* больше 1, чѣмъ и объясняется неточности, стр. 19. II. Исслѣдованія *Лефевра-Гино* (1799), отчетъ о нихъ *Траллеса* (1810), разборъ *Браха* (1874), стр. 19. Объемъ цилиндра и вѣсъ вытѣсненной воды даны для 1 куб. дм. воды, при 4° Ц., вѣсъ 999,966 гр., стр. 24. III. Исслѣдованія *Кундера* (1841), стр. 25. Объемъ двухъ цилиндровъ, стр. 26. Вѣсъ въ воздухѣ и водѣ, стр. 27—34. Наиболее достоянное число, относящееся къ большому цилиндру и чистой водѣ, стр. 35. Оно даетъ для 1 куб. дм. воды, при 4° Ц., 999,846 гр., стр. 37. IV. Исслѣдованія *Чезел* (1892), стр. 38. Большой цилиндръ даетъ для 1 куб. дм., при 4° Ц., 999,858 гр., стр. 39—41; шаръ даетъ 999,848 гр., стр. 41—42. Совокупность лучшихъ опредѣленій *Кундера* и *Чезел* (стр. 44) заставляетъ считать, что вѣсъ (въ пустотѣ) 1 куб. дм., при наибольшей плотности воды, не менѣе 999,82 и не болѣе 999,85 граммовъ, стр. 47. Предположенія о полученіи болѣе точныхъ данныхъ для вѣса куб. дм. воды, стр. 48—52.

7. Термометрическія и барометрическія измѣренія въ Главной Палатѣ мѣръ и вѣсовъ.

Статья I. Современное состояніе термометрии. *Н. Егоровъ*. 55—76

Температура и различные способы ея измѣренія, стр. 55. Термометрическій способъ (ртутный термометръ и газовый термометръ), стр. 57.—Относительные размѣры и поправки точныхъ ртутныхъ термометровъ, стр. 60. Приемы поправки, стр. 68.—Эмпирическія шкалы температуръ и ихъ разность, стр. 71. Шкала абсолютныхъ температуръ (термодинамическая шкала), стр. 73. Теоретическая зависимость между абсолютной температурой и эмпирической для данного тѣла, стр. 75. Нормальная шкала температуръ, стр. 76. Добавленіе, стр. 188.

8. Термометрическія и барометрическія измѣренія въ Главной Палатѣ мѣръ и вѣсовъ.

Статья II. Опредѣленіе поправокъ для рабочихъ термометровъ Главной Палаты мѣръ и вѣсовъ. *Н. Горюховскій* 77—96

Главнѣйшіе рабочіе термометры Палаты, стр. 78. Опредѣленіе коэффициентовъ внешнего (β_e) и внутреннего (β_i) давленія, стр. 81. Для термометровъ Bourdon изъ verre essaiit $\beta_e - \beta_i = 0,0000129$, стр. 88. Сравненіе термометровъ, стр. 92. Опредѣленіе точки нуля, стр. 94. *Приложеніе*: Таблица поправокъ термометровъ, стр. 97. Certificat du Thermomètre Toussaint № 4532, стр. 98

9. Термометрическія и барометрическія измѣренія въ Главной Палатѣ мѣръ и вѣсовъ.

Статья III. Барометръ № 2 Главной Палаты мѣръ и вѣсовъ. *Н. Лебедевъ* 105—117

Устройство барометра, стр. 105. Наполненіе барометра, стр. 108. Способъ и точность отчета барометрическаго давленія, стр. 108. Опредѣленіе поправки на остаточный воздухъ, стр. 110. Результаты наблюденій, стр. 113.

10. Исслѣдованіе дюймовыхъ частей мѣры длины, обозначенной въ перечнѣхъ подъ номеромъ 9. *С. Даманскій* 118—132

I. Установка компаратора и способы наблюденій, стр. 118. II. Опредѣленіе расстояній (0—4, 0—5, 0—8, 0—10 и 0—20) дюймовъ, стр. 120. III. Опредѣленіе $\frac{1}{1000}$ частей дюйма (36—37), т. е. подраздѣленій одной линіи на 10 частей, стр. 127. Вычисленіе отдѣльныхъ дюймовъ, стр. 129.

11. Объ измѣненіи удѣльнаго вѣса воды отъ 0° до 30°.

Д. Менделѣевъ 133—143

Новыя, болѣе точныя исслѣдованія: гг. Писен, Malu-Marek, K. Schaeel и Шарроа, о измѣненіи уд. вѣса воды съ температурою, отнесенною къ шкалѣ воздушнаго термометра, стр. 133. Сравненіе показаній различныхъ термометровъ по отношенію къ водородному, стр. 134. Расширеніе воды на основаніи прежнихъ исслѣдованій, стр. 136. Методы, примененные гг. Писен, Шарроа, Malu и Schaeel'омъ для опредѣленія измѣненій уд. вѣса воды съ температурою, стр. 137. Сводъ новыхъ опредѣленій измѣненія уд. вѣса воды, стр. 139. Эмпирическая формула (A) для вычисленія уд. вѣсовъ воды при температурахъ по водородному термометру, стр. 141. Таблица уд. вѣсовъ воды отъ 0° до 30°, вычисленныхъ по формулѣ (A), стр. 142. Вѣроятнѣйшій вѣсъ куб. сантиметра и литра воды при температурахъ по водородному термометру, стр. 143.

12. Второй перечень образцовыхъ гирь и мѣръ длины, имѣющихся въ Главной Палатѣ мѣръ и вѣсовъ. *Ө. Завадскій*. 144—156

Образцовыя гири: н° 1. Платиновая русская фунтъ, $\Phi \frac{Pt}{1835}$, сравненіе его съ другими гирями, стр. 144. — н° 2. Платино-иридіевый англійскій фунтъ (Avoirdupois), $R \frac{PtIr}{11. A. p.}$, сравненіе его съ другими гирями, стр. 145. — н° 3. Платино-иридіевый миллиграммъ Эрлэнга, $R \frac{PtIr}{1 \text{ м.}}$, и н° 4, такой же граммовый равно-

вѣса Эрланда, $E \frac{Pt}{P. g.}$, новый истинный вѣсъ гирь въ пустотѣ и ихъ объемы, стр. 146.—n° 18 и n° 19. Бронзовый разновѣсъ Вейльштейна отъ 1 пуда до $\frac{1}{4}$ доли, $B \frac{Cu}{1 п.}$ и $B \frac{Cu}{1 фи.}$, истинный вѣсъ гирь въ пустотѣ, ихъ плотности и объемы, стр. 147.—n° 23. Платиновый полукилограммовый разновѣсъ Эрландта, $E \frac{Pt}{(n)^{1/2} mg.}$, новое опредѣленіе истиннаго вѣса гирь въ пустотѣ и ихъ объемы, стр. 148.—n° 26. Русскій издѣный золоченый фунтъ, $X \frac{CuSn}{ф. 1833}$, и n° 27, такой же фунтъ n° 5 $\frac{CuZn}{ф. 1854}$, истинный ихъ вѣсы въ пустотѣ и ихъ объемы, стр. 149.—n° 28 и n° 32. Платино-продѣлова русскія и граммовыя гирь, изготовленныя въ 1893 г. Дювенономъ, Маттея и К°, 1894 $\frac{PtIr}{гербы}$, 1894 $\frac{PtIr}{корова}$.
 1894 $\frac{PtIr}{\left[\frac{10}{11} \right]}$, 1894 $\frac{PtIr}{п. з.}$, 1894 $\frac{PtIr}{р. г.}$; истинный ихъ вѣсы въ пустотѣ и ихъ плотности стр. 151.—n° 33. Золотой русскій фунтъ, 1894 $\frac{Au}{1 фи.}$, его истинный вѣсъ въ пустотѣ и плотности стр. 153; n° 34. Такой же русскій разновѣсъ, 1894 $\frac{Au}{п. з.}$ и 1894 $\frac{Au}{п. д.}$, размеры гирь.—n° 35. Бронзовый фунтовый разновѣсъ Ефимова, Еф. $\frac{CuSn}{п. ф.}$, и n° 36, такой же разновѣсъ Горачева, Гор. $\frac{CuSn}{п. фи.}$, истинный вѣсъ гирь въ пустотѣ и ихъ плотности — n° 37. Такой же граммовый разновѣсъ Ефимова, Еф. $\frac{CuSn}{р. г.}$, истинный вѣсъ гирь въ пустотѣ, ихъ плотности и объемы.

13. Ходъ работъ по возобновленію прототиповъ или образцовыхъ мѣръ длины и вѣса. *Д. Менделѣевъ* 157—185

Необходимость возобновленія основныхъ прототиповъ русскихъ мѣръ длины и вѣса, стр. 157. Соображенія, которыя необходимо было имѣть въ виду при ихъ возобновленіи, стр. 158. Материалъ и форма прототиповъ, стр. 159. Предварительныя работы по возобновленію прототиповъ; приборы, изготовленныя въ Палатѣ для этой цѣли и ихъ сравнительныя достоинства, стр. 167. Новые способы точныхъ вѣзѣншій, стр. 175. Результаты, полученные при предварительныхъ вѣзѣншій въ началѣ 1894 г. на прежнихъ вѣсахъ, стр. 179. Работы съ новыми платино-продѣловыми образцами гирь: подготовка ихъ до номинальнаго вѣса и опредѣленіе плотности, стр. 180. Степень точности, достигнутой при метрологическыхъ работахъ въ Международномъ Бюро, стр. 182. Точность вѣзѣншій, произведенныхъ въ 1895 г. въ Глазгоу Палатѣ на новыхъ вѣсахъ Гуврехта и Нейма.

Обозначенія, принятыя Главною Палатою мѣръ и вѣсовъ 186—187
 Добавленіе къ статьѣ Н. Егорова (№ 7) 188
 Замѣченныя опечатки 196

Table des matières de la 2-ème partie de Vremennik
(des Annales) de la Chambre centrale des poids et
mesures.

	PAGES.
6. <i>D. Mendeleeff</i> . Poids du volume défini de l'eau.	p. 1—52
<p>Importance générale et historique des recherches de cette sorte. Equivalents métrologiques adoptés, p. 6. Causes des erreurs. Variation de la densité de l'eau de 0° à 25°, p. 9. Densité de l'air, p. 10. I. Recherches de <i>Shuckburgh</i> (1748) et de <i>Kater</i>, p. 11. Volumes et poids de l'eau, déplacée par un cube, un cylindre et une sphère fournissent le poids d'un décimètre cube à 4° C. 1000,55 gr., p. 18. La densité de l'eau de <i>Shuckburgh</i> surpasse 1, raison pour laquelle s'explique le manque de précision, p. 19. II. Recherches de <i>Lefèvre-Gineau</i> (1799), rapport les concernant par <i>Tralles</i> (1810), critique par <i>Broch</i> (1874), p. 19. Le volume d'un cylindre et le poids de l'eau déplacée fournissent le poids d'un décimètre cube à 4° C. 999,966 gr., p. 24. III. Recherches de <i>Kupffer</i> (1841), p. 25. Volumes de deux cylindres, p. 26. Leurs poids dans l'air et dans l'eau, p. 27—34. Le nombre le plus exact relatif au grand cylindre et à l'eau pure, p. 35. Ce nombre fournit le poids d'un décimètre cube de l'eau à 4° C. 999,846 gr., p. 37. IV. Recherches de <i>Chaney</i> (1892), p. 38. Le grand cylindre fournit le poids d'un décimètre cube à 4° C. 999,858 gr., p. 39—41; la sphère—999,848 gr., p. 41—42. La combinaison des meilleures recherches de <i>Kupffer</i> et de <i>Chaney</i> (p. 44) fait considérer que le poids d'un décimètre cube (dans le vide) à 4° C. n'est pas moins de 999,82 et ni plus de 999,86 gr., p. 47. Les suppositions de recevoir des données plus précises pour un décimètre cube de l'eau, p. 48—52.</p>	
7. Mesurages thermométriques et barométriques de la Chambre centrale des poids et mesures.	
Article I. <i>N. Egoroff</i> . Etat contemporain de la thermo- métrie	p. 55—76
<p>Température et différents procédés pour la mesurer, p. 55. Procédé thermométrique (thermomètre à mercure et thermomètre à gaz), p. 57. Dimensions relatives et corrections des thermo- mètres de précision à mercure, p. 60. Exemples des corrections, p. 68. Echelles empiriques des températures et leur différences, p. 71. Echelle des températures absolues (échelle thermodyna- mique), p. 73. Relation théorique entre la température absolue et la température empirique d'un certain corps, p. 75. Echelle normale des températures, p. 76. Appendice, p. 188.</p>	

8. Mesurages thermométriques et barométriques de la Chambre centrale des poids et mesures.

Article II. *N. Georgiewsky*. Détermination des corrections des thermomètres de travail de la Chambre centrale des poids et mesures p. 77—96

Thermomètres principaux de travail de la Chambre centrale des poids et mesures, p. 79. Détermination des coefficients de la pression extérieure (β_0) et de la pression intérieure (β_1), p. 84. Pour les thermomètres Baudin en verre recuit $\beta_1 - \beta_0 = 0,0000129$, p. 88. Comparaison des thermomètres, p. 92. Détermination du point de zéro, p. 94. Appendices: Table des corrections des thermomètres, p. 97. Certificat du thermomètre Tonnelot N 4532, p. 98.

9. Mesurages thermométriques et barométriques de la Chambre centrale des poids et mesures.

Article III. *J. Lebedeff*. Baromètre N° 2 de la Chambre centrale des poids et mesures p. 105—117

Construction du baromètre, p. 105. Action de remplir le baromètre, p. 108. Procédé et précision d'une lecture de la pression barométrique, p. 108. Détermination des corrections du résidu de l'air, p. 110. Résultats des observations, p. 113.

10. *S. Lamansky*. Recherche des parties par poudces de la mesures de longueur, désignée au sommaire par N° 9. p. 118—132

I. Arrangement du comparateur et procédé des observations, p. 118. II. Détermination des intervalles des (0—4, 0—5, 0—8, 0—10 et 0—20) poudces, p. 120. III. Détermination des centièmes parties du poudce (36—37), c'est-à-dire, des subdivisions d'une ligne à dix parties, p. 127. Calcul des intervalles de chaque poudce, p. 129.

11. *D. Mendeleeff*. Variation du poids spécifique de l'eau de 0° à 30° p. 133—143

Recherches nouvelles plus exactes de MM. Tiesen, Maly-Marek, K. Scheel et Chappuis concernant la variation du poids spécifique de l'eau avec la température, réduite à une échelle d'un thermomètre à gaz, p. 133. Comparaison des lectures de différents thermomètres par rapport à un thermomètre à hydrogène, p. 134. Dilatation de l'eau, fondée sur les recherches précédentes, p. 136. Méthodes appliquées par MM. Tiesen, Chappuis, Maly et Scheel pour les déterminations de la variation du poids spécifique de l'eau avec la température, p. 137. Résumé des données nouvelles de la variation du poids spécifique de l'eau, p. 139. Formule empirique (A) à calculer le poids spécifique de l'eau à une température au thermomètre à hydrogène, p. 141. Table des poids spécifiques de l'eau de 0° à 30° calculés par la formule (A), p. 142. Poids le plus probable d'un décimètre cube et d'un litre d'eau à une température au thermomètre à hydrogène, p. 143.

12. *Th. Zawadsky*. Deuxième sommaire des poids et mesures de longueur normales se trouvant dans la Chambre centrale des poids et mesures p. 144—156

Poids normal: n° 1. La livre russe en platine, $\phi. \frac{Pt}{1835}$; sa comparaison avec les autres poids, p. 144.—n° 2. La livre anglaise en platine irridiée (Avoirdupois), $R. \frac{PtIr}{1 \text{ l. A. p.}}$, sa comparaison avec les autres poids, p. 145.—n° 3. Le kilogramme d'Oertling en platine irridiée, $R. \frac{PtIr}{1 \text{ n.}}$, et n° 4 la série des subdivisions d'Oertling en platine irridiée, $E. \frac{PtIr}{p. g.}$, nouvelle pesanteur exacte des poids dans le vide et leurs volumes, p. 146.—n° 18 et n° 19. Série des subdivisions de Beilstein en bronze d'un poud à $\frac{1}{2}$ doli, $B. \frac{Cu}{1 \text{ n.}}$ et $B. \frac{Cu}{1 \phi n.}$; pesanteur exacte des poids dans le vide, leur densité et volumes, p. 147.—n° 23. Série des subdivisions de demi-milligrammes d'Oertling en platine, $E. \frac{Pt}{(n) \frac{1}{2} \text{ mg.}}$; détermination nouvelle d'une pesanteur exacte des poids dans le vide et leurs volumes, p. 148.—n° 26. La livre dorée russe, en cuivre, $N. \frac{CuSn}{\phi. 1833}$ et la même n° 27, n° 5 $\frac{CuZn}{\phi. 1834}$; leurs pesanteurs exactes dans le vide et leurs volumes, p. 149.—n° 28—n° 32. Les poids russes et les poids métriques en platine irridiée, préparés en 1893 par Djonson, Matthey et C^e, 1894 $\frac{PtIr}{\text{aigle impérial}}$; 1894 $\frac{PtIr}{\text{couronne}}$; 1894 $\frac{PtIr}{|n|}$; 1894 $\frac{PtIr}{n. a.}$; 1894 $\frac{PtIr}{p. r.}$; leurs pesanteurs exactes dans le vide et leurs densités, p. 151.—n° 33. La livre russe en or, 1894 $\frac{Au}{1 \phi n.}$; sa pesanteur exacte dans le vide et sa densité, p. 153.—n° 34. Série des subdivisions de la livre russe en or, 1894 $\frac{Au}{n. a.}$ et 1894 $\frac{Au}{n. dl.}$; dimensions des poids.—n° 35. Série des subdivisions d'une livre en bronze d'Efimoff, $E\phi. \frac{CuSn}{n. \phi n.}$ et n° 36. Série des subdivisions d'une livre en bronze de Goriatseff, $Pop. \frac{CuSn}{n. \phi n.}$; pesanteur exacte des poids dans le vide et leur densité.—n° 37. Série des poids en bronze du kilogramme jusqu'au gramme d'Efimoff, $E\phi. \frac{CuSn}{p. r.}$; pesanteurs exactes des poids dans le vide, leurs densités et volumes.

13. *D. Mendeleeff*. Les travaux du renouvellement des principaux prototypes russes, ou mesures normales de longueur et de poids p. 157—185

Nécessité du renouvellement des principaux prototypes russes des mesures de longueur et de poids, p. 157. Considérations indispensables à avoir en vue au renouvellement, p. 158. Substance et forme des prototypes, p. 159. Travaux préliminaires du renouvellement des prototypes; appareils se trouvant dans la Chambre centrale à cet effet et leurs qualités comparatives, p. 167. Procédés nouveaux à peser exactement, p. 175. Résultats obtenus des pesées préliminaires en commencement de l'année 1894 au moyen de la balance autrefois employée, p. 179. Manipulations avec les poids normaux nouveaux en platine irridiée; leur réduction à pe-

sauteur nominale et détermination de leur densité, p. 180. Degré de la précision obtenu aux travaux métrologiques du Bureau International, p. 182. Précision des pesées obtenue en 1895 dans la Chambre centrale au moyen des balances nouvelles de Rapprecht et de Nemetz.

Les significations adoptées par la Chambre centrale des poids et mesures	p. 186—187
Appendice à l'article de M. N. Egoroff (№ 7).	p. 188
Errata	p. 196

О П Е Ч А Т К И.

Стр.	Строки.	Напечатано.	Следует.
55	20 сверху	получается	получено
56	3 снизу	платина особенно и	и платина особенно
57	8 сверху	Курибаума	Курибаума
58	12 снизу	α_v	α_v
59	7 сверху	$= \left[\frac{V_e(1+\alpha T)}{1+\alpha_p T} + \right.$	$= \left[\frac{V_e(1+\alpha T) + \bar{s}_t h}{1+\alpha_p T} + \right.$
63	24 .	величина a_v , а при калибровке на n частей имеют $n+1$ главных точек. Но так как всегда	величина a_k . Но так как при калибровке на n частей имеют $n+1$ главных точек и всегда
63	1 снизу	$x_i - x_k + \lambda_m = a_v$	$x_i - x_k + \lambda_m = a_{i,k}$
64	23 сверху	между собой $\bar{\beta}_i$ и \bar{s}_z	между собой
68	4 снизу	интервала на $+0^{\circ},016(\delta\lambda =$	интервала на $0^{\circ},016$. ($\delta\lambda =$
69	3 .	то: $u = f(t)$	т. е. $u = \bar{f}(t)$
70	7 .	исправки b	поправки C
75	8 сверху	выражение	выражению
76	1 .	$T = \frac{P}{P_0} V_0$	$T = \frac{P}{P_0} T_0$
88	12 .	- 0,000017	- 0,000017
	13 .	21	+ 21
	14 .	4	- 4
	15 .	\pm	$\pm 0,000007$
	17 .	+ 0,000004	+ 0,000004
	18 .	- 4,000009	- 9
	19 .	+ 0,000004	+ 4
	20 .	\pm	$\pm 0,000003$

