

612.79.
Л. 47

А. В. Леонтовичъ.

Публична библиотека
И. А. Гуденану
отъ автора.

1907. 16. XII.

Законъ Weber-Fechner'a

ПРИ

РАЗДРАЖЕНИИ КОЖИ ЧЕЛОВѢКА

ИНДУКЦИОННЫМИ ТОКАМИ.



КІЕВЪ,

Типографія Императорскаго Университета св. Владимира Акц. О-ва печ. и изд. дѣла
Н. Т. Корчакъ-Новицкаго, Мeringовская ул. д. № 6.

1907.

Законъ Вебер-Фехнера

№ 11

РАЗДРАЖЕНІЯ КОЖИ ЧЕЛОВѢКА

Печатано по опредѣленію Совѣта Императорскаго Университета
св. Владиміра.

Оттискъ изъ „Университетскихъ Извѣстій“ за 1907 годъ

Законъ Weber-Fechner'a при раздраженіи кожи человѣка индукціонными
токами.

Въ области такъ называемаго кожного чувства вниманіе изслѣдователей наименѣе привлекало такъ называемое электрическое ощущеніе. Въ литературѣ имѣется лишь очень немного данныхъ по этому поводу.

Изслѣдованія задавались цѣлью рѣшить вопросъ о величинѣ болевого порога (Schmerzschwelle) на различныхъ мѣстахъ тѣла. Изслѣдованія С. И. Чирьева и А. De-Watteville¹⁾ показали, что чувствительность собственно нервныхъ аппаратовъ кожи къ индукціоннымъ токамъ на различныхъ мѣстахъ тѣла одинакова. Это слѣдуетъ неопровержимо изъ слѣдующаго основного опыта ихъ работы: если во вторичную катушку индукціоннаго аппарата вводится столь большое сопротивленіе (отъ 1 до 3 мегомовъ), что сопротивленіе эпидермиса (равное въ среднемъ приблизительно 5000—10000 омовъ) въ сравненіи съ нимъ оказывается ничтожнымъ, то и порогъ раздраженія, опредѣляемый разстояніемъ между индукціонными катушками, оказывается совершенно одинаковымъ на всѣхъ мѣстахъ тѣла.

Слѣдующая, сюда относящаяся работа, принадлежитъ г. Zeynek'у²⁾. Въ ней изслѣдовалось вліяніе частоты синусоидальныхъ токовъ (отъ одного колебанія въ 1" до 6000 и выше) на порогъ раздраженія. Установлено, что съ увеличеніемъ частоты тока, впервые ощущаются все болѣе и болѣе сильные токи, т. е. величина порога увеличивается. Zeynek пользовался въ качествѣ источника тока индукторомъ Кольрауша (для 5—110 перемѣнъ въ 1"), особой динамо-машиной (для 600—5000 перемѣнъ въ 1"). Для большихъ частотъ—токами Tesla.

Однако эти интересныя работы не имѣли своей задачей коснуться одной стороны вопроса, которая имѣетъ особый принципиальный интересъ.

¹⁾ Brain, 2, 163, 1879. On the electrical excitability of the skin. Медицинскій Вѣстникъ 1882. № 7. За указанія и аппараты, къ этой работѣ его отношійся, приношу мою сердечную благодарность проф. С. И. Чирьеву.

²⁾ Zeynek. Göttinger Nachrichten 1894. Cit. по Erg. d. Physiol. Bd. 2 (2). S. 116.

Конечно, определение порога ощущения имеет важное значение; однако при этом мы получаем цифры, которые по разным „чувствам“ и ощущениям имеют разную величину и трудно или совсем не поддаются сколько-нибудь точному сравнению друг с другом в абсолютных механических единицах. Между тем в Weber'овском законе мы имеем выраженную в отвлеченных числах характеристику ощущений, ибо величина наименьшего ощутимого приращения даже и при той небольшой степени точности, которая составляет недостаток этих исследований, все же дает достаточную объективную характеристику различного рода ощущений. Так, например, для цветовых ощущений „Schwelle“ равняется по König'у ¹⁾ от $\frac{1}{53}$ до $\frac{1}{45}$, для чувства давления около $\frac{1}{30}$ — $\frac{1}{16}$ и т. д.

Задачей настоящего исследования я поставил себе следующее:

1) Приложим ли закон Weber-Fechner'a к электрическому прерывистому раздражению кожи?

2) Каков порог различения при изменениях силы прерывистого гесп. переменного электрического раздражения кожи?

Для исследования мы пользовались следующими приспособлениями: для измерения тока мы брали сначала электродинамометр Kohlrausch'a. Им мы произвели первые наши исследования. Некоторое удобство его состоит в том, что возможны отсчеты силы тока прямо от обыкновенного индукционного аппарата и без какого-либо лишнего сопротивления в цепи, нас интересующей. При исследовании более сильных токов мы шунтовали этот аппарат. Однако недостатки Kohlrausch'a так велики, что нам пришлось от него отказаться.

Недостатки состоят в том, что он крайне медленно устанавливается: приходится ждать 5—10—15 минут, раньше чем он прочно установится и возможно произвести сколько-нибудь удовлетворяющий отсчет. Конечно, не трудно согласиться, что столь продолжительное изменение раздражения должно остаться не безследным по отношению к тому ощущающему аппарату, исследованием которого мы заняты. Это обстоятельство заставило нас применить другую комбинацию: мы брали переменный ток от трехфазной динамомашины Schuckert'a, дававшей значительное количество энергии (до 10 килоуаттов). Мы пользовались, конечно, лишь одной фазой. (См. Fig. 1). Для отсчета приходилось нѣ-

¹⁾ Сравни, например, таблицу König, Sitzungsberichte d. Akad. d. Wiss. Berlin. 1889, S. 641.

См. наиболее тщательную работу этого рода Stratton. Ueber die Wahrnehmung v. Druckänderungen bei verschiedenen Geschwindigkeiten. Wundt's Phyl. Stud. Bd. XII. S. 538.

сколько повышать еще вольтаж отведенной фазы пропуская ее через трансформатор Oerlikon'a и трансформатор Броун-Бовери („Spannungstheiler“). В конечные зажимы *AB* в цепь последнего вводились проводники, шедшие к исследуемому субъекту, помещавшемуся между *C* и *D*. Такой ток был бы однако очень силен для опыта и был бы опасным для жизни. Чтобы его ослабить, с одной стороны, а с другой, чтобы получить сопротивление цепи, которое можно было считать более или менее постоянным, я прибег здесь к тому же, что соответствует *C*. Чирьев в вышеуказанной своей работе: я в цепь вводил настолько большое сопротивление *F*, чтобы по сравнению с ним сопротивление тела и кожи (между *C* и *D*) было бы сравнительно небольшим и не влияющим заметно на силу тока. Тогда мне достаточно было для измерения тока включить в эту же цепь у *A* и *B*, параллельно предыдущей, вольтметр. Я пользовался двумя вольтметрами: Hitz-Drath аппаратом Hartmann'a и Braun'a (от 0 до 150 volt) и электростатическим мультицеллюлярным вольтметром Томсона (от 150 до 400 volt). Сопротивление, которым я пользовался, равнялось 200000 омов и было, следовательно, меньше, чем то, которым пользовался проф. Чирьев. Большого нельзя было брать, ибо тогда потребовалась бы большая электровозбудительная сила, которой в моем распоряжении не было. Для быстрого изменения вольтжа при исследовании „Unterschiedschwelle“ вводился реостат *G* в первичную цепь Theiler'a Brown-Boweri. Сила тока без труда определялась из формулы $i = \frac{E}{W}$, а относительно увеличения силы тока, т. е.

$$i: I = \frac{E}{W} : \frac{E}{W} = E:W, \text{ т. е. это отношение прямо отсчитывалось по вольт-}$$

метру. Spannungstheiler брался затем, чтобы им регулировать наличный вольтаж гесп. силу тока в широких размерах. При такой комбинации отсчет производился в 1—2 минуты.

Такая необычная для физиолога постановка дѣла возникла в силу необходимости: раньше, конечно, я не пробовал весь тот заслуженный арсенал, который обычно применяется при физиологических исследованиях: санный аппарат Du Bois Reymond'a и камертоны (от 100 до 500 колебаний в 1^н). Испробовать я также и имевшийся в нашей лаборатории прерыватель („Универсальный коммутатор“) Hermann'a ¹⁾.

Измерение переменных токов от этих аппаратов однако показало, что для нашей цели подобные аппараты совершенно непригодны. Лучше других еще оказался обычный санный аппарат. При частоте прерывов в 30—35 ударов он дал мне несколько удовлетворительных

¹⁾ Описан в Pflüger's Archiv, Bd. V, S. 272. Ueber eine Wirkung galvan. Ströme auf Muskel und Nerven.

результатовъ, которые и приведены ниже. Остальные аппараты давали колебанія тока, очевидно въ зависимости отъ большаго или меньшаго некрообразованія, достигавшія 100% взятой силы тока. Никакіе принятые способы для погашенія искры (конденсаторы, побочныя замыканія и комбинація того и другого) не давали улучшеній, достаточно заслуживавшихъ вниманія. Поэтому-то, потерявъ много времени на неудачи, пришлось перейти къ той постановкѣ опытовъ, которая описана выше.

Раздраженіе велось слѣдующимъ образомъ: индифферентный электродъ изъ свинцовой бляхи въ 8×14 см. величиной, обшитый ватой и марлей, смачивался растворомъ поваренной соли и устанавливался—гдѣ либо неподалеку отъ мѣста изслѣдованія, обыкновенно съ другой стороны изслѣдуемаго члена, на примѣръ, при изслѣдованіи тыла кисти, на ладони и наоборотъ. Дифферентный электродъ брался Чирьевскій—маленькій барестезіометръ, опирающаяся на кожу сторона котораго имѣла форму цилиндрика въ 0,8 см. діаметромъ, сдѣланнаго изъ сургуча. Въ сургучъ вдѣланы 25 платиновыхъ проволочекъ въ 0,2 м. діаметромъ каждая. Проволочки распределены равномерно по всему цилиндрику. Проволочки являются окончаніями металлической части эстетіометра, снабженной зажимомъ для соединенія съ источникомъ электричества. Такой наконечникъ весьма просто держится въ чистотѣ—время отъ времени его приходится подтирать тонкими напильничками.

Онъ является дѣйствительно весьма удобнымъ, и я имъ всегда и пользовался; за подробнымъ объясненіемъ причины удобства его отсылаю къ упомянутой работѣ Чирьева и Watteville'a: онъ имѣетъ всѣ удобства точечнаго электрода—даетъ сконцентрированный на отдѣльныхъ чувствительныхъ аппаратахъ электрическій потокъ и въ то же время, благодаря многочисленности точекъ вхожденія тока, гарантируетъ лучшее соприкосновеніе электрода съ кожей. Индифферентный электродъ всегда смачивался, дифферентный всегда брался сухимъ—смачиваніе кожи подъ нимъ для нашей цѣли оказывалось неудобнымъ, ибо тонкій слой жидкости подъ нимъ былъ недостаточенъ для вхожденія перемѣннаго тока по всей поверхности электрода, а не только по мѣстамъ соприкосновенія металлическихъ проволочекъ съ кожей.

Описанная постановка имѣетъ одинъ сомнительный пунктъ, разсмотрѣніе котораго необходимо для дальнѣйшаго. Я говорю, конечно, о томъ, насколько достаточнымъ является введеніе въ цѣнь 200000 омовъ для того, чтобы намъ не считаться съ разницями въ сопротивленіи отдѣльныхъ мѣстъ кожи. Проф. Чирьевъ даетъ для электрическаго сопротивленія отдѣльныхъ мѣстъ кожи цифры съ колебаніями отъ 3000 до 10000, иногда 100000 и болѣе омовъ. При такихъ сопротивленіяхъ наша постановка была бы непригодной, ибо не элиминирована бы была возможность большихъ коле-

баній тока при отдѣльныхъ прикосновеніяхъ. Однако это обстоятельство оказалось не такъ существеннымъ, какъ можно бы было думать съ перваго раза. Въ нашихъ опытахъ намъ пришлось имѣть дѣло съ сопротивленіями въ 3000—5000 омовъ и столь рѣзкихъ колебаній сопротивленія, какъ сказанныя, мы не замѣчали. Надо думать, что причинъ этому нѣсколько: во-первыхъ, мы работали по способу минимальныхъ измѣненій, слѣдовательно, опредѣленія производились лишь тогда, когда токъ уже установилъ пути, по которымъ идетъ; въ теченіи времени опредѣленія сколько-нибудь замѣтныхъ колебаній въ ощущеніи, безъ нашихъ воздѣйствій на токъ, не наблюдалось; поэтому нѣтъ основаній ожидать, чтобы сопротивленіе мѣнялось сколько-нибудь замѣтно, для насъ же абсолютная величина сопротивленія значенія не имѣетъ, важна лишь его одинаковость во время опредѣленія. Во-вторыхъ, въ большей части нашихъ опытовъ у насъ въ распоряженіи былъ токъ большой мощности (нѣсколько килоуаттовъ), а не столь малое количество энергіи, какъ это на лицо при обычныхъ физиологическихъ раздраженіяхъ индукціоннымъ аппаратомъ. Это же обстоятельство тоже несомнѣнно содѣйствуетъ устраненію всякихъ случайныхъ абэрацій тока.

Во всякомъ случаѣ контроль у насъ возможенъ въ двухъ направленіяхъ: первое—въ прямомъ измѣреніи силы тока, второе—въ самыхъ результатахъ изслѣдованій, которые были бы колеблющимися, если бы сопротивление во время всякаго изслѣдованія колебалось въ размѣрахъ, указанныхъ Чирьевымъ. Несомнѣнно, результаты были бы совершенно двусмысленны и никакого заключенія вывести было бы невозможно. У насъ этого не было, слѣдовательно наша постановка допустима.

Я нѣсколько разъ производилъ электродинамометромъ Kohlrausch'a измѣренія силъ токовъ, получавшихся при рядѣ отдѣльныхъ прикосновеній въ кожѣ.

Результаты въ сущности превзошли мои ожиданія, и колебанія оказались ничтожными. Вотъ примѣръ отклоненій Kohlrausch'a при рядѣ прикосновеній, полученныхъ при комбинаціи, указанной на фиг. 1 (при сопротивленіи въ 200000 омовъ), при непосредственномъ соприкосновеніи употреблявшихся мною электродовъ. Сила тока = корню квадратному изъ отклоненія.

При 115 volt'ахъ:

$$120, \text{ сила тока} = \sqrt{120} = 10,95$$

$$118 \quad \text{,,} \quad \text{,,} = \sqrt{118} = 10,85$$

$$118 \quad \text{,,} \quad \text{,,} = \sqrt{118} = 10,85$$

$$119 \quad \text{,,} \quad \text{,,} = \sqrt{119} = 10,90$$

$$123 \quad \text{,,} \quad \text{,,} = \sqrt{123} = 11,10$$

Среднее = 10,92 = силъ тока въ 0,000417 амп.

Вотъ опредѣленія при рядѣ прикосновеній на бедръ: одинъ электродъ неподвижно на задней сторонѣ его, другой—на различныхъ частяхъ передней поверхности:

При 50 volt'ахъ сила тока равна:

$$\sqrt{17} = 4,12$$

$$\sqrt{17} = 4,12$$

$$\sqrt{18} = 4,25$$

$$\sqrt{17} = 4,12$$

$$\sqrt{17} = 4,12$$

При 115 volt'ахъ сила тока равна:

$$\sqrt{112} = 10,6$$

$$\sqrt{110} = 10,5$$

$$\sqrt{107} = 10,3$$

$$\sqrt{104} = 10,2$$

$$\sqrt{107} = 10,3$$

Среднее = 10,38 соответственно силѣ въ 0,000397 амп.

При установкѣ на щиколкѣ дифференціаго электрода получилось $\sqrt{104}$, т. е. въ сущности то же самое.

Значеніе большаго или меньшаго давленія электрода тоже очень не велико.

Такъ, при показаніяхъ барестезіометра на нашемъ электродѣ

при 22 грм. давленія отклоненіе	=	104	миллим.
„ 250 „ „ „	=	104	„
„ 700 „ „ „	=	104	„

При ниже описанныхъ опытахъ, сила тока мѣнялась со скоростью, нужной для передвиженія рукоятки реостата, т. е. въ 2—3 секунды.

Для измѣненія частоты тока мы вводили въ якорь и катушку машины двигателя (Fig. 1M) различные сопротивленія. Такимъ путемъ мы могли варіировать раздраженіе въ предѣлахъ отъ 27 перерывовъ въ 1", до 132 въ 1". Измѣненіемъ формы наконечниковъ электромагнитовъ динамо мы получали для нѣкоторыхъ опытовъ не синусоидальный токъ, а похожий на индукціонный отъ санныхъ аппаратовъ съ Wagner'овскимъ прерывателемъ.

Для другихъ опытовъ мы пользовались обычнымъ саннымъ индукціоннымъ аппаратомъ въ 40 перерывовъ въ 1".

Сила переменнаго тока, упоминаемая въ нѣсколькихъ мѣстахъ — эффективная.

Въ нижеприводимыхъ таблицахъ помѣщены рядомъ, слѣдуя другъ за другомъ, результаты отсчетовъ при усиленіи и ослабленіи токовъ. Въ дѣйствительности такія опредѣленія всегда шли попеременно и лишь для удобства изложенія помѣщены въ указанномъ порядкѣ. При каждомъ опредѣленіи всегда дифференціальный электродъ ставился на новое мѣсто, чтобы по возможности избѣжать утомленія кожныхъ аппаратовъ. Больше 20 отсчетовъ въ одной и той же области тѣла произвести въ одинъ приемъ было трудно: наступала усталость изслѣдуемаго и наблюденія становились невозможными. Поэтому ниже въ таблицахъ—по 10 наблюденій усиленія и 10 ослабленія тока.

При чтеніи ниже слѣдующихъ таблицъ надо имѣть въ виду слѣдующія значенія обозначеній: r обозначаемъ силу раздраженія, т. е. показанія электродинамометра или вольтметра; Δr — ту прибавку, раздраженія которая оказалась ощутимой. Ея величина получалась вычитаніемъ первоначальнаго показанія вольтметра изъ показанія, при которомъ ощущалось усиленіе раздраженія, или наоборотъ, смотря по тому, какая цифра была больше, т. е. шла ли рѣчь объ усиленіи или ослабленіи первоначальнаго тока. Графа „абсолютное отношеніе“ при вольтметрическихъ отсчетахъ показываетъ полученныя вольты, при электродинамометрическихъ—просто отклоненія стрѣлки въ миллиметрахъ скалы, $\%$ отношеніе разумѣется въ отношеніи къ силѣ первоначальнаго раздраженія.

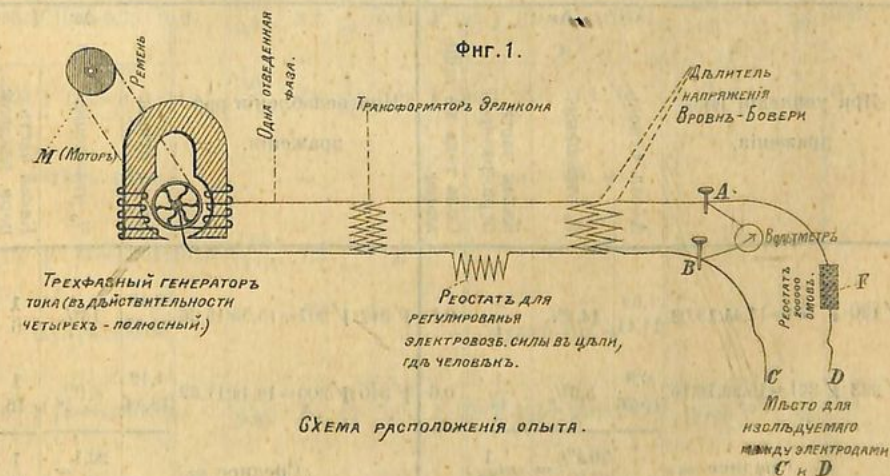


Таблица II.

Объект—служитель. Иванъ Хвисько 32 лѣтъ. 14. II. 1905.

Мѣсто изслѣдованія — тылъ кисти. Индифферентный электродъ на груди. Нормальный санний индукціонный аппаратъ. При усиленіи силы тока приходилось шунтовать электродинамометръ. Первое ощущеніе при 0,25 milliamp.

При усиленіи раздраженія.	$\frac{\Delta r}{r}$				При ослабленіи раздраженія.	$\frac{\Delta r}{r}$			
	Абсол. отнош.	% отношеніе.	Какая часть перв. раздраж.	Сила тока въ milli-ampere.		Абсол. отнош.	% отношеніе.	Какая часть перв. раздраж.	Сила тока въ milli-ampere.
$\sqrt{47}:\sqrt{73}=6,85=8,55$	1,7 6,85	24,4	$\frac{1}{4}$	0,27	$\sqrt{80}:\sqrt{73}=8,95:8,55$	0,40 8,95	4,5%	$\frac{1}{22}$	0,33
$\sqrt{95}:\sqrt{106}=9,75:10,57$	0,82 9,75	8,2	$\frac{1}{12}$	0,41	$\sqrt{125}:\sqrt{109}=11,2:10,81$	0,39 11,2	3,5	$\frac{1}{29}$	0,45
$\sqrt{123}:\sqrt{133}=10,0:11,54$	0,54 11	4,9	$\frac{1}{21}$	0,46	$\sqrt{293}:\sqrt{256}=17,1:16$	1,1 17,1	6,45	$\frac{1}{16}$	0,7
шунтъ 480 ω .					шунтъ 480 ω .				
$\sqrt{197}:\sqrt{77}=14,04:15,07$	1,03 14,04	7,3	$\frac{1}{14}$	1,0					
шунтъ 102 ω .					шунтъ 102 ω .				
$\sqrt{68}:\sqrt{78}=8,25:8,84$	0,59 8,25	7,1	$\frac{1}{14}$	1,0	$\sqrt{166}:\sqrt{161}=12,88:12,69$	0,19 12,88	1,6%	$\frac{1}{68}$	1,4

При токѣ въ 1,4 миллиампера столь сильныя мышечныя сведенія руки и боль въ кожѣ, что изслѣдуемый не можетъ больше выносить опыта.

I.

Результаты съ электродинамометромъ Kohlrausch'a.

A. Санний аппаратъ Du Bois Reymond'a.

Токъ усилялся быстрымъ надвиганіемъ вторичной катушки на первичную.

Источникъ электричества—аккумуляторъ въ 2 в.

Раздраженій 40 въ 1". Изслѣдуемый д—ръ А. Леонтовичъ 35 лѣтъ. 7. II. 1905.

Первое ощущеніе при 0,5 milliamp.

Ощущаются разницы на тылъ кисти:

Таблица I.

При усиленіи раздраженія.	$\frac{\Delta r}{r}$				При ослабленіи раздраженія.	$\frac{\Delta r}{r}$			
	Абсол. отнош.	% отношеніе.	Какая часть перв. раздраж.	Сила тока въ milli-ampere.		Абсол. отнош.	% отношеніе.	Какая часть перв. раздраж.	Сила тока въ milli-ampere.
$\sqrt{130}:\sqrt{170}=11,41:13,03$	1,62 11,41	14,2%	$\frac{1}{7}$	0,5	$\sqrt{242}:\sqrt{207}=15,55:13,06$	2,49 15,55	16%	$\frac{1}{6}$	0,55
$\sqrt{233}:\sqrt{261}=15,26:16,16$	0,9 15,26	5,9%	$\frac{1}{17}$	0,6	$\sqrt{340}:\sqrt{300}=18,44:17,32$	1,12 18,44	6,1%	$\frac{1}{16}$	0,88
Среднее =	$\frac{20,1\%}{2} = 10,0\%$		$= \frac{1}{10}$		Среднее =	$\frac{22,1}{2} = 11,0\%$		$= \frac{1}{9}$	

Таблица III.

16. II. 1905. Объектъ—Иванъ Хвильско.
Электродъ на груди, дифференный на разныхъ частяхъ тѣла.

При усиленіи раздраженія.	$\frac{\Delta r}{r}$				При ослабленіи раздраженія.	$\frac{\Delta r}{r}$			
	Абсол. отнош.	% отношеніе.	Какая часть перв. раздраж.	Сила тока въ milli-ampere.		Абсол. отнош.	% отношеніе.	Какая часть перв. раздраж.	Сила тока въ milli-ampere.
Спина подъ vertebra promineus					Не удалось опредѣлить.				
$\sqrt{242}:\sqrt{208}=15,56:14,42$	$\frac{1,14}{14,42}$	7,8	$\frac{1}{13}$	0,7					
На лѣвомъ плечѣ									
$\sqrt{214}:\sqrt{196}=14,63:14$	$\frac{0,63}{14}$	4,5%	$\frac{1}{22}$	0,7					
На подушечкѣ средняго пальца лѣвой руки									
$\sqrt{65}:\sqrt{55}=8,06:7,41$	$\frac{0,65}{7,41}$	8,8	$\frac{1}{11}$						

Прерыватель Негманн'а давалъ всегда такія большія колебанія, что сюда относящихся опытовъ я и не привожу. Приведенныя цифры получены съ большимъ трудомъ и потому ихъ такъ немного. Для полученія этихъ таблицъ приходилось биться часа по 3—4 для каждой.

II.

Серія опытовъ съ постановкой Фиг. I. Форма кривой тока вродѣ кривой индукціоннаго аппарата.

Способъ измѣренія здѣсь основанъ на формулѣ Ома:

$$I = \frac{E}{X}, \quad I_1 = \frac{E_1}{X}, \quad \text{слѣдовательно } I:I_1 = E:E_1.$$

Таблица IV.

16. V. 1905. Служитель Моисей Ивановъ. Мѣсто изслѣдованія—тылъ кисти лѣвой руки. Индифференный электродъ на ладони. 74 перемѣны въ I'. Первое ощущеніе при 30 v.

Ощущались разницы:

При усиленіи тока.	$\frac{\Delta r}{r}$				При ослабленіи тока.	$\frac{\Delta r}{r}$			
	Абсолютн. величина измѣненія.	% увеличеніе.	Какая часть перв. раздраж.	Сила тока въ миллиамперахъ.		Абсолютн. величина измѣненія.	% уменьшеніе.	Какая часть перв. раздраж.	Сила тока въ миллиамперахъ.
44 : 47	$\frac{3}{34}$	6,8	$\frac{1}{15}$	около	48 : 44	$\frac{4}{48}$	8,3	$\frac{1}{12}$	около
52 : 56	$\frac{4}{52}$	7,7	$\frac{1}{13}$	0,2	60 : 55	$\frac{5}{60}$	8,3	$\frac{1}{12}$	0,2
52 : 60	$\frac{8}{52}$	15,3	$\frac{1}{7}$		56 : 52	$\frac{4}{56}$	7,2	$\frac{1}{14}$	
54 : 58	$\frac{4}{54}$	7,9	$\frac{1}{13}$		85 : 75	$\frac{10}{85}$	11,8	$\frac{1}{8}$	
65 : 73	$\frac{8}{65}$	12,3	$\frac{1}{8}$		90 : 80	$\frac{10}{90}$	11,2	$\frac{1}{9}$	
73 : 82	$\frac{9}{73}$	12,3	$\frac{1}{8}$		80 : 70	$\frac{10}{80}$	12,5	$\frac{1}{8}$	
72 : 78	$\frac{6}{72}$	8,3	$\frac{1}{12}$		84 : 76	$\frac{8}{84}$	9,5	$\frac{1}{11}$	
88 : 98	$\frac{10}{88}$	11,4	$\frac{1}{9}$		123 : 115	$\frac{8}{123}$	6,2	$\frac{1}{16}$	
110 : 122	$\frac{13}{110}$	11,8	$\frac{1}{8}$	около	123 : 115	$\frac{8}{123}$	6,2	$\frac{1}{16}$	около
110 : 126	$\frac{16}{110}$	14,5	$\frac{1}{7}$	0,5	123 : 115	$\frac{8}{123}$	6,2	$\frac{1}{16}$	0,5

$$\text{Среднее } \frac{108,3}{10} = 10,83\% = \frac{1}{9}.$$

$$\text{Среднее } \frac{87,4}{10} = 8,74\% = \frac{1}{11}$$

Сумма квадратов ошибок = 80,82, следовательно

Сумма квадратов ошибок = 52,26, следовательно

Средняя ошибка отдельного наблюдения

$$E = \pm \sqrt{\frac{80,82}{9}} = \pm \sqrt{8,98} = \pm 3,0\%.$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{52,26}{9}} = \pm 2,4\%.$$

Въроятная средняя ошибка отдельного наблюдения

$$Ew = \pm \frac{2}{3} \sqrt{8,98} = \pm 2,0\%.$$

$$Ew = \pm \frac{2}{3} \cdot 2,4 = \pm 1,6\%.$$

Средняя ошибка среднего арифметического

$$E = \pm \sqrt{\frac{80,82}{9 \cdot 10}} = \pm \sqrt{0,9} = \pm 0,95\%.$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{52,26}{9 \cdot 10}} = \pm 0,5\%.$$

Въроятная средняя ошибка среднего арифметического $Ew = \pm 0,64\%$.

$$Ew = \pm \frac{2}{3} \cdot 0,5 = \pm 0,33\%.$$

Процентная относительная ошибка

этого измерения $E_r = \frac{0,64 \cdot 100}{10,83} = 5,91\%$ определяемой величины.

$E_r = \frac{0,33 \cdot 100}{8,74} = 3,78\%$ определяемой величины.

Таблица V.

21. V, 1905. Моисей Ивановъ, Тылъ кисти лѣвой руки. Постановка какъ для таблицы IV. Перемѣнъ 132 въ I'. Тылъ кисти лѣвой руки. Первое оцущеніе при 33v.

Ощущались разницы:

При усиленіи тока.	Δr				Сила тока въ миллиамперахъ.	При ослабленіи тока.	Δr				Сила тока въ миллиамперахъ.
	Абсолютн. величина разницы	% увеличеніе.	Какая часть перв. раздраж.	r			Абсолютн. величина разницы.	% убыль.	Какая часть перв. раздраж.	r	
52 : 57	5	9,6	$\frac{1}{10}$		около	58 : 52	6	10,3	$\frac{1}{10}$		около
52 : 57	5	9,6	$\frac{1}{10}$		0,2	58 : 52	6	10,3	$\frac{1}{10}$		0,3
66 : 74	8	12,1	$\frac{1}{8}$			72 : 66	6	8,35	$\frac{1}{12}$		
66 : 74	8	12,1	$\frac{1}{8}$			74 : 68	6	8,1	$\frac{1}{12}$		
68 : 75	7	10,3	$\frac{1}{10}$			75 : 69	6	8,0	$\frac{1}{12}$		
70 : 77	7	10,0	$\frac{1}{10}$			78 : 70	8	11,4	$\frac{1}{9}$		
75 : 80	10	13,3	$\frac{1}{8}$			90 : 83	7	7,8	$\frac{1}{13}$		
85 : 90	5	5,9	$\frac{1}{17}$			94 : 85	9	9,6	$\frac{1}{10}$		
99 : 106	7	7,0	$\frac{1}{14}$		около	105 : 115	10	8,7	$\frac{1}{12}$		около
99 : 104	5	5,0	$\frac{1}{20}$		0,5	122 : 111	11	9,0	$\frac{1}{11}$		0,5

$$\text{Среднее } \frac{94,9}{10} = 9,49\% = \frac{1}{11}$$

$$\text{Среднее } \frac{91,55}{10} = 9,16\% = \frac{1}{11}$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{48,93}{9}} = \pm 2,34\%.$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{12,53}{9}} = \pm 1,2\%.$$

$$Ew = \pm \frac{2}{3} \cdot 2,34 = 1,6\%.$$

$$Ew = \pm \frac{2}{3} \cdot 1,2 = \pm 0,8\%.$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{48,93}{9 \cdot 10}} = \pm 0,735\%.$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{12,53}{9 \cdot 10}} = \pm 0,37\%.$$

$$Ew = \pm \frac{2}{3} \cdot 0,735 = \pm 0,499\%.$$

$$Ew = \pm \frac{2}{3} \cdot 0,7 = \pm 0,25\%.$$

$E_r = \frac{0,499 \cdot 100}{9,49} = 5,26\%$ измеряемой величины.

$E_r = \frac{0,25 \cdot 100}{9,16} = 2,73\%$ измеряемой величины.

Таблица VI.

Моисей Ивановъ. 21. V. 1905. Все какъ для IX таблицы, но опредѣленіе $\Delta r/r$ для болѣе высокихъ цифръ вольтажа геср. силы тока.

Ощущались разницы:

При усиленіи тока.	$\Delta r/r$				При ослабленіи тока.	$\Delta r/r$			
	Абсолютн. величина измѣненія.	% увеличеніе.	Какая часть перв. раздраж.	Сила тока въ миллиамперахъ.		Абсолютн. величина измѣненія.	% убавль.	Какая часть перв. раздраж.	Сила тока въ миллиамперахъ.
134 : 140	6	4,5	1/22	около	147 : 140	7	4,8	1/21	около
140 : 147	134 7	5,0	1/20	0,5	250 : 230	147 20	8,0	1/12	0,5
145 : 161	140 16	11,0	1/9		230 : 213	250 17	7,3	1/14	
200 : 206	145 6	3,0	1/30		210 : 196	230 14	6,7	1/15	
200 : 218	200 18	9,0	1/11		186 : 178	210 8	4,3	1/23	
224 : 240	200 16	7,1	1/14		178 : 163	186 10	5,6	1/18	
240 : 250	224 10	4,2	1/24		400 : 370	178 30	7,5	1/13	
270 : 290	240 20	7,4	1/14		360 : 340	400 20	5,6	1/18	
310 : 325	270 15	4,8	1/21	около	330 : 305	360 25	7,5	1/13	около
370 : 400	310 30	8,3	1/12	2,0	250 : 235	330 15	6,0	1/17	2,0

$$\text{Среднее} = \frac{64,3}{10} = 6,43\% = \frac{1}{16}$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{51,75}{9}} = \pm 2,4\%$$

$$Ew = \pm 1,6\%$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{51,75}{9,10}} = \pm 0,76\%$$

$$Ew = \pm 0,5\%$$

$$Er = \frac{0,5 \cdot 100}{6,43} = 7,78\% \text{ измѣряемой}$$

величины.

При 400 судорога сводить всё пальцы и терпѣть невозможно. Сила тока около 2,0 миллиампера.

$$\text{Среднее} = \frac{6,33}{10} = 6,33\% = \frac{1}{16}$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{13,45}{9}} = \pm 1,2\%$$

$$Ew = \pm 0,8\%$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{13,45}{9,10}} = \pm 0,39\%$$

$$Ew = \pm 0,26\%$$

$$Er = \frac{0,26 \cdot 100}{6,33} = 4,11\% \text{ измѣряемой}$$

величины.

Таблица VII.

30. V. 1905. Служитель Степанъ Григорьевъ 50 лѣтъ. Располож. Fig 1, кривая синусоидальная, 27 перемѣнъ въ 1". Индифферентный электродъ на ладони, Чирьевскій — на разныхъ мѣстахъ тыла кисти. Первое ощущение при 40 v.

Ощутимы разницы:

При усиленіи тока.	$\Delta r/r$				При ослабленіи тока.	$\Delta r/r$			
	Абсолютн. величина измѣненія.	% приращеніе.	Какая часть перв. раздраж.	Сила тока въ миллиамперахъ.		Абсолютн. величина измѣненія.	% убавль.	Какая часть перв. раздраж.	Сила тока въ миллиамперахъ.
40 : 45	5	12,5	1/8	около	70 : 60	10	14,3	1/7	около
60 : 70	40 10	16,5	1/6	0,2	60 : 52	70 8	13,3	1/7	0,4
53 : 60	60 7	13,2	1/8		59 : 54	60 5	8,5	1/12	
50 : 58	53 8	16,0	1/6		51 : 47	59 4	7,9	1/13	
60 : 65	50 5	8,5	1/12		51 : 47	4 51	7,9	1/13	
60 : 64	60 4	6,7	1/15		65 : 60	5 65	7,7	1/13	
49 : 55	6 49	12,2	1/8		50 : 44	6 50	12,0	1/8	
55 : 65	10 55	18,2	1/6	около	50 : 45	5 50	10,0	1/10	
55 : 60	5 55	9,1	1/11	0,3	45 : 40	5 45	11,1	1/9	около
34 : 38	4 34	11,8	1/9		48 : 44	4 48	8,3	1/12	0,2

$$\text{Среднее} = \frac{124,7}{10} = 12,47\% = \frac{1}{8}$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{123}{9}} = \pm 3,74\%$$

$$Ew = \pm 2,5\%$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{123}{9,10}} = \pm 1,2\%$$

$$Ew = \pm 0,8\%$$

$$Er = \frac{0,8 \cdot 100}{12,5} = 6,42\% \text{ измѣря-$$

емой величины.

$$\text{Среднее} = \frac{101}{10} = 10,1\% = \frac{1}{10}$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{74,54}{9}} = \pm 2,9\%$$

$$Ew = \pm 1,9\%$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{74,54}{9,10}} = \pm 0,9\%$$

$$Ew = \pm 0,6\%$$

$$Er = \pm \frac{0,6 \cdot 100}{10,1} = 5,94\% \text{ измѣря-$$

емой величины.

Таблица VIII.

Все тоже, что и в таблицѣ VII, но на передней поверхности бедра. Индифферентный электродъ на задней поверхности его.

Разницы оцутимы при:

При усиленіи тока.	$\frac{\Delta r}{r}$				При ослабленіи тока.	$\frac{\Delta r}{r}$			
	Абсолютн. величина измѣненія.	% приращенія.	Какая часть пер. раздраж.	Сила тока въ миллиамперахъ.		Абсолютн. величина измѣненія.	% убыли.	Какая часть пер. раздраж.	Сила тока въ миллиамперахъ.
35 : 38	$\frac{3}{35}$	8,6	$\frac{1}{12}$	около	40 : 35	$\frac{5}{40}$	12,5	$\frac{1}{8}$	около
35 : 37	$\frac{2}{35}$	5,7	$\frac{1}{17}$	0,2	43 : 38	$\frac{5}{43}$	11,6	$\frac{1}{9}$	0,2
37 : 40	$\frac{5}{37}$	8,1	$\frac{1}{12}$		50 : 46	$\frac{4}{50}$	8,0	$\frac{1}{12}$	
41 : 45	$\frac{4}{41}$	9,8	$\frac{1}{10}$		50 : 46	$\frac{4}{50}$	8,0	$\frac{1}{12}$	
46 : 50	$\frac{4}{46}$	8,7	$\frac{1}{11}$		65 : 60	$\frac{5}{65}$	7,7	$\frac{1}{13}$	
55 : 60	$\frac{5}{55}$	9,1	$\frac{1}{11}$		59 : 54	$\frac{5}{59}$	8,5	$\frac{1}{12}$	
60 : 65	$\frac{5}{60}$	8,4	$\frac{1}{12}$		64 : 60	$\frac{4}{64}$	6,3	$\frac{1}{16}$	
53 : 57	$\frac{4}{53}$	7,6	$\frac{1}{13}$		60 : 55	$\frac{5}{60}$	8,4	$\frac{1}{12}$	
53 : 58	$\frac{5}{53}$	9,5	$\frac{1}{11}$	около	57 : 53	$\frac{4}{57}$	7,0	$\frac{1}{14}$	около
54 : 57	$\frac{3}{54}$	5,6	$\frac{1}{18}$	0,3	58 : 54	$\frac{4}{58}$	6,9	$\frac{1}{14}$	0,3

$$\text{Среднее} = \frac{81,1}{10} = 8,11\% = \frac{1}{12}$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{18,81}{9}} = \pm 1,4\%$$

$$Ew = \pm 0,9\%$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{18,81}{9,10}} = \pm 0,46\%$$

$$Ew = \pm 0,31\%$$

$$Er = \frac{0,31 \cdot 100}{8,11} = 3,82\% \text{ измѣря-}$$

емой величины.

$$\text{Среднее} = \frac{84,9}{10} = 8,49\% = \frac{1}{12}$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{24,21}{9}} = \pm 1,7\%$$

$$Ew = \pm 1,1\%$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{24,21}{9,10}} = 0,5\%$$

$$Ew = \pm 0,35\%$$

$$Er = \pm \frac{0,35 \cdot 100}{8,49} = 4,12\% \text{ измѣ-}$$

ряемой величины.

Таблица IX.

23. V. 1905. Стенакъ Григорьевъ, Все какъ для таблицѣ VII, по 132 перемѣны въ II'. Индифферентный электродъ на ладони, дифферент. Чирьевскій на тылъ кисти лѣвой руки.

Ощущались разницы:

При усиленіи тока.	$\frac{\Delta r}{r}$				При ослабленіи тока.	$\frac{\Delta r}{r}$			
	Абсолютн. величина измѣненія.	% приращенія.	Какая часть пер. раздраж.	Сила тока въ миллиамперахъ.		Абсолютн. величина измѣненія.	% убыли.	Какая часть пер. раздраж.	Сила тока въ миллиамперахъ.
110 : 118	$\frac{8}{110}$	7,3	$\frac{1}{14}$		118 : 109	$\frac{9}{118}$	7,6	$\frac{1}{13}$	
108 : 121	$\frac{13}{108}$	12,0	$\frac{1}{8}$		120 : 112	$\frac{8}{120}$	7,5	$\frac{1}{13}$	
102 : 107	$\frac{5}{102}$	5,0	$\frac{1}{20}$		112 : 108	$\frac{4}{112}$	3,6	$\frac{1}{28}$	
102 : 122	$\frac{20}{102}$	20,0	$\frac{1}{5}$		108 : 102	$\frac{6}{108}$	5,6	$\frac{1}{18}$	
110 : 115	$\frac{5}{110}$	4,5	$\frac{1}{22}$		115 : 109	$\frac{6}{115}$	5,2	$\frac{1}{19}$	
102 : 109	$\frac{7}{102}$	7,0	$\frac{1}{14}$		109 : 102	$\frac{7}{109}$	6,4	$\frac{1}{16}$	
109 : 117	$\frac{8}{109}$	7,3	$\frac{1}{14}$		111 : 102	$\frac{9}{111}$	8,1	$\frac{1}{12}$	
117 : 130	$\frac{13}{117}$	11,1	$\frac{1}{9}$		130 : 117	$\frac{13}{130}$	10,1	$\frac{1}{10}$	
117 : 127	$\frac{10}{117}$	8,6	$\frac{1}{12}$		126 : 118	$\frac{8}{126}$	6,4	$\frac{1}{16}$	
121 : 131	$\frac{7}{131}$	5,4	$\frac{1}{19}$		118 : 110	$\frac{8}{118}$	6,8	$\frac{1}{15}$	

$$\text{Среднее} = \frac{88,2}{10} = 8,82\% = \frac{1}{11}$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{198,84}{9}} = \pm 4,7$$

$$Ew = \pm 3,1\%$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{198,84}{9,10}} = \pm 1,5\%$$

$$E = \pm 1,0\%$$

$$Er = \pm \frac{110 \cdot 100}{8,82} = 11,33\% \text{ измѣ-}$$

ряемой величины.

$$\text{Среднее} = \frac{67,2}{10} = 6,72\% = \frac{1}{15}$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{28,23}{9}} = \pm 1,8\%$$

$$Ew = \pm 1,2\%$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{28,23}{9,10}} = \pm 0,56\%$$

$$Ew = \pm 0,37\%$$

$$Er = \pm \frac{0,37 \cdot 100}{6,72} = 5,51\% \text{ измѣря-}$$

емой величины.

Таблица X.

Тотъ-же день. Все тоже на лѣвомъ бедрѣ. Ощущались разницы:

При усиленіи тока.	$\frac{\Delta r}{r}$			Сила тока въ миллиамперахъ.	При ослабленіи тока.	$\frac{\Delta r}{r}$			Сила тока въ миллиамперахъ.
	Абсолютн. величина измѣненія	% прира- щенія.	Какая часть перв. раздраж.			Абсолютн. величина измѣненія.	% убыли.	Какая часть перв. раздраж.	
35 : 38	$\frac{3}{35}$	8,6	$\frac{1}{12}$	около 0,2 — 0,7	42 : 38	$\frac{4}{42}$	9,5	$\frac{1}{11}$	около 0,2 — 0,7
38 : 42	$\frac{4}{38}$	11,5	$\frac{1}{9}$		35 : 32	$\frac{3}{35}$	8,6	$\frac{1}{12}$	
70 : 75	$\frac{5}{70}$	7,2	$\frac{1}{14}$		84 : 77	$\frac{7}{84}$	8,3	$\frac{1}{12}$	
78 : 84	$\frac{6}{78}$	7,7	$\frac{1}{13}$		92 : 84	$\frac{8}{92}$	8,7	$\frac{1}{11}$	
84 : 92	$\frac{8}{84}$	9,5	$\frac{1}{11}$		103 : 92	$\frac{11}{103}$	10,7	$\frac{1}{9}$	
102 : 115	$\frac{13}{102}$	12,7	$\frac{1}{8}$		115 : 103	$\frac{12}{115}$	10,4	$\frac{1}{10}$	
85 : 90	$\frac{5}{85}$	5,9	$\frac{1}{17}$		107 : 97	$\frac{10}{107}$	9,4	$\frac{1}{11}$	
90 : 100	$\frac{10}{90}$	11,1	$\frac{1}{9}$		96 : 80	$\frac{16}{96}$	16,7	$\frac{1}{6}$	
102 : 107	$\frac{5}{102}$	5,0	$\frac{1}{20}$		79 : 72	$\frac{7}{79}$	8,9	$\frac{1}{11}$	
70 : 75	$\frac{5}{70}$	7,2	$\frac{1}{14}$		75 : 69	$\frac{6}{75}$	8,0	$\frac{1}{13}$	

$$\text{Среднее} = \frac{86,4}{10} = 8,64\% = \frac{1}{12}$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{55,66}{9}} = \pm 2,5\%$$

$$Ew = \pm 1,7\%$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{55,66}{9,10}} = \pm 0,78\%$$

$$Ew = \pm 0,52\%$$

$$Er = \frac{0,52 \cdot 100}{8,64} = 6,02\% \text{ измѣря-}$$

емой величины.

$$\text{Среднее} = \frac{99,2}{10} = 9,92\% = \frac{1}{10}$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{72,44}{9}} = \pm 2,8\%$$

$$Ew = \pm 1,8\%$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{72,44}{9,10}} = \pm 0,9\%$$

$$Ew = \pm 0,6\%$$

$$Er = \frac{0,6 \cdot 100}{9,92} = 6,05\% \text{ измѣря-}$$

емой величины.

Результаты при синусоидальной кривой.

Таблица XI.

I. VI. 1905. Степанъ Григорьевъ. Постановка Fig. 1. Металлическое сопротивление 200000 ω . 27 переменъ въ I'. Индифферентный электродъ на ладони. Дифферен. на тылѣ кисти. Первое ощущение при 54 в. Ощущались разницы:

При усиленіи тока.	$\frac{\Delta r}{r}$			Сила тока въ миллиамперахъ.	При ослабленіи тока.	$\frac{\Delta r}{r}$			Сила тока въ миллиамперахъ.
	Абсолютн. величина измѣненія	% прира- щенія.	Какая часть перв. раздраж.			Абсолютн. величина измѣненія	% убыли.	Какая часть перв. раздраж.	
54 : 59	$\frac{5}{54}$	9,3	$\frac{1}{11}$	Приблизительно 0,4 — 0,6 миллиамперовъ.	59 : 54	$\frac{5}{59}$	8,5	$\frac{1}{12}$	Приблизительно 0,4 — 0,6 миллиамперовъ.
56 : 61	$\frac{5}{56}$	8,9	$\frac{1}{11}$		67 : 61	$\frac{6}{67}$	8,9	$\frac{1}{11}$	
67 : 72	$\frac{5}{67}$	7,5	$\frac{1}{13}$		61 : 56	$\frac{5}{61}$	8,2	$\frac{1}{12}$	
50 : 56	$\frac{6}{50}$	12,0	$\frac{1}{8}$		68 : 63	$\frac{5}{68}$	7,4	$\frac{1}{13}$	
45 : 50	$\frac{5}{45}$	11,1	$\frac{1}{9}$		80 : 74	$\frac{6}{80}$	7,5	$\frac{1}{13}$	
68 : 73	$\frac{5}{68}$	7,4	$\frac{1}{14}$		73 : 68	$\frac{5}{73}$	6,9	$\frac{1}{14}$	
69 : 74	$\frac{5}{69}$	7,2	$\frac{1}{14}$		73 : 69	$\frac{4}{73}$	5,5	$\frac{1}{18}$	
75 : 80	$\frac{5}{75}$	6,7	$\frac{1}{15}$		64 : 59	$\frac{5}{64}$	7,8	$\frac{1}{13}$	
65 : 70	$\frac{5}{65}$	7,7	$\frac{1}{13}$		81 : 75	$\frac{6}{81}$	7,4	$\frac{1}{14}$	
70 : 75	$\frac{5}{70}$	7,1	$\frac{1}{14}$		68 : 64	$\frac{4}{68}$	5,9	$\frac{1}{17}$	

$$\text{Среднее} = \frac{84,9}{10} = 8,49\% = \frac{1}{12}$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{29,55}{10}} = \pm 1,8\%$$

$$Ew = \pm 1,2\%$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{29,55}{9,10}} = \pm 0,57\%$$

$$Ew = \pm 0,38\%$$

$$Er = \frac{0,38 \cdot 100}{8,49} = 4,48\% \text{ измѣря-}$$

емой величины.

$$\text{Среднее} = \frac{74}{10} = 7,4\% = \frac{1}{13}$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{10,38}{9}} = \pm 1,1\%$$

$$Ew = \pm 0,7\%$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{10,28}{9,10}} = \pm 0,33\%$$

$$Ew = \pm 0,22\%$$

$$Er = \frac{0,22 \cdot 100}{7,4} = 2,97\% \text{ измѣря-}$$

емой величины.

Таблица XII.

Степанъ Григорьевъ 1. VI. 1905. Все тоже на передней части груди. Индифферентный электродъ на животъ. Первое ощущение при 35 в. Металлическое сопротивление 200000 ω . Разницы ощущались:

При усиленіи тока.	$\frac{\Delta r}{r}$				Сила тока въ миллиамперахъ.	При ослабленіи тока.	$\frac{\Delta r}{r}$				Сила тока въ миллиамперахъ.
	Абсолютн. величина измѣненія.	% приращенія.	Какая часть перв. раздраж.				Абсолютн. величина измѣненія.	% убыль.	Какая часть перв. раздраж.		
42 : 47	$\frac{5}{42}$	11,9	$\frac{1}{8}$		около 0,6	41 : 36	$\frac{5}{41}$	12,2	$\frac{1}{8}$		около 0,2
48 : 54	$\frac{6}{48}$	12,4	$\frac{1}{8}$			72 : 66	$\frac{6}{72}$	8,4	$\frac{1}{12}$		
60 : 65	$\frac{5}{60}$	8,4	$\frac{1}{12}$			60 : 53	$\frac{7}{60}$	11,7	$\frac{1}{9}$		
66 : 70	$\frac{4}{66}$	6,1	$\frac{1}{16}$			53 : 48	$\frac{5}{53}$	9,4	$\frac{1}{11}$		
71 : 80	$\frac{9}{71}$	12,7	$\frac{1}{8}$			35 : 33	$\frac{2}{35}$	5,7	$\frac{1}{18}$		
62 : 66	$\frac{4}{62}$	6,5	$\frac{1}{15}$			62 : 56	$\frac{6}{62}$	9,7	$\frac{1}{11}$		
58 : 62	$\frac{4}{58}$	6,9	$\frac{1}{14}$			62 : 56	$\frac{6}{62}$	9,7	$\frac{1}{11}$		
54 : 58	$\frac{4}{54}$	7,4	$\frac{1}{13}$			58 : 54	$\frac{4}{58}$	6,9	$\frac{1}{14}$		
54 : 58	$\frac{4}{54}$	7,4	$\frac{1}{13}$			54 : 49	$\frac{5}{54}$	9,3	$\frac{1}{11}$		
58 : 62	$\frac{4}{58}$	6,9	$\frac{1}{14}$			70 : 62	$\frac{8}{70}$	11,4	$\frac{1}{9}$		

Среднее = $\frac{86,6}{10} = 8,66\% = \frac{1}{11}$

Среднее = $\frac{94,4}{10} = 9,44\% = \frac{1}{11}$

$E = \pm \sqrt{\frac{56,08}{9}} = \pm 2,5\%$

$E = \pm \sqrt{\frac{36,13}{9}} = \pm 2,0\%$

$Ew = \pm 1,7\%$

$Ew = \pm 1,3\%$

$E = \pm \sqrt{\frac{56,08}{9,10}} = \pm 0,79\%$

$E = \pm \sqrt{\frac{36,13}{9,10}} = \pm 0,63\%$

$Ew = \pm 0,53\%$

$Ew = \pm 0,42\%$

$E_r = \frac{0,53 \cdot 100}{8,66} = 6,12\%$ измѣряемой величины.

$E_r = \frac{0,42 \cdot 100}{9,44} = 4,45\%$ измѣряемой величины.

Таблица XIII.

1. VI. 1905. Степанъ Григорьевъ. Также, что для таблицы XII, но 132 перемены въ 1". Электродъ индифферентный на ладони; дифференциальный на тылъ кисти. Первое ощущение при 70 в. Ощущаются разницы:

При усиленіи тока.	$\frac{\Delta r}{r}$				Сила тока въ миллиамперахъ.	При ослабленіи тока.	$\frac{\Delta r}{r}$				Сила тока въ миллиамперахъ.
	Абсолютн. величина измѣненія.	% приращенія.	Какая часть перв. раздраж.				Абсолютн. величина измѣненія.	% убыль.	Какая часть перв. раздраж.		
93 : 100	$\frac{7}{93}$	7,5	$\frac{1}{13}$		около 0,7 — 1,0	93 : 85	$\frac{8}{93}$	8,6	$\frac{1}{12}$		около 0,7 — 1,0
102 : 112	$\frac{10}{102}$	9,8	$\frac{1}{10}$			112 : 102	$\frac{10}{112}$	8,9	$\frac{1}{11}$		
85 : 91	$\frac{6}{85}$	7,1	$\frac{1}{14}$			112 : 102	$\frac{10}{112}$	8,9	$\frac{1}{11}$		
93 : 100	$\frac{7}{93}$	7,3	$\frac{1}{14}$			137 : 125	$\frac{12}{137}$	8,7	$\frac{1}{11}$		
120 : 130	$\frac{10}{120}$	8,3	$\frac{1}{12}$			107 : 102	$\frac{5}{107}$	4,7	$\frac{1}{21}$		
102 : 109	$\frac{7}{102}$	6,9	$\frac{1}{14}$			110 : 101	$\frac{9}{110}$	8,2	$\frac{1}{12}$		
93 : 102	$\frac{9}{93}$	9,7	$\frac{1}{10}$			103 : 96	$\frac{7}{103}$	6,8	$\frac{1}{15}$		
126 : 136	$\frac{10}{126}$	7,9	$\frac{1}{13}$			140 : 133	$\frac{7}{140}$	5,0	$\frac{1}{20}$		
130 : 140	$\frac{10}{130}$	7,7	$\frac{1}{13}$			134 : 124	$\frac{10}{134}$	7,5	$\frac{1}{13}$		
138 : 150	$\frac{12}{138}$	8,7	$\frac{1}{11}$			150 : 140	$\frac{10}{150}$	6,7	$\frac{1}{15}$		

Среднее = $\frac{80,9}{10} = 8,09\% = \frac{1}{12}$

Среднее = $\frac{74,0}{10} = 7,4\% = \frac{1}{13}$

$E = \pm \sqrt{\frac{12,69}{9}} = \pm 1,2\%$

$E = \pm \sqrt{\frac{23,16}{9}} = \pm 1,6\%$

$Ew = \pm 0,8\%$

$Ew = \pm 1,1\%$

$E = \pm \sqrt{\frac{12,69}{9,10}} = \pm 0,37\%$

$E = \pm \sqrt{\frac{23,16}{9,10}} = \pm 0,51\%$

$Ew = \pm 0,25\%$

$Ew = \pm 0,34$

$E_r = \frac{0,25 \cdot 100}{8,09} = 3,09\%$ измѣряемой величины.

$E_r = \frac{0,34 \cdot 100}{7,4} = 4,59\%$ измѣряемой величины.

Таблица XIV.

Тоже, что таблица XIII (Степанъ Григорьевъ), но мѣсто изслѣдованія другое—передняя часть груди, индифферентный электродъ на животѣ. Первое ощущение при 35 в. Ощущаются разницы:

При усиленіи тока.	$\frac{\Delta r}{r}$			Сила тока въ миллиамперахъ,	При ослабленіи тока.	$\frac{\Delta r}{r}$			Сила тока въ миллиамперахъ.
	Абсолютн. величина измѣненія.	% приращенія.	Какая часть перв. раздраж.			Абсолютн. величина измѣненія.	% убыль.	Какая часть перв. раздраж.	
51 : 57	$\frac{6}{51}$	11,7	$\frac{1}{9}$	около 0,3 — 1,0	59 : 55	$\frac{4}{59}$	6,8	$\frac{1}{15}$	около 0,3 — 1,0
55 : 62	$\frac{7}{55}$	12,3	$\frac{1}{9}$		68 : 64	$\frac{4}{68}$	5,9	$\frac{1}{17}$	
64 : 68	$\frac{4}{64}$	6,3	$\frac{1}{16}$		64 : 59	$\frac{5}{64}$	7,8	$\frac{1}{13}$	
78 : 84	$\frac{6}{78}$	7,7	$\frac{1}{13}$		93 : 86	$\frac{7}{93}$	7,5	$\frac{1}{13}$	
90 : 96	$\frac{6}{90}$	6,7	$\frac{1}{15}$		97 : 90	$\frac{7}{97}$	7,2	$\frac{1}{14}$	
90 : 97	$\frac{7}{90}$	7,8	$\frac{1}{13}$		110 : 102	$\frac{8}{110}$	7,3	$\frac{1}{14}$	
99 : 108	$\frac{9}{99}$	9,1	$\frac{1}{11}$		108 : 100	$\frac{8}{100}$	7,4	$\frac{1}{13}$	
102 : 109	$\frac{7}{99}$	7,3	$\frac{1}{14}$		110 : 102	$\frac{8}{110}$	7,3	$\frac{1}{14}$	
145 : 165	$\frac{20}{145}$	13,7	$\frac{1}{7}$		102 : 95	$\frac{7}{102}$	6,9	$\frac{1}{15}$	
95 : 102	$\frac{7}{95}$	7,4	$\frac{1}{13}$		165 : 148	$\frac{17}{165}$	10,3	$\frac{1}{10}$	

$$\text{Среднее} = \frac{90,0}{10} = 9,0\% = \frac{1}{11}$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{61,44}{9}} = \pm 2,6\%$$

$$Ew = \pm 1,17\%$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{61,44}{9,10}} = \pm 0,81\%$$

$$Ew = \pm 0,54\%$$

$$Er = \frac{0,54 \cdot 0,10}{9} = 6,0\% \text{ измѣряемой}$$

величины.

$$\text{Среднее} = \frac{74,4}{10} = 7,44\% = \frac{1}{13}$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{11,50}{9}} = \pm 1,1\%$$

$$Ew = \pm 0,7\%$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{11,50}{9,10}} = \pm 0,35\%$$

$$Ew = \pm 0,22\%$$

$$Er = \frac{0,22 \cdot 0,100}{7,44} = 2,96\% \text{ измѣряемой}$$

величины.

Таблица XV.

9. VI. 1905. Коля Вагнеръ, 12 лѣтъ. Постановка Fig 1. Чирьевскій электродъ на разныхъ мѣстахъ тыла кисти. Индифферентный на ладони. 27 перерывовъ въ 1".

При усиленіи тока.	$\frac{\Delta r}{r}$			Сила тока въ миллиамперахъ	При ослабленіи тока.	$\frac{\Delta r}{r}$			Сила тока въ миллиамперахъ
	Абсолютн. величина измѣненія.	% приращенія.	Какая часть перв. раздраж.			Абсолютн. величина измѣненія.	% убыль.	Какая часть перв. раздраж.	
35 : 39	$\frac{4}{35}$	11,4	$\frac{1}{9}$	около 0,2 — 0,5	50 : 47	$\frac{3}{50}$	6,0	$\frac{1}{17}$	около 0,2 — 0,5
47 : 50	$\frac{3}{47}$	6,4	$\frac{1}{16}$		68 : 63	$\frac{5}{68}$	7,4	$\frac{1}{13}$	
64 : 69	$\frac{5}{64}$	7,8	$\frac{1}{13}$		63 : 55	$\frac{8}{63}$	12,7	$\frac{1}{8}$	
63 : 68	$\frac{5}{63}$	7,7	$\frac{1}{13}$		68 : 63	$\frac{5}{68}$	7,4	$\frac{1}{13}$	
67 : 73	$\frac{6}{67}$	9,0	$\frac{1}{11}$		62 : 57	$\frac{5}{62}$	8,1	$\frac{1}{12}$	
62 : 67	$\frac{5}{62}$	8,1	$\frac{1}{12}$		57 : 53	$\frac{4}{57}$	7,0	$\frac{1}{14}$	
57 : 62	$\frac{5}{57}$	8,8	$\frac{1}{11}$		72 : 67	$\frac{5}{72}$	7,0	$\frac{1}{14}$	
68 : 73	$\frac{5}{68}$	7,4	$\frac{1}{13}$		67 : 57	$\frac{10}{67}$	15,0	$\frac{1}{7}$	
67 : 72	$\frac{5}{67}$	7,5	$\frac{1}{13}$		72 : 67	$\frac{5}{72}$	7,0	$\frac{1}{14}$	
67 : 72	$\frac{5}{67}$	7,5	$\frac{1}{13}$		72 : 67	$\frac{5}{72}$	7,0	$\frac{1}{14}$	

$$\text{Среднее} = \frac{81,6}{10} = 8,16\% = \frac{1}{12}$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{16,52}{9}} = \pm 1,3\%$$

$$Ew = \pm 0,83\%$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{16,52}{9,10}} = \pm 0,42\%$$

$$Ew = \pm 0,28\%$$

$$Er = \frac{0,28 \cdot 0,100}{8,16} = 3,44\% \text{ измѣряемой}$$

величины.

$$\text{Среднее} = \frac{84,6}{10} = 8,46\% = \frac{1}{12}$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{77,73}{9}} = \pm 2,8\%$$

$$Ew = \pm 1,93\%$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{77,73}{9,10}} = \pm 0,93\%$$

$$Ew = \pm 0,62\%$$

$$Er = \frac{0,28 \cdot 0,100}{8,46} = 7,33\% \text{ измѣряемой}$$

величины.

Таблица XVI.

10. VI. 1905. Коля Вагнеръ 12 лѣтъ. Постановка Fig. 1. Чирьевскій электродъ на разныхъ мѣстахъ передней поверхности бедра. Индифферентный на задней сторонѣ его. 27 перемѣнъ въ 1". Первое ощущение при 15 в. Ощущались разницы:

При усиленіи тока.	Δr			Сила тока въ миллиамперахъ.	При ослабленіи тока.	Δr			Сила тока въ миллиамперахъ.
	Абсолютн. величина измѣненія.	% приращенія.	Какая часть перв. раздраж.			Абсолютн. величина измѣненія.	% убыли.	Какая часть перв. раздраж.	
23 : 25	$\frac{2}{23}$	8,7	$\frac{1}{11}$	около 0,1 — 0,5	56 : 50	$\frac{6}{56}$	10,7	$\frac{1}{9}$	около 0,3 — 0,5
60 : 65	$\frac{5}{60}$	8,3	$\frac{1}{12}$		60 : 55	$\frac{5}{60}$	6,7	$\frac{1}{15}$	
66 : 73	$\frac{7}{66}$	11,0	$\frac{1}{9}$		66 : 58	$\frac{8}{66}$	12,1	$\frac{1}{8}$	
39 : 42	$\frac{3}{39}$	7,7	$\frac{1}{13}$		42 : 39	$\frac{3}{42}$	7,1	$\frac{1}{14}$	
20 : 23	$\frac{3}{20}$	15,0	$\frac{1}{7}$		64 : 59	$\frac{5}{64}$	7,8	$\frac{1}{13}$	
23 : 25	$\frac{2}{23}$	8,7	$\frac{1}{11}$		62 : 56	$\frac{6}{62}$	9,7	$\frac{1}{10}$	
48 : 52	$\frac{4}{48}$	8,3	$\frac{1}{12}$		67 : 61	$\frac{6}{67}$	8,9	$\frac{1}{11}$	
55 : 62	$\frac{7}{55}$	12,3	$\frac{1}{8}$		57 : 51	$\frac{6}{57}$	9,5	$\frac{1}{10}$	
64 : 68	$\frac{4}{64}$	6,3	$\frac{1}{16}$		68 : 63	$\frac{5}{68}$	7,4	$\frac{1}{13}$	
60 : 65	$\frac{5}{60}$	8,4	$\frac{1}{12}$		45 : 40	$\frac{5}{45}$	11,1	$\frac{1}{9}$	

$$\text{Среднее} = \frac{94,7}{10} = 9,47\% = \frac{1}{10}$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{59,19}{9}} = \pm 2,6\%$$

$$Ew = \pm 1,8\%$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{59,19}{9,10}} = \pm 0,81\%$$

$$Ew = \pm 0,54\%$$

$$Er = \frac{0,54 \cdot 100}{9,47} = 5,72\% \text{ измѣряемой}$$

величины.

$$\text{Среднее} = \frac{91,0}{10} = 9,1\% = \frac{1}{11}$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{30,46}{9}} = \pm 1,8\%$$

$$Ew = \pm 1,2\%$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{30,46}{9,10}} = \pm 0,58\%$$

$$Ew = \pm 0,39\%$$

$$Er = \frac{0,39 \cdot 100}{9,1} = 4,29\% \text{ измѣряемой}$$

величины.

Таблица XVII.

9. VI. 1905. Коля Вагнеръ 12 лѣтъ. Постановка Fig. 1. Чирьевскій электродъ на разныхъ мѣстахъ тыла кисти, индифферентный на ладони. Первое ощущение при 52 в. 132 перемѣнъ въ 1". Различаются разницы:

При усиленіи тока.	Δr			Сила тока въ миллиамперахъ.	При ослабленіи тока.	Δr			Сила тока въ миллиамперахъ.
	Абсолютн. величина измѣненія.	% приращенія.	Какая часть перв. раздраж.			Абсолютн. величина измѣненія.	% убыли.	Какая часть перв. раздраж.	
64 : 68	$\frac{4}{64}$	6,3	$\frac{1}{16}$	около 0,3 — 0,5	64 : 60	$\frac{4}{64}$	6,3	$\frac{1}{16}$	
56 : 60	$\frac{4}{56}$	7,2	$\frac{1}{14}$		60 : 56	$\frac{4}{60}$	6,7	$\frac{1}{15}$	
61 : 65	$\frac{4}{61}$	6,6	$\frac{1}{15}$		65 : 60	$\frac{5}{65}$	7,7	$\frac{1}{13}$	
80 : 87	$\frac{7}{80}$	8,8	$\frac{1}{11}$		87 : 80	$\frac{7}{87}$	8,3	$\frac{1}{12}$	
96 : 105	$\frac{9}{96}$	9,4	$\frac{1}{11}$		105 : 96	$\frac{9}{105}$	8,6	$\frac{1}{12}$	
70 : 75	$\frac{5}{70}$	7,2	$\frac{1}{14}$		75 : 70	$\frac{5}{75}$	6,7	$\frac{1}{15}$	
72 : 78	$\frac{6}{72}$	8,3	$\frac{1}{12}$		74 : 70	$\frac{4}{74}$	5,4	$\frac{1}{19}$	
79 : 84	$\frac{5}{79}$	6,3	$\frac{1}{16}$		89 : 84	$\frac{5}{89}$	5,6	$\frac{1}{18}$	
89 : 94	$\frac{5}{89}$	5,6	$\frac{1}{18}$		89 : 83	$\frac{6}{89}$	6,8	$\frac{1}{15}$	
94 : 106	$\frac{12}{94}$	12,8	$\frac{1}{8}$		97 : 90	$\frac{7}{97}$	7,2	$\frac{1}{14}$	

$$\text{Среднее} = \frac{78,5}{10} = 7,85\% = \frac{1}{13}$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{40,31}{9}} = \pm 2,1\%$$

$$Ew = \pm 1,4\%$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{40,31}{9,10}} = \pm 0,67\%$$

$$Ew = \pm 0,45\%$$

$$Er = \frac{0,45 \cdot 100}{7,85} = 5,73\% \text{ измѣряемой}$$

величины.

$$\text{Среднее} = \frac{69,7}{10} = 6,97\% = \frac{1}{14}$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{9,17}{9}} = \pm 1,1\%$$

$$Ew = \pm 0,73\%$$

$$E = \pm \sqrt{\frac{9,17}{9,10}} = \pm 0,35\%$$

$$Ew = \pm 0,24\%$$

$$Er = \frac{0,24 \cdot 100}{6,97} = 3,44\% \text{ измѣряемой}$$

величины.

Таблица XVIII.

10. V. 1905. Н. Н. Дзвонкевичъ 66 лѣтъ. Индиф. электр.—на ладони, дифферентный электродъ на тылъ кисти. 27 перемѣнъ въ 1". Первое ощущеніе при 40 v. Ощутимы разницы:

При усиленіи тока.	$\frac{\Delta r}{r}$			Сила тока въ миллиамперахъ.	При ослабленіи тока.	$\frac{\Delta r}{r}$			Сила тока въ миллиамперахъ.
	Абсолютн. величина измѣненія.	% приращенія.	Какая часть перв. раздраж.			Абсолютн. величина измѣненія.	% убыль.	Какая часть перв. раздраж.	
41 : 45	$\frac{4}{41}$	9,8	$\frac{1}{10}$	около 0,2 — 0,5	54 : 49	$\frac{5}{54}$	9,3	$\frac{1}{11}$	около 0,2 — 0,5
45 : 51	$\frac{6}{45}$	13,3	$\frac{1}{8}$		67 : 62	$\frac{5}{67}$	7,5	$\frac{1}{13}$	
56 : 61	$\frac{5}{56}$	8,9	$\frac{1}{11}$		61 : 57	$\frac{4}{61}$	6,6	$\frac{1}{15}$	
53 : 57	$\frac{4}{53}$	7,6	$\frac{1}{13}$		85 : 78	$\frac{7}{85}$	8,2	$\frac{1}{12}$	
78 : 85	$\frac{7}{78}$	9,0	$\frac{1}{11}$		95 : 87	$\frac{8}{95}$	8,4	$\frac{1}{12}$	
78 : 84	$\frac{6}{78}$	7,7	$\frac{1}{13}$		99 : 91	$\frac{8}{99}$	8,1	$\frac{1}{12}$	
89 : 95	$\frac{6}{89}$	6,7	$\frac{1}{15}$		99 : 90	$\frac{9}{99}$	9,1	$\frac{1}{11}$	
87 : 93	$\frac{6}{87}$	6,9	$\frac{1}{14}$		96 : 89	$\frac{7}{96}$	7,3	$\frac{1}{14}$	
90 : 98	$\frac{8}{90}$	8,9	$\frac{1}{11}$		99 : 91	$\frac{8}{99}$	8,1	$\frac{1}{12}$	
81 : 91	$\frac{10}{81}$	12,4	$\frac{1}{8}$		108 : 98	$\frac{10}{108}$	9,3	$\frac{1}{11}$	

Среднее = $\frac{91,2}{10} = 9,12\% = \frac{1}{11}$

Среднее = $\frac{81,9}{10} = 8,19\% = \frac{1}{12}$

$E = \pm \sqrt{\frac{43,27}{9}} = \pm 2,2\%$

$E = \pm \sqrt{\frac{7,15}{9}} = \pm 0,9\%$

$Ew = \pm 1,4\%$

$Ew = \pm 0,6\%$

$E = \pm \sqrt{\frac{43,27}{9,10}} = \pm 0,69\%$

$E = \pm \sqrt{\frac{7,15}{9,10}} = \pm 0,18\%$

$Ew = \pm 0,46\%$

$Ew = \pm 0,18\%$

$E_r = \frac{0,46 \cdot 100}{9,12} = 5,04\%$ измѣряемой

$E_r = \frac{0,18 \cdot 100}{8,19} = 2,2\%$ измѣряемой

величины.

величины.

Таблица XIX.

Н. Н. Дзвонкевичъ 66 лѣтъ. Все то же, что для XVIII таблицы, но 133 перемѣны въ 1". Ощущаются разницы:

При усиленіи тока.	$\frac{\Delta r}{r}$			Сила тока въ миллиамперахъ.	При ослабленіи тока.	$\frac{\Delta r}{r}$			Сила тока въ миллиамперахъ.
	Абсолютн. величина раздраж.	% приращенія.	Какая часть перв. раздраж.			Абсолютн. величина раздраж.	% убыли.	Какая часть перв. раздраж.	
75 : 81	$\frac{6}{75}$	8,0	$\frac{1}{12}$	около 0,5 — 1,0	81 : 75	$\frac{6}{81}$	7,4	$\frac{1}{13}$	
172 : 190	$\frac{18}{172}$	10,4	$\frac{1}{10}$		188 : 170	$\frac{18}{188}$	9,6	$\frac{1}{10}$	
167 : 187	$\frac{20}{167}$	12,0	$\frac{1}{8}$		190 : 170	$\frac{20}{190}$	10,5	$\frac{1}{10}$	
135 : 145	$\frac{10}{135}$	7,4	$\frac{1}{13}$		146 : 126	$\frac{20}{146}$	13,3	$\frac{1}{8}$	
150 : 170	$\frac{20}{150}$	13,3	$\frac{1}{8}$		170 : 155	$\frac{15}{170}$	8,8	$\frac{1}{11}$	
154 : 170	$\frac{16}{154}$	10,4	$\frac{1}{10}$		168 : 152	$\frac{16}{168}$	9,5	$\frac{1}{11}$	
142 : 160	$\frac{18}{142}$	12,7	$\frac{1}{8}$		170 : 152	$\frac{18}{170}$	10,6	$\frac{1}{9}$	
144 : 160	$\frac{16}{144}$	11,1	$\frac{1}{9}$		162 : 150	$\frac{12}{162}$	7,4	$\frac{1}{13}$	
160 : 178	$\frac{18}{160}$	11,3	$\frac{1}{9}$		156 : 146	$\frac{10}{156}$	6,4	$\frac{1}{15}$	
166 : 200	$\frac{34}{166}$	20,4	$\frac{1}{5}$		164 : 144	$\frac{20}{164}$	12,2	$\frac{1}{8}$	

Среднее = $\frac{117,0}{10} = 11,7\% = \frac{1}{9}$

Среднее = $\frac{95,7}{10} = 9,57\% = \frac{1}{10}$

$E = \pm \sqrt{\frac{115,34}{9}} = \pm 3,6\%$

$E = \pm \sqrt{\frac{4,160}{9}} = \pm 2,1\%$

$Ew = \pm 2,4\%$

$Ew = \pm 1,4\%$

$E = \pm \sqrt{\frac{115,34}{9,10}} = \pm 1,1\%$

$E = \pm \sqrt{\frac{41,60}{9,10}} = \pm 0,68\%$

$Ew = \pm 0,7\%$

$Ew = \pm 0,45\%$

$E_r = \frac{0,7 \cdot 100}{11,7} = 5,98\%$ измѣряемой

$E_r = \frac{0,45 \cdot 100}{9,57} = 4,7\%$ измѣряемой

величины.

величины.

Оцѣнка результатовъ.

Сведемъ въ одну таблицу всѣ результаты нашихъ опытовъ.

Объектъ.	№ таблицы.	Мѣсто раздраженія.	Число раздраж. въ 1 секунду.	Форма кривой тока.	Усиленіе тока.		Ослабленіе тока.	
					Ощутительная разниця въ %.	Ощутит. разн. въ частяхъ пер. вонач. раздраж.	Ощутительная разниця въ %.	Ощутит. разн. въ частяхъ пер. вонач. раздраж.
Моисей Ивановъ.	IV.	Тыль кисти.	74	Не синусоид.	10,80%±0,70	$\frac{1}{9}$	8,74%±0,30	$\frac{1}{11}$
	V.	" "	132	" "	9,50%±0,50	$\frac{1}{11}$	9,16%±0,25	$\frac{1}{11}$
	VI.	" "	132	" "	6,43%±0,50	$\frac{1}{16}$	6,33%±0,26	$\frac{1}{16}$
			Среднее	=	8,9%	$\frac{1}{11}$	8,08%	$\frac{1}{12}$
Степанъ Григорьевъ.	VII.	Тыль кисти	27	" "	12,50%±0,80	$\frac{1}{8}$	10,10%±0,60	$\frac{1}{10}$
	VIII.	бедро.	27	" "	8,11%±0,31	$\frac{1}{12}$	8,49%±0,35	$\frac{1}{12}$
	IX.	Тыль кисти	132	" "	8,82%±1,00	$\frac{1}{11}$	6,72%±0,37	$\frac{1}{15}$
	X.	бедро.	132	" "	8,64%±0,52	$\frac{1}{12}$	9,92%±0,60	$\frac{1}{10}$
			Среднее	=	9,51%	$\frac{1}{11}$	8,81%	$\frac{1}{11}$
Степанъ Григорьевъ.	XI.	Тыль кисти.	27	Синусоид.	8,50%±0,38	$\frac{1}{12}$	7,40%±0,22	$\frac{1}{13}$
	XII.	Грудина.	27	" "	8,66%±0,53	$\frac{1}{12}$	9,44%±0,42	$\frac{1}{11}$
	XIII.	Тыль кисти.	132	" "	8,09%±0,25	$\frac{1}{12}$	7,40%±0,34	$\frac{1}{13}$
	XIV.	Грудина.	132	" "	9,00%±0,54	$\frac{1}{11}$	7,44%±0,47	$\frac{1}{13}$
			Среднее	=	8,56%	$\frac{1}{12}$	7,92%	$\frac{1}{13}$
Коля Вагнеръ.	XV.	Тыль кисти.	27	" "	8,16%±0,28	$\frac{1}{12}$	8,46%±0,62	$\frac{1}{12}$
	XVI.	Бедро.	27	" "	9,47%±0,54	$\frac{1}{11}$	9,10%±0,39	$\frac{1}{11}$
	XVII.	Тыль кисти.	132	" "	7,85%±0,45	$\frac{1}{13}$	6,97%±0,24	$\frac{1}{14}$
			Среднее	=	8,49%	$\frac{1}{12}$	8,18%	$\frac{1}{12}$
Н. Н. Дзвон- кевичъ.	XVIII.	Тыль кисти.	27	" "	9,12%±0,46	$\frac{1}{11}$	8,19%±0,18	$\frac{1}{12}$
	XIX.	Тыль кисти.	132	" "	11,7%±0,70	$\frac{1}{9}$	9,57%±0,45	$\frac{1}{10}$
			Среднее	=	10,41%	$\frac{1}{10}$	8,88%	$\frac{1}{11}$
		Общее	среднее	=	9,08%	$\frac{1}{11}$	8,34%	$\frac{1}{12}$

Для болѣе совершенной оцѣнки качественной и частью количественной стороны дѣла мы имѣемъ лишь одинъ, методъ могучій — это оцѣнка ошибокъ наблюдений по Gauss'у. Однако для этого матеріалъ нашъ имѣетъ цѣлый рядъ дефектовъ, дающихъ основаніе ожидать не особенно хорошихъ результатовъ анализа. Въ самомъ дѣлѣ: 1) нашъ матеріалъ полученъ отъ изслѣдованія четырехъ субъектовъ, 2) изслѣдовалась не одна часть тѣла, а различныя, что конечно а priori могло до известной степени вліять на результатъ изслѣдованія, 3) форма кривой тока была въ одной части опытовъ синусоидальная, въ другой — не синусоидальная, 4) — что впрочемъ неизбежно, ибо болѣе 20 опредѣленій въ одной и той же области тѣла безъ утомленія субъекта сдѣлать нельзя, — матеріалъ взятъ отъ наблюдений въ разное время, 5) не принято во вниманіе требованіе J. Merkel'я, одного изъ первыхъ пионеровъ примѣненія метода Gauss'a въ физиологій органовъ чувствъ, чтобы соединять для построения кривой ошибокъ лишь результаты мало отличающіеся другъ отъ друга интенсивностью раздраженія, ибо иначе получаются косыя кривыя, такъ какъ средняя величина порога различенія до известной степени зависитъ отъ силы раздраженія, а слѣдовательно и ошибки отъ ней будутъ неоднородны.

Однако несмотря на все это результаты оказались лучше, чѣмъ я ожидалъ. Вычисленіе ошибокъ было произведено отдѣльно для усиленія и ослабленія тока. „Ошибки“ конечно равны разницѣ между отдѣльными опредѣленіями, и общей средне-арифметической 9,08 напр. въ таблицѣ V (9,6—9,08), (12,1—9,08), и т. д., въ таблицѣ VI (4,5—9,08), (5—9,08) и т. д. Далѣе ошибки были разбиты на 20 группъ, по удобному правилу, взятому мною у П. Леонтовскаго¹⁾. Отдѣльно оцѣнены ряды наблюдений усиленія и ослабленія тока.

А. Ряды усиленія тока.

Величина интервала ошибокъ dx здѣсь опредѣлится изъ уравненія $dx = \frac{\Delta max}{n-1}$, гдѣ Δmax — максимальныя изъ положительныхъ и отрицательныхъ ошибокъ, n = числу группъ, на которыя мы разбиваемъ ошибки, т. е. = 10. У насъ $\Delta max = 11,32$; слѣдовательно $dx = \frac{11,32}{9} = 1,26$; $\frac{1}{2} dx = 0,63$, (ее необходимо знать, чтобы правильно приблизительно распредѣлить ошибки въ группы, съ интерваломъ по 1,26).

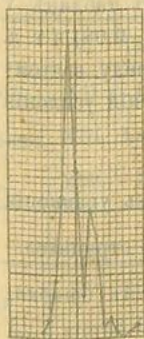
¹⁾ П. Леонтовскій. Точность наблюдений и ихъ среднія ошибки. Екатер. 1905 г. Стр. 7. Его методъ безспоренъ. Однако попытки разбить на меньшіе интерваллы дали результаты мало отклоняющіеся отъ приведенныхъ. Поэтому надо считать его совѣты для данного случая хорошими.

Распределение ошибок оказалось следующим:

№ интервала.	Отъ — до	Число ошибокъ	№ интервала.	Отъ — до	Число ошибокъ
— 9	—11,97—10,71	— 0	+ 1	+ 0,63+ 1,89	— 7
— 8	—10,71— 9,45	— 0	+ 2	+ 1,89+ 3,15	—20
— 7	— 9,45— 8,19	— 0	+ 3	+ 3,15+ 4,41	—16
— 6	— 8,19— 6,93	— 0	+ 4	+ 4,41+ 5,67	— 2
— 5	— 6,93— 5,67	— 1	+ 5	+ 5,67+ 6,93	— 3
— 4	— 5,67— 4,41	— 3	+ 6	+ 6,93+ 8,19	— 1
— 3	— 4,41— 3,15	— 9	+ 7	+ 8,19+ 9,45	— 0
— 2	— 3,15— 1,89	—22	+ 8	+ 9,45+10,71	— 1
— 1	— 1,89— 0,63	—47	+ 9	+10,71+11,97	— 2
— 0	— 0,63+ 0,63	—26			
Всего					160

Е. т. е. средняя ошибка отдельнаго наблюдения оказалась равной $\pm 2,94$, количество отрицательных ошибок оказалось (считая, конечно, неокругленные числа и не по интервалам) равнымъ 98, число положительных

равнымъ 62. Такимъ образомъ количество первыхъ выходитъ за предѣлы, допустимые нормальнымъ распределеніемъ ошибокъ, равные $\frac{n}{2} \pm 0,3372 \sqrt{n}^1$, т. е. въ данномъ случаѣ $80 \pm 4,26$, т. е. могло бы быть равно въ крайнемъ случаѣ 76 и 84. Стало быть мы имѣемъ аномальное распределение ошибокъ, указывающее въ сущности на присутствіе не только случайныхъ, а и постоянной ошибки, тѣмъ болѣе, что кривая ошибокъ даетъ странный уступъ до 7 ошибокъ у +1-го интервала. Вотъ графически представленное распределение ошибокъ, гдѣ 1 *mm* абсциссы соотвѣтствуетъ 1,26%, 1 *mm* ординаты — одной ошибкѣ (см. фиг. 2).



Фиг. 2.

Этотъ уступъ можетъ въ сущности давать поводъ думать, что предъ нами сложная кривая изъ двухъ Gauss'овскихъ, т. е. что въ опытѣ мы соединили въ сущности наблюдения, имѣющія среднюю напридѣръ въ 5% и, другія со средней положимъ процентовъ въ 12.

¹⁾ Czuber. Theorie der Beobachtungsfehler. Leipzig, 1891, S. 189.

Чтобы рѣшить, основательно ли подобное предположеніе, я обработалъ полученные данныя по Pearson'у ¹⁾, который въ первомъ изъ цитируемыхъ трудовъ и даетъ рѣшеніе подобной задачи.

Обозначимъ $f(v-v_0)$ сумму произведеній первыхъ степеней ошибокъ на ихъ частоту, $f(v-v_0)^2$ — сумму произведеній квадратовъ ошибокъ на ихъ частоту, $f(v-v_0)^3$ — сумму произведеній кубовъ ошибокъ на ихъ частоты, $f(v-v_0)^4$ — сумму произведеній четвертыхъ степеней ошибокъ на ихъ частоты, $f(v-v_0)^5$ — сумму произведеній пятыхъ степеней ошибокъ на ихъ частоты. Для упрощенія, подобно Pearson'у вмѣсто самихъ ошибокъ, возьмемъ ихъ разстоянія отъ нуля кривой, т. е. величину интервала = 1,26 примемъ за единицу, тогда

Интервалъ.		$f(v-v_0)$	$f(v-v_0)^2$	$f(v-v_0)^3$	$f(v-v_0)^4$	$f(v-v_0)^5$
— 5	1	—5	25	— 125	625	— 3125
— 4	3	—12	48	— 192	768	— 2187
— 3	9	—27	81	— 243	729	— 2187
— 2	22	—44	88	— 176	352	— 704
— 1	47	—47	47	— 47	47	— 47
0	26	0	0	0	0	0
1	7	7	7	7	7	± 7
2	20	40	80	160	320	640
3	16	48	144	432	1296	3888
4	2	8	32	128	512	2048
5	3	15	75	375	1875	9375
6	1	6	36	216	1296	7776
7	1	7	49	343	2401	16807
8	0	0	0	0	0	0
9	2	18	162	1458	13122	118098
	$\Sigma = 160$	+ 149	$\Sigma = 874$	+ 3119	$\Sigma = 23350$	+ 158639
		— 135		— 783		— 9135
		$\Sigma = 14$		$\Sigma = 2336$		$\Sigma = 149504$

¹⁾ Pearson. 1) Contribution to the mathematical theory of evolution. Philosoph. Transactions. Vol. 185A, p. 71. 2) Skew variation in homogeneous material. Ibid. Vol. 186A, p. 343. 3) On the mathem. theory of Errors of Indgement, with spec. reference to the personal equation. Ibidem. Vol. 198A, p. 235.

Конечно здѣсь мы не можемъ входить въ объясненіе его теорій. Желаніе могутъ найти подробности въ цитируемыхъ его трудахъ.

Для удобства μ^1_1, μ^1_2 etc. Pearson'a назовемъ ν_1, ν_2, ν_3 ... Тогда

$$\nu_1 = \frac{14}{160} = 0,0875 \quad \nu_1^2 = 0,00765625 \quad \nu_1^3 = 0,000669921875$$

$$\nu_2 = \frac{874}{160} = 5,4625 \quad \nu_1^4 = 0,0000586181640625 \quad \nu_1^5 = 0,00000512908935875$$

$$\nu_3 = \frac{2336}{160} = 14,6.$$

$$\nu_4 = \frac{23350}{160} = 145,9375.$$

$$\nu_5 = \frac{149504}{160} = 934,4.$$

$$\mu_1 = \nu_1 - q = 0 \text{ ибо } \nu_1 = q = 0,0875$$

$$\mu_2 = \nu_2 - 2\nu_1^2 + \nu_1^2 = 5,4625 - 0,00765625 = 5,45484375$$

$$\mu_2^2 = 29,7553203369141$$

$$\mu_3 = \nu_3 - 3\nu_1\nu_2 + 2\nu_1^3 = 14,6 - 1,43390625 + 0,00133984 = 13,16743359$$

$$\mu_4 = \nu_4 - 4\nu_1\nu_2 + 6\nu_1^2\nu_2 - 3\nu_1^4 = 145,9375 - 5,11 + 5,2509335937$$

$$- 0,0001758545 = 141,078257739$$

$$\mu_5 = \nu_5 - 5\nu_1\nu_4 + 10\nu_1^2\nu_2 - 10\nu_1^3\nu_2 + 4\nu_1^5 = 934,4 - 12,76953125 + 1,11781250 -$$

$$- 0,03659448 + 0,00002052 = 922,71170729 - 51,07812520 = 871,63358209$$

$$\lambda_4 = 9p_2^2 - 3\mu_4 = 267,7978830 - 423,234773 = -155,436891$$

$$\lambda_5 = 30\mu_2\mu_3 - 3\mu_5 = 2154,78878466 - 2614,90074627 = -460,11196161.$$

$$\mu_3^2 = 13,16743359 \quad \lambda_4^2 = 24160,62708375 \quad \mu_3\lambda_4 = -2046,637530$$

$$\mu_3^3 = 173,38131748 \quad \lambda_4^3 = -583735901,86525441 \quad \mu_3\lambda_4^2 = -1590,646688$$

$$\mu_3^4 = 2282,98116663 \quad \lambda_5^2 = 211703,02125639 \quad \mu_3^2\lambda_4 = -6,01132846$$

$$\mu_3^5 = 30061,081171345 \quad \mu_3\lambda_5 = -6058,4937462693 \quad \lambda_5p_2^2 = -277,907627$$

$$\mu_3^6 = 5212003,020888 \quad \mu_3^2\lambda_4 = -26949,85269858 \quad \mu_3^3p_2^3 = 6,1807933$$

$$\mu_3^3\lambda_5 = -1050426,9636016049$$

$$\lambda_4\lambda_5\mu_3 = 941713,4376575$$

$$\mu_3^2\lambda_4 = 4189001,4012$$

$$\mu_3^4\lambda_4 = -4672601,00182$$

$24p_2^9 = 24p_2^9$. Если разделим на 24, то получимъ p_2^9

$$28\lambda_4p_2^7 = -4352,232948p_2^7. \text{ Разделив на 24, получимъ } -181,34p_2^7$$

$$36\mu_3^2p_2^6 = 6241,727412p_2^6. \text{ Разделив на 24, получимъ } 260,07p_2^6$$

$$-(24\mu_3\lambda_5 - 10\lambda_4^2)p_2^5 = -(145403,85000 - 241606,27084)p_2^5 = 387010,121p_2^5$$

$$\text{Дѣля на 24, получимъ } 16125,42p_2^5$$

$$-(148\mu_3^2\lambda_4 + 2\lambda_5^2)p_2^4 = -(3988578,1996 + 423406,042)p_2^4 = 3565172,16p_2^4$$

$$\text{Дѣля на 24, получимъ } 148548,84p_2^4$$

$$+(288\mu_3^4 - 12\lambda_4\lambda_5\mu_3 - \lambda_4^3)p_2^3 = (8657511,3856 - 11300561,256 +$$

$$+ 583735902)p_2^3 = 581092932,13p_2^3$$

Дѣля на 24, получимъ $24212205,5p_2^3$

$$+(24\mu_3^3\lambda_5 - 7\mu_3^2\lambda_4^2)p_2^2 = (-25210247,04 - 29323009,80)p_2^2 =$$

$$-54533256,8p_2^2$$

Дѣля на 24, получимъ $-2272219,033p_2^2$

$$+(32\mu_3^4\lambda_4)p_2 = -149523232p_2. \text{ Дѣля на 24, } -6230134p_2$$

$$-24\mu_3^6 = -125088072,48. \text{ Дѣля на 24, } -5212003,02.$$

Полагая $p_2 = 10\chi$, получимъ уравненіе:

$$10^9\chi^9 - 181,34 \cdot 10^7\chi^7 + 260,07 \cdot 10^6\chi^6 + 16125,42 \cdot 10^5\chi^5 + 148548,84 \cdot 10^4\chi^4 +$$

$$+ 24212205,5 \cdot 10^3\chi^3 - 2272219,033 \cdot 10^2\chi^2 - 6230134,10\chi - 5212003,02 = 0$$

Раздѣливъ на 10^9 , имѣемъ:

$$\chi^9 - 1,8134\chi^7 + 0,2601\chi^6 + 1,6125\chi^5 + 1,4855\chi^4 + 24,2122\chi^3 - 0,2272\chi^2 -$$

$$- 0,0623\chi - 0,0052 = 0.$$

Рѣшеніе этого уравненія способомъ послѣдовательныхъ приближеній даетъ лишь одно рѣшеніе, при чемъ $\chi = 0,0772$.

Отсюда

$$p_3 = \frac{2\mu_3^3 - 2\mu_3\lambda_4p_2 - \lambda_5p_2^2 - 8\mu_3p_2^3}{4\mu_3^2 - \lambda_4p_2 + 2p_2^3}$$

$$= \frac{4565,96334 + 3181,293378 + 277,907627 - 49,44634664}{693,525268 + 120,8055517 + 0,938919} = \frac{7975,71800}{815,26974}$$

$$= 9,78292 = p_3; \quad p_1 = \frac{p_3}{p_2} = \frac{9,78292}{0,7772} = 12,58739$$

$$\gamma^2 - p_1\gamma + p_2 = 0; \quad \gamma^2 - 12,58739\gamma + 0,7772 = 0$$

$$\gamma = 6,29369 \pm \sqrt{39,61053382 - 0,7772} = 6,29369 \pm \sqrt{38,83333382} =$$

$$= 6,2937 \pm 6,2316, \quad \gamma_1 = 12,5253 \quad \gamma_2 = 0,0621$$

$$z_1 = \frac{\gamma_2}{\gamma_1 - \gamma_2} = \frac{0,062}{12,4632} = 0,005$$

$$z_2 = \frac{\gamma_1}{\gamma_1 - \gamma_2} = \frac{12,5253}{12,4632} = 1,005$$

$$\sigma_2 = \mu_2 - \frac{1}{3}\mu_3 - \frac{1}{3}p_1\gamma_2 + p_2 = 5,45484 - \frac{13,16743359}{12,52533} - \frac{1}{3} \cdot 12,58739 \cdot 0,0621 +$$

$$+ 0,7772 = 5,45484 - 0,35043 - 0,26056 + 0,7772 = 5,6211$$

Полагая $h = 1$, имѣемъ $\sigma_2 = \pm \sqrt{5,6211} = \pm 2,37$

Но σ_2 ничто иное, какъ наше E , т. е. средняя квадратическая ошибка отдѣльнаго наблюденіе.

Въ данномъ вычисленіи по условію 1 единица=1,26, поэтому истинное значение нашего $E_2 = \sigma_2 = \pm 2.37.1,26 = \pm 2,99$ (вмѣсто $\pm 2,94$)

$$\frac{\sigma_1^2}{h} = \mu_2 - \frac{1}{3} \mu_1^2 + \frac{1}{3} p_1 \gamma_1 + p_2 = 5,45484 - \frac{13,16743359}{3.0,0621} - \frac{12,58739.12,5253}{3} + 0,0772 = 5,45484 - 70,678 - 52,55362 + 0,0772 = -117,7845$$

$E_1 = \sigma_1 = \pm \sqrt{-117,7845}$, т. е. есть величина мнимая.

Итакъ вычисленіе даетъ отвѣтъ, что у насъ матеріалъ однородный.

Распределеніе ошибокъ становится правильнѣе при вычисленіи ихъ не по $M=9,08$, а по M равную меньшей величинѣ, слѣдовательно, вѣроятно на лицо постоянная причина ошибокъ, *увеличивающая* среднюю арифметическую. За это и то, что 3 положитель. ошибки (+9,12; +10,92; +11,32) превосходятъ обычную законную наибольшую ошибку, величина которой около $2,6E$, ибо $2,6. \pm 2,93 = \pm 7,64$.

Несмотря на всѣ эти недостатки, все же 82 ошибки меньше $\pm 1,96$ т. е. Ew , слѣдовательно, несмотря на недостатки наблюдений, все же Ew и въ дѣйствительности имѣть вѣроятность равной $\frac{82}{160} = \frac{1}{2}$, какъ и должно быть по теоріи.

В. Оцѣнка рядовъ ослабленія тока.

Общее среднее арифметическое при ослабленіи тока оказалось равнымъ $8,34\%$.

Средняя квадратичная ошибка отдѣльнаго наблюденія оказалась равной $\pm 2,01$

Слѣдовательно $Ew = \frac{2}{3} \cdot 2,01 = \pm 1,35\%$

$E = \pm 0,16\%$.

$Ew = \pm \frac{2}{3} \cdot 0,16 = \pm 0,11\%$, слѣдовательно $M = 8,34\% + 0,11\%$

$E_r = \frac{0,11.100}{8,34} = 1,31\%$ измѣряемой величины.

Количество отрицательныхъ ошибокъ равно 90, положительныхъ 70, т. е. выходитъ меньше за допускаемые теоріей предѣлы, которые равны $\frac{n}{2} \pm 0,3297 \sqrt{160} = 80 \pm 4$, т. е. 84 и 76.

Количество ошибокъ, меньшихъ Ew , т. е. $\pm 1,35\%$ равно 86, количество ошибокъ, большихъ Ew равно 74, что истинная вѣроятность ошибки въ $\pm 1,35\%$ больше требуемой теоріей и потому Ew вполне соответствуетъ истинѣ.

Величина наибольшихъ ошибокъ у насъ больше $2,6E$, какъ требуетъ теорія, такъ что въ сущности можно бы отбросить ошибки большія $\pm 5,41$. Такихъ ошибокъ мы имѣемъ три, +8,4 и двѣ +6,7. Впрочемъ мы ихъ приняли во вниманіе при учетѣ, ибо при сложности явленій въ организмѣ конечно нельзя дѣлать отбрасываній наблюдений, (на что и въ физическихъ измѣреніяхъ многіе смотрятъ съ неодобреніемъ).

Въ частности распределеніе ошибокъ по кривой выразится слѣдующимъ образомъ: наибольшая ошибка равна $8,4\%$, поэтому, дѣля всѣ ошибки на 10 интерваловъ, имѣемъ интервалъ $dx = \frac{8,4\%}{10-1} = 0,9\%$.

Имѣемъ:	интервалъ		
I.	0,45 \pm 0,45		—34 ошибки
II.	\pm 0,45 \pm 1,35		—33 " +21
III.	\pm 1,35 \pm 2,25		—23 " +10
IV.	\pm 2,25 \pm 3,15		—13 " +8
V.	\pm 3,15 \pm 4,05		—3 " +7
VI.	\pm 4,05 \pm 4,95		—1 " +2
VII.	\pm 4,95 \pm 5,85		—0 " +2
VIII.	\pm 5,85 \pm 6,75		—0 " +2
IX.	\pm 6,75 \pm 7,65		—0 " +0
	\pm 7,65 \pm 8,55		—0 " +1
			Всего 160.

Вычислимъ числа ошибокъ по теоріи, предполагая нормальное распределеніе ошибокъ Gauss'a.

У насъ $E = \pm 2,01$, называя среднюю ординату кривой y_0 (соответствующую числу ошибокъ интервала полевого), а $y_1, y_2, y_3 \dots$ другія ординаты, соответствующія ошибкамъ въ I, II, III-емъ и т. д. интервалѣ, будемъ имѣть

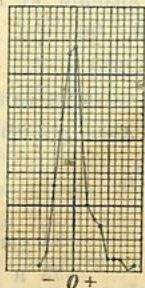
$$y_0 = \frac{160}{2,01 \sqrt{2\pi}}; \lg y_0 = 2,20412 - 0,30320 - \frac{1}{2} (0,30103 + 0,49715) = 2,20412 - 0,30320 - 0,39909 = 1,50183 \quad N \lg y_0 = 31,76 y_0$$

Всякій изъ дальнѣйшихъ y опредѣлится изъ формулы $y = y_0 e^{\frac{x^2}{2E^2}}$ гдѣ $x=1$ для y_1 , $=2$ для y_2 , $=3$ для y_3 и т. д.

$$y_1 = y_0 \cdot e^{\frac{1}{2E^2}} = y_0 \cdot e^{\frac{1}{2 \cdot 2,01^2}} = y_0 \cdot e^{0,0802} = y_0 \cdot e^{0,123759}; \lg y_1 = 1,50183 - 0,123759 \cdot 0,4342945 = 1,44808$$

$Nlgy_1 = 28,06 = y_1$. Подовымъ же образомъ
 $y_2 = y_0 \cdot e^{4(-0,123759)} \quad lgy_2 = 150183 - 0,495036 \cdot 0,4342945 = 1,50183$
 $- 0,21500 = 1,28683 \quad Nlgy_2 = 19,35 = y_2$
 $y_3 = y_0 \cdot e^{9 \cdot 0 - 123759} \quad lgy_3 = 1,50183 - 48373 = 1,01810$

И далѣе, $lgy_4 = 1,50183 - 0,85997 = 0,64186 \quad Nlgy_3 = 10,4 = y_3$
 $lgy_5 = 1,50183 - 1,34371 = 0,15812 \quad Nlgy_4 = 4,38 = y_4$
 $lgy_6 = 1,50183 - 1,93493 = -0,43310 \quad Nlgy_5 = 1,44 = y_5$
 $lgy_7 = 1,50183 - 2,53357 = -1,03174 \quad Nlgy_6 = 0,27 = y_6$
 $Nlgy_7 = Nlgy_8,96826 = 0,093 = y_7$
 $lgy_8 = 1,50183 - 3,43989 = -1,93806 = 8,06194$
 $Nlgy_8 = 0,0115 = y_8$
 $lgy_9 = 1,50183 - 3,45361 = -2,85178 = 7,14821$
 $Nlgy_9 = 0,00141 = y_9$



Фиг. 3.

Посмотримъ, допустимы ли полученные разницы между теорией и практикой. Получено:

№ группы.	Наблюденная частота	Теоретич. частота=f	l=разницъ между действительной и теоретич. частотой	$\frac{l^2}{f}$	
1	— 7	0	0,09	+ 0,907	$\frac{0,822649}{0,093} = 8,845688$
2	— 6	0	0,27	+ 0,73	$\frac{0,5329}{0,27} = 1,973704$
3	— 5	1	1,44	— 0,44	$\frac{0,1936}{1,44} = 0,134444$
4	— 4	3	4,38	— 1,38	$\frac{1,9044}{4,38} = 0,434794$
5	— 3	13	10,41	+ 2,59	$\frac{6,7081}{10,41} = 0,644390$
6	— 2	23	19,35	+ 3,65	$\frac{13,3225}{19,35} = 0,688501$
7	— 1	33	28,06	+ 4,94	$\frac{24,4036}{28,06} = 0,869693$
8	0	34	31,76	+ 2,24	$\frac{5,0176}{31,760} = 0,157985$
9	1	21	28,06	+ 7,06	$\frac{49,8436}{28,06} = 1,776322$

№ группы.	Наблюденная частота	Теоретич. частота=f	l=разницъ между действительной и теоретич. частотой	$\frac{l^2}{f}$	
10	2	10	19,35	— 9,35	$\frac{87,4225}{19,35} = 4,517959$
11	3	8	10,41	— 2,41	$\frac{5,8081}{10,41} = 0,567541$
12	4	7	4,38	2,62	$\frac{6,8644}{4,38} = 1,567215$
13	5	2	1,44	0,56	$\frac{0,3136}{1,44} = 0,217778$
14	6	2	0,27	1,73	$\frac{2,9929}{0,27} = 11,084815$
15	7	2	0,093	1,907	$\frac{3,6481}{0,093} = 39,226882$
16	8	0	0,0115	0,0115	$\frac{0,00013225}{0,0115} = 0,000$
17	9	1	0,00141	0,99859	$\frac{0,998001}{0,00141} = 998...$

Оставимъ безъ вниманія три ошибки (изъ 160); лежащія въ интервалахъ высшихъ ± 6 , ибо ихъ вліяніе на результатъ не соответствуетъ ихъ малому числу, тогда какъ присутствіе несоразмѣрно большихъ ошибокъ характерно для небольшого числа наблюдений. Тогда сумма всѣхъ $\frac{l^2}{f} = \chi^2$ будетъ равна 24,635151.

Пусть $\frac{1}{2}\chi^2 = 12,317576 = \eta$

Подходить или нѣтъ данное распределеніе ошибокъ подъ нормальную кривую ошибокъ, опредѣляется по Pearson'у (1) величиною P. По Pearson'у $P = e^{-\eta} \left(1 + \frac{\eta}{1.2} + \frac{\eta^2}{1.2 \cdot 2.3} + \frac{\eta^3}{1.2 \cdot 3 \cdot 4} + \frac{\eta^4}{1.2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5} + \dots \right) =$
 $= 2,71828^{-12,317576} \left(1 + \frac{12,317576}{1.2} + \frac{12,317576^2}{1.2 \cdot 2.3} + \frac{12,317576^3}{1.2 \cdot 3 \cdot 4} + \frac{12,317576^4}{1.2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5} + \dots \right)$

¹⁾ Pearson. On the criterion that a given system of deviations from the Probable in the case of a correlated system of variables is such that it can be reasonably supposed to have arisen from Random Sampling. Philos. Magazine. V Series, Vol. 50, 1900 r., p. 157-175.

Вычисление многочлена въ скобках:

	<i>lg</i>	<i>Nlg</i>
$lg n = 1,09053$	1,09053	12,3176
$2 lg n - lg 1.2 = 2,18105 - 0,3010300 =$	1,88002	75,8614
$3 lg n - lg 1.2.3 = 3,27158 - 0,77815 =$	2,49343	311,4-00
$4 lg n - lg 1.2.3.4 = 4,36210 - 1,38021 =$	2,98189	959,1600
$5 lg n - lg 1.2.3.4.5 = 5,45263 - 2,07918 =$	3,37345	2360,2650
	$1 + \Sigma n =$	$3719,0840 + 1$

Слѣдовательно $P = 2,71828^{-12,3117576} \cdot 3720,084$

$$lg P = 12,3117576 \lg 2,71828 + lg 3720,084 = -5,34700 + 3,57054 = -1,77646 = 8,22354$$

$$Nlg 8,22354 = 0,016722 = P$$

По Pearson'овой таблицѣ (стр. 175 цитир. работы) при $\chi = 24,635151$ и при числѣ интервалловъ $n = 13$, P должно быть не больше 0,014822.

Слѣдовательно подъ нормальную кривую наши ошибки, не считая крайнихъ, не характерныхъ, почти подходят, хотя кривая ихъ чуть выше нормальной и слегка скошена, и имѣетъ нѣсколько нелѣпо большихъ ошибокъ.

Такимъ образомъ, въ сущности здѣсь мы имѣемъ не правильную кривую, — искривленную въ сторону отрицательныхъ ошибокъ, т. е. нѣчто аналогичное тому, что въ рядахъ наблюденій при усиленіи тока, но лишь въ болѣе слабой степени. Это ясно и при взглядѣ на прилагаемую кривую, (см. фиг. 3), гдѣ $1 mm$ абсциссы $= dx = 0,9\%$, а $1 mm$ ординаты равны одной ошибкѣ (какъ и въ кривой рядовъ усиленія тока, приведенной выше).

Сравнивая полученные результаты оцѣнки рядовъ ошибокъ ощущеній при усиленіи и ослабленіи тока, приходится признать, что по какой то причинѣ изслѣдование порога различенія при усиленіи тока даетъ худшіе результаты, чѣмъ при ослабленіи его. Въ особенности ясно это при сравненіи кривыхъ: на кривой усиленія ясно при первомъ взглядѣ на нее, что она деформирована, скошена, при взглядѣ же на вторую, не примѣни

мы болѣе точныхъ методовъ учета, чѣмъ обычные ходячіе въ теоріи ошибокъ, мы легко могли бы упустить существованіе аналогичнаго искривленія и въ этомъ послѣднемъ случаѣ.

Въ среднемъ мы получили для усиленія тока порогъ различенія въ $9,08 \pm 0,16\%$ и для ослабленія его — въ $8,34 \pm 0,11\%$. Имѣемъ ли мы основаніе придавать значеніе этой разницѣ? Оцѣнка ошибокъ заставляетъ отвѣтить на этотъ вопросъ отрицательно: въ рядахъ усиленія сильно преобладаютъ въ числѣ отрицательныя ошибки и надо полагать, что здѣсь проявляется вліяніе постоянной, односторонне-дѣйствующей причины ошибокъ, нѣсколько увеличивающей результатъ больше, чѣмъ слѣдовало бы для истины.

Я пробовалъ подсчитывать ошибки и чертить кривыя ошибокъ параллельно для различныхъ группъ приводимыхъ рядовъ опытовъ и всюду разниця между ощущеніемъ усиленія и ослабленія тока сохранялась. Поэтому эту причину односторонней ошибки приходится отнести къ какимъ то условіямъ въ самомъ организмѣ находящимся, а не къ обстановкѣ опытовъ.

Относительная точность результатовъ въ $1,76\%$ уже хороша — въ большинствѣ измѣреній ею довольствуются, поэтому число наблюденій у насъ достаточное.

Относительная точность результатовъ, равная $\frac{Ew, 100}{M}$ соответственно будетъ $\frac{0,16 \cdot 100}{9,08} = 1,76\%$ и $\frac{0,11 \cdot 100}{8,34} = 1,32\%$.

Въ виду всего изложеннаго надо думать, что при прерывистомъ электрическомъ раздраженіи нами ощущаются приращенія раздраженія, разняшіяся отъ первоначальнаго раздраженія на $8,35\%$, т. е. на $\frac{1}{12}$ его.

Законъ Weber-Fechner' очевидно и въ этой области приложимъ, даетъ лишь своеобразную величину порога различенія.

Какой чувствующій аппаратъ участвуетъ въ этомъ электрическомъ ощущеніи? Конечно, съ полной увѣренностью дать здѣсь отвѣтъ трудно. Однако ощутимые токи колеблются въ небольшихъ предѣлахъ — приблизительно отъ $0,16 - 0,25$ milliamper'a до $2,0$ milliampr., причемъ уже при $1,5$ milliampr. совершенно сводитъ руку отъ раздраженія двигательныхъ нервовъ. Такимъ образомъ здѣсь новидимому не проявляются особенности чувствующаго концевое специфическаго аппарата реагировать на крайне малыя раздраженія, напротивъ того, здѣсь идетъ раздраженіе двигательнаго

аппарата почти параллельно. Весьма правдоподобно поэтому, что раздражаются здѣсь не концевые аппараты, а непосредственно нервные стволы, чѣмъ быть можетъ и объясняется своеобразность результата.

Работа произведена въ электротехнической лабораторіи Киевскаго Политехническаго Института. За помощь въ ея выполненіи приношу сердечную благодарность профессору Н. А. Артемьеву и лаборанту А. В. Круковскому.

П. 29

Къ вопросу о физиологическомъ дѣйствии свѣта и его спектральныхъ лучей на организмъ.

Д-ра С. Петина.

