

Томпсон Сильванус Филипп

Электричество и магнетизм

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 82-3
ББК 84-4
С36

С36 **Сильванус Филипп Т.**
Электричество и магнетизм / Томпсон Сильванус Филипп – М.: Книга по Требованию,
2023. – 443 с.

ISBN 978-5-519-77306-5

ISBN 978-5-519-77306-5

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2023
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2023

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

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

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

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

такія единицы и которые могут пожелать научиться изъ электричества чему нибудь, лежащему внѣ узкихъ рамокъ ихъ собственнаго практическаго труда.

Въ книгѣ отведено мѣсто также нѣсколькимъ историческимъ указаніямъ, хотя, какъ надѣется авторъ, безъ особаго загроможденія этимъ главнаго.

Читатель необходимо долженъ помнить, что настоящій маленький трудъ долженъ быть разсматриваемъ, какъ только введеніе къ столь сильно развившейся наукѣ объ электричествѣ, а потому тотъ, кто не пожелаетъ остановиться въ самомъ началѣ на первыхъ-же шагахъ, обратится далѣе къ обширнымъ трактатамъ Фарадея, Максвелля, Томсона, Видемана и Маскара, равно какъ и ко многимъ спеціальнымъ работамъ, имѣющимъ дѣло съ разнообразными техническими приложеніями науки электричества къ искусствамъ и производствамъ. Изъ этихъ обширныхъ трактатовъ заимствовалъ во многихъ мѣстахъ и авторъ, но при этомъ онъ одинъ отвѣтствененъ за тѣ ошибки, какія могли вкрасться въ настоящее сочиненіе.

Принимаемая въ настоящей книгѣ теорія электричества предполагаетъ существованіе электричества, въ чемъ-бы ни заключалась его природа, *одного, а не двухъ*; при этомъ это электричество, что-бы оно ни было, не есть *матерія* и не есть *энергія*. Въ одномъ лишь электричество заразъ уподобляется и матеріи и энергіи—электричество не можетъ быть создано или уничтожено. Принципъ *сохраненія матеріи*, возстановленный Лавуазье сто лѣтъ тому назадъ, говоритъ намъ, что мы не можемъ создать или уничтожить вещество, хотя въ состояніи мѣнять безчисленнымъ образомъ его распредѣленіе, его формы и соединенія. Принципъ *сохраненія энергіи*, воздвигнутый въ продолженіи послѣдней половины нашего столѣтія работами Гельмгольца, Томсона, Джоуля и Майера, учитъ насъ, что мы не въ состояніи создать или уничтожить энергію, хотя мы въ состояніи переводить ее изъ одной формы въ другую, заставляя ее являться или въ видѣ энергіи движущихся тѣлъ, или въ видѣ энергіи тепла, или въ видѣ ста-

тической энергіи тѣла, поднятаго при преодолѣніи дѣйствія силы тяжести или какой либо другой притягательной силы въ положеніе, изъ котораго оно можетъ падать внизъ и, въ которомъ оставаясь, оно обладаетъ запасомъ способности совершать работу. Такъ точно принципъ *сохраненія электричества*, нынѣ созидающійся ¹⁾, и въ этой книгѣ впервые являющійся подъ этимъ именемъ, заставляеть насъ принять, что мы не можемъ создать или уничтожить электричество, хотя мы въ состояніи измѣнить его распредѣленіе — можемъ заставить явиться *больше* электричества въ одномъ мѣстѣ и *меньше* въ другомъ, въ состояніи перевести его изъ состоянія покоя въ состояніе движенія, или можемъ заставить электричество придти въ движеніе на подобіе водоворотовъ или вихрей, обладающихъ способностью притягивать или отталкивать другіе подобные вихри. Согласно такому взгляду, всѣ наши электрическія машины и батареи представляютъ изъ себя только приборы, производящіе измѣненіе въ *распредѣленіи* электричества, заставляющіе часть его перемѣщаться съ одного мѣста въ другое или заставляющіе электричество, накопленное или собранное въ одномъ мѣстѣ, производить работу при своемъ возвращеніи къ первоначальному равномерному распредѣленію. Въ этой книгѣ сдѣлана попытка изложить научные факты языкомъ, согласнымъ съ подобнымъ взглядомъ, хотя въ то-же самое время скорѣе имѣлось въ виду привести читателя къ этому въ концѣ изученія имъ предмета, чѣмъ настаивать на этомъ въ догматичной формѣ съ самаго начала.

¹⁾ Этотъ принципъ несомнѣнно вытекаетъ какъ слѣдствіе изъ идей Максвелла и Фарадея относительно природы электричества. Послѣ того, какъ было написано вышеприведенное, явилось въ печати изящное аналитическое подтвержденіе принципа сохраненія электричества, принадлежащее Липману, который вполне независимо и даже раньше пришелъ къ подобному взгляду.

ОГЛАВЛЕНІЕ.

ОТДѢЛЪ I.

Электричество отъ тренія.

Глава.	Стран.
I. Электрическое притяженіе и отталкиваніе.	1
II. Электроскопы.	10
III. Электризація индукціей	17
IV. Проводимость и распредѣленіе электричества	25
V. Электрическія машины	36
VI. Лейденская банка и другіе аккумуляторы.	47
VII. Другіе источники электричества	54

ОТДѢЛЪ II.

Магнитизмъ.

VIII. Магнитное притяженіе и отталкиваніе.	64
IX. Способы намагничиванія.	73
X. Распредѣленіе магнитизма	78
XI. Законы магнитныхъ силъ	86
XII. Земной магнитизмъ.	102

ОТДѢЛЪ III.

Электрическій токъ.

XIII. Простые гальваническіе элементы	112
XIV. Химическія дѣйствія въ элементъ	121
XV. Гальваническіе элементы.	126
XVI. Магнитныя дѣйствія тока.	138
XVII. Гальванометры	147
XVIII. Химическія дѣйствія тока; вольтметры	157
XIX. Физическія и физиологическія дѣйствія тока	166

ОТДѢЛЪ IV.

Электростатика.

XX. Теорія потенціала	175
Основныя и производныя единицы	193
XXI. Электрометры	197
XXII. Индуктивная способность	206
XXIII. Явленія разряда	223
XXIV. Атмосферное электричество	241

ОТДѢЛЪ V.

Электромагнитизмъ.

Глава.	Стран.
XXV. Теорія магнитнаго потенциала	253
<i>О магнитныхъ и электромагнитныхъ единицахъ.</i>	266
<i>Объ измѣреніи магнитной силы земли въ абсолютныхъ единицахъ</i>	269
<i>Обозначеніе помощью показателей.</i>	270
XXVI. Электромагниты	271
XXVII. Электродинамика.	277
XXVIII. Діамагнитизмъ.	286

ОТДѢЛЪ VI.

Измѣреніе токовъ и проч.

XXIX. Законъ Ома и слѣдствія изъ него.	294
XXX. Электрическія измѣренія	303
<i>Отношеніе электростатическихъ и электромагнитныхъ единицъ</i>	315

ОТДѢЛЪ VII.

Теплота, свѣтъ, работа, производимая электрическими токами.

XXXI. Нагрѣваніе токами	317
XXXII. Электрический свѣтъ	323
XXXIII. Электродвигатели (электромагнитныя машины).	327

ОТДѢЛЪ VIII.

Термоэлектричество.

XXXIV. Термоэлектрическіе токи.	332
---	-----

ОТДѢЛЪ IX.

Электро-оптика.

XXXV. Общая связь между явленіями свѣта и электричества	339
---	-----

ОТДѢЛЪ X.

Индукціонные токи (магнито-электричество).

XXXVI. Токи возбуждаемые индукціей.	350
XXXVII. Магнито-электрическія и динамо-электрическія машины	364

ОТДѢЛЪ XI.

Электро-химія.

XXXVIII. Электролизъ и электрометаллургія	372
---	-----

ОТДѢЛЪ XII.

XXXIX. Телеграфы	387
XL. Электрическіе звонки, часы и телефоны	397
Вопросы и примѣры	406
Указатель именной	425
Указатель предметный	429

ОТДѢЛЪ I.

Электричество отъ тренія.

ГЛАВА I.

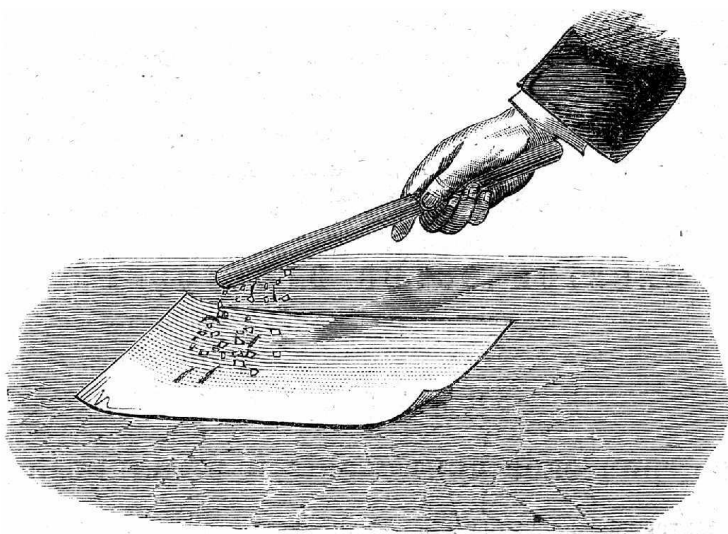
Электрическое притяженіе и отталкиваніе.

1. **Электрическое притяженіе.** Если взять кусокъ сургуча, смолы или стекла и потереть его о фланель или шелкъ, то въ немъ окажется свойство, прежде незамѣчаемое, а именно, этотъ кусокъ приобретаетъ способность притягивать легкіе предметы, какъ напр. вусочки соломы, пылъ или обрывки бумаги (фиг. 1-я). Эта особенность открыта была первоначально какъ свойство *янтаря*, по гречески *ήλεκτρον*, о чемъ и упоминается у Θαλλеса Милетскаго (600 л. до Р. Х.) и у Теофраста въ его сочиненіи о драгоценныхъ камняхъ. Хотя этимъ же свойствомъ обладаетъ громадное число веществъ, но древніе приписывали его только двумъ тѣламъ: янтарию и гагату; и это мнѣніе удерживалось даже до временъ королевы Елисаветы.

Около 1600 г. докторъ Джильбертъ (изъ Кольчестера) показалъ своими опытами, что кромѣ янтаря и гагата обладаетъ этимъ свойствомъ очень большое число тѣлъ, какъ напр. алмазь, сафиръ, горный хрусталь, стекло, сѣра, сургучъ, смола и проч.; тѣла эти онъ назвалъ *электрическими* *). Съ этого же времени слово *электричество* стало употребляться какъ названіе причины, производящей эти явленія. Джильбертъ замѣтилъ также, что подобныя опыты не удаются въ присутствіи влажности.

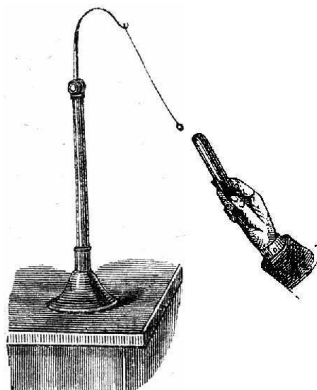
*) *Electrica; „quae attrahunt eadem ratione ut electrum“.* (Gilbert).

2. Лучшій способъ для наблюденія притягательной силы состоитъ въ употребленіи маленькихъ шариковъ изъ бузиновой сердце-

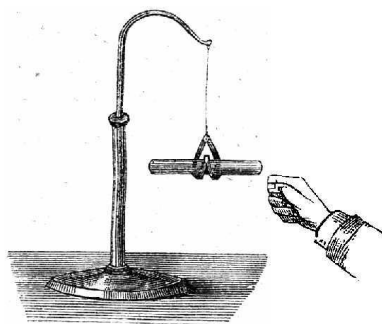


Фиг. 1.

вины или пробки, подвѣшенныхъ на тонкой нити къ подставкѣ, какъ это показано на фиг. 2-й. Сухая и теплая стеклянная трубка, натертая шелковымъ платкомъ, сильно притягиваетъ такой шарикъ, показывая этимъ, что она сильно наэлектризована. Если упо-



Фиг. 2.



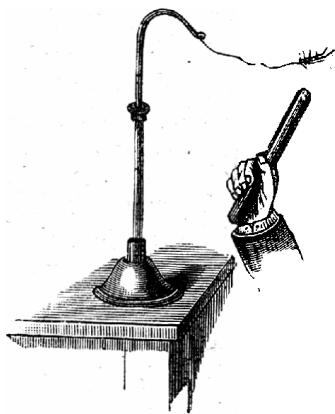
Фиг. 3.

треблять сургучъ, то наиболѣе подходящими веществами для натиранія оказываются: фланель, шерстяная матерія или, что лучше всего, мѣхъ. Бойль нашелъ, что наэлектризованное тѣло само притягивается другимъ не наэлектризованнымъ. Это можно провѣрить на опытъ (см. фиг. 3-ю), и для этого натертый кусокъ сургуча или стек-

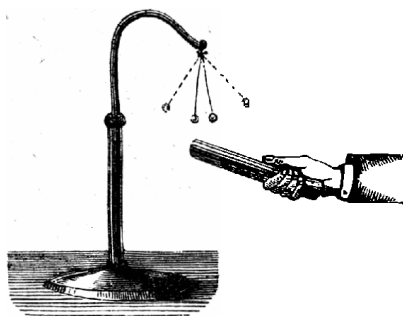
лянную палочку повѣсить въ проводочномъ стремени на *шелковой* нити; если затѣмъ поднести къ нимъ руку, то палочка и сургучъ начнутъ поворачиваться и приближаться къ рукѣ. Точно также кусокъ шелковой лѣнты, натертый теплымъ каучукомъ или просто протянутый между двумя слоями теплой фланели, будетъ притягиваться, если взять его за одинъ конецъ и подносить къ какимъ либо предметамъ. Если этотъ кусокъ держать около комнатной стѣны, то онъ притянется и пристанетъ къ ней. При соблюденіи нѣкоторыхъ предосторожностей можно показать, что при треніи двухъ тѣлъ въ электрическое состояніе приходитъ какъ натираемое тѣло, такъ и то, которымъ производится это натираніе, такъ какъ каждое изъ нихъ начинаетъ притягивать легкія тѣла; но чтобы показать это, не слѣдуетъ тѣло, которымъ производится натираніе, много захватывать рукой. Такъ, если хотѣть показать, что мѣхъ кролика, при треніи о сургучъ, также электризуется, то лучше не держать его въ рукѣ, а закрѣпить, какъ на ручку, на конецъ стеклянной трубки. Необходимость такой предосторожности будетъ объяснена въ концѣ этой главы, а еще болѣе подробно въ главѣ IV. Большое число веществъ, какъ желѣзо, золото, латунь и всѣ металлы, если ихъ держать въ рукѣ и натирать, не показываютъ никакого признака электризаціи, т. е. не притягиваютъ легкіхъ тѣлъ, подобно натертому янтарю или стеклу. Джилбертъ упоминаетъ о жемчугѣ, мраморѣ, агатѣ и магнитной рудѣ, какъ веществахъ, не электризующихся при натираніи. Такія тѣла прежде назывались поэтому *не электрическими*; но это названіе ошибочно, такъ какъ они получаютъ тѣже свойства, какъ и электрическія, если ихъ закрѣпить на стеклянныхъ рукояткахъ и затѣмъ подвергать натиранію.

3. **Электрическое отталкиваніе.** Въ опытѣ (фиг. 1-я) съ натертымъ стекломъ и кусочками бумаги, соломы или отрубями, замѣчается, что сначала эти кусочки притягиваются къ стеклу, но, коснувшись его, отскакиваютъ и отлетаютъ къ столу. Чтобы лучше показать это отталкиваніе, надо подвѣсить небольшое перышко на шелковой нити къ подставкѣ и поднести къ нему наэлектризованный стеклянный стержень. Перышко быстро подлетаетъ и пристаётъ къ стеклу, но въ слѣдующій же моментъ также быстро отскакиваетъ отъ него (фиг. 4-я), отталкиваемое невидимой силой, и затѣмъ снова уже не притягивается. Тоже произойдетъ, если повторить опытъ съ другимъ перышкомъ и кускомъ сургуча, потертымъ

фланелью. Но если поднести къ такому перышку руку, то оно быстро притянется къ ней, подобно натертой палочкѣ въ прежнемъ опытѣ (см. фиг. 3-ю). Это доказываетъ, что перышко, хотя само и не подвергалось натиранию, тѣмъ не менѣе обладаетъ теперь свойствами, сообщаемыми при непосредственномъ натираниі палочкѣ стекла или сургуча. Дѣйствительно оно электризуется прикосновениемъ къ наэлектризованному тѣлу, которое отдаетъ ему часть своего электричества. Изъ этого опыта видно также, что два тѣла, наэлектризованные однимъ и тѣмъ же электричествомъ, взаимно отталкиваются. Это можно подтвердить еще слѣдующимъ опытомъ. Потертый стеклянный стержень, подвѣшенный, какъ изображено на фиг. 3-й, отталкивается подобнымъ же потертымъ стекляннымъ стержнемъ, а натертая палочка сургуча отталкивается другою, подобною же ей. Другой способъ для показанія отталкиванія одинаковымъ образомъ наэлектризованныхъ тѣлъ состоитъ въ томъ, что два бузинные шарика подвѣшиваются на льняныхъ нитяхъ къ стеклянной подставкѣ, какъ показано на фиг. 5-й, и затѣмъ при-



Фиг. 4.



Фиг. 5.

водятся въ прикосновеніе съ натертой стеклянной палочкой. Шарикѣ, взаимно отталкиваясь, держатся отдѣльно, между тѣмъ какъ ранѣе они спокойно висѣли, касаясь одинъ другого; при приближеніи же къ нимъ стеклянной палочки они расходятся еще болѣе, такъ какъ послѣдняя отталкиваетъ каждый изъ нихъ. Взаимное отталкиваніе частей наэлектризованнаго тѣла прекрасно доказывается на опытѣ съ мыльнымъ пузыремъ, который растягивается при электризованіи.

4. **Два рода электризаціи.** Наэлектризованныя тѣла не всегда однако отталкиваютъ одно другое. Перышко (см. фиг. 4-ю), къ которому прикоснулись натертой стеклянной палочкой и которое, слѣдовательно, отталкивается отъ натертаго стекла, *притягивается*, если къ нему подносить натертый сургучъ, и наоборотъ, если перышко было наэлектризовано прикосновеніемъ натертаго сургуча, притягивается къ натертому стеклу, хотя и отталкивается отъ перваго. Точно также натертый стеклянный стержень, подвѣшенный, какъ показано на фиг. 3-й, притягивается кускомъ натертаго сургуча смолы или янтаря, хотя и отталкивается другимъ натертымъ кускомъ стекла. Два бузиновых шарика (см. фиг. 5-ю) послѣ прикосновенія къ натертому стеклу отталкиваются другъ отъ друга, и, какъ мы видѣли, расходятся еще болѣе при приближеніи къ нимъ стекла. Но шарики сближаются, если держать подъ ними кусокъ натертаго сургуча, такъ какъ при этомъ каждый изъ нихъ притягивается къ послѣднему. Сеймеръ первый наблюдалъ эти явленія, но независимо отъ него они были открыты также Дю-Фэ, который для объясненія ихъ предположилъ существованіе двухъ родовъ электричества, обладающихъ тѣмъ свойствомъ, что разнородныя электричества притягиваются, а однородныя отталкиваются. Электричество, возбуждающееся на стеклѣ при треніи его шелкомъ онъ назвалъ *стекляннымъ* электричествомъ, полагая, хотя ошибочно, что стекло не можетъ давать электричество другого рода; электричество же, возбуждаемое на веществахъ, такихъ, какъ сургучу, смолѣ, шеллаку, каучуку и янтарю, при треніи о шерсть или фланель, онъ назвалъ *смолянымъ*. Найдено однако, что родъ возбуждаемаго электричества зависитъ не только отъ вещества натираемаго, но также и отъ вещества, которымъ производятъ натираніе. Такъ стекло даетъ «смоляное» электричество при треніи о мѣхъ кошки, а смола «стеклянное» при треніи о кожу, покрытую слоемъ мягкой амальгамы олова.

Поэтому-то эти названія были оставлены и замѣнены болѣе подходящими терминами введенными Франклиномъ, который *положительнымъ* назвалъ электричество, возбуждающееся на стеклѣ при треніи его шелкомъ, а *отрицательнымъ*—электричество при треніи смолистыхъ тѣлъ о шерсть или мѣхъ. Наблюденіе Сеймера и Дю-Фэ можно поэтому формулировать такъ: два положительно наэлектризованныя тѣла взаимно отталкиваются; два отрицательно наэлектри-

зованныя тѣла взаимно отталкиваются; но положительно и отрицательно наэлектризованныя тѣла взаимно притягиваются.

5. **Одновременное возбужденіе двухъ элентрическихъ состояній.** Нитотъ, ни другой родъ электричества отдѣльно не возбуждается; всегда получаются два равныя количества обоихъ родовъ; одинъ изъ нихъ появляется на натираемомъ тѣлѣ, а другой въ равномъ количествѣ на тѣлѣ, служащемъ для натиранія. Можно различными способами вполне убѣдительно доказать, что количества возбуждаемыхъ электричествъ *одинаковы*. Такъ напр. оказывается, что, если сообщить положительное электричество натираемаго тѣла и отрицательное тѣла, служившаго для натиранія, третьему тѣлу, то на послѣднемъ нельзя замѣтить *никакихъ признаковъ электризации*; два противоположныя, но въ равныхъ количествахъ, рода электричества при этомъ нейтрализуютъ вполне одинъ другого. Въ ниже слѣдующемъ рядѣ тѣлъ тѣла расположены въ такомъ порядкѣ, что, при взаимномъ треніи двухъ изъ нихъ ранѣе стоящее электризуется положительно, а слѣдующее за нимъ—отрицательно. Вотъ этотъ рядъ: *мѣхъ, шерсть, смола, стекло, шелкъ, металлы, сѣра, каучукъ, гуттаперча, коллодій*.

6. **Теорія электричества.** Для объясненія разсматриваемыхъ явленій было предложено нѣсколько теорій, но всѣ онѣ, болѣе или менѣе, неудовлетворительны. Сеймеръ предложилъ теорію *двухъ жидкостей*. По этой теоріи предполагается существованіе двухъ невѣсомыхъ электрическихъ жидкостей, нейтрализующихъ другъ друга при соединеніи; обѣ эти жидкости находятся во всѣхъ тѣлахъ въ равныхъ количествахъ и въ соединеніи до тѣхъ поръ, пока треніе не раздѣляетъ ихъ. Франклинъ измѣнилъ эту теорію; онъ предложилъ вмѣсто нея—*теорію одной жидкости*; по его теоріи предполагается существованіе только одной жидкости, равномерно распределенной во всѣхъ тѣлахъ, но при треніи эта равномерность въ распределеніи ея нарушается какъ на натираемомъ, такъ и на натирающемъ тѣлѣ; въ одномъ появляется болѣе жидкости, а въ другомъ—менѣе, чѣмъ при обыкновенныхъ условіяхъ. Отсюда и произошли до сихъ поръ сохранившіяся названія *положительное* и *отрицательное* электричества; тѣло, въ которомъ предполагается избытокъ жидкости, называется *заряженнымъ положительно*, что означается обыкновенно знакомъ плюсъ +; тѣло же, имѣющее менѣе жидкости, называется *заряженнымъ отрицательно* (означается знакомъ минусъ —). Эти названія, однако,