

Записки  
Академии Наук  
том 28

1876г. кн. 1



*Б. Штейнберг.*

Халиографическая репродукция съ фотографии Штейнберга по способу Г. Скамони.

ВСПЕДИЦІЯ ЗАГОВОРЕНІЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХЪ ВУМАГЪ.

**ЗАПИСКИ**  
**ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУКЪ**

Проз. 50



**ТОМЪ ДВАДЦАТЬ ВОСЬМОЙ.**

**КНИЖКА I.**

(СЪ ПОРТРЕТОМЪ Б. С. ЯКОБИ).

**САНКТПЕТЕРБУРГЪ, 1876.**

ПРОДАЕТСЯ У КОМИССИОНЕРОВЪ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУКЪ:

Н. Глазунова, въ С. П. Б.

Эггерса и Комп., въ С. П. Б.

Л. А. Неакова, въ С. П. Б.

Н. Киммеля, въ Ригѣ.

Леопольда Фосса, въ Лейпцигѣ.

Цена 1 руб. 75 коп.

Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.  
С.-Петербургъ, Іюнь 1876 года.

Непремѣнный Секретарь *К. С. Веселовскій.*

## О ЖИЗНИ И УЧЕНЫХЪ ТРУДАХЪ АКАДЕМИКА Б. С. ЯКОБИ.

Статья Академика Г. И. Вильда.

Читана въ публичномъ засѣданіи Академіи, 29-го декабря 1875 г.

Съ портретомъ Б. С. Якоби.

Намѣреваясь предложить вамъ очеркъ ученой дѣятельности нашего сочлена, Бориса Семеновича Якоби, скончавшагося 27-го февраля 1874 года, и тѣмъ напомнить о великой потерѣ, которую понесла Академія Наукъ вслѣдствіе его смерти, я вполнѣ сознаю трудности этой задачи.

Младшему поколѣнію, къ которому принадлежу и я, достались уже готовыми тѣ данныя науки, надъ разработкою которыхъ трудился покойный. Намъ трудно нынѣ ясно представить себѣ международныя сношенія въ ту эпоху, когда не существовало еще ни пароходовъ, ни желѣзныхъ дорогъ, ни телеграфовъ; точно также и въ наукѣ, для тѣхъ, которые уже получили выводы, относящіеся къ какой-либо ея отрасли, въ видѣ просто и кратко формулированныхъ законовъ, очень трудно представить себѣ историческое развитіе этой отрасли знанія въ ту эпоху, когда опытный матеріалъ былъ еще неполонъ и не разработанъ и когда существовало множество ошибочныхъ взглядовъ на внутреннюю связь явленій. Однако такое представленіе необходимо для насъ въ томъ случаѣ, когда мы желаемъ получить вѣрный масштабъ для оцѣнки трудовъ своихъ предшественниковъ. Для меня трудность подлежащей оцѣнки заслугъ покойнаго Якоби увеличивается еще тѣмъ, что я познакомился съ нимъ

лично уже въ послѣдніе годы его жизни. Якоби имѣлъ ту черту общую съ нѣкоторыми другими изобрѣтательными умами, какъ на примѣръ, съ недавно умершимъ англійскимъ физикомъ Уитстономъ (Wheatstone), что или вовсе не сообщалъ публикѣ многихъ своихъ открытій, или сообщалъ ихъ весьма неполно; поэтому для тѣхъ, которые не могли получать отъ него свѣдѣній путемъ непосредственной, личной передачи, многое изъ этихъ открытій должно считаться потеряннымъ. Все сказанное даетъ мнѣ смѣлость рассчитывать на благосклонную снисходительность сверстниковъ и давнишнихъ друзей покойнаго, если они найдутъ мой очеркъ мѣстами неполнымъ.

Борисъ Семеновичъ Якоби родился въ Потсдамѣ, 21-го сентября 1801 года. Родители его желали, чтобы онъ посвятилъ себя изученію строительнаго искусства; вслѣдствіе этого Якоби, окончивъ курсъ въ Геттингенѣ, былъ сначала архитекторомъ въ Кенигсбергѣ, гдѣ его младшій братъ, Карлъ Густавъ Якоби, знаменитый математикъ, занималъ съ 1827 года кафедру въ университетѣ. Въ 1835 году, Борисъ Семеновичъ былъ приглашенъ на кафедру гражданской архитектуры въ Дерптъ, гдѣ, впрочемъ, оставался недолго. Его труды въ области чистой и прикладной электрологіи и сношенія съ Императорскою Академіею Наукъ, начавшіяся благодаря этимъ трудамъ, привели его, для болѣе успѣшнаго ихъ продолженія, въ Петербургъ, въ 1837 г. Здѣсь онъ сдѣлался сначала, въ 1839 г., адъюнктомъ, затѣмъ въ 1842 г. экстраординарнымъ и въ 1847 — ординарнымъ членомъ нашей Академіи.

На этомъ мѣстѣ онъ не только содѣйствовалъ, до конца своей жизни, развитію чистой науки, но состоя въ продолженіе многихъ лѣтъ членомъ мануфактурнаго совѣта при министерствѣ финансовъ, оказывалъ своему второму отечеству весьма важныя услуги и въ различныхъ областяхъ прикладной физики.

Въ 1870 году появились первые симптомы болѣзни, отъ которой онъ слегъ въ постель осенью 1872 года, вскорѣ по возвращеніи изъ-за границы, гдѣ, въ качествѣ делегата Россіи, онъ

принималъ дѣятельное участіе въ трудахъ собиравшейся въ Парижѣ комисіи для установленія одообразной системы мѣръ и вѣсовъ.

Хотя, благодаря своему крѣпкому сложенію, онъ нѣсколько разъ на короткое время избавлялся отъ болѣзни, но припадки ея повторялись все чаще и чаще, и одинъ изъ нихъ былъ причиною его смерти, въ ночь съ 26-го на 27-е февраля 1874 года.

Еще въ бытность свою студентомъ въ Геттингенѣ, Якоби заинтересовался быстро развивавшимся тогда ученіемъ о гальванизмѣ и въ особенности практическими приложеніями дѣйствія электрическаго тока. Плодомъ этихъ занятій было, явившееся въ 1835 году въ Потсдамѣ, первое ученое сочиненіе Якоби: «*Sur l'application de l'électro-magnétisme au mouvement des machines*», въ которомъ онъ описываетъ новую электро-магнитную машину, первую—съ непосредственно вращательнымъ движеніемъ. И въ Дерптѣ, рядомъ съ своими лекціями и практическими архитектурными работами, Якоби ревностно продолжалъ свои практическія изысканія въ области физики, которыя скоро сдѣлались единственнымъ предметомъ его занятій. Послѣ переселенія его въ Петербургъ и принятія въ члены Академіи, средства, предоставленныя въ его распоряженіе этою послѣднею, а еще болѣе щедротами покойнаго Императора Николая Павловича, который лично интересовался его работами,—дали Якоби возможность широко развить и примѣнить къ дѣлу его изобрѣтательный и творческій талантъ.

Здѣсь мы видимъ интересное взаимодѣйствіе теоретическихъ занятій и пракческаго приложенія добытыхъ результатовъ.

Такъ въ 1837 г. Якоби занимался изученіемъ изобрѣтенной за годъ передъ тѣмъ англичаниномъ Даніэлемъ постоянной гальванической цѣпи, о чемъ свидѣтельствуетъ описаніе предложенной имъ весьма простой и удобной формы ея, помѣщенное въ Бюлетенѣ Академіи. Въ слѣдующемъ году, эти занятія привели его къ открытію гальванопластики, которая, въ ея дальнѣйшемъ развитіи, при постоянно расширяющемся кругѣ полезнаго при-

мѣненія въ самыхъ разнообразныхъ областяхъ техники, сдѣлалась для него неизсякаемымъ источникомъ славы и удовольствія.

Прекрасныя и въ высшей степени важныя изслѣдованія законовъ электромагнитовъ и ихъ притяженія, произведенныя Якоби вмѣстѣ съ Академикомъ Ленцомъ въ 1837—39 годахъ, въ связи съ его прежними изысканіями и опытами касательно приложенія электромагнетизма къ движенію машинъ, дали ему возможность устроить большую электромагнитную машину, которая, при 64 элементахъ Грове, имѣла около 1 лошадиной силы и, въ 1839 г., привела въ движеніе противъ теченія на Невѣ лодку съ 14 человекъ экипажа. Это былъ первый опытъ примѣненія, въ большихъ размѣрахъ, электромагнетизма къ движенію судна.

Якоби воспользовался этими опытами для того, чтобы изъ нихъ вывести теорію электромагнитныхъ машинъ, которую онъ обнародовалъ въ извлеченіи уже въ 1840, а въ болѣе полномъ видѣ только въ 1850 г., особою статьею, написанною просто и общепонятно и представляющею единственное до настоящаго времени изложеніе закона этихъ двигателей.

Въ началѣ сороковыхъ годовъ, по высочайшему повелѣнію, Якоби съ успѣхомъ устроилъ подземное телеграфное сообщеніе между Петербургомъ и Царскимъ-Селомъ, не смотря на то, что Штейнгель раньше того объявилъ невозможностью гальваническое сообщеніе подъ землею на далекое разстояніе; въ то-же время Якоби устроилъ, для употребленія на этой линіи, нѣсколько новыхъ телеграфныхъ аппаратовъ, чрезвычайно остроумныхъ по конструкціи и очень просто приводимыхъ въ дѣйствіе, — аппаратовъ, которые, впрочемъ, никогда не были описаны. Нѣкоторые изъ нихъ до сихъ поръ хранятся въ физическомъ кабинетѣ Академіи, какъ памятники творческаго ума Якоби. Изъ всѣхъ его телеграфическихъ приборовъ мы имѣемъ описаніе только одного, «*télégraphe électrique naval*», явившееся въ 1856 году. Равнымъ образомъ мнѣ неизвѣстно ни одной статьи Якоби о зажиганіи минъ, хотя въ это же время онъ зани-



мался усовершенствованіемъ изобрѣтеннаго барономъ Шилингомъ способа зажиганія минь издали, посредствомъ электрическаго тока. Сдѣланными при этомъ опытами онъ воспользовался для устройства первыхъ подводныхъ минь, зажигаемыхъ электричествомъ, примененныхъ потомъ въ обширномъ видѣ къ защитѣ Кронштадта во время крымской войны.

Къ этимъ чисто-практическимъ работамъ Якоби постоянно присоединялъ научныя изслѣдованія, содѣйствовавшія развитію чистой физики. Сюда мы должны отнести прежде всего изобрѣтеніе регуляторовъ электрическаго тока съ жидкими и твердыми проводниками; затѣмъ—изобрѣтеніе проволочнаго вольтметра и ртутнаго вольтметра, изслѣдованіе магнито-электрическихъ машинъ для произведенія электрическаго тока помощью движенія, какъ процессъ обратный тому, какой происходитъ въ электро-магнитныхъ двигателяхъ, и устройство новой, сильнодѣйствующей машины этого рода; наконецъ—изслѣдованія надъ сопротивленіемъ жидкихъ проводниковъ и поляризацией. Послѣднія привели его, въ 1847 г., къ изобрѣтенію, имѣющему большую практическую важность,—къ такъ называемой *контръ-батареи*, съ помощью которой онъ сдѣлалъ возможною передачу корреспонденціи при дурно-уединенныхъ телеграфныхъ проводникахъ, несмотря на отклоненія тока. Позднѣе, нашъ физикъ расширилъ область примененія этого изобрѣтенія; онъ сдѣлалъ по этому предмету сообщеніе Парижской академіи наукъ въ 1859 году, и воспользовался контръ-батареєю для устраненія препятствій, представляемыхъ явленіями электрическаго заряженія при хорошо изолированныхъ подземныхъ (и подводныхъ) телеграфныхъ проводникахъ. Эта идея получила въ новѣйшее время важное и обширное приложеніе при устройствѣ трансатлантическаго телеграфа.

Разнообразныя практическія примененія дѣйствій электрическаго тока, сдѣланныя Якоби, необходимо должны были возбудить въ немъ желаніе измѣрять какъ силу электрическаго тока, производящаго эти дѣйствія, такъ и опредѣляющія ея по-

стоянныя величины, относящіяся къ источнику тока и проводникамъ. Такое измѣреніе являлось необходимымъ для того, чтобы получить возможность слѣдить за количественными успѣхами работъ и непосредственно сравнивать ихъ съ результатами, полученными другими излѣдователями. Въ самомъ дѣлѣ, мы видимъ, что Якоби въ разное время нѣсколько разъ указываетъ на необходимость измѣрять силу электрическаго тока и сопротивленія проводниковъ общепонятными единицами; на эту необходимость онъ особенно обращаетъ вниманіе въ длинной статьѣ, помѣщенной въ Бюлетенѣ нашей Академіи за 1857 годъ. Но не въ характерѣ нашего ученаго было останавливаться на однихъ предложеніяхъ; напротивъ того, онъ дѣятельно трудился надъ практическимъ осуществленіемъ предложенныхъ имъ идей. Уже въ 1839 г. онъ опытнымъ путемъ доказалъ точную пропорціональность, въ довольно обширныхъ границахъ, химическихъ и магнитныхъ гальванометровъ, т. е. электролитическаго и электромагнитнаго дѣйствія тока; затѣмъ онъ изобрѣлъ уже упомянутые вольтметры для измѣренія сопротивленія, далъ способы для опредѣленія постоянныхъ величинъ въ вольтовыхъ элементахъ, и наконецъ указалъ на источники значительныхъ ошибокъ при употребленіи обыкновеннаго химическаго вольтметра для разложенія воды. Затѣмъ онъ предложилъ, какъ простое средство для однообразнаго измѣренія силы гальваническаго тока, разложеніе мѣднаго купороса, и пустилъ въ обращеніе между европейскими физиками мѣдную проволоку опредѣленнаго сопротивленія, уложенную надлежащимъ образомъ, прося приготовить, по употребительнымъ способамъ, копии съ нея, чтобы получить такимъ образомъ общую мѣру сопротивленія проводниковъ.

Высокое значеніе этого измѣрителя сопротивленія, изобрѣтеннаго Якоби и представляющаго совершенно произвольную единицу, яено обнаружилось въ 1852 г., когда В. Веберъ, въ своихъ электродинамическихъ измѣреніяхъ, составившихъ эпоху въ наукѣ, обратился къ опредѣленію электрическаго сопротивленія на осно-

ваніи абсолютной мѣры и опредѣлилъ при этомъ численное значеніе измѣрителя Якоби въ этихъ абсолютныхъ единицахъ электромагнитнаго сопротивленія.

Черезъ это всѣмъ физикамъ, имѣвшимъ копіи съ Якобьевскаго измѣрителя, была дана возможность выражать сопротивленіе въ абсолютной мѣрѣ при помощи простаго сравненія, не производя собственнымъ опытомъ абсолютнаго измѣренія, сопряженнаго съ большими затрудненіями и мелочными подробностями.

При своихъ специальныхъ занятіяхъ, Якоби видѣлъ, какъ много времени и труда бесполезно пропадаетъ вслѣдствіе недостатка общеупотребительныхъ и общепонятныхъ единицъ мѣры, а потому его свѣтлый умъ, всегда направленный къ обобщеніямъ, скоро замѣтилъ, что самыя основы всякаго измѣренія—а вмѣстѣ съ тѣмъ и всякаго точнаго изслѣдованія, т. е. единицы длины и вѣса—въ разныхъ странахъ не имѣютъ желаемой опредѣленности и однообразія.

Во время всемірной парижской выставки 1867 года, Якоби, въ качествѣ делегата Россіи, принялъ участіе въ международномъ комитетѣ, обсуждавшемъ средства къ введенію повсюду однообразной системы мѣръ, вѣсовъ и монетъ. Какъ президентъ комисиіи для установленія единства мѣръ и вѣсовъ, Якоби сдѣлалъ, отъ ея имени, донесеніе, заключающее въ себѣ сводъ ея изысканій, напечатанное съ предисловіемъ и заключеніемъ въ сентябрѣ 1868 г. на счетъ нашей Академіи. Въ этомъ превосходномъ донесеніи предлагается введеніе во всѣхъ странахъ метрической системы мѣръ и вѣсовъ, какъ наиболѣе распространенной и наиболѣе рациональной, а также убѣдительнымъ образомъ доказываются тѣ огромныя выгоды, какія доставитъ всѣмъ странамъ принятіе метрической системы.

Вслѣдствіе ли этого донесенія или нѣтъ, — но только мы, во всякомъ случаѣ, можемъ утверждать, что съ тѣхъ поръ многія изъ европейскихъ государствъ приняли метрическую систему, такъ что вообще до настоящаго времени въ Европѣ ее

не ввели только Англія, довольная своею изолированностью, да Россія. Пусть же, ко благу страны, служенію которой посвятилъ себя покойный, въ радости и горѣ которой онъ всегда принималъ такое горячее участіе, скорѣе осуществятся послѣднія строки его доклада, въ которыхъ сказано: «On peut enfin espérer que la Russie trouvera dans ses nombreuses relations internationales et dans ses importantes transactions commerciales, un motif suffisant pour ne plus maintenir son système actuel des poids et mesures».

Для поборника точной науки недостаточно, чтобы всѣ государства приняли одну и ту же систему мѣръ; онъ долженъ еще требовать, чтобы эта всеобщая система имѣла твердое основаніе въ точной и общедоступной единицѣ мѣры, соответствующей состоянію новѣйшей науки и техники. Что прототипы метрической системы, находящіяся въ Парижскихъ архивахъ, не удовлетворяютъ этому требованію—въ этомъ Якоби долженъ былъ убѣдиться, получивъ возможность осмотрѣть ихъ въ 1867 г., въ бытность свою въ Парижѣ членомъ упомянутаго комитета.

Вслѣдствіе этого, соображаясь съ мнѣніями международного статистическаго конгресса и международной геодезической конференціи, Якоби, въ засѣданіи физико-математическаго отдѣленія нашей Академіи 8-го апрѣля 1869 г., сдѣлалъ предложеніе о томъ, чтобы, при участіи нашего правительства, была назначена международная комисія изъ делегатовъ-спеціалистовъ, съ цѣлью руководить приготовленіемъ новыхъ метрическихъ прототиповъ, соответствующихъ современнымъ требованіямъ науки и техники.

Это предложеніе Якоби дало рѣшительный толчокъ реформѣ прототиповъ метрической системы мѣръ и вѣсовъ, основательно обсуждавшейся въ 1872 г. въ международной комисіи въ Парижѣ, и получившей наконецъ, въ текущемъ году, вслѣдствіе конвенціи, заключенной между 17-ю европейскими и американскими государствами, прочное международное основаніе, служащее ручательствомъ дальнѣйшаго успѣха дѣла. Когда потомки воспользуются плодами этого труда, составляющаго эпоху не только въ

точной наукѣ, но и вообще въ цивилизаціи, то, конечно, они съ благодарностью вспомнятъ человѣка, всего болѣе содѣйствовавшаго его началу.

Проницательный, направленный къ обобщеніямъ умъ Якоби привелъ его въ этомъ случаѣ отъ занятій электричествомъ къ далекой для него въ прежнее время области метрологіи; подобно этому и его изобрѣтательность не ограничилась однимъ практическимъ приложеніемъ электричества. Такимъ образомъ, напр., для отдѣленія и измѣренія жидкостей различнаго удѣльнаго вѣса онъ изобрѣлъ въ высшей степени остроумный аппаратъ, служащій повѣрочнымъ приборомъ для винокуренныхъ заводовъ, и произвелъ очень важныя разысканія относительно устройства тождественныхъ между собою ареометровъ.

Я представилъ, такимъ образомъ, краткій обзоръ практической и ученой дѣятельности покойнаго. Позвольте мнѣ теперь остановиться нѣсколько подробнѣе на главнѣйшихъ его ученыхъ трудахъ для того, чтобы надлежащимъ образомъ оцѣнить его заслуги. Высказывая свое мнѣніе объ этихъ трудахъ, я постараюсь, на сколько это возможно, имѣть въ виду тогдашнее состояніе тѣхъ областей научнаго знанія, куда эти труды относятся.

Когда, въ 1835 г., Якоби написалъ свое первое большое сочиненіе о примѣненіи электромагнетизма къ движенію машинъ, тогда прошло уже 15 лѣтъ съ тѣхъ поръ, какъ Эрстедъ открылъ дѣйствія электрическаго тока на магниты, Араго—намагничивающее его свойство, а Амперъ—электро-динамическія явленія. Между тѣмъ, если принять въ соображеніе, что въ то время распространеніе новыхъ результатовъ изслѣдованія шло гораздо медленнѣе, чѣмъ теперь, то не покажется страннымъ, что даже въ 1835 г. законы этихъ новыхъ дѣйствій электрическаго тока только отчасти приведены были въ извѣстность и лишь начинали дѣлаться общимъ достояніемъ всѣхъ специалистовъ. Такому положенію дѣла въ значительной мѣрѣ содѣйствовалъ сильный споръ объ источникахъ электрическаго тока, начавшійся именно въ то время между

Конечно, въ началѣ тридцатыхъ годовъ существовали еще не всѣ условія для совершенно точнаго доказательства закона Ома. Для точнѣйшаго измѣренія тока нужно было имѣть тангенсъ-бусоль, изобрѣтенный только въ 1835 г. Нервандеромъ, а также предложенные въ слѣдующемъ году Даніэлемъ постоянные вольтовы элементы и изобрѣтенные въ 1841 г. Якоби и Уитстономъ реостаты, для введенія въ токъ произвольно-измѣняемыхъ сопротивленій.

При такомъ положеніи дѣла въ ту пору, мы должны поставить въ большую заслугу Якоби то, что онъ уже со времени перваго своего сочиненія составилъ себѣ ясное и незапутанное представленіе о проявленіи электрическаго тока. Съ самаго начала онъ пользуется закономъ Ома для того, чтобы, при всѣхъ своихъ работахъ надъ гальванизмомъ, всегда отдавать себѣ ясный отчетъ о количественной связи отдѣльныхъ факторовъ, и затѣмъ много разъ указываетъ онъ на то, какъ кажущееся различіе въ дѣйствіи токовъ, происходящихъ изъ различныхъ источниковъ электричества, совершенно удовлетворительно объясняется при помощи закона Ома.

Эти старанія замѣнять неясныя представленія опредѣленными понятіями, качественные опыты—количественными измѣреніями, наконецъ, старанія замѣнить натянутыя и неопредѣленныя объясненія взаимной связи отдѣльныхъ явленій конкретными, математически-формулированными законами, являются руководящимъ принципомъ всѣхъ ученыхъ трудовъ нашего покойнаго сочлена.

Свидѣтельствуя объ этомъ, мы будемъ разсматривать тѣ изслѣдованія законовъ электромагнитовъ, которыя Якоби предпринялъ вмѣстѣ съ Ленцомъ, только какъ необходимое слѣдствіе его предшествовавшихъ занятій электромагнитными машинами, причемъ ему долженъ былъ служить препятствіемъ полный недостатокъ данныхъ относительно законовъ зависимости силы магнитовъ отъ отдѣльныхъ опредѣляющихъ элементовъ.

Сообразно съ этимъ, и двѣ главные задачи, которыя Якоби и Ленцъ поставили цѣлью своихъ изслѣдованій, имѣютъ въ виду

преимущественно практическое примѣненіе электромагнитовъ. Онѣ состояли въ слѣдующемъ: 1) данъ желѣзный стержень опредѣленнаго размѣра и опредѣленная цинковая поверхность для гальванической батареи, производящей токъ; спрашивается, какъ должно устроить и расположить послѣднюю и какъ опредѣлить толщину проволоки и число оборотовъ ея, чтобы получить въ желѣзѣ наибольшее количество магнетизма, при одинаковости другихъ условій? 2) Какое вліяніе имѣютъ размѣры желѣзнаго стержня на количество магнетизма, при одинаковыхъ прочихъ обстоятельствахъ?

Исслѣдованія, исполненныя обоими учеными для разрѣшенія этихъ задачъ, могутъ быть названы въ полномъ смыслѣ слова образцовыми, а результаты ихъ до сихъ поръ остаются главными законами электромагнитовъ, не смотря на нѣкоторыя добавленія и небольшія измѣненія, внесенныя въ нихъ усовершенствованіемъ инструментовъ и методовъ при дальнѣйшемъ развитіи науки.

Исслѣдователи, занимавшіеся этимъ вопросомъ въ новѣйшее время, имѣли въ своемъ распоряженіи для опытовъ постоянныя гальваническія батареи, хорошіе регуляторы тока (реостаты), отличные инструменты для измѣренія силы тока и очень удобные способы для опредѣленія количества развивающагося въ желѣзѣ магнетизма; поэтому ихъ работа была очень легка, сравнительно съ работами Якоби и Ленца, которымъ, по крайней мѣрѣ при началѣ ихъ занятій, недоставало всѣхъ этихъ средствъ. Сначала имъ приходилось изобрѣтать необходимые инструменты и способы наблюденія, и остроумнымъ расположеніемъ своихъ опытовъ обойти тѣ трудности, которыхъ нельзя было устранить прямо, каково, напр., непостоянство дѣйствія гальваническихъ батарей.

Работы Якоби и Ленца привели, наконецъ, къ слѣдующимъ законамъ: 1) магнетизмъ, развивающійся въ желѣзѣ при помощи спиралей, пропорціоналенъ силѣ токовъ; 2) этотъ магнетизмъ, при равносильныхъ токахъ, не зависитъ отъ толщины и формы проволокъ, изъ которыхъ состоятъ спирали; 3) при равносильныхъ токахъ ширина оборотовъ не имѣетъ значенія;

4) общее дѣйствіе всѣхъ оборотовъ, окружающихъ желѣзный стержень, равняется суммѣ дѣйствій отдѣльныхъ оборотовъ.

Выведа эти законы и соображаясь съ закономъ Ома, оба ученые могли уже чисто теоретическимъ путемъ рѣшить первую главную задачу. Такимъ образомъ получился поразительный и очень важный для практики результатъ, состоящій въ томъ, что, при данной цинковой поверхности батареи и опредѣленной толщинѣ проволочной обвивки, магнетизмъ, развивающійся въ данномъ желѣзномъ стержнѣ, достигаетъ опредѣленнаго, легко вычисляемаго изъ отдѣльныхъ данныхъ, максимума, лишь только батарея будетъ устроена такъ, чтобы общее сопротивленіе проводниковъ было равно общему сопротивленію проволочной обвивки электромагнита. Коль скоро соблюдено это послѣднее условіе, то максимумъ будетъ всегда одинъ и тотъ же — все равно, будутъ ли употреблены тонкія проволоки и значительное число маленькихъ элементовъ, или же — толстыя проволоки и небольшое число элементовъ соотвѣтственной величины; при вышеупомянутыхъ условіяхъ этотъ максимумъ можетъ быть достигнутъ безконечно разнообразнымъ путемъ. Въ то же время оба изслѣдователя доказали, что во всѣхъ этихъ разнообразныхъ случаяхъ потребление цинка въ батареѣ будетъ всегда одинаково.

Для рѣшенія второй главной задачи произведены были опыты измѣренія магнетизма желѣзныхъ стержней различной толщины и неравной длины. Въ результатѣ оказалось, что, при одинаковости другихъ условій, магнетизмъ массивныхъ желѣзныхъ цилиндровъ равной длины прямо пропорціоналенъ ихъ діаметрамъ, и что свободный магнетизмъ концовъ электромагнитныхъ желѣзныхъ стержней равнаго діаметра, при одинаковой силѣ тока, не зависитъ отъ ихъ длины, и пропорціоналенъ только числу оборотовъ спирали, или равномерно распределенныхъ по всей длинѣ стержня, или скопляющихся только на концахъ его. Едва ли нужно говорить о томъ, что эти выводы, вмѣстѣ съ прежде полученными, по которымъ притяженіе двухъ электромагнитовъ находится въ прямомъ отношеніи къ квадрату силы тока, имѣютъ



весьма важное значеніе для практическаго приложенія электромагнетизма. Болѣе теоретическій интересъ имѣютъ примыкающія къ предшествующимъ изысканія обоихъ ученыхъ относительно распредѣленія магнетизма въ электромагнитныхъ желѣзныхъ стержняхъ.

Какъ уже было нами упомянуто выше, Якоби воспользовался этими законами не только для устройства болѣе совершенныхъ электродвигателей, но и для построения *теоріи электромагнитныхъ машинъ*, столь же общей, какъ и простой. Именно, примѣняя къ электромагнитнымъ двигателямъ, вмѣстѣ съ общими принципами механики, законы электромагнитовъ и магнитной индукціи, а также законъ Ома, онъ достигъ того, что установилъ для силы, скорости и работы этихъ двигателей совершенно общія формулы, которыя имѣютъ значеніе для всѣхъ машинъ этого рода. При различіи конструкцій машинъ, въ этихъ формулахъ измѣняется только величина нѣкотораго опредѣленнаго коэффициента. Изъ этихъ формулъ Якоби вывелъ условія, при которыхъ работа машинъ точно также, какъ и ея составныя части— сила и скорость—достигаютъ своего максимума. При этомъ онъ нашелъ слѣдующіе, въ высшей степени интересные и важные результаты: чтобы получился максимумъ работы электродвигателя, сумма всей силы сопротивленія должна равняться  $\frac{1}{4}$  суммы притягательныхъ силъ электромагнитовъ въ спокойномъ состояніи;— легко узнать когда этотъ максимумъ работы достигается въ машинѣ, приведенной въ движеніе, ибо тогда сила электрическаго тока, уменьшающаяся при началѣ движенія, становится равною половинѣ тѣхъ силъ, которыми обладаетъ гальваническая батарея при спокойномъ состояніи машинъ.

Максимумъ работы самъ по себѣ прямо пропорціоналенъ квадрату суммы всѣхъ электромагнитныхъ силъ гальванической батареи и обратно пропорціоналенъ суммѣ всѣхъ сопротивленій. Отсюда слѣдуетъ, что наибольшая работа электромагнитныхъ машинъ вообще остается неизмѣнною, пока движущія силы и общее сопротивленіе не измѣняются, и что, слѣдова-

тельно, специальное расположеніе частей машины — число оборотовъ проволоки на электромагнитахъ, ихъ комбинація и пр. — не имѣетъ вліянія на дѣйствіе прибора. Поэтому разница въ дѣйствіи машинъ различной конструкціи опредѣляется только различіемъ упомянутыхъ постоянныхъ величинъ, обуславливающихъ измѣненіе количества индукціи, оказывающей сопротивление дѣйствію машинъ. Напротивъ, выраженія для силы и скорости машинъ, имѣющія значеніе для опредѣленія максимума работы, показываютъ, что, напр. сила увеличивается прямо пропорціонально квадрату числа оборотовъ проволоки на электромагнитахъ, а скорость уменьшается обратно пропорціонально тому же квадрату.

Такимъ образомъ, при увеличеніи числа оборотовъ проволоки, если при этомъ общее сопротивление остается неизмѣннымъ, т. е. если напр. берется проволока болѣе толстая — сила машины можетъ увеличиваться; но, съ другой стороны, столько же теряется въ скорости ея дѣйствія. Слѣдовательно, для электромагнитныхъ машинъ существуетъ совершенно тотъ же законъ, какъ и для всѣхъ другихъ машинъ: если, съ одной стороны, выигрывается въ силѣ, то, съ другой стороны, проигрывается въ скорости, такъ что дѣйствіе машины остается постояннымъ, а измѣняется только способъ этого дѣйствія. Въ этомъ отношеніи, заслуга Якоби велика, такъ какъ онъ своей теоріей электромагнитныхъ машинъ разъ навсегда ясно и опредѣленно доказалъ, что эти машины подчинены тѣмъ же самымъ законамъ, какъ и всѣ другія, и такимъ образомъ устранилъ цѣлый рядъ фантастическихъ представлений и странныхъ надеждъ, которыя возлагались на этотъ новый родъ двигателей. Но Якоби пошелъ еще дальше: помощью опытовъ, произведенныхъ имъ въ большихъ размѣрахъ въ 1839 году, онъ убѣдился, что движущая сила электромагнитныхъ машинъ, сравнительно съ другими извѣстными двигателями, зависящими отъ иныхъ силъ — особенно сравнительно съ паровыми машинами — обходится слишкомъ дорого для того, чтобы можно было думать о практическомъ примѣненіи этихъ машинъ вмѣсто прежнихъ. Затѣмъ, установленные имъ законы показали, что нельзя

ожидать увеличенія силы дѣйствія этихъ машинъ вслѣдствіе простыхъ измѣненій въ ихъ размѣрахъ и въ расположеніи ихъ частей, и что, и при другихъ конструкціяхъ, получить большую силу дѣйствія электромагнитныхъ машинъ было бы возможно только тогда, когда бы удалось или значительно увеличить электромагнитныя силы гальванической батареи, или значительно уменьшить постоянныя величины, обуславливающія количество препятствующей индукціи и зависящія особенно отъ удерживающей силы употребляемыхъ желѣзныхъ массъ.

Такъ какъ Якоби, съ обычной своей проникаемостью, увѣрился, что ни того, ни другаго нельзя ожидать въ ближайшемъ будущемъ, то, не противорѣча непоколебимымъ законамъ науки и результатамъ своихъ опытовъ, онъ отложилъ sanguinическія надежды, сначала даже поддерживавшіяся относившимся сюда опытами, и въ 1840 году прекратилъ всѣ дальнѣйшія попытки въ этомъ направленіи. Какъ хорошо поступилъ нашъ соотечественникъ—это видно уже изъ того, что дѣйствіе наилучшихъ электромагнитныхъ машинъ, которыя были устроены съ тѣхъ поръ, обходится все-таки въ 12 разъ дороже, чѣмъ дѣйствіе хорошей паровой машины. Правда, нѣкоторое время казалось, что Якоби поступилъ ошибочно. Въ 1850 году, когда онъ печаталъ свою подробную статью о теоріи электромагнитныхъ машинъ, въ Европу пришло извѣстіе, что профессоръ Пэдждъ (Page) въ Вашингтонѣ построилъ такую машину, въ которой лошадиная сила стоитъ дешевле, чѣмъ въ лучшей паровой машинѣ. Вслѣдствіе этого извѣстія, Якоби къ словамъ своей статьи «что ни въ какомъ случаѣ не удастся извлечь изъ фунта цинка бѣдшей выгоды, если только, какъ было предлагаемо, просто увеличить размѣры машины той же системы», прибавилъ замѣчаніе: «Это извѣстіе могло бы заставить насъ зачеркнуть только что написанныя нами строки». Однако, очень хорошо, что эти строки не были зачеркнуты, потому что, какъ позже оказалось, изобрѣтеніе Пэджда основывалось на ошибочныхъ выводахъ, и что, на самомъ дѣлѣ, лошадиная сила въ электромагнитной маши-

нѣ этого изобрѣтателя стоила въ 24 раза дороже, чѣмъ лошадиная сила паровой машины.

Мы не можемъ не упомянуть еще о томъ, что, въ концѣ своей знаменитой статьи, Якоби указываетъ на особенное согласіе выраженія для наибольшаго количества работы электромагнитныхъ машинъ съ выраженіемъ для теплоты, развивающейся при этомъ по закону Джауля (Joule) и Ленца, вслѣдствіе существованія электрическаго тока въ замкнутомъ кругѣ. Определить настоящее значеніе этого согласія ему было невозможно, такъ какъ новая механическая теорія теплоты, доказавшая постоянную эквивалентность теплоты и механической работы, въ то время только еще возникала.

Для того, чтобы можно было пользоваться въ научныхъ изслѣдованіяхъ и на практикѣ законами, открытыми однимъ Якоби или имъ вмѣстѣ съ другими учеными, необходимо было создать инструменты и методы, съ цѣлью имѣть возможность вѣрно и удобно измѣрять всѣ факторы, опредѣляющіе эти законы, особенно—силу электрическихъ токовъ, электродвигательныя силы гальваническихъ батарей и сопротивленіе проводниковъ.

И въ этомъ направленіи наука обязана Якоби цѣлымъ рядомъ превосходныхъ работъ.

Уже въ 1839 году,—посредствомъ сравненія показаній тангенсъ-бусоли Нервандера, электромагнитныхъ вѣсовъ и аппарата для разложенія воды, вольтметра, которые онъ обыкновенно включалъ въ замкнутую цѣнь гальванической батареи,—было доказано имъ, что, въ очень широкихъ границахъ, силы электрическаго тока, количества дѣйствія послѣдняго, обнаруживаемыя въ каждомъ изъ этихъ приборовъ—пропорціональны другъ другу, или, другими словами, что и магнитныя и химическія дѣйствія тока, какъ вообще пропорціональныя между собою, могутъ одинаково служить для измѣренія силы этого тока. Поэтому, при какой бы то ни было силѣ тока, достаточно сравнить магнитный гальванометръ съ химическимъ, чтобы затѣмъ, пользуясь тѣмъ

или другимъ, выразить измѣреніе силы тока, по желанію, въ магнитныхъ или химическихъ единицахъ.

Такъ какъ объемъ гремучаго газа, развивающагося въ опредѣленный промежутокъ времени въ вольтметрѣ вслѣдствіе электролиза воды, представляетъ величину общеповитную, между тѣмъ какъ показанія магнитнаго гальванометра заключаютъ въ себѣ нѣкоторыя постоянныя величины, не такъ легко опредѣляемыя, то Якоби, уже въ то время, а впоследствии еще настойчивѣе, предлагалъ, въ особенности для практическихъ цѣлей, нанести на гальванометрахъ дѣленія, соответствующія количеству образуемаго токомъ гремучаго газа, т. е. — въ видахъ общеповитности, напряженіе тока, измѣренное помощью болѣе удобныхъ магнитныхъ гальванометровъ — выражать въ химическихъ единицахъ. Для этой цѣли необходимо было разъ навсегда сравнить электрохимическую единицу силы тока съ электромагнитною, посредствомъ основательнаго изслѣдованія, что и было исполнено В. Веберомъ еще въ 1840 году. Между тѣмъ казалось очень желательнымъ, снова и сколько возможно точнѣе повторить это сравненіе послѣ точнаго изученія обоихъ гальванометровъ. Якоби предпринялъ обстоятельное изслѣдованіе химическаго гальванометра и вскорѣ нашелъ, что обыкновенныя вольтметры съ разложеніемъ воды могутъ служить источникомъ значительныхъ ошибокъ, такъ какъ нѣкоторая часть развивающагося въ нихъ гремучаго газа поглощается сама собою.

Это обстоятельство должно приписать, во всякомъ случаѣ, появленію нѣкотораго количества кислорода въ видѣ озона; а такъ какъ образованіе озона при электролизѣ можетъ быть только уменьшено, но, по-видимому, не устранено совершенно, то вольтметръ съ разложеніемъ воды, вслѣдствіе обнаруживающагося въ немъ побочнаго явленія, до сихъ поръ остается инструментомъ, нѣсколько сомнительнымъ.

Вслѣдствіе этого Якоби предложилъ, вмѣсто разложенія воды, пользоваться электролизомъ водянаго раствора мѣднаго купороса, и затѣмъ, на основаніи законовъ электролиза, по по-

терѣ въ вѣсѣ мѣди, выводить заключенія объ эквивалентномъ разложеніи воды, и такимъ образомъ выражать силу тока въ употребительныхъ химическихъ единицахъ. Это была мысль тѣмъ болѣе счастливая, что при такомъ вольтметрѣ почти совершенно устраняется поляризація, препятствующая точному измѣренію. Но и этотъ вольтметръ доставлялъ при опытахъ не совсѣмъ постоянные результаты; поэтому Якоби въ послѣдствіи предложилъ употреблять, вмѣсто мѣднаго купороса, водяной растворъ азотно-кислой окиси серебра, электролизъ которой, по прекраснымъ изслѣдованіямъ Буфа (Buff), представляетъ наибольшую правдивость.

Столь же внимательно продолжалъ Якоби и усовершенствованіе электромагнитнаго гальванометра, причемъ самъ изобрѣлъ и приготовилъ нѣсколько новыхъ его формъ для специальныхъ цѣлей. Наконецъ, онъ остановился, какъ на удобнѣйшемъ инструментѣ для задуманнаго имъ тщательнаго изслѣдованія, на такъ называемой Гогеновской тангенсъ-бусоли, теорію которой, развитую Браве (Bravais), онъ исправилъ и дополнилъ; онъ заказалъ даже инструментъ этого рода, который, однако, былъ приготовленъ не такъ, какъ онъ желалъ, вслѣдствіе чего начало его изслѣдованій замедлилось.

Въ послѣдніе годы жизни, Якоби снова возвратился къ этому предмету и вмѣстѣ со мною желалъ привести въ исполненіе свою любимую идею. Даже была изготовлена отличная тангенсъ-бусоль системы Гогена; но началу изслѣдованій помѣшала болѣзнь и преждевременная смерть нашего сочлена.

Если возможно тѣмъ или другимъ способомъ опредѣлить силу электрическаго тока извѣстною общепонятною мѣрой, то для полнаго рѣшенія гальваническихъ задачъ необходимо имѣть возможность опредѣлять въ абсолютныхъ единицахъ или электродвигательныя силы, или сопротивленіе, дабы затѣмъ, при помощи закона Ома, связующаго эти три элемента, возможно было вычислять недостающій третій элементъ и выражать его въ опредѣленной единицѣ мѣры. Дѣйствительно, въ нѣкоторыхъ особыхъ слу-

чаяхъ, возможно измѣрить общепонятною абсолютною мѣрою сопротивление опредѣленнаго проводника. Если это сдѣлано, то съ помощью этого опредѣленнаго проводника и измѣренія силы тока абсолютною мѣрою, всякая электродвигательная сила можетъ быть выражена посредствомъ опредѣленной, общепонятной единицы. Но точное опредѣленіе сопротивления проводника въ абсолютныхъ мѣрахъ представляется операціею, столь сложною, что она можетъ быть съ успѣхомъ исполнена только при особенно благоприятныхъ условіяхъ, а потому опредѣленіе обоихъ остальныхъ факторовъ закона Ома абсолютною мѣрою возможно было бы только въ очень рѣдкихъ случаяхъ, еслибы Якоби, своею инициативою, не далъ всѣмъ физикамъ возможности имѣть вѣрныя копія съ его измѣрителя сопротивленій. Когда Веберъ, а занимъ и другіе, опредѣляли сопротивление нѣкоторыхъ проводниковъ въ абсолютной мѣрѣ, то необходимо было — что и сдѣлалъ Веберъ — сравнить это сопротивление съ сопротивленіемъ измѣрителя Якоби, чтобы дать другимъ физикамъ возможность выражать сопротивление и электродвигательныя силы въ абсолютной мѣрѣ, не прибѣгая къ непосредственному ея опредѣленію.

Главное условіе при этомъ состоитъ въ точномъ сравненіи сопротивленій; Якоби положилъ ему прочное основаніе изобрѣтеніемъ *реостатовъ*, или *вольтаметровъ*, и постояннымъ ихъ улучшеніемъ.

Такіе инструменты съ жидкими и твердыми проводниками Якоби описалъ въ 1841 г. подъ именемъ регуляторовъ, такъ какъ они служили ему сначала для регулированія силы тока въ замкнутой цѣпи гальванической батареи. Въ слѣдующіе годы, онъ устроилъ и описалъ такъ называемый улучшенный *вольтаметръ*, но при этомъ встрѣтилъ то неудобство, что и въ этомъ приборѣ, какъ и во всѣхъ другихъ извѣстныхъ въ то время инструментахъ того же рода, неполное прикосновеніе твердыхъ проводниковъ производило измѣняемость сопротивления, препятствовавшую точности измѣреній. Въ своемъ *ртутномъ вольтаметре* 1848 года, Якоби сперва остроумно устроилъ болѣе пра-

вильное прикосновение ртути при реостатахъ, а затѣмъ, при помощи этого инструмента, достигъ необычайной по тому времени точности измѣреній электрическаго сопротивленія. Съ помощью этихъ реостатовъ, онъ доказалъ, на примѣръ то, что большое число измѣрителей сопротивленія, старательно проверенныхъ имъ въ 1848 году, черезъ десять лѣтъ, въ 1858 году, еще обладали прежнимъ абсолютнымъ сопротивленіемъ и давали прежніе результаты, если не брать въ расчетъ незначительныхъ ошибокъ въ наблюденіи, именно, около  $\frac{1}{10000}$  всего количества; между тѣмъ эти образцы находились въ разнообразномъ употребленіи въ продолженіе этого промежутка времени. Но и въ этомъ, такъ называемомъ ртутномъ агометрѣ все еще существовало произвольно увеличиваемое или уменьшаемое сопротивленіе твердаго проводника изъ платиновой проволоки слишкомъ измѣнчивой длины. Между тѣмъ В. Сименсъ, исходя изъ той идеи, что легко добываемая химически-чистая ртуть, при одинаковой температурѣ, всегда и вездѣ будетъ оказывать одинаковое сопротивленіе какъ проводникъ, предложилъ принять за единицу сопротивленія ртутный столбъ въ 1 метръ длины и въ 1 квадратный миллиметръ въ поперечномъ разрѣзѣ, при температурѣ въ 0°. Тогда Якоби позаботился объ устройствѣ такого реостата, существенныя части котораго состояли-бы не изъ твердыхъ проводниковъ, а только изъ ртути, и въ которомъ постоянно измѣняющееся сопротивленіе зависѣло бы только отъ ртутнаго столба измѣняющейся длины. Онъ дѣйствительно успѣлъ, уже въ послѣдніе годы своей жизни, изобрѣсть и приготовить подобный агометръ. Этотъ новый инструментъ — ртутный вольтагометръ въ собственномъ смыслѣ слова — находится въ физическомъ кабинетѣ Академіи, и ожидаетъ лишь болѣе подробныхъ опытовъ надъ собою, чтобы сдѣлаться извѣстнымъ ученому міру, какъ послѣднее произведеніе нашего академика.

Такимъ образомъ, физика, въ области гальванизма, обязана Б. С. Якоби рядомъ прекрасныхъ трудовъ, свидѣтельствующихъ столько же объ его ясномъ умѣ, правильномъ пониманіи явленій



и способности къ обобщенію, сколько о богатомъ дарѣ изобрѣтательности, которымъ обладалъ покойный. Мы знаемъ, что Якоби, не разъ въ его жизни, случалось отклонять отъ себя искушеніе посвящать его талантъ изобрѣтательности на пользу техники, въ видахъ получить результаты, непосредственно и богато вознаграждающіе за трудъ. Но онъ остался вѣренъ наукѣ, которая, независимо отъ многихъ почестей, выпавшихъ за то на его долю еще при жизни, передалъ съ благодарностью его имя позднѣйшимъ поколѣніямъ.

