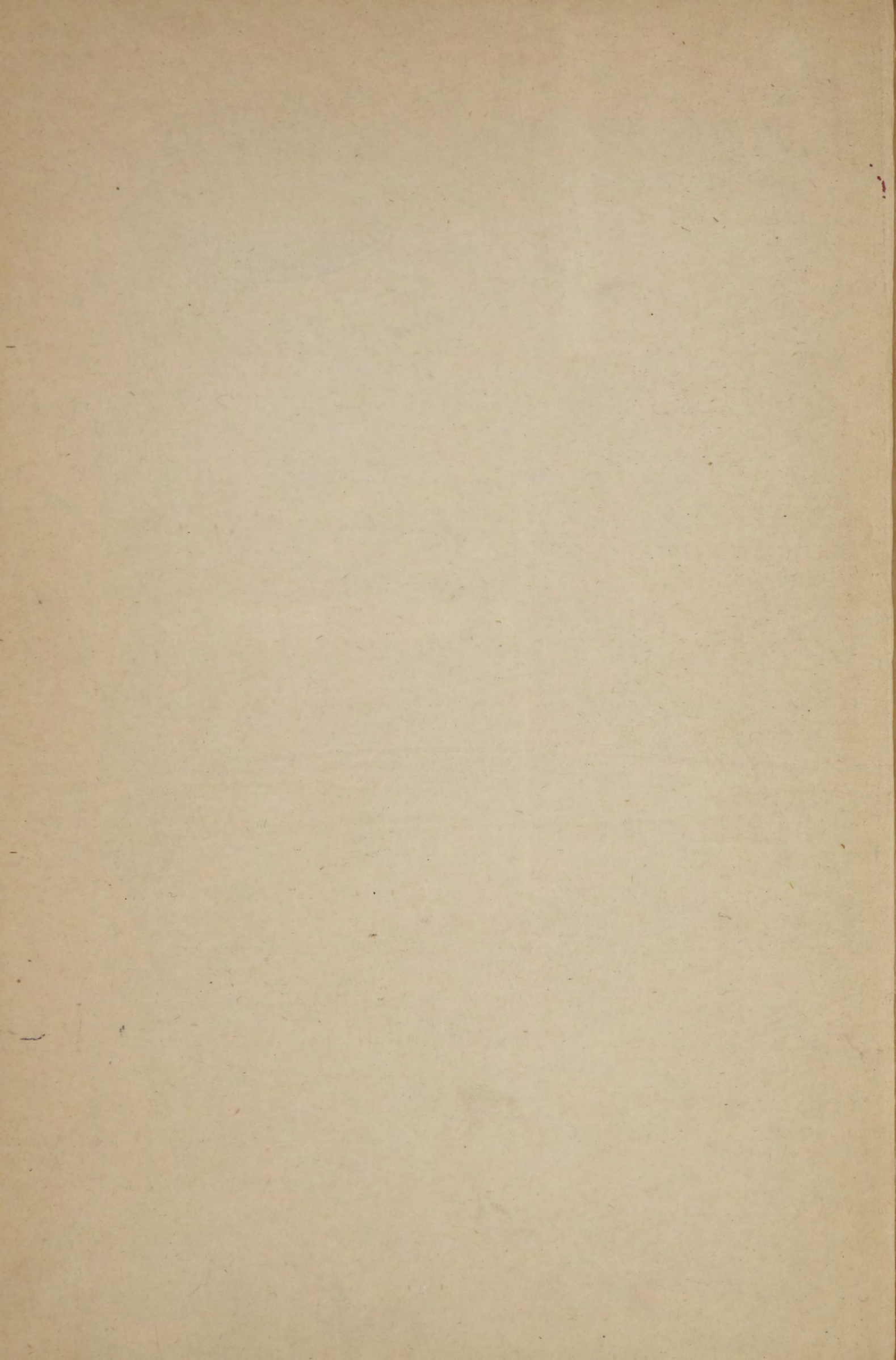


7885







788 Киб. Чув. Чув.

№ 5, май 1896.



Передача енергіи на разстояніе въ Европѣ и Америкѣ

Профессора Г. Г. Де-Метца *).

63914
Мм. Гг. Сегодня, въ торжественный день университетской жизни, вы собрались сюда, чтобы выслушать традиціонную актовую рѣчь, а я получилъ лестный призывъ говорить передъ вами въ качествѣ одного изъ представителей физико-математическаго факультета.

Я избралъ темою своей бесѣды съ вами живой вопросъ, вопросъ о передачѣ енергіи на далекія разстоянія, который съ конца 1891 г. сталъ развиваться съ такою быстротою и принимать такіе размѣры, что въ изученіи его особенностей могутъ найти удовлетвореніе и спеціалистъ, и дилетантъ, а его экономическая сторона способна приковать къ себѣ вниманіе и государственныхъ людей, и частныхъ предпринимателей.

Если открытіе и усовершенствованіе паровыхъ машинъ совершенно преобразили экономическую жизнь Европы и Америки, то можно смѣло сказать, что новое направленіе въ утилизованіи даровой енергіи падающихъ водъ вызоветъ въ скоромъ времени новое перераспредѣленіе производствъ между культурными народами. Мы видимъ, что въ послѣдніе годы возникли огромные заводы на многія тысячи лошадиныхъ силъ тамъ, гдѣ прежде дороговизна угля и отсутствіе другого топлива мѣшали развитію фабричной промышленности. Къ числу государствъ, гдѣ идетъ въ большихъ размѣрахъ оборудованіе водопадовъ, озеръ, рѣкъ и ручьевъ, принадлежатъ Швейцарія²⁾ и Швеція съ Норвегіей³⁾, но, конечно, впереди Европы идетъ Аме-

*) Рѣчь, произнесенная на годичномъ актѣ Императорскаго Университета Св. Владимира 16 января 1896 г.

²⁾ Achard. Revue scientifique, t. 46, 1890, p. 47.

³⁾ Elektrotechnische Zeitschrift: 1893, p. 84; 1894, p. 84; 1895, p. 70 и p. 693. Въ дальнѣйшемъ мы будемъ обозначать этотъ журналъ сокращено Е. Т. Z.

рика, производства которой на счет даровой энергии Ниагары достигаютъ сказочныхъ предѣловъ. И на встрѣчу этимъ требованіямъ науки и промышленности отзывчиво идетъ техника, которая быстро ориентуется въ новомъ положеніи вещей и созидаетъ такія орудія преобразования энергии, какъ водяныя турбины и динамо-машины на 5000 *HP*¹⁾ каждая. Но что представляетъ собою эта энергія въ сравненіи съ утилизованиемъ 50000 *HP* на Миссури, 50000 *HP* на Колорадо, 125000 *HP* на Ниагарѣ и что, наконецъ, и эти числа въ сравненіи хотя бы съ полною энергіею въ 17.000.000 *HP* одного Ниагарскаго водопада! Чтобы дать наглядное понятіе объ этой величинѣ, достаточно сказать, что преобразованной энергіи отъ сжиганія угля, добываемаго на всемъ земномъ шарѣ, не хватило бы для возвращенія упавшей воды на ея прежнее мѣсто²⁾.

1^o. Но позвольте мнѣ оставить общія соображенія и перейти къ самой сущности намѣченнаго вопроса; позвольте мнѣ, по мѣрѣ возможности, выяснитъ вамъ выгоды и невыгоды новаго способа сравнительно съ старыми и указать на критеріи, которые нужно имѣть въ виду въ каждомъ конкретномъ примѣрѣ.

Въ распоряженіи современнаго культурнаго человѣка находится цѣлый рядъ силъ природы, которыя онъ сумѣлъ подчинить себѣ и которыми онъ пользуется. Къ его услугамъ падающія и быстротекущія воды; періодически измѣняющіеся уровни рѣкъ и морей во время приливовъ и отливовъ; вѣтеръ; онъ утилизируетъ вѣками накопленную энергію въ формѣ растительнаго и минеральнаго топлива; онъ знаетъ способы преобразования энергии одного вида въ энергію другаго вида и располагаетъ ею то на мѣстѣ нахождения первоначальнаго источника, то передаетъ ее на значительное разстояніе.

Все это разнообразіе первичныхъ элементовъ привело къ различнымъ способамъ передачи энергии на короткія и отдаленныя разстоянія: посредствомъ вращающагося вала; кабеля или веревки; пневматическими и гидравлическими сооружеженіями; электрическимъ токомъ; паромъ.

Но этого недостаточно для практическихъ цѣлей; необходимо еще умѣть сдѣлать расцѣнку и узнать, которая передача выгоднѣе, считая за самую выгодную такую, при которой ничего не тратилось бы, а вся она поступала бы въ наше распоряженіе. Къ сожалѣнію, это недостижимый иде-

¹⁾ Этимъ символомъ означаютъ лошадиную силу.

²⁾ Japring. Die elektrische Kraftübertragung, 1891, p. 2. Производство всей Америки достигаетъ около 3 милліоновъ лощ. силъ. *Revue générale des sciences*, t. 5, 1894, p. 101.

аль, потому что всѣ орудія преобразованія энергіи и ея передачи обла- даютъ несовершенствами и сами поглощаютъ часть энергіи на треніе, толчки, нагрѣваніе и т. д.; чѣмъ снарядъ совершеннѣе, тѣмъ онъ от- даетъ больше, и отношеніе полезной работы къ полной движущей ра- ботѣ носитъ названіе полезнаго дѣйствія, которое различно для раз- личныхъ механизмовъ, но всегда меньше единицы, и которое обыкно- венно выражаютъ въ ‰. Прослѣдимъ напр., за преобразованіемъ и потерей энергіи въ паровой машинѣ и обозначимъ условно черезъ 100 тепловую энергію сгоранія топлива въ очагѣ машины. Измѣренія показываютъ, что въ водяномъ парѣ мы найдемъ только 60 единицъ, а когда этотъ паръ станетъ работать въ двигателѣ, то изъ его 100 единицъ утилизируются только 7, а потому, считая полезное дѣйствіе самого двигателя въ 80‰, мы найдемъ, что изъ начальныхъ 100 еди- ницъ энергіи топлива послѣ преобразованій въ нашемъ распоряженіи останется всего $100 \times 0.60 \times 0.07 \times 0.80 = 3.36$ ¹⁾, а остальное потерялось на побочные процессы лучеиспусканія, тренія и т. д. Гидравлическіе преемники работаютъ гораздо экономнѣе и отдаютъ около 80‰ и даже 94‰ ²⁾ первоначальной энергіи падающей воды. Эти числа пока- зываютъ, какъ мы легко растрчиваемъ запасы топлива, которые на- коплялись долгимъ рядомъ вѣковъ! Въ современной практической ме- ханикѣ мѣрою энергіи служитъ такъ называемая лошадиная сила (*HP*), которая была введена знаменитымъ Уаттомъ; она соотвѣтст- вуетъ 75 *kgm* или работѣ, которую нужно напр. преодолѣть противъ силы тяжести при подъемѣ 75 *kg* на одинъ метръ по вертикали.

Такимъ образомъ, когда мы думаемъ устроить передачу энергіи, то прежде всего возникаетъ вопросъ о величинѣ полезнаго дѣйствія, и это понятно. Хотя мы и говоримъ, что мы окружены силами при- роды, которыя даромъ работаютъ на насъ, однако, это слѣдуетъ пони- мать условно; намъ необходимо устроить приѣмники этихъ силъ и передаточные механизмы, а они стоютъ большихъ затратъ. Не говоря уже о томъ, что нерѣдко первичный источникъ энергіи удаленъ отъ того мѣста, гдѣ думаютъ ею пользоваться; такъ напр., каменный уголь подвозится на большинство заводовъ издалека, и эта перевозка по- вышаетъ въ значительной мѣрѣ его стоимость. Отсюда и возникаетъ непрерывная забота строителя объ увеличеніи полезнаго дѣйствія пере-

¹⁾ Hospitalier, Formulaire de l'électricien, 1894, Paris, p. 67.

²⁾ Collignon. Cours de mécanique. t. II. Hydraulique, Paris, 1870, p. 435, 466, а также Lavergne. Revue générale des sciences, t. 5, 1894, p. 114.

дачи энергии, или, что равносильно, объ удешевлении стоимости лошадиной силы для абонента, будетъ ли онъ фабрикантъ, ремесленникъ, кустарь или частное лицо.

Итакъ, перейдемъ теперь къ сравненію между собою названныхъ системъ передачи энергии на разстояніе, чтобы потомъ безпристрастно судить о полезномъ дѣйствиі каждой изъ нихъ.

2°. Прежде всего, казалось бы, можно передать энергию на разстояніе очень простымъ приѣмомъ, посредствомъ удлиненія вала, вращаемаго съ одного конца; очевидно, что другой свободный конецъ можетъ служить въ качествѣ мотора. Такая передача въ дѣйствительности существовала и еще существуетъ во многихъ заводахъ, гдѣ разстоянія для передачи не велики, и оказывается, что при длинѣ вала до 50 *m* на треніе въ подшипникахъ тратится всего 1% передаваемой энергии. Но попробуемъ мысленно удлинить такой валъ до одного, двухъ, трехъ и т. д. километровъ и вычислимъ соотвѣтственные коэффициенты полезнаго дѣйствія. Тогда обнаружится, что при длинѣ вала въ 1 *km* пришлось бы уже потерять на треніи около 40%, а при удлиненіи до 3 *km* сопротивленіе тренія превзошло бы тотъ моментъ крученія, который валъ въ состояніи безопасно выносить. Отсюда ясно, что этотъ способъ не годится, не говоря уже о техническихъ трудностяхъ изготовленія такого длиннаго вала и его стоимости¹⁾.

3°. Вотъ почему такіе выдающіеся инженеры какъ Hirn, Redtenbacher, Amsler и другіе выработали съ 1850 г. болѣе выгодный и исполнимый приѣмъ такъ называемой кабельной или веревочной передачи, который позволяетъ довести передачу до нѣсколькихъ километровъ; потому что потери энергии здѣсь сравнительно малы, а общее полезное дѣйствіе значительно, какъ видно изъ слѣдующей таблицы Beringer'a²⁾.

Разстояніе въ метрахъ.	100	500	1000	5000	10000	20000
Полезное дѣйствіе въ %.	96	93	90	60	37	13

Эти числа указываютъ, что способъ передачи энергии помощью кабеля весьма хорошъ, пока разстоянія не очень велики, вотъ почему онъ и получилъ широкое распространеніе въ прирейнскихъ провинціяхъ; но онъ годенъ только для передачи maximum 330 *HP* и не больше.

4°. Что касается пневматической передачи, къ которой можно

¹⁾ Kapp. Transmission électrique de l'énergie. Paris; 1888, p. 260.

²⁾ Beringer. Kritische Vergleichung der elektrischen Kraftübertragung. GeKrönte Preisschrift. Berlin. 1883, p. 86.

относити передачи сжатымъ воздухомъ, свѣтильнымъ газомъ, паромъ, то она отличается дороговизною установки, потому что требуетъ прочныхъ трубъ и тщательной ихъ укладки, дабы не было вредной утечки газа или пара. Полезное же дѣйствіе этой системы вообще невелико; такъ по вычисленіямъ и наблюденіямъ, произведеннымъ въ Парижѣ надъ пневматическою передачею системы Рорр, полезное дѣйствіе не превышаетъ 39%. Этотъ способъ не принадлежитъ къ распространеннымъ и функционируетъ только тамъ, гдѣ иной по условіямъ задачи не можетъ быть вовсе примѣнимъ¹⁾.

Въ частности относительно паровой передачи можно сказать еще, что она очень страдаетъ отъ холода, а во время морозовъ механизмы переполняются водою, образовавшеюся отъ сгущеннаго пара, вслѣдствіе чего они нерѣдко перестаютъ функционировать. Само собою разумѣется, что паровая передача ограничена въ разстояніи, такъ какъ паръ быстро охлаждается, и его полезное дѣйствіе падаетъ.

5°. Относительно гидравлической передачи по трубамъ можно повторить то-же, что и относительно пневматической, съ тою только разницею, что въ этомъ случаѣ треніе воды о трубы значительно больше тренія газа, а потому потери еще больше; чтобы уменьшить треніе, нужно прокладывать широкія трубы, а стало быть, и увеличивать первоначальныя затраты по устройству сооруженій. Сверхъ того, гидравлическіе двигатели не одинаково экономно работаютъ при переменномъ характерѣ нагрузки; ихъ полезное дѣйствіе падаетъ съ уменьшеніемъ нагрузки. Въ этомъ отношеніи выгодны электродвигатели новаго типа, которые работаютъ съ высокимъ полезнымъ дѣйствіемъ, несмотря на характеръ нагрузки.

6°. Чтобы не утруждать васъ перечисленіемъ деталей, я воспроизведу передъ вами нѣкоторыя таблицы Beringer'a, которыя наглядно представляютъ выгоды и невыгоды каждой системы, причемъ для сравненія мы введемъ и электрическую передачу, о которой мы поведемъ рѣчь лишь потомъ.

¹⁾ Хотя недавно Thwaite предложилъ проектъ, по которому газъ будетъ поступать прямо изъ шахтъ; онъ надѣется, что стоимость лошадиной силы понизится съ 100-180 руб. до 45-50 руб., считая въ году 3000 рабочихъ часовъ. Электричество, 1893, № 6, р. 93.

Таблица Beringer'a сравнительнаго полезнаго дѣйствія различныхъ передачъ въ $^{\circ}/_{0}$ ¹⁾.

Разстояніе въ <i>km.</i>	С и с т е м а .					
	Электриче- ская.	Гидравличе- ская.		Пневматиче- ская.		Кабельная.
100	69	50	65*	55	60*	96
500	68	50	65	55	60	93
1000	66	50	65	55	60	90
5000	60	40	55	50	55	60
10000	51	35	45	50	55	36
20000	32	20	25	40	55	13

Судя по числамъ этой таблицы, до 5 *km* наиболее выгодна передача кабелемъ, а потомъ—пневматическая и электрическая. Однако, я долженъ предостеречь васъ противъ чиселъ перваго столбца; они найдены Beringer'омъ въ 1883 г., когда о передачѣ энергіи электрическимъ токомъ знали еще очень мало; теперь же и на малыхъ и на большихъ разстояніяхъ для электрической передачи получается высокое полезное дѣйствіе въ 70-75 $^{\circ}/_{0}$ и даже въ 80 $^{\circ}/_{0}$. Въ самомъ дѣлѣ, вотъ нѣсколько чиселъ, взятыхъ изъ установокъ, которыя выполнены извѣстною фирмою Oerlikon въ Цюрихѣ; я сразу приведу и полезное дѣйствіе, и разстояніе въ метрахъ, и энергію въ лошадиныхъ силахъ.

Таблица изъ установокъ фабрики Oerlikon ²⁾.

Мѣстность.	Число лощ. силъ.	Разстояніе въ метрахъ.	Полезное дѣйствіе въ $^{\circ}/_{0}$.
Solothurn	50	8000	75
Luzern	120	3000	70
Aarau	15	1000	70
Derendingen	280	1300	80
Steinbach-Bern	15	1300	70
Diesbach	120	600	75
Piovene	250	450	78
Pordenone	60	1000	75
Seyrerm-Aichberg	100	600	75
Oerlikon	15	300	75
Innsbruck	50	450	80
Gazzaniga	100	800	72
Gazzaniga	120	800	72
Moskau	70	3500	75

¹⁾ Beringer, Loc. cit., p. 94. Звѣздочкою означены колонны чиселъ полезнаго дѣйствія при передачѣ большихъ количествъ энергіи.

²⁾ E. Japing. Die elektrische Kraftübertragung. 1891. Wien-Pest-Leipzig, p. 214.

Эта таблица насъ еще больше укрѣпляетъ во взглядѣ, что электрическая передача энергіи на разстояніе больше одного километра не имѣетъ себѣ соперника, и чѣмъ разстояніе и энергія больше, тѣмъ она выгоднѣе сравнительно съ другими родами передачи.

Однако, вы можете мнѣ возразить, что если числа Beringer'a устарѣли для электрической передачи, то быть можетъ и другіе способы тоже пошли впередъ за послѣдніе десять лѣтъ. Съ этою цѣлью обратимся къ болѣе свѣжему докладу Gerdau, сдѣланному Германскому Обществу Инженеровъ въ 1892 г. и опубликованному въ 1894 г. Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin. Мы находимъ въ немъ сравненіе разнаго рода передачъ по количеству сжигаемаго каменнаго угля для того, чтобы заставить работать одинъ и тотъ же подъемный кранъ въ 1500 *kg* при скорости въ 0.6 *m* въ секунду; расчетъ сдѣланъ для высоты подъема въ 15 *m* и для 24 подъемовъ въ часъ.

Таблица В. Gerdau. Числа выражаютъ потребленіе угля въ килограммахъ въ теченіе одного часа ¹⁾.

	Воздушная передача.		Гидравлическая передача.	Паровая передача.		Электрич. съ обратн. токомъ.
	Моторъ.	Непосредствен. н.		Моторъ.	Непосредствен. н.	
При полной нагрузкѣ . . .	8.83	7.40	4.0	10.63	10.20	2.77
При половинной нагрузкѣ . .	5.96	4.99	4.0	7.17	6.88	2.11

Новыя вычисленія опять таки рѣшительно поддерживаютъ электрическую передачу; она оказывается и въ данномъ примѣрѣ болѣе экономною.

Итакъ, пока сдѣлаемъ изъ всего сказаннаго выводъ: электрическая передача энергіи на разстоянія больше одного километра экономнѣе всѣхъ другихъ извѣстныхъ способовъ передачи.

Однако, мы должны еще разъяснить наше положеніе. Электрической токъ можно получать отъ батареи аккумуляторовъ, или же по воздушнымъ и подземнымъ проводникамъ отъ динамо-машинъ.

¹⁾ Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft. Elektrische Kraftübertragung und Kraftvertheilung. Berlin. 1894, p. 66 и p. 75. Почти тѣ же числа находимъ въ русскомъ переводѣ: „О примѣненіи электрической передачи силы“. Составлено инженеромъ Е. Гартманомъ. Москва, 1894, p. 35.

Спрашивается, что выгоднѣе? На этотъ вопросъ отвѣчаетъ слѣдующая таблица Карр'а ¹⁾.

Таблица Карр'а. Годовая стоимость лошадиной силы въ германскихъ маркахъ.

Разстояніе въ километрахъ.	Аккумуляторы (переносные).	Динамо съ воздушными проводами.	Динамо съ подземными проводами.
1.6	736	465	685
3.2	757	522	963
4.8	773	571	1224
6.4	828	624	1510
8.0	859	673	1775

Изъ этихъ данныхъ пока видно, что наиболѣе дешевый способъ передачи энергіи въ формѣ электрическаго тока—это общепринятый, отъ динамо машины по воздушнымъ проводамъ; аккумуляторы же могутъ конкурировать съ динамо машиною лишь при условіи, что воздушная прокладка проводниковъ по какимъ либо обстоятельствамъ не можетъ быть допущена.

Наконецъ, я хочу еще обратить ваше вниманіе на стоимость лошадиной силы въ установкѣ на основаніи любопытныхъ чиселъ, опубликованныхъ фирмою Oerlikon in Zürich ²⁾.

Стоимость лошадиной силы при электрической установкѣ Oerlikon.

Разстояніе въ метрахъ.	Число передаваемыхъ лошадиныхъ силъ.	Стоимость лош. силы въ германскихъ маркахъ.
3.2	15	343
300.9	60	204
354.0	93	279
402.3	19	418
450.6	40	326
450.6	51	288
450.6	195	198
603.4	75	306
804.6	87	296
901.1	71	298
2510.3	150	279
3009.2	85	453
3540.2	51	457
6034.5	220	275
8046.0	41	506

¹⁾ Карр Электричество, 1891, № 19, р. 260. Въ оригинальной таблицѣ разстояніе выражено въ англійскихъ миляхъ (1609.2 m), а стоимость лошадиной силы въ фунтахъ стерлинговъ (20.4 марки); мы перечислили ее въ километры и марки для облегченія сравненія. Сверхъ того, мы должны замѣтить, что все вычисленіе Карр'а сдѣлано въ предположеніи передачи всего на 5 HP, а потому цѣны нѣсколько преувеличены.

²⁾ Электричество, 1891, р. 294; числа переведены въ метры и марки.

Эти числа показываютъ сравнительно съ цѣнами, вычисленными въ сочиненіи Beringer'a ¹⁾, что и въ этомъ отношеніи протекшее десятилѣтіе принесло много усовершенствованій и удешевленій; такъ напр. Beringer считалъ въ установкѣ лошади. силу при передачѣ 50 *HP* на разстояніе 5 *km* въ 1106 марокъ, а на разстояніе 10 *km*— 1406 марокъ, между тѣмъ въ установкѣ Oerlikon 41 *HP* на 8 *km* лошади. сила обошлась всего 506 мар. Это огромный успѣхъ!

7°. Когда намъ стало яснымъ, что изъ всѣхъ передачъ энергіи наиболѣе экономна электрическая по воздушной линіи, то мы задаемся другимъ вопросомъ: когда и до какого предѣла слѣдуетъ устраивать электрическую передачу?

На этотъ вопросъ энтузіасты готовы отвѣтить: „всегда и всюду“, но дѣйствительность говоритъ иное; она знаетъ одно неизмѣнное правило, по которому тотъ источникъ энергіи лучше, который дешевле. Поэтому всегда приходится принимать во вниманіе, во что обошлась бы въ установкѣ и въ эксплуатаціи лошадиная сила при устройствѣ мѣстной паровой машины и при передачѣ энергіи изъ отдаленнаго источника. Такимъ образомъ уже аргюги можно сказать, что передача на разстояніе не всегда можетъ соперничать съ мѣстною паровою машиною.

Мы и здѣсь будемъ держаться цифръ, потому что, зная стоимость лошадиной силы, получаемой отъ мѣстной паровой машины, и стоимость той же силы, получаемой съ далекаго разстоянія при помощи электрическаго тока, мы найдемъ твердый критерій для нашихъ сужденій о выгодѣ и примѣнимости новаго способа передачи энергіи.

Прежде всего опытъ показываетъ, что паровыя машины не всѣ одинаково выгодно работаютъ; большія машины расходуютъ въ часъ на лошадиную силу около 1-2 *kg* ²⁾ угля, среднія больше, а малыя доходятъ до 16 *kg*. Отсюда получается двоякое колебаніе на цѣну лошадиной силы: во первыхъ, въ зависимости отъ величины и качества паровой машины, а во вторыхъ, отъ цѣны каменнаго угля въ данномъ мѣстѣ. Вотъ цѣна годовой лошадиной силы въ различныхъ мѣстахъ.

Въ Бирмингамѣ ³⁾ 220-400 марокъ.

Въ Англіи вообще ⁴⁾ 200-800 марокъ.

Въ Америкѣ ⁵⁾ 110-420 марокъ.

¹⁾ Beringer. Loc. cit., p. 96.

²⁾ E. T. Z., 1895, № 48, p. 757.

³⁾ Электричество, 1893, № 6, p. 93.

⁴⁾ Электричество, 1891, № 19, p. 259.

⁵⁾ Электричество, 1894, № 19, p. 268 и Jaring, Loc. cit., p. 212.

Такимъ образомъ цѣна паровой лошадиной силы въ годъ весьма различна и колеблется отъ 100 до 800 марокъ, при средней стоимости около 500 марокъ въ годъ.

Если мы теперь обратимся къ новѣйшимъ установкамъ передачи энергіи на разстояніе, то мы увидимъ, что многія изъ нихъ съ успѣхомъ конкурируютъ съ мѣстной установкою. Это происходитъ отъ того, что теперь особенное вниманіе обращено на утилизированіе водопадовъ и быстротекущихъ рѣкъ, вслѣдствіе чего первоначальнымъ источникомъ является даровая энергія воды, а не энергія дорого стоящаго угля. Но кромѣ того, благодаря существованію огромныхъ центральныхъ станцій во всѣхъ большихъ городахъ Европы и Америки, которыя отпускаютъ токъ по преимуществу вечеромъ для освѣщенія, а днемъ почти не имѣютъ потребителей, въ настоящее время многія изъ нихъ отпускаютъ энергію въ формѣ тока такъ дешево, что нѣтъ никакой выгоды устраивать свою маленькую машину. Такъ напр., въ одномъ Берлинѣ для моторовъ отпущено было 1.050 000 килоуатто-часовъ въ теченіе 1894 г. ¹⁾, т. е. около 1.230.000 *HP* въ часъ по цѣнѣ около 6 коп. за паровую лошадь въ часъ, или 540 марокъ за 3000 часовъ въ годъ; Берлинъ теперь постоянно расходуетъ на моторы 1200 *HP*, а Вѣна ²⁾ 500 *HP*; относительно другихъ городовъ Европы мы пока не имѣемъ подробной статистики, но за то достоверно знаемъ, что мелкіе фабриканты и промышленники всюду широко пользуются этимъ нововведеніемъ. Эта дешевизна происходитъ отъ рациональной установки паровыхъ котловъ и машинъ тройнаго расширенія огромныхъ размѣровъ. Такъ напр., на центральныхъ станціяхъ Берлина уже въ 1891 г. было установлено паровыхъ машинъ на 28000 *HP*, причемъ каждая изъ нихъ въ 1200 *HP* ³⁾.

8°. Я надѣюсь, что мнѣ удалось достаточно твердо установить свойства и преимущества новой системы передачи, и теперь предъ нами открывается новый вопросъ: о соперничествѣ гидравлическихъ сооружений и паровыхъ станцій.

Можно смѣло утверждать, что никогда еще человѣчество не набрасывалось на эксплуатацію падающей воды такъ рѣшительно, какъ въ настоящіе годы; въ Европѣ и Америкѣ начинаютъ пользоваться не только огромными водяными богатствами, но и скромно текущими ру-

¹⁾ E. T. Z., 1895, № 30, p. 469.

²⁾ E. T. Z., 1895, № 18, p. 282.

³⁾ Japing. Loc. cit., 1891, p. 207.

чейками. Техника идетъ обѣ руку съ этимъ стремленіемъ и созидаетъ новые мощные механизмы въ формѣ турбинъ и колесъ, работающихъ подѣ огромнымъ давленіемъ. Еще въ 1850 г. проба работы турбинъ подѣ высокимъ давленіемъ не приводила къ полезнымъ результатамъ; въ 1870 г. впервые Берже построилъ въ Lancy sur Isère бумажную фабрику въ 3000 *HP* при напорѣ въ 200 *m*, а потомъ при напорѣ въ 500 *m*, а теперь высокими давленіями пользуются повсюду. Въ Шаперайланѣ пользуются напоромъ въ 612 *m*, въ Софіи 685 *m*, и при такомъ напорѣ передаютъ тысячу лош. силъ при полезномъ дѣйствіи въ 70%¹⁾; въ копияхъ Comstock, штата Невада С. Америки, колесо Пельтона 90 *cm* въ діаметрѣ работаетъ при напорѣ въ 700 *m* черезъ отверстіе въ 1-2 *cm* и развиваетъ такимъ образомъ 100 *HP*²⁾. Здѣсь я цитировалъ крайне высокія давленія; въ большинствѣ же случаевъ высота паденія 100-50 *m* и доходитъ до 3.5 *m*³⁾.

Чтобы показать успѣхъ новыхъ установокъ, достаточно сказать, что за послѣдніе пять лѣтъ приблизительно ихъ сдѣлано на 500000 *HP* при высокомъ полезномъ дѣйствіи въ 70-80% и сравнительно низкой абонементной платѣ.

Отсюда вы видите, что мы живемъ въ моментъ рѣшительной схватки между системою мѣстныхъ паровыхъ и гидравлическихъ станцій и системою огромныхъ центральныхъ паровыхъ и гидравлическихъ станцій, передающихъ свою энергію на болѣе или менѣе значительное разстояніе; передъ нами разыгрался одинъ актъ этой борьбы въ 1894 г., когда были пущены въ ходъ машины отъ Ніагарскаго водопада, и энергія, отпущенная на заводы Буфалло, оказалась дешевле, чѣмъ въ центрѣ угольныхъ шахтъ, въ Питсбургѣ⁴⁾!

Конечно, не слѣдуетъ увлекаться этимъ примѣромъ, не слѣдуетъ дѣлать отсюда невѣрное умозаключеніе и вести борьбу противъ центральныхъ паровыхъ станцій тамъ, гдѣ дешево уголь; не слѣдуетъ, съ другой стороны, упорствовать и строить паровыя станціи тамъ, гдѣ дешева и обильна энергія воды. Осторожные люди рекомендуютъ обращать вниманіе и на то, что угольные запасы могутъ истощаться, и что цѣны на уголь будутъ постепенно возрастать, между тѣмъ какъ воды, благодаря колоссальной работѣ нашего солнца, эквивалентной

¹⁾ Электричество, 1895, № 18, р. 249.

²⁾ Электричество, 1892, № 19, р. 264.

³⁾ Collignon, Loc. cit., р. 485, говоритъ, что возможно уже пользоваться паденіемъ воды при 30 *cm* разности обѣихъ уровней.

⁴⁾ E. T. Z., 1895, № 39, р. 632.

7000 *HP* на каждый кв. футъ его поверхности ¹⁾, очень устойчивы въ своемъ теченіи. На ряду съ этимъ новымъ направленіемъ въ экономіи силъ природы слѣдуетъ отмѣтить утилизованіе вѣтра для постояннаго употребленія, причемъ промежуточнымъ звѣномъ являются аккумуляторы, періодически заряжаемые вѣтромъ и непрерывно отдающие свою энергію моторамъ или лампамъ ²⁾. Сюда же слѣдуетъ отнести проектъ утилизованія морскихъ приливовъ и отливовъ у Раренбург'а, въ Сѣверномъ морѣ ³⁾. Мы покончимъ на этомъ наше предварительное знакомство съ намѣченнымъ вопросомъ и перейдемъ къ фактическому изученію накопившагося матеріала.

9°. Вопросъ о передачѣ энергіи на разстояніе при помощи электрическаго тока одинъ изъ самыхъ новыхъ и интересныхъ въ наукѣ и промышленности. Его начало можно отнести къ 1855 г., когда итальянецъ Бесоло ⁴⁾ разработалъ впервые эту идею, а Джилиби взялъ патентъ на новое изобрѣтеніе въ Conservatoire des arts et métiers à Paris, 16 января 1855 г. Несомнѣнно, что ни тотъ, ни другой не сдѣлали это открытіе достояніемъ общества, потому что много лѣтъ спустя, въ 1869 г., извѣстный изобрѣтатель динамо-машины Граммъ ⁵⁾ убѣдился изъ своихъ опытовъ, что экономическая передача на разстояніе при помощи электрическаго тока невозможна.

Но въ 1873 г., на международной выставкѣ въ Вѣнѣ, Ипполитъ Фонтэнъ ⁶⁾ (Hippolyte Fontaine) показалъ явленіе такъ называемой обратимости динамо-машины, которое состоитъ въ томъ, что динамо-машина при своемъ вращеніи внѣшнею механическою силою даетъ электрическій токъ и, наоборотъ, при пропусканіи черезъ нее тока сама приходитъ во вращательное движеніе. До открытія Фонтэна на динамо-машину смотрѣли лишь какъ на орудіе преобразованія механической энергіи вращенія въ электрическую энергію тока. Послѣ этого опыта само собою становилось яснымъ приложеніе его къ передачѣ энергіи на разстояніе; для этого достаточно имѣть начальный источникъ энергіи, положимъ паровую машину или водяную турбину, и двѣ динамо-машины, борны которыхъ соединены между собою двумя проволоками. При вращеніи Граммоваго колеса первой динамо Граммовое колесо

¹⁾ Н. v. Helmholtz. Vorträge und Reden, Bd. 1884, p. 80 etc.

²⁾ Электричество, 1895, № 4, p. 64. См. также E. T. Z., 1895. № 18, p. 275.

³⁾ E. T. Z. 1895, № 51, p. 809.

⁴⁾ Электричество, 1891, №№ 15-16, p. 223.

⁵⁾ Bulletin de la Société internationale des électriciens, 1885, t. II, № 19, p. 264.

⁶⁾ E. Cadiat et L. Dubost. Traité pratique d'Électricité industrielle. Paris, 1892, p. 462.

второй само придетъ во вращательное движеніе, и такимъ образомъ на его оси соберется нѣкоторое количество энергіи, которою можно по произволу воспользоваться для той или иной цѣли. Самъ Фонтэнъ ввелъ между обѣими динамо 1100 *m* проволоки и вторую динамо соединилъ съ центробѣжною помпою Neut & Dumont'a ¹⁾.

Однако, примѣненія и подражанія шли медленно. Въ 1877 г. энергія передавалась по этому способу въ артиллерійскихъ мастерскихъ St. Thomas d'Aquin на разстояніи 50-60 *m*, а въ 1878 г. въ мастерскихъ общества Vald' Osne à Paris по инициативѣ E. Cadiat ²⁾.

10°. Послѣ этихъ попытокъ пути дальнѣйшаго развитія разсматриваемой задачи стали совершенно опредѣленными: энергію въ формѣ электрическаго тока можно передать на значительное разстояніе либо при условіи, что обѣ динамо, динамо генераторъ и динамо моторъ, соединены между собою мѣдною проволокою соотвѣтственной толщины; либо при условіи, что электродвижущая сила динамо генератора будетъ тѣмъ большая, чѣмъ больше вводимое между обѣими машинами разстояніе. Рѣшеніе въ первой формѣ было предложено Maurice Levy ³⁾, во второй — приобрѣвили громкую извѣстность Marcel Deprez ⁴⁾.

Чтобы дать понятіе о вліяніи разстоянія на передачу энергіи при данныхъ динамо-машинахъ и проводахъ, возьмемъ слѣдующій примѣръ: если соединить, какъ сказано, двѣ динамо-машины Siemens'a (58.5 *A*, 168 *V* при 900 оборотахъ въ секунду) короткою цѣпью, то полезное дѣйствіе передачи будетъ 54%; при увеличеніи разстоянія до 443 *m* — полезное дѣйствіе падаетъ до 41%; при разстояніи въ 833 *m* — полезное дѣйствіе уже 28.8%; а при разстояніи въ 1250 *m* оно падаетъ до 15.8%. Во всѣхъ случаяхъ проволока имѣла 4.5 *mm* въ діаметрѣ ⁵⁾. Такимъ образомъ разстояніе дѣйствуетъ весьма невыгодно на передачу; въ послѣднемъ примѣрѣ изъ 100 *HP*, которыя израсходованы на вращеніе генератора, на оси мотора остается всего 15.8 *HP*.

Отсюда ясно, что нужно попробовать увеличить полезное дѣйствіе. Если мы обратимся къ способу Леви, то сейчасъ же увидимъ всю его непрактичность; такъ напр., если бы мы вздумали передать изъ 200 *HP* всего 66 *HP* на разстояніе 50 *km*, т. е. рѣшились бы довольствоваться 33% полезнаго дѣйствія, то и при такихъ въ сущности

¹⁾ E. Cadiat et L. Dubost. loc. cit., p. 462.

²⁾ Ibidem, p. 462.

³⁾ Ibidem, p. 469.

⁴⁾ Ibidem, p. 469-470.

⁵⁾ E. Cadiat. et L. Dubost. Loc. cit., p. 468.

неблагопріятныхъ условіяхъ пришлось бы затратить на соединительные провода почтенную сумму въ 1625000 франковъ, не считая 3000000 франковъ на приобрѣтеніе динамо-машинъ. Эти цѣны во столько превышаютъ нормальную стоимость лошадиной силы при мѣстной установкѣ паровой машины, что о примѣненіи этого способа вообще не можетъ быть и рѣчи ¹⁾.

Наибольше интереса представляютъ попытки Marcel Deprez разрѣшить этотъ вопросъ инымъ приемомъ; къ сожалѣнію, онъ испортилъ успѣхъ своей основной идеи устройствомъ дурныхъ динамо-машинъ собственнаго типа, вслѣдствіе чего полезное дѣйствіе и у него оказалось слабымъ, а попытки неопытнаго строителя легли тяжелымъ бременемъ при исчисленіи стоимости новой системы передачи.

Начало этихъ опытовъ относится къ 1881 г., къ первой электрической выставкѣ въ Парижѣ ²⁾, гдѣ въ числѣ прочихъ интересныхъ задачъ была налажена задача электрической передачи энергіи и ея распредѣленія на 4 *HP*. По поводу этихъ опытовъ Deprez выразилъ мнѣніе передъ международнымъ конгрессомъ электриковъ, что изъ 16 *HP* возможно передать 10 *HP* на разстояніе 50 *km* при помощи обыкновенной телеграфной проволоки. Комитетъ Мюнхенской выставки 1882 г., на основаніи этого заявленія, пригласилъ Deprez въ Мюнхень и предоставилъ ему необходимыя средства для этихъ опытовъ. И вотъ съ этого момента и до 1886 г. Deprez цѣликомъ отдается своей задачѣ, причемъ ясно обнаруживается, что передача совершается съ тѣмъ большимъ полезнымъ дѣйствіемъ, чѣмъ выше напряженіе генератора и чѣмъ больше начальная энергія.

Не входя въ детали этихъ многолѣтнихъ и разнообразныхъ исследованийъ, мы представимъ ихъ результаты наглядно въ слѣдующей таблицѣ.

¹⁾ E. Cadiat et L. Dubost. Loc. cit., p. 469.

²⁾ Gisbert Kapp. Transmission électrique de l'énergie. Paris, 1888, p. 356.

Таблица постоянныхъ, относящихся къ опытамъ Marcel Deprez.

МѢСТНОСТЬ.	Годъ.	Разстоя- ніе въ ки- лометр.	Число лошадиныхъ силъ.		Напряженіе въ вольтахъ.		Полезное дѣйствіе въ 0/0
			Въ генераторѣ	Въ моторѣ.	Въ генерат.	Въ моторѣ.	
10. Miesbach-München ¹⁾ .	1882	57	1.04—1.14	0.224—0.259	1343*	850*	25—35
20. Paris Gare du Nord-le Bourget ²⁾	1883	17	3.838—12.267	0.578—4.439	727—2338	321—1994	15.1—37.5
30. Vizille-Grenoble ³⁾ .	1883	14	5.79—15.47	2.75—6.97	1788—3146	1066—2231	42.2—62.3
40. Creil—la—Chapelle ⁴⁾ .	1885	56	62.1—61.0	35.8—40	5469—5717	4242—4441	47.7—53.4
50. Creil - la—Chapelle ⁵⁾ .	1886	56	67 —116	27—52	4887—6290	3902—5081	40.78—44.83

¹⁾ Карр. Loc. cit., p. 357-358; числа обозначенныя * взяты у E. Cadiat et L. Dubost, loc. cit., p. 511.

²⁾ Карр. Loc. cit., p. 360.

³⁾ Карр. Loc. cit., p. 361.

⁴⁾ Карр. Loc. cit., p. 364.

⁵⁾ E. Boistel. La vérité sur les expériences de Creil. Paris. 1887, p. 24 и таблица p. 48.

Обозрѣніе приведенной таблицы опытовъ Deprez указываетъ на ихъ характеръ: въ нихъ постепенно возрастаетъ число передаваемыхъ лошадиныхъ силъ отъ 1.04 до 112, а вмѣстѣ съ тѣмъ увеличивается и напряженіе отъ 727 до 6290 *V*. Конечно, всѣ усилія изобрѣтателя были направлены къ тому, чтобы увеличить полезное дѣйствіе передачи, которое, какъ видно, иногда нисходило до 15.1⁰/₀, но иногда подымалось до 62.3⁰/₀; правда, что среднее значеніе было въ большинствѣ случаевъ около 40-45⁰/₀. Что касается разстоянія, то оно измѣнялось отъ 14 до 57 *km*.

Любопытно замѣтить, что эти опыты были таковыми въ буквальномъ смыслѣ, и что они сопровождались неудачами и ошибками, о которыхъ потомъ появились подробные отзывы Карр'а ¹⁾, Voistel'я ²⁾, Cabanellas ³⁾ и др. Къ числу существенныхъ недостатковъ этихъ опытовъ прежде всего нужно отнести несовершенство и дороговизну динамо-машинъ типа Deprez. Такъ, въ хорошихъ машинахъ Edison-Nor-kinson на 1 *HP* идетъ около 80 *kg* матеріала, а у Deprez—отъ 200 до 430 *kg* ⁴⁾; въ тѣхъ же машинахъ требуется 0.465 *m* проволоки въ кольцѣ Грамма для образованія одного вольта при скорости вращенія колеса въ 900 оборотовъ въ минуту, а въ машинѣ Deprez—3.400 *m* ⁵⁾. Полезное дѣйствіе новыхъ динамо-машинъ не менѣе 90⁰/₀; въ машинѣ же Deprez всего 72⁰/₀ ⁶⁾.

Все это вмѣстѣ взятое и постоянныя аваріи привели заинтересованныхъ лицъ къ разочарованію, хотя многіе вполне справедливо осуждали не основную мысль, а неумѣлое ея осуществленіе. Самые жестокіе нападки вызвали послѣдніе опыты 1885 и 1886 гг. по передачѣ энергии между Creil—la Chapelle.

Дѣло это обстояло такимъ образомъ. Братья Ротшильды заключили условіе съ Syndicat français d'Électricité, согласно которому они брались пустить это новое предпріятіе на рынокъ, если предварительные опыты окажутся удачными и удовлетворяющими слѣдующимъ условіямъ:

¹⁾ Carr. Loc. cit., p. 357, 359, 368, 384.

²⁾ Voistel. Loc. cit., вся статья есть сплошная критика.

³⁾ Cabanellas. Bulletin de la Société internationale des électriciens. 1886, t. III, № 23, p. 6—13.

⁴⁾ Ibidem, p. 12.

⁵⁾ Carr. Loc. cit., p. 368.

⁶⁾ Voistel. Loc. cit., p. 39.

Взять 500 *HP* и передать изъ нихъ 250 *HP*, на разстояніе 50 *km*, т. е. съ полезнымъ дѣйствіемъ въ 50%. Такъ какъ это было трудно выполнить, то программу сократили и постановили:

Взять въ Creil'ѣ 200 *HP*, (которыя могутъ быть въ исключительномъ примѣрѣ доведены до 250 и даже 300 *HP*, но всего на нѣсколько часовъ, въ теченіе которыхъ будутъ произведены необходимыя измѣренія) и передать 100 (до 150) *HP* на станцію la Chapelle, отстоящую на 56 *km*, т. е. при промышленномъ полезномъ дѣйствіи въ 50%.

Приведенныя числа въ таблицѣ, конечно, показываютъ, что и эти условія не были выполнены, и брали максимум 116 *HP*, передавая ихъ съ полезнымъ дѣйствіемъ въ 44.81%. А между тѣмъ двѣ динамомашинны обошлись въ 80000 фр., а линія въ 44800 фр.; сверхъ того были поглощены на эти опыты огромныя суммы.

При такихъ неблагопріятныхъ условіяхъ уже нельзя было получить новыхъ суммъ для дальнѣйшихъ улучшеній, и Deprez уступилъ арену дѣятельности другимъ лицамъ: Ипполиту Фонтэну во Франціи, Броуну и Доливо-Добровольскому въ Швейцаріи и Германіи.

11°. Ипполитъ Фонтэнъ съ жаромъ продолжаетъ работу, оставленную Дебре, въ два мѣсяца сооружаетъ необходимыя машины и 1886 же г., поддерживаемый Обществомъ *Compagnie Électrique* и работами *Cabanellas*, передаетъ на разстояніе эквивалентное 50 *km* 49.98 *HP* изъ 95.88, т. е. съ полезнымъ дѣйствіемъ въ 52%, причемъ затрата на всю установку достигла всего 16450 фр., что составляетъ лишь сотую долю расходовъ Дебре¹⁾. 27 іюля 1887 г. онъ еще разъ повѣряетъ свои опыты съ нѣкоторыми улучшеніями въ расположеніи машинъ, и ему удается передать на 61 *km* 59 *HP* изъ 95, т. е. съ полезнымъ дѣйствіемъ въ 52.5%²⁾. Въ первой серіи опытовъ напряженіе было въ 6000 *V*, а во второй—6700 *V*.

12°. Какъ опыты Дебре, такъ и опыты Фонтэна были направлены въ выясненію самой возможности передачи и условій, при которыхъ полезное дѣйствіе настолько увеличивается, что новая идея могла бы получить промышленное значеніе, но, конечно, послѣдняго значенія они не имѣли. Поэтому любопытно ознакомиться съ первою промышленною установкою въ *Kriegstetten*, сдѣланною *Brown'омъ*³⁾

1) *Kapp. Loc. cit.*, p. 386

2) *Ibidem*, p. 389.

3) *Amsler-Laffon, Brown. Bulletin de la Soc. internat. des électriciens. Paris. 1887, IV, № 41, p. 426.—441.*

въ 1886 г., гдѣ воспользовались паденіемъ воды, чтобы передать въ Soleure, на разстояніе 8 *km*, 50 *HP* для мастерскихъ Müller-Haiber'a. Такъ какъ эта установка была первою промышленною, то для сужденія о ея достоинствахъ и недостаткахъ была образована коммиссія изъ профессоровъ Veith, Waldner, Weber, полковника Zschokke и профессора Gysel, которая произвела рядъ измѣреній въ ноябрѣ 1886 г. совмѣстно съ Brown'омъ и проф. Amsler'омъ. Результаты испытаній динамо-машинъ и передачи оказались чрезвычайно благопріятными, а именно: при передачѣ отъ 16 до 62 *HP* на 9 *km* полезное дѣйствіе въ среднемъ оказалось въ 70%, причемъ во многихъ опытахъ оно достигло 75% (двѣ динамо-машины были соединены послѣдовательно и давали всего отъ 2000 до 2500 *V*). Такимъ образомъ, превосходство машинъ фабрики Oerlikon сразу поставило вопросъ о передачѣ энергіи на твердую почву.

13°. Вторую подобную установку сдѣлалъ Hillairet²⁾, который воспользовался водопадомъ въ Domelon, чтобы передать въ Moutier на бумажную фабрику 300 *HP* при напряженіи въ 2850 *V* съ полезнымъ дѣйствіемъ въ 65%; разстояніе между водопадомъ и фабрикою 5 *km*. Установка оказалась настолько хорошею, что фабрика стала легко конкурировать съ другими ближайшими и за первые шесть мѣсяцевъ производства дала около милліона килограммовъ бумаги.

Наконецъ, тотъ же Hillairet³⁾ даетъ отчетъ о передачѣ энергіи водопада de la Valloirette (Saint-Michel-de-Maurienne) въ 6000 *HP*, которая можно довести даже до 28000 *HP*; передача совершается всего на 800 *m*, причемъ токъ въ 4000 *A* при 50 *V* предназначенъ для электролиза алюминія и его соединеній. Установка начата и окончена въ 1891 г.

14°. Итакъ, этотъ періодъ изысканій, какъ видимъ, уже привелъ къ практическому результату; стали прилагать даровую энергію падающей воды къ вращенію динамо-машинъ и къ образованію постоянного тока, идущаго на значительныя разстоянія. Этотъ токъ въ свою очередь приводитъ въ движеніе электромоторы и тѣ спеціальныя механизмы, которые съ ними соединены, или же въ первоначальной своей формѣ производятъ электролизъ и химическую работу. Какъ бы

¹⁾ Hillairet. Bulletin etc. Paris, 1890, t. VII, № 70. p. 339-343.

²⁾ Hillairet. Bulletin etc., 1892, t. IX, № 85, p. 65-66.

ни были ошибочны нѣкоторые взгляды и построения Marcel Deprez, теперь, когда страсти уже улеглись, нельзя не отдать ему справедливости, какъ первому борцу за новую идею; нельзя не признать, что академическая коммиссія ¹⁾, состоявшая изъ такихъ представителей науки, какъ Bertrand, Becquerel, Collignon, Cornu, Laussedat, Lévy, Sartiaux, не напрасно закончила свой докладъ Парижской академіи слѣдующими словами: „Коммиссія, во имя науки и промышленности, шлетъ свои горячія поздравленія Marcel Deprez за полученные имъ превосходные результаты, а баронамъ Ротшильдамъ она выражаетъ свою живую признательность за неистощимую щедрость, которую они проявили въ этомъ гигантскомъ опытѣ“.

15°. Мы перейдемъ теперь къ изученію другой фазы нашего вопроса, въ которую онъ вступилъ, благодаря дружному напору новыхъ свѣжихъ силъ. Около 1888 г. появилась работа итальянскаго профессора Galileo Ferraris'a ²⁾ о такъ называемомъ вращающемся магнитномъ полѣ, созидаемомъ двумя перемѣнными токами, отличающимися другъ отъ друга на четверть фазы; около того же времени та же мысль независимо пришла американскому знаменитому инженеру Тесла и германскому Шалленбергеру, причемъ Тесла сдѣлалъ рядъ попытокъ по приложенію новаго принципа къ построению промышленныхъ электродвигателей перемѣннаго тока. Съ этого момента многіе начинаютъ сознавать преимущества перемѣнныхъ токовъ передъ постоянными вслѣдствіе той легкости, съ которою ихъ можно трансформировать изъ тока большой плотности и малаго напряженія въ токъ малой плотности и большаго напряженія, или наоборотъ. А между тѣмъ, какъ мы уже видѣли раньше, передача энергіи именно совершается тѣмъ выгоднѣе, чѣмъ выше напряженіе на станціи отправленія; но съ другой стороны нельзя отпускать токъ высокаго напряженія потребителю, это опасно какъ для него, такъ и для лампъ и моторовъ. Такимъ образомъ, при передачѣ энергіи на разстояніе при помощи электрическаго тока мы наталкиваемся на задачу о трансформированіи тока, и вотъ оказывается, что перемѣнный токъ легко трансформировать при помощи сравнительно недорого стоящихъ трансформаторовъ съ высокимъ полезнымъ дѣйствіемъ, и что двигатели

¹⁾ Boistel. La vérité etc, p. 46.

²⁾ Подробности см. въ прекрасномъ очеркѣ профессора И. И. Боргмана: „Магнитный потокъ и его дѣйствія“. Электротехническая бібліотека. т. II. Спб. 1893, p. 76.

переменнаго тока съ вращающимся магнитнымъ полемъ обладаютъ устойчивостью и высокимъ полезнымъ дѣйствіемъ. За практическое примѣненіе новыхъ принциповъ берутся Bradley, Brown, D. Dobrowolsky, Haselwander, Wenström; они горячо работаютъ въ новой области и рѣшительный успѣхъ достается Доливо-Добровольскому и его соучастнику Brown'у ¹⁾).

Они получили огромную денежную субсидію отъ двухъ обществъ Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin и фирмы Oerlikon in Zürich для осуществленія грандіознаго проекта—передачи 300 *HP* на разстояніе 175 *km*; это такое разстояніе, о которомъ до того никто не мечталъ, да и которому теперь мало еще кто подражаетъ. Въ виду всеобщаго интереса, который естественно возбуждали эти смѣлые опыты, мѣстомъ ихъ демонстраціи была избрана электрическая выставка во Франкфуртѣ на Майнѣ 1891 г., а выдающіеся ученые и техники были приглашены въ испытательную комиссію по рѣшенію вопроса о преимуществахъ и достоинствахъ новаго метода. Результатъ испытаній 12, 14, 15 октября 1891 г. оказался прекраснымъ: при передачѣ на огромное разстояніе изъ Лауффена до Франкфурта на Майнѣ отъ 78.1 до 190.9 *HP* получалось полезное дѣйствіе отъ 68.5% до 75.2%, какъ видно изъ прилагаемой таблицы, заимствованной изъ отчета комиссіи ²⁾).

Число лощ. силъ	190.9	126.7	126.6	151.8	151.8	194.4	197.2	117.5	112.5	78.4	190.6	190.0	189.8
Полезн. дѣйс. въ %	74.5	75.0	75.2	75.0	75.1	74.3	73.8	73.3	73.1	68.5	72.9	73.1	73.2

Этотъ неожиданный успѣхъ обратилъ самое серьезное вниманіе на систему передачи энергіи, выработанную Д. Добровольскимъ и Броуномъ; немедленно появились многочисленныя подражанія въ Европѣ и Америкѣ и смѣлые проекты, изъ которыхъ многіе уже приведены въ исполненіе.

Если теперь спросить себя, откуда же взялся этотъ успѣхъ, почему Derrez и Fontaine уступили въ борьбѣ съ неудачею, то отвѣтить на этотъ вопросъ очень легко. Добровольскій и Броунъ не только выработали хорошій теоретическій проектъ, въ ихъ лицѣ представляются намъ не одни лишь новаторы, но и глубокіе знатоки электротехники. Они легко миновали тѣ ошибки, съ которыми неумѣло боролся Derrez, и построили новыя машины, обращающія на себя вни-

¹⁾ E. T. Z., 1891, № 12, p. 149 и E. T. Z., 1891, № 49, p. 659.

²⁾ Bericht über die Arbeiten der Prüfungs-Kommission. Officieller Bericht über die internationale elektrotechnische Ausstellung in Frankfurt a. M., Frankfurt a. M., Bd. II, 1894, p. 361.

маніе и изяществомъ простоты, цѣлесообразностью, и высокимъ полезнымъ дѣйствіемъ.

Такъ напр. для двухъ динамо-машинъ на 300 *HP* полезное дѣйствіе непрерывно росло: для первой отъ 83% до 93.5%, когда нагрузка увеличивалась отъ 60 *HP* до 190, а для второй отъ 82.5% до 93.4% при измѣненіи нагрузки отъ 70 *HP* и до 200 ¹⁾).

Такъ же хороши были трансформаторы съ полезнымъ дѣйствіемъ въ 96% при нагрузкѣ отъ 90 до 150 *HP* ²⁾, а водяныя турбины работали въ Лауфенѣ съ полезнымъ дѣйствіемъ 75% ³⁾.

16°. Но однихъ этихъ усовершенствованій еще недостаточно для объясненія полученнаго результата; тутъ важна новизна всей системы, къ краткому знакомству съ которой мы и перейдемъ ⁴⁾.

Устройство основной динамо-машины переменнаго тока до крайности просто: на оси *OO* вращается электромагнитъ *NN* (черт. 1, отдѣльный листъ), у котораго сторона *NN* представляетъ сѣверный полюсъ, а противоположная, невидимая на рисункѣ—южный *SS*; на черт. 2 представлена часть его въ разрѣзѣ, причемъ кружки означаютъ сѣченіе внутренней проволоки. Къ этимъ основаніямъ періодически прикрѣплены полюсные придатки *n, s, n, s*—числомъ 32 по всей окружности, которые при своемъ вращеніи и индуцируютъ въ неподвижной арматурѣ *RR* токъ. Арматура, построена изъ листоваго желѣза и въ ней по окружности высверлено 96 отверстій, куда заложены на изоляціи толстые мѣдные стержни 29 *mm* въ діаметрѣ.

Питаніе электромагнита совершается при помощи вспомогательной машины прямого тока *D. G.*, причемъ этотъ токъ передается внутрь электромагнита особыми скользящими контактами, расположенными со стороны противоположной, показанной на черт. 1. 96 стержней соединены между собою мѣдными лентами въ три отдѣльныя группы (1), (2), (3) по 32, причемъ расположеніе ихъ другъ относительно друга и относительно полюсныхъ придатковъ *n, s, n, s*—обнаруживается изъ схематическаго чертежа (черт. 3).

Очевидно, что свободныхъ концовъ всего 6, изъ нихъ три укрѣплены въ борнахъ *A₁, A₂, A₃*, черт. 1, а три остальные спаяны вмѣстѣ въ точкѣ *A₀* и отведены къ землѣ. При вращеніи описаннаго электро-

¹⁾ Bericht. u. s. w., loc. cit., p. 379.

²⁾ Ibidem, p. 397-399.

³⁾ Ibidem, p. 327.

⁴⁾ По отчету проф. Н. Ф. Weber'a. Bericht. Loc. cit., p. 319.

магнита въ трехъ цѣпяхъ A_1 , A_2 , A_3 , индуцируются три системы переменныхъ токовъ, отличающихся другъ отъ друга на треть фазы, а всѣ вмѣстѣ образуютъ систему такъ называемыхъ трехфазныхъ токовъ.

При описанномъ числѣ полюсовъ и 150 оборотахъ въ минуту электромагнита получался токъ въ $\frac{32 \times 150}{60 \text{ сек.}} = 80$ переменъ въ секунду, или въ 40 полныхъ періодовъ въ секунду, при плотности въ 1400 A и напряженіи въ 55 V между землею A_0 и каждою цѣпью A_1 , A_2 , A_3 .

Канализировать такой силы токъ немислимо, а потому его немедленно трансформировали I. T. (чер. 4) въ токъ огромнаго напряженія и малой плотности; именно коэффициентъ трансформатора изъ Oerlikon былъ 155, а коэффициентъ трансформатора Allgemeine-Elektricitäts-Gesellschaft—160, такъ что напряженіе по линіи II. L. соотвѣтственно поднималось до 8525 и 8800 V , а плотность тока падала до 9 A . Этотъ токъ, какъ показано на черт. 4, передавался изъ Лауффена на Некарѣ до Франкфурта на Майнѣ на разстояніе 175 km по тремъ проволокамъ всего въ 4 mm въ діаметрѣ, которыя были подвѣшаны на особыхъ фарфоровыхъ изоляторахъ съ масляными резервуарами, чтобы избѣгнуть большихъ потерь электричества по дорогѣ. Новая изоляція дала блестящіе результаты и оказалась способною выдерживать огромныя напряженія до 25000 V ¹⁾.

Во Франкфуртѣ эти токи поступали во вторичные трансформаты II. T., преобразовывались снова въ токи низкаго напряженія и большой плотности и поступали въ цѣпь III L. (1, 2, 3), гдѣ накачивали лампы и вертѣли электромоторы. Эти послѣдніе обратили на себя всеобщее вниманіе по простотѣ своей конструкціи, дешевизнѣ и превосходному функціонированію; особенное ихъ качество заключается въ устойчивости ихъ движенія, которое очень мало мѣняется съ нагрузкою, какъ показываетъ слѣдующая таблица²⁾.

¹⁾ Bericht. Loc. cit., p. 431.

²⁾ E. T. Z., 1893, № 13, p. 184.

Таблица постоянныхъ для электродвигателей Д. Добровольскаго.

Число лошади- силъ.	Число оборо- товъ безъ на- грузки.	Число оборотовъ съ нагруз- кою.	Полезное дѣй- ствіе въ %.
$\frac{1}{8}$	2380	2300	—
$\frac{1}{2}$	1490	1400	71
1	1490	1375	75
5	1490	1395	84
50	745	725	91

Въ заключеніе описанія этой системы нельзя не упомянуть о любопытныхъ опытахъ съ огромными напряженіями въ 25000-30000 V, которые были произведены по закрытіи выставки. Коммиссія пришла къ убѣжденію, что новые масляные изоляторы отлично выносятъ такое огромное напряженіе, и нашла, что передача 180 HP при этихъ условіяхъ происходила при полезномъ дѣйствіи въ 75%, но число періодовъ въ секунду было доведено всего до 24¹⁾. Изъ опытовъ съ подобнаго рода токами намъ извѣстны лишь опыты братьевъ Siemens въ Лондонѣ, которымъ удалось получить токъ въ 2 A при 45000 V, но промышленнаго значенія они не имѣли²⁾.

Лучше демонстрировать новую идею было трудно. Всѣ компетентные посѣтители выставки сразу оцѣнили ея значеніе, и такимъ образомъ возможность промышленной передачи энергіи на большія разстоянія на этотъ разъ была вполне доказана.

Послѣ этого примѣры передачъ стали повторяться чаще и чаще, и теперь уже ихъ можно насчитать нѣсколько десятковъ.

17°. Здѣсь намъ приходится прервать нить исторической послѣдовательности въ изложеніи нашего вопроса вслѣдствіе многочисленности фактовъ, и мы познакомимся лишь съ самыми интересными установками, а изъ остальныхъ извлечемъ только статистическія свѣдѣнія.

Мы начнемъ съ наиболѣе грандіознаго сооруженія, съ Ніагары. Первоначально думали эксплуатировать эту энергію при помощи обычныхъ гидравлическихъ сооружений, но съ теченіемъ времени и подѣ

¹⁾ Bericht. Loc. cit., p. 431—451.

²⁾ Revue scientifique. T. 48, 1891, p. 635.

вліяніемъ описанныхъ успѣховъ по передачѣ энергіи на большое разстояніе первый планъ былъ измѣненъ, и было рѣшено ввести систему электрической передачи.

Ніагара лежитъ въ промышленномъ центрѣ, между фабричнымъ востокомъ и земледѣльческимъ и горно-заводскимъ западомъ; свое питаніе этотъ гигантскій водопадъ получаетъ отъ огромныхъ озеръ: Верхняго, Мичигана, Гурона и Эри, мощность которыхъ наглядно опредѣляется слѣдующими числами ¹⁾.

	Поверхность въ кв. километрахъ.	Глубина въ метрахъ.	Возвышеніе надъ уровн. моря въ метрахъ.
Верхнее	86809	307	183
Мичиганъ	62678	265	174
Гуронъ	73020	214	177
Эри	29977	64	174
Всего	252484	—	—

Эти воды съ высоты 50 *m* падаютъ въ Онтарио двумя каскадами: одинъ, американскій, имѣетъ въ длину около 300 *m*, другой, канадскій, около 840, причемъ по мощности американскій представляетъ одну десятую канадскаго, а оба вмѣстѣ даютъ источникъ энергіи въ 17.000.000 *HP* ²⁾.

Сначала, въ 1873 г., образовалось общество Hydraulic Canal Co, которое устроило здѣсь гидравлическихъ сооружений на 6000 *HP*, но въ 1886 г. оно преобразовалось въ Niagara Falls Power Co, имѣвшее въ виду утилизировать уже 250000 *HP*, и передало свои права теперешнему обществу Cataract Construction Co, во главѣ котораго стоитъ Adams.

Сознавая трудность задачи и не находя отважнаго и опытнаго инженера, Adams отправился въ Европу и образовалъ подъ предсѣдательствомъ знаменитаго англійскаго физика W. Thomson'a Lord Kelvin'a комиссію изъ Маскара, Тюреттини, Кольмена Селлерса и Унвина для выработки условій международнаго конкурса на утилизированіе и распределеніе энергіи Ніагары въ количествѣ 125000 *HP*.

¹⁾ Электричество, 1894, № 1, р. 10-13.

²⁾ Какъ относительно размѣровъ, такъ, и относительно мощности Ніагары, различные авторы говорятъ различно; такъ, Marsillac-Serpieri (Traité élémentaire des mesures absolues, Paris, 1886, р. 106) считаетъ 17.2 милліона, Japing (Kraftübertragung, 1891, р. 2) 16½ мил., Siemens—16 мил., а Рейль (Электричество, 1894, № 1, р. 11) всего 8-9 миліон. лошади. силъ.

Многіе инженеры и заводы отозвались на это приглашеніе и прислали свои проекты, но ни одинъ изъ нихъ не получилъ первой преміи въ 15000 фр., настолько задача была трудна, а техника неподготовлена. Весьма знаменательно, что почти всѣ участники конкурса были европейцы, и за ними остались высшія преміи.

Разборъ всѣхъ этихъ плановъ и соображеній былъ порученъ англійскому профессору Forbes'у, который и выработалъ на основаніи всѣхъ имѣвшихся у него данныхъ наиболѣе раціональную систему эксплуатаціи ¹⁾. Онъ остановился на иеремѣнномъ двухфазномъ токѣ въ 25 періодовъ въ секунду для передачи энергіи въ Буффало за 35 *km*, въ Сиракузы за 260 *km* и въ Альбани за 530 *km*, рассчитывая на 80% полезнаго дѣйствія.

25 января 1894 г. чудовищныя турбины Фешъ-Пикара въ 5000 *HP* и динамо-машины Вестингауза на тѣ же 5000 *HP* впервые были испробованы, а 1 іюня того же года уже состоялось торжественное открытіе сооруженій на 50000 *HP*, которыми пользуются заводы въ Буффало. Конечно, производство здѣсь достигаетъ особыхъ предѣловъ: такъ на одномъ электролитическомъ заводѣ вырабатываютъ ежедневно по 3000 *kg* алюминія, на другомъ для производства бумаги потребляютъ 3000 *HP*! Все это обусловлено дешевизною энергіи. Лошадиная сила въ Буффало, на 35 *km* отъ Ніагары, стоитъ 74.8 марки (17.8 доллара, 35 руб.) при возможности пользоваться ею круглый годъ, день и ночь; въ Сиракузахъ, за 260 *km* разстоянія, стоимость возрастаетъ всего до 90.0 мар. (21.4 дол., 40 руб.); въ Альбани, за 530 *km*,—до 115.5 мар. (27.5 дол., 53 руб.). Эти цѣны такъ малы, что едва достигаютъ нисшаго предѣла стоимости паровой лошади въ 110 марокъ, о которой мы говорили раньше (см. стр. 9) ²⁾.

18°. Я уже имѣлъ случай сказать вамъ, что въ этомъ вопросѣ Европа не отстаетъ отъ Америки, а потому позвольте мнѣ еще занять ваше вниманіе и ознакомить васъ съ выдающимися сооруженіями этого рода въ Европѣ.

¹⁾ Которую, однако, оспариваютъ; см. напр. статью F. Tischendörfer'a въ E. T. Z., 1895, p. 651.

²⁾ Описаніе этой передачи сдѣлано по Электричеству, 1894, № 1, p. 10—13 и по слѣд. статьямъ E. T. Z., 1891, № 10, p. 133, 1894, № 11, p. 160; 1892, № 9, p. 115; № 15, p. 199; Электричество, 1894, № 24, p. 287; № 19, p. 256 и E. T. Z., за 1892 № 39, p. 529; № 42, p. 573.

Мы можемъ съ интересомъ прослѣдить за утилизиrowаніемъ водъ „les Doubs“ у La Goule ¹⁾, которыя даютъ хотя всего 4000 *HP*, но эта энергія въ формѣ переменнаго тока широко развѣтвляется по окрестностямъ и служитъ подспорьемъ 11 швейцарскимъ и 6-ти французскимъ общинамъ, разбросаннымъ на площади, описанной радиусомъ въ 25 *km*. Отпускаютъ ее тоже по дешевой цѣнѣ въ 260 марокъ (325 фр.) за лошадиную силу въ годъ, если потребление не меньше одной лош. силы; это очень недорого для Швейцаріи, гдѣ уголь достается съ большими затратами.

Не менѣе плодотворна установка на водахъ „La Reuse“ ²⁾ въ 3600 *HP*, которыя передаются въ общины Locle, La Chaux-de-fonds и городъ Neuenburg, разбросанные отъ La Reuse на 48 *km*, причемъ любопытно замѣтить, что здѣсь пользуются постояннымъ токомъ при напряженіи въ 14400 V, а полезное дѣйствіе достигаетъ 74.5%. Какая разница сравнительно съ первыми попытками Deprez! Италія не отстаетъ отъ Швейцаріи и вырабатываетъ планъ передачи энергіи альпійскихъ водъ во многіе города Ломбардіи и Пиемонта въ размѣрѣ 3000 *HP* ³⁾, а Саксонія выдаетъ концессию на снабженіе 158 мѣстностей своего королевства энергіей въ видѣ электрическаго тока, трансформированнаго изъ энергіи угольныхъ шахтъ Hainichen, къ югу отъ Дрездена; изъ этого центра энергія распространится по площади радиуса въ 160 *km*, и на ея периферіи будутъ города Meissen, Freiberg, Pirna, Schandau, Sebnitz, Radeberg ⁴⁾. Испанія также не осталась инертною и собирается воспользоваться теченіемъ рѣки Gabriel, чтобы передать отъ нея 10000 *HP* въ Мадридъ, Валенсію и др. мѣстности ⁵⁾, а Швеція, Австрія, Франція, Японія и другія государства давно уже утилизируютъ свои природныя богатства въ этомъ направленіи.

Я не стану долѣше утруждать вашего вниманія перечисленіемъ подробностей, но я не выполнилъ бы своей задачи, если бы не привелъ васъ къ твердому убѣжденію, что въ этомъ молодомъ вопросѣ все разъяснилось, что онъ больше не мечта, а дѣйствительность, что на него взираютъ теперь, какъ на новый источникъ народнаго богатства. Я собралъ поэтому необходимыя свѣдѣнія, и они мнѣ наглядно ука-

¹⁾ E. T. Z., 1895, № 31, p. 473-478.

²⁾ E. T. Z., 1895, № 6, p. 90-91.

³⁾ E. T. Z., 1895, № 9, p. 131.

⁴⁾ E. T. Z., 1893, № 46, p. 661 и Электричество, 1894, № 6, p. 96.

⁵⁾ E. T. Z., 1894, № 41, p. 567.

зываютъ, что уже теперь въ формѣ электрическаго тока утилизируютъ даровой эвергіи природы около полумилліона лощ. силъ, съ полезнымъ дѣйствіемъ въ 70-80⁰/о; по моему подсчету на всемъ земномъ шарѣ сдѣлано не менѣе 50 большихъ передачъ, но, конечно, эти числа малы въ сравненіи съ дѣйствительностью, потому что въ литературу вносятъ только выдающіяся установки или по идеи, или по размѣрамъ, или по разстоянію. Я самъ видѣлъ въ Германіи много маленькихъ передачъ, которыя нигдѣ не описаны.

19⁰. Я окончилъ, М. Г. и М. Г., свою нелегкую задачу изложить вамъ новѣйшіе успѣхи одной изъ областей нашего знанія, которые связаны съ общимъ развитіемъ ученія объ электричествѣ, этого таинственнаго агента вселенной.

Мы видимъ, что электричество въ рукахъ современнаго человѣка представляетъ покорное орудіе, которое онъ всюду прилагаетъ, которое улучшаетъ и удешевляетъ его существованіе. Оно ежедневно завоевываетъ себѣ больше и больше мѣста въ нашемъ обиходѣ и выполняетъ рядъ не только самыхъ тонкихъ работъ, но и тяжелыхъ. Въ одной Америкѣ за 1891 г. насчитывали 1985 большихъ центральныхъ станцій ¹⁾ которыя снабжали свѣтомъ и энергіей своихъ многочисленныхъ абонентовъ; въ Европѣ теперь только въ рѣдкомъ городѣ нѣтъ электрическаго освѣщенія, преимущества котораго передъ остальными родами освѣщенія такъ огромны.

Въ Швейцаріи и Германіи этою роскошью пользуются уже въ маленькихъ городкахъ и деревняхъ. Мы ужъ такъ свыклись и такъ присмотрѣлись къ электрическому освѣщенію, что оно больше насъ не удивляетъ; оно вошло въ нашу жизнь. И дѣйствительно, какъ не привыкнуть въ нему, когда въ одномъ Парижѣ въ 1893 г. горѣло 200000 лампъ накаливанія и 5½ тысячъ дуговыхъ ²⁾, а въ Берлинѣ въ 1894 г. 309000 лампъ, что составляетъ 60⁰/о отъ полного числа всѣхъ горѣвшихъ лампъ! Но въ этомъ отношеніи Берлинъ вовсе не исключеніе, потому что Дюссельдорфъ даетъ 62⁰/о, Кенигсбергъ 65⁰/о Штеттинъ 71⁰/о и Эльберфельдъ 88⁰/о ³⁾! Когда въ одной Германіи въ 1894 г. было 6020 установокъ ⁴⁾.

¹⁾ E. T. Z., 1891, № 10, p. 133.

²⁾ E. T. Z., 1895, № 12, p. 178.

³⁾ Электричество, 1895, № 4, p. 57.

⁴⁾ Электричество, 1895, № 1, p. 15.

Примѣненія электричества становятся все болѣе и болѣе разнообразными и смѣлыми. Уже теперь электрическіе вагоны пробѣгаютъ въ общей сложности большое разстояніе въ 13000 *km* въ Америкѣ ¹⁾ и 457 *km* ²⁾ въ Европѣ (въ 1894 г.), причемъ одна треть дорогъ принадлежитъ Германіи. Изъ этого числа на долю Россіи, а именно въ г. Кіевѣ, приходилось 10 *km*. Эти дороги быстро растутъ: въ 1894 г. въ Германіи ихъ было всего 168 *km*, а въ 1895 году ихъ уже насчитывали 340 *km* ³⁾. Глядя на такое быстрое распространеніе этихъ дорогъ, можно съ увѣренностью сказать, что лѣтъ черезъ 10-20 въ Европѣ на трамваяхъ мы уже не увидимъ лошадей.

Электричество начинаетъ вытѣснять изъ европейскихъ портовъ тѣхъ тружениковъ-носильщиковъ, которые еще и теперь работаютъ въ качествѣ машинъ при нагрузкѣ и разгрузкѣ кораблей, надрывая свои жизненные силы. Электрически оборудованныя гавани, электрическіе элеваторы и краны являются ихъ конкурентами и замѣстителями. И какъ они выполняютъ свое дѣло! Въ Копенгагенѣ сдѣлана такая установка на 460 *HP* на протяженіи 35 *km*; эта система позволяетъ разгрузить пароходъ въ 2800 тоннъ зерна въ 31 часъ, при чемъ зерно взвѣшивается и складывается на мѣсто въ элеваторѣ, а расходы на токъ достигаютъ всего 70 руб. Портъ роскошно освѣщенъ 2000 лампъ накаливанія, 107 дуговыми фонарями; при такомъ свѣтѣ можно работать непрерывно день и ночь и не задерживать на мѣстѣ пароходъ въ теченіе 10 дней, которые уходили при старомъ способѣ ⁴⁾

Въ Амстердамѣ сложное управленіе шлюзами совершается при помощи электрическихъ механизмовъ, способныхъ выдерживать натяженіе въ 10000 *kg*: въ эти шлюзы могутъ свободно входить величайшіе корабли, причемъ функціонированіе воротъ очень быстрое. Такое оборудованіе шлюзныхъ сооружений Амстердама принадлежитъ къ выдающимся во всемъ мірѣ ⁵⁾.

Но что въ особенности обращаетъ наше вниманіе, такъ это приложеніе электричества къ земледѣлію. Починъ въ этомъ отношеніи принадлежитъ Циммерману и К^о въ Галле, которые произвели соот-

¹⁾ Е. Т. Z., 1895, № 18, р. 282.

²⁾ Электричество, 1895, № 1, р. 15.

³⁾ Е. Т. Z., 1895, № 18, р. 282.

⁴⁾ Е. Т. Z., 1895, № 36, р. 573-581. Въ Одессѣ Ю.-В. ж. д. также вводятъ этотъ способъ нагрузки, а электрическіе элеваторы устроены въ Москвѣ и Новороссійскѣ.

⁵⁾ Е. Т. Z., 1895 № 14, р. 208.

вѣтственные опыты; въ своемъ отчетѣ германскому земледѣльческому обществу Римпау-Шлангштедтъ показываетъ всю выгоду этого при- мѣненія. Въ самомъ дѣлѣ, запашка на глубину 35 *см* волами стоитъ 50 марокъ отъ гектара, паромъ 39.₃₆ мар., электричествомъ 20.₅ мар., т. е. почти въ два съ половиною раза дешевле запашки волами ¹⁾. Эти опыты не единственные. Надавно Schuckert & C^o ²⁾ произвели блестящіе опыты по запашкѣ полей въ присутствіи представителей отъ прусскаго и мекленбургскаго правительствъ, вблизи Rostock'a.

Въ Америкѣ опыты съ замѣною паровыхъ двигателей электрическими для различныхъ работъ по молочному хозяйству и вообще по сельскохозяйственному производству дали блестящій результатъ; экономія противъ паровыхъ двигателей получалась огромная, до 50% ³⁾.

И надъ всѣмъ этимъ господствуетъ широкозадуманный проектъ штата Аризона Сѣв. Америки, гдѣ думаютъ утилизировать воды Коло- rado за 30 *км* до устья на 50000 *HP*. Эта колоссальная энергія распре- дѣлится между 500 рудниками, разбросанными другъ отъ друга на разстояніи 50 *км*, и по пути будетъ орошать болѣе 200 миллио- новъ гектаровъ пахотной земли ⁴⁾.

Вотъ примѣры, которые достойны нашего подражанія ⁵⁾; вотъ источники народнаго богатства, которые находятся въ нашемъ рас- поряженіи и ждуть своей разработки! Мы пока только осторожно присматриваемся къ новому дѣлу и лишь кое гдѣ заводимъ новыя сооруженія. Но пора и намъ подумать о широкомъ утилизированіи нашихъ водопадовъ, нашихъ огромныхъ рѣкъ и озеръ, нашихъ уголь- ныхъ и нефтяныхъ районовъ; пора снабдить дешевою энергіею на- шего земледѣльца, промышленника и кустаря, чтобы обезпечить имъ сбытъ своего производства какъ дома, такъ и на міровомъ рынкѣ! Въ успѣхѣ новой системы больше нѣтъ сомнѣній, она несетъ съ со- бою экономическое развитіе страны и народное благосостояніе.

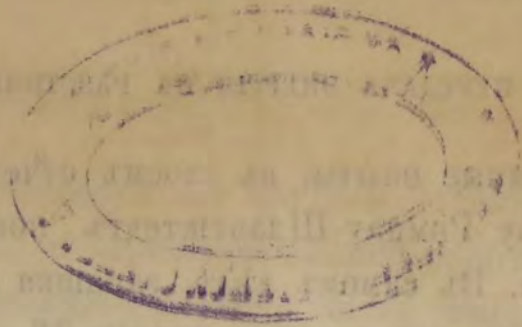
¹⁾ Электричество, 1895, №№ 13-14, р. 188.

²⁾ E. T. Z., 1896, № 3, р. 39.

³⁾ E. T. Z., 1895, № 6, р. 91.

⁴⁾ Электричество, 1895, № 18, р. 256.

⁵⁾ Изъ передачъ энергіи на разстояніе въ Россіи мы пока знаемъ лишь одну—Ох- тенскую на 350 *HP* (Электричество, 1895, № 19—20, р. 285.) и другую въ Змѣиногор- скомъ на 35 *HP* (Электричество, 1895, № 7, р. 111). Передачу на территоріи заводовъ мы не считаемъ.



Записка о состояніи и дѣятельности Императорскаго Университета св. Владиміра въ 1895 г.

По Высочайшему повелѣнію Императора Николая I отъ 8 ноября 1833 года открытый въ 1834 году (15 іюля) Университетъ св. Владиміра пережилъ уже два устава, особо для него Высочайше утвержденные 25 декабря 1833 г. и 9 іюня 1842 г., и одинъ общій съ другими университетами 1863 года, и по истеченіи пятидесятилѣтія своего существованія съ 1884 г. вступилъ подъ дѣйствіе новаго общаго устава для російскихъ университетовъ, Высочайше утвержденного 23 августа того года. На основаніи сего устава университетъ нынѣ представляетъ отчетъ за 61-й годъ, предлагая въ немъ свѣдѣнія: 1) о личномъ составѣ и его дѣятельности, 2) о состояніи учебно-вспомогательныхъ учрежденій и 3) о составѣ учащихся и занятіяхъ ихъ.

Главнѣйшія свѣдѣнія изъ отчета университета таковы:

I. О личномъ составѣ.

Въ личномъ составѣ въ теченіе года произошли нѣкоторыя перемѣны. Смерть похитила у университета четырехъ почетныхъ и двухъ дѣйствительныхъ членовъ его.

1) Скончавшійся 3 іюня въ Царскомъ Селѣ Н. Х. Бунге занималъ въ жизни университета св. Владиміра и въ жизни г. Кіева исключительное мѣсто. Уроженецъ Кіева, воспитанникъ старѣйшей кіевской гимназіи и студентъ одного изъ первыхъ выпусковъ только что возникшаго Кіевскаго университета, онъ вступилъ въ жизнь въ то время, когда нашъ городъ началъ оживать, послѣ вѣковаго сна,

