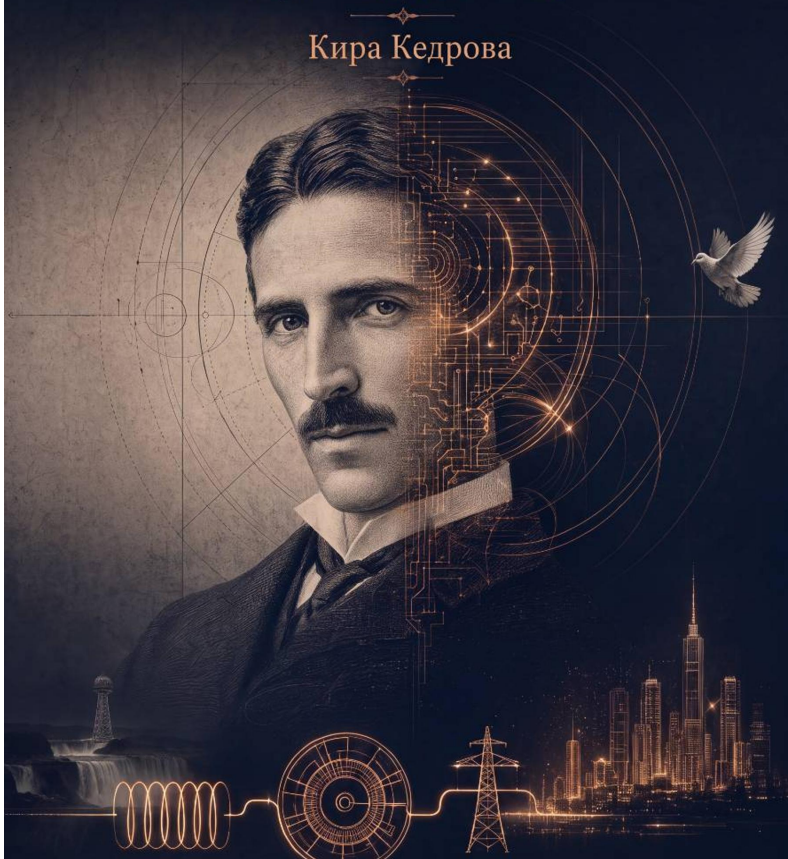


# Когда будущее стало светом

Никола Тесла: жизнь, открытия  
и цена великого замысла

Кира Кедрова



**Кира Кедрова**

# **Когда будущее стало светом. Никола Тесла: жизнь, открытия и цена великого замысла**

*<https://litres.ru/74258098>*

*SelfPub; 2026*

## **Аннотация**

Никола Тесла умел мысленно строить машины ещё до того, как металл попадал в мастерскую. Его разработки в области вращающегося магнитного поля легли в основу многофазных электродвигателей, а радиоуправляемая лодка впервые показала широкой публике, что машиной можно управлять без проводов. Не всякая идея выдержала встречу с реальностью: пожар уничтожил нью-йоркскую лабораторию, башня Ворденклиф так и не была завершена, а многие поздние проекты остались без достаточной проверки, финансирования и промышленной поддержки. В этой документально-художественной биографии, основанной на письмах, интервью, патентах и свидетельствах современников, Тесла сам рассказывает о своей жизни — от детства в Смиляне до последних лет в Манхэттене. Это история прозрений и заблуждений, славы и одиночества, инженерных побед и великих замыслов, опередивших своё время. Одни из

них вошли в повседневную жизнь миллионов, другие остались обещанием будущего — и стали частью цены, которую Тесла заплатил за свою мечту.

# Содержание

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| ГЛАВА 1. Ребёнок света                               | 5  |
| Глава 2. Вспышки в темноте                           | 15 |
| Глава 3. Медное сердце Граца                         | 26 |
| Глава 4. Чертёж на песке                             | 39 |
| Глава 5. Париж, Страсбург и билет в<br>неизвестность | 52 |
| Конец ознакомительного фрагмента.                    | 61 |

# **Кира Кедрова**

## **Когда будущее стало светом. Никола Тесла: жизнь, открытия и цена великого замысла**

### **ГЛАВА 1. Ребёнок света**

Согласно семейному преданию, моя жизнь началась с электрического разряда.

Позднее я не раз думал, что природа иногда заранее подаёт человеку знак, словно предупреждая, с какими силами ему предстоит иметь дело. Для меня таким знаком стала летняя гроза, разразившаяся над Ликой в ночь с 9 на 10 июля 1856 года.

Разумеется, я не мог помнить ту ночь. Но мать рассказывала о ней так часто и так живо, что со временем её рассказ почти слился с моими собственными воспоминаниями.

Смилян, небольшая деревня на Военной границе Австрийской империи, содрогался от грома. Ветер бил в ставни, дождь хлестал по крыше, а молнии на краткие мгновения

вырывали из темноты дом, двор и склоны далёких гор. На сквозняке дрожало пламя свечей. После особенно близких ударов в комнату проникал острый запах грозового воздуха.

Рассказывали, что повитуха, принимавшая роды, крестилась после каждого удара грома. Когда молния вспорола небо и почти сразу дом сотряс оглушительный грохот, она посмотрела на меня и прошептала:

— Дурной знак. Это будет дитя тьмы.

Мать была измучена, но ответила без страха:

— Нет. Дитя света.

Не знаю, прозвучали ли эти слова именно так: семейная память любит придавать прошлому законченную форму. Но в этой истории уже заключалось противоречие, сопровождавшее меня всю жизнь: один человек видел в неведомой силе угрозу, другой — обещание света. Один отступал перед стихией, другой верил, что её можно обратить к созиданию.

Я рос в мире, который редко бывал безмолвным. Он шумел, пах, двигался и отзывался на каждое прикосновение.

За долиной темнели отроги Велебита. Зимой мёрзлая трава хрустела под подошвами, а воздух был так холоден, что от первого вдоха перехватывало дыхание. Весной горные ручьи наливались талой водой и с шумом прокладывали себе путь между камнями. Я опускал в них руки, пытаюсь поймать лягушек, чьи влажные спины серебрились на свету, и терпел ледяное жжение, пока пальцы не немели.

Позднее мне не раз казалось, что Смилян был моей пер-

вой лабораторией. Тогда мне просто хотелось понять, почему вода огибает один камень и разбивается пеной о другой, почему ветер пригибает ветви, но не всегда ломает их и почему снег под ногами то скрипит, то остаётся беззвучным. Мир не был для меня неподвижной картиной. Всё в нём сталкивалось, сопротивлялось, меняло направление и продолжало двигаться.

Одно из самых ранних воспоминаний связывает этот мир движения с электричеством.

Стояла сухая морозная зима. Дом был натоплен, и воздух в комнатах почти лишился влаги. Одежда потрескивала при движении, отдельные пряди тянулись за пальцами, а прикосновение к металлической ручке иногда отзывалось болезненным уколом.

Я сидел на деревянном полу возле печи и гладил нашего чёрного кота Мачака. Его шерсть была густой, мягкой и тёплой. Он шурился и глухо мурлыкал, не подозревая, что поможет мне впервые увидеть электричество вблизи.

Под ладонью возникло лёгкое покалывание. Я провёл рукой по шерсти ещё раз — медленнее, с нажимом. Послышался сухой треск. В полутьме между моими пальцами и чёрной спиной Мачака вспыхнули тонкие голубоватые искры.

Я отдернул руку. Сердце забилося чаще, но испуг почти сразу уступил любопытству. Я снова коснулся кота, и искры появились вновь.

— Отец, что это?

Милутин поднял голову от книги. В комнате пахло старой бумагой и пчелиным воском; от одежды отца едва слышно тянуло ладаном. Он посмотрел на мою протянутую руку, затем на Мачака.

— Электричество, — сказал он. — Та же сила, что вспыхивает в небе молнией. Только здесь её совсем немного.

Возможно, отец объяснял дольше, но память сохранила лишь главное. Этого ответа мне оказалось достаточно.

До той минуты молния принадлежала только небу. Она была огромной, недостижимой и страшной. Искра на шерсти кота казалась маленькой, почти ручной. Если отец был прав и природа обоих явлений была общей, значит, мир не состоял из разрозненных чудес: то, что происходило в небесах, было связано с искрой под моими пальцами.

Я снова провёл ладонью по спине Мачака и прислушался к треску. Мне представилось, будто природа похожа на огромного зверя, по шерсти которого скользит невидимая рука. Если понять маленькую искру, думал я, однажды можно будет понять и силу, раскаляющую небо над горами.

Мой отец, священник Сербской православной церкви, был человеком строгих правил, железной дисциплины и обширной эрудиции. У него был глубокий, звучный голос; во время проповеди казалось, что слова заполняют церковь до самого свода. Отец любил язык, отличался редкой памятью и умел превратить обыкновенный разговор в испытание для собеседника.



Он надеялся, что я пойду по его стопам и посвящу себя духовному служению. Поэтому с ранних лет готовил меня к жизни, которую считал для своего сына единственно достойной.

Я запоминал длинные отрывки из сербских эпических песен, считал в уме, повторял услышанные фразы в обратном порядке и искал слабые места в рассуждениях. Иногда отец начинал предложение и требовал, чтобы я закончил его. В другой раз он называл несколько предметов, а спустя час просил перечислить их в прежней последовательности.

— Разум подобен клинку, Никола, — говорил он, кладя руку мне на плечо. — Если его не точить, он заржавеет.

Не все эти занятия доставляли мне удовольствие. Некоторые казались сухими и утомительными, особенно когда за окнами шумел ручей или ветер гнал по двору листья. Но постепенно я заметил, что могу удерживать в памяти всё более сложные образы, а моё прежде беспокойное и своевольное внимание начинает подчиняться воле.

Отец воспитывал будущего священника, а сам того не ведая, готовил разум изобретателя.

Постепенно в моём сознании возникло нечто вроде внутреннего чертёжного стола. Я учился удерживать предмет перед внутренним взглядом, поворачивать его и рассматривать с разных сторон. Много лет спустя этот навык станет основой моего метода работы.

В детстве, однако, внутренние образы не всегда повинно-

вались моей воле.

Иногда перед глазами возникали ослепительные вспышки. За ними появлялись геометрические фигуры, лица или предметы, увиденные днём. Они были так отчётливы, что я не сразу отличал их от действительности. Я закрывал глаза, но образы не исчезали — напротив, темнота делала их ещё ярче.

Эти явления пугали меня. Я не умел ни вызывать, ни изменять их по своей воле, но уже пытался замечать, когда они появлялись и как долго сохранялись. Наблюдение не избавляло от страха, зато мешало страху полностью овладеть мной.

Если отец учил меня удерживать мысль, то мать первой показала, как мысль становится вещью.

Георгина, которую в семье называли Джукой, не получила систематического образования, но отличалась необыкновенной памятью и редкой практической изобретательностью. Она знала наизусть множество сербских эпических песен и могла часами читать их, не повторяясь.

В кухне, где пахло хлебом, сушёными травами и дымом, я подолгу наблюдал за её работой. Её пальцы, огрубевшие от постоянного труда, двигались точно и уверенно. Она мастерила приспособления, облегчавшие домашний труд, совершенствовала неудобные инструменты и не считала недостатки вещей неизбежными.

Особенно хорошо я помню её ткацкий станок. Его рит-

мичный стук наполнял дом и сливался с шумом дождя, потрескиванием дров и мерным ходом часов.

Однажды мать остановила станок, сняла одну из деталей и долго рассматривала её, поворачивая в руках. Затем выбрала кусок твёрдого дерева, вырезала замену, тщательно сгладила неровности и установила её на место.

Станок заработал ровнее. Челнок заскользил легче, нить стала ложиться точнее, а привычный стук сделался более частым и чистым.

Я следил за движением механизма и понимал, хотя ещё не умел выразить этого словами: плохо работающую вещь можно изменить, а недостаток силы или быстроты человеческой руки — восполнить устройством.

Если отец учил меня удерживать мысль, то мать первой показала, как мысль становится вещью.

Она не рассуждала о законах природы, но вся её работа учила меня одному: природная сила становится полезной, когда человек находит для неё верное направление. Вода течёт, ветер давит на преграду, натянутая нить стремится выпрямиться, дерево сопротивляется резцу. Человек не создаёт этих свойств — он лишь учится ими пользоваться.

Однажды я попытался применить этот урок сам.

Я сидел на берегу ручья, вдыхая влажный запах тины, земли и нагретых солнцем камней. Вода торопливо огибала препятствия, закручивалась в маленьких воронках и сбегала вниз по каменистому руслу. Я долго следил за течением и

вспоминал деревенские мельницы. Их большие колёса вращались под напором воды, а мне хотелось узнать, сумеет ли поток привести в движение колесо без обычных лопастей.

Из куска дерева я вырезал неровный диск, проделал в центре отверстие и пропустил через него тонкую ось. Края остались грубыми, поверхность — далёкой от гладкости, но в моих глазах это была настоящая машина.

Я укрепил ось над ручьём и осторожно опустил нижнюю часть диска в поток.

Несколько мгновений ничего не происходило. Вода ударялась о дерево, обтекала диск и брызгала мне на руки. Я уже решил, что устройство не заработает.

Потом диск дрогнул.

Он повернулся на малую долю круга, остановился и снова сдвинулся. Поток цеплялся за неровности поверхности, давил на погружённый край и срывался с дерева. Колесо двигалось медленно и неравномерно, временами почти замирало, но затем снова продолжало вращаться.

Я замер, боясь пошевелиться.

Диск был лишён лопастей и совсем не походил на мельничное колесо. Он не мог совершать полезную работу, а его движение зависело от неровностей дерева, изменчивого течения и трения в оси. Но тогда всё это не имело для меня значения.

Я предложил ручью условие — и он ответил движением. Штанины на коленях промокли, пальцы онемели от хо-

лодной воды, но я не замечал этого. Я смотрел, как неуклюжий деревянный диск снова и снова совершает оборот, и испытывал восторг, не похожий на радость обладания. Я ничего не получил и ничем не завладел. Я лишь увидел, как мысль, ещё недавно существовавшая только в моём воображении, начала двигаться в реальном мире.

Возможно, тогда я впервые почувствовал разницу между наблюдением и изобретением. Наблюдатель следит за течением воды; изобретатель пытается направить её движение.

Вскоре пришло время покинуть Смилян.

Отца перевели служить в Госпич, и дом наполнился непривычной суетой. Мать складывала одежду и домашнюю утварь, отец перебирал книги, сёстры то и дело выбегали во двор. Вещи, всегда имевшие своё место, исчезали в сундуках, и комнаты постепенно пустели.

Мне казалось странным, что дом может так быстро утратить привычный облик. Ещё недавно каждый предмет был частью установленного порядка; теперь полки обнажились, стены словно раздвинулись, а наши голоса зазвучали непривычно гулко.

Перед отъездом я вышел к ручью.

Моё колесо перекосилось и едва держалось на оси. Поток упрямо давил на диск, и тот медленно поворачивался, словно продолжал опыт без меня.

Я поправил опору, хотя понимал, что это ненадолго. Потом сел на берег и в последний раз посмотрел на воду, камни

и тёмные склоны вдали.

Во дворе пахло соснами и влажной землёй. За домом начиналась дорога, уходившая за пределы деревни. Я смотрел на неё скорее с любопытством, чем со страхом. Смилян научил меня замечать движение, скрытое в самых обычных вещах. Теперь мне хотелось узнать, какие силы действуют за пределами знакомой долины — среди незнакомых домов, улиц и людей.

Я ещё не знал, каким оглушительным покажется мне Госпич и сколько новых образов обрушится там на мой беспокойный разум. Не знал и того, что дорога в новый город не освободит нас от горя, уже вошедшего в нашу семью.

Но тогда дорога казалась только обещанием.

Если даже маленький ручей скрывал в себе столько силы и движения, что же ожидало меня впереди?

## Глава 2. Вспышки в темноте

Начало 1860-х годов сохранилось в моей памяти не как последовательность событий, а как несколько картин, наложенных одна на другую. Смерть Дане, изменившийся дом в Смиляне, сборы, дорога и переезд в Госпич были разделены во времени, но позднее слились для меня в один долгий перелом. После него прежней не осталась ни наша семья, ни моя собственная жизнь.

Мой старший брат Дане считался необыкновенно способным мальчиком. Он быстро учился, обладал острым умом, и родители связывали с ним большие надежды. Я восхищался им и одновременно болезненно ощущал, что рядом с ним мои собственные успехи кажутся менее значительными. Позднее я назвал бы это ревностью младшего брата; тогда же мне просто казалось, что Дане всё удаётся раньше и легче.

Несчастье было связано с лошадыю. Именно так о нём говорили в семье, хотя отдельные подробности в позднейших пересказах расходились. В моей памяти тот день не сохранился как связная последовательность: остались резкий крик, торопливые шаги, хлопнувшая дверь и тревожные голоса взрослых. Потом дом наполнился запахом воска и ладана.

Дане умер.

После смерти Дане отец словно стал ниже ростом. Прежде

он всегда держался прямо; теперь часто сидел, опустив голову, и подолгу молчал над раскрытой книгой. Его сильный голос, заполнявший церковь до самого свода, дома звучал глуше и тише.

Мать продолжала работать, но привычный ритм ткацкого станка то и дело нарушался. Иногда челнок останавливался посреди движения, и она надолго замирала, глядя перед собой. Потом словно вспоминала о незаконченной работе,правляла нить и снова пускала станок.

Я был слишком мал, чтобы понять их горе, но уже достаточно взрослым, чтобы постоянно ощущать его присутствие. В доме возникла пустота, которую не могли заполнить ни слова, ни возвращение к привычному порядку. Иногда меня хвалили, а затем разговор внезапно обрывался. Тогда я не понимал причины таких пауз. Лишь позднее мне стало казаться, что радость за живого сына невольно соединялась у родителей с памятью о том, кого они потеряли.

Вскоре после этого мы покинули Смилян: отец получил новое назначение в Госпич.

После горной долины Госпич показался мне огромным беспокойным механизмом. По улицам грохотали телеги, и удары окованных колёс отдавались под ногами. Воздух пах лошадиным потом, древесным дымом, пылью и свежим хлебом. Из открытых дверей мастерских доносился стук молотков, торговцы перекликались через улицу, где-то лаяли собаки, плакали дети и звонили колокола.



Поначалу этот шум не утомлял меня. Напротив, я жадно вслушивался, стараясь различить отдельные звуки и определить их источник. В Смиляне движение было разлито в воде, ветре и облаках; в Госпиче оно стало плотным, тесным и преимущественно рукотворным. Люди, животные, телеги, ставни и двери непрерывно пересекались, останавливались и вновь приходили в движение. Мне казалось, что город подчиняется сложному закону, которого я пока не понимаю.

Но ни новый дом, ни городская суeta не заглушили память о Дане. Среди множества незнакомых звуков молчание внутри семьи ощущалось ещё сильнее.

В эти годы зрительные явления, начавшиеся ещё в Смиляне, стали особенно мучительными. Было ли их усиление связано с пережитым потрясением, я не знаю. Я замечал только, что вспышки возникали чаще, когда я был испуган, утомлён или возбуждён.

Иногда для этого было достаточно громкого звука или случайно произнесённого слова. Перед глазами вспыхивал ослепительный свет, а вслед за ним возникал образ — лицо, предмет, животное или часть комнаты. Он был настолько отчётлив, что на несколько мгновений заслонял действительность. Стоило кому-нибудь упомянуть лошадь, как я видел напряжённую шею, блестящий глаз и вздрагивающую кожу, хотя никакой лошади рядом не было.

Я закрывал глаза, но темнота не уничтожала образ — иногда он становился ещё ярче.

Поначалу я отмахивался от образов руками, словно мог вытеснить их из воздуха. Мать пугалась, звала меня по имени, брала за плечи и просила смотреть на неё, пока призрачная картина не начинала слабеть.

Постепенно я обнаружил, что непрощеный образ можно вытеснить другим, вызванным намеренно.

Если передо мной возникало незнакомое лицо, я старался вызвать в памяти хорошо знакомый предмет: чашку с отколотым краем, деревянную рукоять ножа, дверную щеколду или колесо телеги. Сначала этот образ оставался тусклым и неустойчивым, а непрощеное видение проступало сквозь него, словно рисунок под тонкой тканью. Но если мне удавалось достаточно долго удерживать внимание, знакомый предмет становился отчётливее, а прежняя картина слабела и исчезала.

Со временем я превратил этот способ защиты в упражнение.

Я мысленно ставил на стол чашку и рассматривал её с разных сторон. Представлял, как свет ложится на глазурь и как тень от ручки перемещается по столу. Затем приближал чашку, отдалял её или поворачивал. Если выбирал колесо, представлял его вращаться; если дверь — следил за дугой движения её края и отмечал, в каком месте он коснётся стены.

Иногда образ распадался, искажался или самопроизвольно превращался во что-нибудь другое. Тогда я начинал упражнение заново.

Так то, что прежде лишь мучило меня, понемногу стало поддаваться контролю. Я ещё не строил в уме сложных машин — до этого было далеко, — но уже понимал, что внутренний образ можно удерживать, поворачивать и приводить в движение. Тогда этот навык прежде всего помогал мне справляться с непрошенными видениями; много лет спустя он станет частью моего метода работы.

Мысленные картины служили мне не только упражнением, но и убежищем. В доме, где молчание напоминало о Дане, я создавал пространства, не связанные с утратой. Я шёл по незнакомым улицам, входил в придуманные дома, встречал людей, которых никогда не видел, наделял их голосами и привычками. На следующий день я возвращался в тот же воображаемый мир и продолжал прерванное путешествие.

В этих воображаемых мирах многое зависело от моей воли. Стены сохраняли форму, предметы оставались на своих местах, а события развивались так, как я им позволял.

Отец продолжал упражнения памяти и внимания, начатые ещё в Смиляне. Теперь я впервые понял их практическую пользу. Новыми были не сами задания, а их значение для меня: они приучали сосредоточиваться на внешнем мире, когда внутренние вспышки пытались заслонить его.

Однако одного внутреннего упражнения было недостаточно. Более определённую цель моему вниманию дала учёба. В Госпиче я продолжил образование и впервые столкнулся с предметами, в которых наблюдение соединялось с рас-

чётом. Постепенно занятия перестали быть только обязанностью: они открывали путь к пониманию тех механизмов и природных явлений, которые с детства занимали меня.

В 1870 году я отправился в Карловац и поступил в Высшее реальное училище, находившееся в районе Раковац. Впервые я надолго покинул семью и оказался в месте, где почти всё было мне незнакомо.

Карловац лежал среди рек и влажных низин. По утрам над водой поднимался густой туман, и сырость, казалось, проникала под одежду. Зимой комнаты плохо прогревались даже возле печей, а дороги после дождей превращались в вязкую грязь. Мне не доставало домашнего тепла, материнской кухни и знакомого голоса отца, но вдали от семьи я впервые смог почти целиком сосредоточиться на учёбе.

Больше других предметов меня привлекала физика.

Физику преподавал Мартин Секулич. В кабинете стояли электростатические машины, катушки, лейденские банки, электроскопы и другие приборы, назначения которых я поначалу не понимал. Стекланные колбы, латунные детали, деревянные основания и провода были разложены на столах с такой точностью, словно каждый предмет служил знаком особого языка.

Когда Секулич приводил в действие электростатическую машину, я забывал обо всём остальном. Диск вращался, заряд накапливался, листки электроскопа расходились, а между металлическими электродами проскакивала искра. Лёг-

кие предметы притягивались и отталкивались, волосы вставали дыбом. Невидимое явление обнаруживало себя в движении, свете и сухом треске разряда.

Я вспоминал Мачака и голубоватые искры на его чёрной шерсти. Тогда электричество впервые оказалось рядом со мной; теперь оно предстало не случайным чудом, а явлением, которое можно было намеренно вызывать, наблюдать и воспроизводить.

Сильнее всего меня поразила повторяемость опыта.

Молния над домом в Смиляне казалась проявлением необузданной стихии. В кабинете Секулича искра возникала всякий раз, когда прибор был правильно собран и приведён в действие. Это не делало электричество менее загадочным. Напротив, загадка становилась глубже: при одинаковых условиях природа отвечала одинаковым результатом.

Мне всё яснее казалось, что электричество станет одной из основ будущей техники.

Я много занимался математикой и физикой, нередко продолжая работу далеко за полночь. Учебный курс, рассчитанный на четыре года, мне удалось завершить за три. Однако позднейшая память легко превращает юношеское усердие в легенду о полном самоотречении. Я уставал, как всякий человек: бывали дни, когда цифры расплывались перед глазами, а мысль утрачивала точность.

Но усталость не меняла главного: я уже знал, какому делу хочу посвятить жизнь.

Я хотел стать инженером.

Моё желание всё явственнее расходилось с надеждами отца. Он по-прежнему видел во мне будущего священника. Для него духовное служение не означало ни отказа от мысли, ни ограничения человеческих способностей. Он сам обладал обширными знаниями, любил язык и требовал строгой логики. Вероятно, отец надеялся, что церковь даст моим способностям достойное направление, а мне самому — нравственную опору и устойчивое положение.

Я уважал путь отца, но понимал, что не смогу его повторить. Мне хотелось исследовать природные явления, строить машины и превращать энергию в полезную работу. Отказ от инженерного дела казался отказом от той части моей натуры, которую я уже не мог подавить.

Открыто спорить с отцом было трудно. Его решение казалось окончательным, а мой выбор он, по-видимому, считал юношеским увлечением, которое со временем пройдёт. Поэтому и после окончания училища моё будущее оставалось неопределённым.

Летом 1873 года, окончив училище, я вернулся в Госпич, хотя родители предупреждали меня о вспышке холеры. Вскоре я заболел.

Болезнь едва не стоила мне жизни, а истощение и слабость затянули выздоровление почти на девять месяцев. В самые тяжёлые дни я не мог подняться без помощи. Меня мучили жажда и судороги; порой казалось, что даже для дыхания

требуется усилие, которого у меня уже нет.

Во время болезни особенно усилилась моя чувствительность к свету и звукам. Тиканье часов в соседней комнате казалось невыносимо отчётливым, скрип двери заставлял вздрагивать. Даже узкая полоса дневного света между шторами резала глаза, и я просил затемнить комнату.

В комнате пахло лекарственными травами, воском и влажным бельём. Мать почти не отходила от меня: приносила воду, поправляла одеяло и старалась двигаться бесшумно, хотя я всё равно различал каждый её шаг.

Отец входил реже, но по его лицу я видел, как сильно он тревожится. После смерти Даны возможность новой утраты, вероятно, была для него особенно страшна. Запах ладана, сохранившийся на его одежде, напоминал мне дни после смерти брата, и от этого становилось ещё тяжелее.

Долгое лежание нарушило обычное ощущение времени. Дни различались лишь по свету за шторами и голосам в доме. Иногда я пробуждался после тяжёлого сна и не сразу понимал, утро сейчас или вечер.

Внутренние вспышки снова участились, но у меня почти не оставалось сил противостоять им. По потолку скользили полосы света; возникали лица, колёса, фрагменты комнат и непонятные знаки. Они появлялись и исчезали прежде, чем я успевал сосредоточиться на одном из них.

В один из самых тяжёлых дней отец сел у моей кровати. Он заметно постарел. Знакомый запах ладана от его одежды

смешивался с горечью лекарств.

Я увидел на его лице слёзы.

Прежде мне казалось, что отец способен выдержать любое испытание. Его слёзы испугали меня сильнее, чем собственная слабость: впервые я увидел, что и он боится самого худшего.

Говорить было трудно. Я дождался, пока дыхание немного выровняется, и произнёс:

— Может быть, я поправлюсь, если ты позволишь мне изучать инженерное дело.

Я не пытался воспользоваться страхом отца. Просто инженерное дело оставалось единственным будущим, которое я мог признать своим. Если после выздоровления меня всё равно ожидала семинария, надежда на будущее оставалась для меня неполной.

Отец долго молчал.

Он смотрел на меня долго и внимательно. Мне казалось, что память о Дане в эту минуту особенно остро стояла между нами. Соглашаясь, отец отказывался не только от прежнего решения, но, возможно, и от надежд, которые много лет связывал с моим будущим.

Наконец он сжал мою руку.

— Ты поступишь в лучшее техническое учебное заведение в мире, — сказал отец. — Я обещаю.

Я закрыл глаза.

Не знаю, могло ли это обещание повлиять на течение бо-



лезни. Но оно вернуло мне желание сопротивляться. Впервые за долгое время будущее перестало быть пустотой — у него появилось направление.

Выздоровление было медленным. Сначала я смог приподняться на подушках, затем — сесть, опираясь на спинку кровати. Позднее сделал несколько шагов по комнате, держась за мебель. Каждый шаг требовал усилия, но теперь это усилие вело к определённой цели.

Однажды мать открыла окно, и в комнату вошёл прохладный воздух, пахнувший сырой землёй и холодом. После месяцев лекарственной горечи и духоты этот запах казался почти осязаемым. Я вдохнул глубже, чем прежде, и впервые поверил, что действительно выживу.

Значительную часть следующего года я провёл вдали от городской тесноты, среди лесов и гор. После долгой неподвижности приходилось заново привыкать к неровной земле, подъёмам и холодному ветру. Постепенно силы возвращались.

Когда силы вернулись, отец сдержал слово.

В 1875 году я получил возможность поступить в Императорско-королевскую политехническую школу в Граце. Там меня ждали высшая математика, механика, физика и электротехника — всё то, с чем прежде я соприкасался лишь в книгах, на опытах Секулича и в собственном воображении.

Оставалось проститься с домом и сесть в поезд, который должен был увезти меня в Грац.

## Глава 3. Медное сердце Граца

Осенью 1875 года, вскоре после того, как мне исполнилось девятнадцать, я отправился в Грац.

После болезни и долгого выздоровления сама возможность этой поездки казалась почти невероятной. Ещё недавно несколько шагов по комнате требовали от меня усилия; теперь поезд уносил меня всё дальше от Госпича, к жизни, право на которую я отстаивал сам. Отец сдержал обещание, данное у моей постели, и я чувствовал, что не имею права распорядиться этим даром легкомысленно.

Колёса мерно ударили на стыках рельсов. В приоткрытое окно проникал воздух, пахнувший угольным дымом, влажной землёй и хвойным лесом. Я следил за изгибами рек, опорами мостов и телеграфными проводами, которые то поднимались, то опускались вслед за дорогой.

Особенно меня занимали мосты. Поезд всей своей тяжестью входил на металлический пролёт, и конструкция отвечала низким гулом. Отдельная балка казалась слишком тонкой для такой нагрузки, но в составе фермы каждый элемент передавал усилие соседним, а опоры принимали общий вес. Уже тогда меня привлекала мысль, что надёжность машины или сооружения определяется не только прочностью отдельных частей, но и тем, как распределяются усилия между ними.

Грац встретил меня шумом экипажей, незнакомой речью и тесно поставленными городскими домами. Над крышами поднимался Шлоссберг; на улицах пахло каменным углём, сыростью и жареными каштанами. Однако сам город интересовал меня прежде всего потому, что здесь находилась Императорско-королевская политехническая школа.

Когда я впервые вошёл в здание школы, меня охватило волнение, напоминавшее то, которое я испытывал в физическом кабинете Мартина Секулича. Но здесь всё было значительнее по масштабу. Коридоры пахли холодным камнем, воском и меловой пылью. За дверями аудиторий доказывали теоремы, строили диаграммы, исследовали свойства веществ и разбирали устройство машин. Знание, прежде рассеянное по отдельным книгам и опытам, здесь было приведено в систему.

Я приехал с намерением посвятить учёбе все силы.

Позднее я писал, что начинал занятия в три часа утра и заканчивал в одиннадцать вечера, не делая исключения ни для воскресений, ни для праздников. Возможно, память придала этому распорядку излишнюю регулярность, но в главном она меня не обманывала: в первый год я действительно работал почти без отдыха.

Просыпаться приходилось в холодной комнате. Вода в кувшине за ночь становилась почти ледяной, и после умывания сон исчезал мгновенно. Пока город ещё не проснулся, я повторял доказательства, решал задачи и приводил в по-

рядок записи предыдущего дня. Затем начинались лекции и практические занятия. Вечером я снова садился за книги и нередко замечал наступление ночи лишь тогда, когда лампа начинала коптить, а строчки расплывались перед глазами.

Больше всего меня увлекала связь между математическим выражением и физическим явлением. Формула переставала быть простым рядом знаков, когда я понимал, какое движение, давление или превращение энергии она описывает. Некоторые доказательства я мог воспроизводить почти построчно, но одной памяти мне было недостаточно: я старался увидеть действие закона.

Задачу по механике я превращал во внутреннюю модель. Представлял рычаг, точку опоры и приложенные силы, перемещал груз и следил, как меняются плечи. Геометрическое тело я поворачивал, рассекал воображаемыми плоскостями и снова соединял. Способность, которая в детстве помогала мне вытеснять мучительные зрительные образы, теперь становилась рабочим инструментом.

Экзамены первого года я сдал с высшими оценками. Преподаватели отмечали мои способности, но некоторых тревожил мой образ жизни. По моим позднейшим воспоминаниям, они предупреждали отца, что такой режим может снова подорвать моё здоровье.

Тогда эта тревога казалась мне преувеличенной. Болезнь осталась позади, силы вернулись, а успехи как будто доказывали, что выбранный режим оправдан. Я ещё не понимал,

что способность долго работать не освобождает человека от потребности в отдыхе. Напротив, чем легче мне давалось напряжение, тем позднее я замечал его последствия.

На втором году обучения главным предметом для меня стала физика.

Физику преподавал профессор Яков Пешль, строгий и опытный экспериментатор. Он не ограничивался выводами на доске и сопровождал объяснения демонстрациями. Приборы в его кабинете не служили украшением: каждый из них должен был наглядно обнаружить действие закона, который без опыта оставался бы отвлечённым утверждением.

Зимой в аудитории было холодно. Студенты сидели на деревянных скамьях в застёгнутых сюртуках, и порой в воздухе был виден пар от дыхания. На демонстрационном столе стояли батареи, измерительные приборы и электрические машины. Металл тускло блестел при свете ламп; от изоляции и нагретых проводов исходил особый запах, с тех пор навсегда связанный для меня с лабораториями.

Однажды в аудитории показали машину Грамма.

Она была гораздо массивнее электростатических приборов, которые я видел у Секулича. На тяжёлой станине располагались магнитная система, кольцевой якорь и коллектор, составленный из медных пластин. К поверхности коллектора прижимались щётки, образуя скользящий электрический контакт. Машина предназначалась для работы в качестве генератора, но могла продемонстрировать и обратимость элект-

трической машины: при подаче тока её якорь начинал вращаться, и машина действовала как двигатель.

Пешль объяснил устройство машины, проверил соединения и подал знак ассистенту.

После щелчка выключателя якорь пришёл в движение. Сначала он вращался медленно, затем звук машины стал выше. Между щётками и пластинами коллектора появились голубоватые искры: они то ослабевали, то вспыхивали снова. В воздухе почувствовался резкий запах озона, нагретого металла и изоляции.

Я не мог отвести глаз от этого узла.

В опытах Секулича искра служила наглядным свидетельством электрического действия. Здесь её значение было иным. Машина выполняла полезную механическую работу, но ток в обмотке вращающегося якоря переключался с помощью коллектора и щёток. Скользящий контакт нагревался и изнашивался, а коммутация сопровождалась искрением.

Разумеется, искрение не означало, что машина Грамма была непригодна. Его можно было уменьшить правильной установкой щёток, качеством поверхности коллектора и выбором подходящего режима работы. Инженеры совершенствовали такие машины и добивались устойчивой эксплуатации. Но меня занимало не улучшение существующего узла.

Я хотел устранить саму необходимость механической коммутации.

Пока якорь вращался, перед моим внутренним зрением

возникла копия машины. Я мысленно убрал щётки, затем коллектор — и движение прекратилось. Я менял расположение обмоток, но не мог получить непрерывного вращающего момента. Стоило отказаться от известного способа переключения тока, как исчезал и механизм, поддерживавший вращение.

И всё же мне казалось, что решение должно существовать. Когда профессор закончил объяснение и предложил задавать вопросы, я поднялся со своего места и спросил, нельзя ли обойтись без коллектора. Пешль в ответ потребовал объяснить, каким образом в таком случае будет поддерживаться непрерывное вращение. Я предположил, что механическое переключение можно заменить изменением переменного тока.

Я не предлагал готовой конструкции. У меня не было ни схемы обмоток, ни расчёта магнитного поля, ни объяснения того, почему вращающий момент должен сохранять одно направление. Я видел недостаток существующей машины и хотел устранить его, но между отказом от прежнего принципа и созданием нового оставался логический пробел.

Пешль возразил, что простой переменный ток лишь периодически меняет направление. Само по себе это ещё не объясняло, почему ротор должен непрерывно вращаться, а не колебаться или останавливаться.

Я ответил, что изменения тока, вероятно, можно согласовать так, чтобы они поддерживали движение ротора.

Профессор не принял этого ответа. Пока я не мог показать, откуда берётся направленный вращающий момент, у меня не было машины — только предположение о ней.

Его возражение было неприятным, но справедливым.

Позднее я описывал эту сцену как публичное столкновение и, возможно, придавал словам Пешля большую резкость, чем они имели в действительности. В автобиографическом пересказе профессор почти отвергал саму возможность двигателя без коллектора. С течением лет мне стало яснее другое: независимо от тона его ответа он требовал не покорности существующей конструкции, а доказательства нового принципа.

Простое удаление коллектора ничего не решало. Пульсирующее электрическое воздействие, которое лишь усиливается, ослабевает и меняет знак, ещё не создаёт самоочевидного направленного вращения. Требовался иной способ организации магнитного поля, но тогда я ещё не мог его сформулировать.

После лекции я вышел на улицу. Морозный воздух казался особенно резким после запаха нагретого металла и озона. Первой моей реакцией была обида: мне казалось, что профессор слишком быстро отверг возможность, которую я сам ещё не умел выразить.

Но обида скоро уступила место более сильному чувству.

Пешль поставил передо мной вопрос, поиски ответа на который я уже не мог оставить.



Я пошёл к реке Мур. Тёмная вода огибала опоры мостов, у берегов возникали водовороты. Течение сохраняло общее направление, хотя отдельные струи двигались по сложным кривым. Наблюдая за ними, я пытался представить электрическое воздействие, которое не просто меняло бы силу и направление, а перемещалось по окружности.

Перед внутренним взором появилось железное кольцо с ротором внутри. Я мысленно возбуждал разные участки кольца, заставляя магнитное воздействие переходить от одной точки к другой. Ротор начинал двигаться, но при проверке всякий раз обнаруживалось, что я незаметно ввёл в систему тот или иной переключатель. В новой конструкции возвращался тот же принцип коммутации, от которого я хотел избавиться.

Я начинал сначала.

Если магнитное воздействие только меняло направление, устойчивого вращения не возникало. Если же я заставлял его перемещаться по окружности, то не мог объяснить, что создаёт это перемещение без механического переключения. Внутренняя картина, обычно послушная моей воле, теперь обнаруживала логический разрыв.

Это раздражало меня и одновременно притягивало.

С того дня машина Грамма стала для меня не столько образцом техники, сколько воплощением нерешённой задачи. Медный коллектор был её сердцем: он переключал ток в обмотках якоря и тем самым поддерживал направленное вра-

щение. Но это сердце искрило, нагревалось и изнашивалось. Я хотел заменить его не более совершенным контактным механизмом, а иным принципом создания вращающего момента.

В последующие месяцы я возвращался к задаче при каждом удобном случае. Я рисовал схемы обмоток, менял число полюсов, представлял роторы различной формы. Некоторые конструкции в воображении начинали работать, но при более строгой проверке выяснялось, что я незаметно ввёл в них переключатель, постоянный магнит или внешний источник движения.

Воображение могло создать видимость работы; физика требовала объяснить происхождение каждой силы и каждого движения.

Именно тогда мой способ мышления начал меняться. В детстве я научился удерживать внутренний образ, поворачивать его и приводить в движение. В Граце мне пришлось сделать следующий шаг: мысленная машина должна была подчиняться тем же законам, что и машина из металла. Я проверял, откуда поступает энергия, как замыкается электрическая цепь, при каких условиях возникает сила и почему она направлена именно так. Если хотя бы на один вопрос не находилось ответа, красота конструкции ничего не значила.

Однако решение не приходило.

Успех первого года приучил меня думать, что упорный труд почти неизбежно приводит к результату. Задача бескол-

лекторного двигателя впервые показала предел этого убеждения. Я мог работать дольше, рассматривать больше вариантов и точнее воспроизводить их в уме, но одно лишь количество попыток не рождало нового физического принципа.

Одновременно начал разрушаться порядок моей жизни.

Переутомление не исчезало оттого, что я отказывался его замечать. К нему прибавились денежные затруднения и чрезмерная уверенность в собственной способности управлять собой. Я уже не сохранял дисциплины, которой гордился в первый год. Всё чаще последовательная работа сменялась беспорядочным напряжением: я мог долго заниматься без отдыха, а затем на столь же долгий срок терял способность сосредоточиться.

В это же время я всё глубже втягивался в азартную игру.

Позднее я описывал эту страсть как противника, которого сумел победить одной силой воли. В действительности всё было сложнее. Меня привлекал не только возможный выигрыш: игра казалась системой, которую можно постичь расчётом, наблюдением и самообладанием. Я верил, что способен подчинить случай так же, как прежде подчинял вниманию мысленные образы.

Но случай не подчинялся.

Игра отнимала время и деньги, заставляла скрывать неудачи и разрушала привычку к последовательной работе. Чем больше я проигрывал, тем сильнее мне хотелось верить, что следующая попытка возместит прежние потери. Та же

настойчивость, которая помогала в учёбе, здесь оборачивалась неспособностью остановиться.

Мои успехи становились всё менее ровными. Я пропускал занятия, отдалялся от преподавателей и постепенно утрачивал положение, завоёванное в первый год. Признать это было трудно: ещё недавно я считал себя одним из лучших студентов и верил, что могу выдержать любое напряжение. Теперь эта уверенность мешала мне трезво увидеть происходящее.

Я не окончил политехническую школу и не получил диплома.

Для отца это должно было стать тяжёлым ударом. Он отказался от прежнего намерения направить меня к духовному служению и поддержал мой выбор, а я не сумел завершить начатое. Вместо того чтобы сразу признаться в неудаче, я отдалился от семьи и некоторое время почти не давал о себе знать.

В конце 1878 года я оказался в Мариборе, где получил работу чертёжника. Здесь я впервые в полной мере почувствовал разницу между учёбой и практической службой: от меня требовали не смелых предположений, а точных линий, размеров и расчётов, которые можно было проверить. Работа давала средства к существованию, но не возвращала моей жизни утраченного направления.

Задача двигателя без коллектора оставалась со мной. По вечерам я снова строил в воображении кольца, обмотки и роторы, но каждая конструкция работала лишь до тех пор, по-

ка я не начинал проверять происхождение вращающего момента. При строгой проверке она останавливалась.

Весной 1879 года из-за проблем с документами и правом на проживание мне пришлось покинуть Марибор и вернуться в Госпич.

Возвращение оказалось совсем не таким, как после окончания училища. Тогда передо мной лежало обещанное будущее; теперь я приезжал без диплома и без ясного плана. Но для долгих объяснений времени не осталось: вскоре отец умер.

После его смерти обещание, данное у моей постели, приобрело иной смысл. Пока отец был жив, я мог надеяться когда-нибудь доказать ему, что выбранный путь не был ошибкой. Теперь уже невозможно было исправить то, в чём я перед ним не оправдался. Оставалось продолжать путь, ради которого он однажды изменил своё решение.

При поддержке родственников в 1880 году я отправился в Прагу, надеясь возобновить образование. Однако для обычного зачисления я прибыл слишком поздно и к тому же не соответствовал некоторым формальным требованиям. Я посещал отдельные лекции в Пражском университете и продолжал заниматься самостоятельно, но полноправным студентом не стал.

Прага дала мне новые знания, но не приблизила к решению главной задачи и не обеспечила устойчивого положения. Средства подходили к концу. После Граца, Марибора и

неудачной попытки возобновить образование я уже не мог рассчитывать, что одна учёба приведёт меня к цели. Требовалась работа, которая давала бы заработок и одновременно возвращала меня к электротехнике.

В начале 1881 года появилась возможность отправиться в Будапешт, где создавалась новая телефонная сеть и расширялась система электрической связи. Я принял предложение не потому, что отказался от мысли о двигателе. Мне были нужны заработок, практический опыт и доступ к действующему электрическому оборудованию.

Ни Грац, ни последующие годы не дали мне ни диплома, ни готового изобретения. Но со мной оставался вопрос, впервые возникший перед искрящей машиной Грамма: как получить непрерывное вращение без коллектора и механической коммутации?

Ответа я ещё не знал.

Но уже не сомневался, что природа допускает такой ответ.

## Глава 4. Чертёж на песке

В начале 1881 года я приехал в Будапешт.

Средства, на которые я жил в Праге, почти иссякли, поэтому теперь мне была необходима постоянная служба. Создававшаяся в Будапеште телефонная сеть обещала не только заработок, но и возвращение к практической электротехнике.

Однако к моему приезду телефонное предприятие ещё не начало полноценной работы. Поэтому первое время я служил в Центральном телеграфном управлении венгерского правительства. Когда телефонную станцию ввели в действие, я перешёл туда и занялся наладкой её электрического оборудования.

После университетских аудиторий и самостоятельных занятий практическая служба потребовала от меня иного рода точности. Здесь недостаточно было понять общий принцип или предложить убедительную схему. Линия должна была передавать сигнал, контакты — замыкаться в нужный момент, батареи — обеспечивать необходимое напряжение, а неисправность следовало найти и устранить. Ошибка обнаруживалась не в замечании преподавателя и не в неверном результате вычисления, а в молчащем аппарате.

Работа захватила меня. Я проверял соединения, налаживал приборы, искал причины помех и предлагал изменения в

отдельных узлах. В поздней автобиографии я утверждал, что разработал в Будапеште телефонный повторитель или усилитель, однако устройство не было запатентовано, а описания, позволяющего надёжно восстановить его конструкцию, не сохранилось. Несомненно одно: работа на станции дала мне опыт, которого не могли дать книги.

Залы телеграфа и телефонной станции жили собственным ритмом. Щёлкали ключи, звонили сигнальные устройства, операторы принимали и передавали сообщения. В воздухе смешивались запахи металла, изоляции, сургуча и электролита гальванических элементов. За каждым коротким сигналом стояла протяжённая электрическая цепь, и нарушение в одном её участке могло отозваться неисправностью на другом конце линии.

Вопрос, возникший перед машиной Грамма в Граце, не исчез. Напротив, ежедневная работа с действующими электрическими цепями заставляла меня возвращаться к нему всё чаще. Я по-прежнему хотел понять, как получить непрерывное вращение без коллектора и щёток в самом двигателе, не переключая ток механическими контактами.

К тому времени я уже яснее понимал, почему мои прежние попытки не приводили к решению.

Одна симметричная обмотка, питаемая переменным током, создавала пульсирующее магнитное поле: оно усиливалось, ослабевало и меняло направление вдоль неподвижной оси. В симметричном двигателе такое поле само по себе не



создавало однозначного пускового момента. Оно могло вызывать колебательное воздействие, но не объясняло, почему ротор из состояния покоя должен начать устойчиво вращаться в определённую сторону.

По вечерам я снова строил мысленные модели. Представлял железное кольцо, размещал на нём катушки, изменял их число и взаимное положение. Внутри помещал ротор — цилиндрический, дисковый или составленный из отдельных проводящих частей. Затем мысленно задавал токи в обмотках и пытался проследить, могут ли возникающие силы последовательно создавать момент одного направления.

Почти всякий раз обнаруживалась одна и та же ошибка. Чтобы переносить магнитное воздействие от одного участка окружности к другому, я незаметно вводил в конструкцию переключатель. Он принимал форму коллектора, системы контактов или внешнего механизма. Детали и их расположение менялись, но отвергнутый принцип механической коммутации возвращался.

Воображение позволяло увидеть ротор вращающимся раньше, чем становилась понятна причина его движения. Физика же требовала объяснить, откуда возникает направленный электромагнитный момент.

Задача не оставляла меня ни на службе, ни после неё. Я снова поддался убеждению, будто разум способен работать непрерывно, если достаточно твёрдо подчинить его воле. Сон казался потерей времени, усталость — помехой, ко-

торию следовало игнорировать. Я не хотел признавать, что переутомление накапливается и тогда, когда работа увлекает.

Сначала я, как прежде, легко удерживал внимание на выбранной задаче. Затем внутренние образы стали возникать помимо воли и сохранялись дольше, чем я хотел. После рабочего дня мысленный опыт не прекращался: катушки, полюса и роторы продолжали двигаться перед внутренним взором, хотя новые комбинации уже не приближали меня к решению.

Я спал всё меньше, питался нерегулярно и почти не отдыхал. Постоянный шум станции усиливал утомление. Организм, который я привык считать послушным орудием разума, перестал подчиняться моей воле.

В поздней автобиографии я описывал это состояние как тяжёлое нервное расстройство, сопровождавшееся необычайным обострением чувств. По сохранившемуся рассказу невозможно установить точный диагноз или отделить непосредственное воспоминание от его позднейшей интерпретации. Для меня самого этот период остался одним из самых мучительных испытаний жизни.

По моему позднейшему рассказу, звуки, прежде почти незаметные, стали причинять боль. Я даже утверждал, что различал тиканье часов через несколько комнат. Шаги в коридоре воспринимались как резкие удары, а движение экипажей по мостовой вызывало ощущение дрожи во всём те-

ле. Обычный городской шум, прежде сливавшийся в ровный фон, распадался на множество отдельных звуков, от которых, казалось, невозможно было укрыться.

Я старался лежать в затемнённой комнате и избегал разговоров. Но тишина не приносила полного облегчения. В ней становились слышны собственное дыхание и удары сердца, а ожидание следующего шума было почти столь же мучительно, как сам шум.

Врачи не могли предложить убедительного объяснения, а назначенное лечение почти не приносило облегчения. Некоторое время я опасался, что не смогу вернуться ни к работе, ни к обычной жизни. Я сохранял способность наблюдать за собственным состоянием, но не мог прекратить его усилием воли.

Прежде я гордился способностью управлять вниманием. Теперь внимание как будто обратилось против меня.

В те месяцы рядом со мной был мой друг и помощник Антал Сигети. Он интересовался механикой и понимал мои технические рассуждения, но во время болезни его помощь состояла прежде всего не в обсуждении машин. Он убеждал меня регулярно есть, выходить из комнаты и понемногу возвращаться к прогулкам.

Выздоровление было постепенным. Сначала я мог пройти лишь небольшое расстояние; затем прогулки становились длиннее, сон — спокойнее, а звуки понемногу утрачивали болезненную силу. Мне приходилось заново осваивать то,

что прежде казалось само собой разумеющимся: идти ровным шагом, дышать холодным воздухом, смотреть на прохожих и не превращать каждую минуту в продолжение мысленного опыта.

Сигети старался не позволять мне превращать прогулки в продолжение рабочего дня. Стоило мне заговорить о катушках и магнитных полюсах, как он переводил разговор на городские новости, литературу или встреченных нами людей. Поначалу это раздражало меня. Позднее я заметил, что мысль, освобождённая от непрерывного принуждения, не слабеет.

Я не могу сказать, что болезнь была необходима или полезна. Она показала опасность моей неспособности вовремя остановиться и могла иметь гораздо более тяжёлые последствия. Однако выздоровление изменило моё отношение к работе. Я начал понимать, что настойчивость не равна непрерывному напряжению, а временно отступить от задачи — не значит отказаться от неё.

К началу 1882 года силы в основном вернулись. Я снова занимался электрическими устройствами, но уже не пытался каждую минуту удерживать задачу двигателя в сознании. Решения всё ещё не было, однако накопленные наблюдения получили возможность соединяться без прежнего насилия над вниманием.

В один из февральских дней 1882 года мы с Сигети гуляли по Варошлигету, городскому парку Будапешта.

День клонился к вечеру. Снег почти сошёл, на дорожках проступала влажная земля. Между деревьями лежали длинные тени, а низкое солнце окрашивало края облаков медным и красноватым светом. Мы шли медленно, и я по привычке стал читать наизусть строки из первой части „Фауста“ Гёте.

Я помнил большие отрывки поэмы по-немецки. В этой сцене Фауст смотрит на заходящее солнце и мечтает обрести крылья, чтобы следовать за ним, пока здесь день уступает место ночи, а над другой стороной земли вновь возникает свет.

Я следил, как свет скользит по краям облаков, и внезапно мысль, которую несколько лет не мог выразить до конца, предстала передо мной с необычайной ясностью.

Позднее я сравнивал этот миг со вспышкой. Сравнение передаёт внезапность озарения, но не означает, что решение возникло из ничего. За ним стояли машина Грамма, возражение Пешля, множество неудачных мысленных конструкций и ежедневная работа с электрическими цепями. Новым был не каждый отдельный элемент, а способ соединить их в общий принцип.

До сих пор я пытался заставить одно пульсирующее поле поддерживать непрерывное вращение. Теперь я понял: не нужно механически переносить единственное магнитное воздействие от одного полюса к другому. Следовало создать несколько переменных полей, смещённых относительно друг друга в пространстве и по фазе.

Я остановился.

Перед внутренним взором возникло неподвижное железное кольцо с двумя системами обмоток, магнитные оси которых были взаимно перпендикулярны. В идеализированной схеме по ним проходили синусоидальные токи одинаковой частоты и амплитуды, сдвинутые по фазе на четверть периода.

В выбранный начальный момент ток в первой обмотке достигал максимума, а ток во второй был равен нулю, поэтому результирующее поле совпадало с осью первой обмотки. Затем первый ток уменьшался, второй возрастал, и вектор результирующего поля поворачивался к оси второй обмотки. В следующие четверти периода токи поочерёдно меняли знак, а поле продолжало вращаться в том же направлении.

Поле каждой отдельной обмотки по-прежнему пульсировало вдоль своей неподвижной оси. Однако векторная сумма двух полей уже не оставалась на одной линии. В идеальной симметричной двухфазной системе результирующее поле сохраняло постоянную величину и непрерывно вращалось внутри статора.

Для последовательного перемещения поля механический переключатель больше не требовался: его вращение создавалось пространственным расположением обмоток и фазовым сдвигом токов.

Я схватил Сигети за руку, подвёл его к краю дорожки и палкой начал чертить схему на влажном песке.

Сначала я провёл окружность, обозначавшую статор, затем начертил через её центр две взаимно перпендикулярные оси и отметил расположение обмоток. Рядом изобразил две волны тока, сдвинутые на четверть периода. Указывая на последовательные моменты, я показывал: здесь первый ток максимален, здесь возрастает второй, здесь первый уже изменил знак.

— Видишь, — говорил я, указывая на рисунок, — каждое поле пульсирует вдоль своей оси, но вместе они создают результирующее поле, которое непрерывно поворачивается.

В центре нарисованного статора я обозначил ротор.

Если поместить во вращающееся поле ротор с замкнутыми проводящими контурами, поле будет перемещаться относительно его проводников и наводить в них токи. Взаимодействие этих токов с магнитным полем статора создаст электромагнитный момент, направленный вслед за вращением поля. Ротор начнёт разгоняться в ту же сторону.

Ротор должен был вращаться несколько медленнее поля — не только под нагрузкой, но и при холостом ходе, пока машина преодолевала собственные потери. Без разности угловых скоростей, называемой скольжением, в проводниках ротора не возникали бы токи, необходимые для создания асинхронного момента.

Так становилось возможным непрерывное вращение без коллектора на роторе и без скользящих контактов, которые переключали бы ток в роторной цепи.

В поздней автобиографии я передавал свои слова так:

— Смотри на мой двигатель! Сейчас я заставлю его вращаться в обратную сторону.

На рисунке я изменил взаимную фазировку токов. В двухфазной системе достаточно было изменить полярность подключения одной из обмоток, чтобы последовательность фаз стала обратной и поле начало вращаться в противоположную сторону. Вслед за ним должен был изменить направление вращения и ротор.

Сигети следил за линиями и задавал вопросы. Я отвечал, стирал отдельные части рисунка и чертил их заново. Схема на песке ещё не доказывала работоспособности реальной машины, но впервые моя внутренняя модель отвечала на главный вопрос: откуда возникает направленный вращающий момент?

Ответ больше не требовал скрытой механической коммутации.

Разумеется, найденный принцип ещё не означал, что готов двигатель. У меня не было рассчитанной магнитной системы, подходящего источника двухфазного тока и проверенной конструкции ротора. Предстояло выбрать число полюсов, рассчитать расположение обмоток и магнитопровод, определить частоту питания, параметры электрических цепей и условия пуска. Следовало учитывать нагрев, потери в меди и стали, рассеяние магнитного потока и поведение машины под нагрузкой.



Но логический пробел, на который указал Пешль в Граце, теперь был устранён.

Одна однофазная обмотка с переменным током действительно не обеспечивала того самозапуска, который я когда-то пытался ей приписать. Пешль был прав, требуя объяснить происхождение направленного момента. Решение состояло не в том, чтобы приписать единственному пульсирующему полю свойства вращающегося, а в том, чтобы создать систему пространственно и фазово согласованных полей.

В последующие недели я мысленно проверял найденный принцип в разных вариантах: изменял число фаз, расположение полюсов и форму ротора. Я представлял машины, в которых токи возникали в роторе благодаря электромагнитной индукции, и системы, где вращающееся поле взаимодействовало с подвижной частью, возбуждённой иным способом.

Некоторые варианты казались непрактичными, другие заслуживали дальнейшей проверки. Теперь их можно было сравнивать на основе общего физического принципа. Я больше не перебирал комбинации контактов: у меня был способ создавать вращающееся магнитное поле без механической коммутации в двигателе.

Изменился и мой способ мысленной работы. Прежде я мог сначала увидеть внутреннюю машину движущейся и лишь затем спросить, какие силы поддерживают это движение. Теперь я начинал с токов, магнитных полей и их фазо-

вых соотношений. Ротор мог повернуться лишь тогда, когда из устройства системы следовал электромагнитный момент.

Озарение в парке не отменяло расчёта и эксперимента. Напротив, оно впервые придавало им определённое направление. До этого я перебирал множество конструкций, не зная, какой физический принцип должен лежать в основе решения. Теперь таким принципом стало вращающееся магнитное поле, создаваемое без механической коммутации в двигателе.

Рисунок на песке вскоре исчез: его затоптали прохожие, а остатки линий размыли снег и дождь. Но сама схема уже не нуждалась в сохранении. Я мог восстановить её в любой момент: две пространственно смещённые обмотки, два переменных тока с фазовым сдвигом и результирующее поле, которое в простейшей двухполюсной системе совершало один оборот за период.

Между этой схемой и надёжной машиной оставалась большая инженерная работа. Предстояло изготовить магнитопровод, создать подходящий источник многофазных токов, выбрать конструкцию ротора и проверить поведение двигателя при пуске, на холостом ходу и под нагрузкой. Сопротивление обмоток, рассеяние магнитного потока, потери в стали, механические потери и нагрев не исчезали оттого, что внутренняя картина была ясна.

Но впервые с того дня, когда я увидел искрящийся коллектор машины Грамма, я знал, в каком направлении следует

двигаться.

Будапешт дал мне практический опыт, тяжёлое предупреждение о пределах собственного организма и физический принцип, которого мне недоставало в Граце. Но здесь у меня не было условий, чтобы немедленно построить и всесторонне испытать новую систему. Для этого требовались мастерские, материалы, измерительные приборы и доступ к более мощным электрическим установкам.

В том же 1882 году мне предложили работу в парижской компании, связанной с европейскими предприятиями Эдисона. Служба обещала непосредственное знакомство с действующими электрическими машинами и условиями их эксплуатации.

Я принял предложение.

Осенью 1882 года я отправился в Париж, увозя с собой не готовый двигатель, а принцип, работоспособность которого ещё предстояло подтвердить расчётом, изготовлением и испытанием реальной машины.

## **Глава 5. Париж, Страсбург и билет в неизвестность**

В Париже я поступил на службу в Континентальную компанию Эдисона. После телефонной станции в Будапеште масштаб работы заметно изменился. Там я имел дело главным образом с аппаратами связи и протяжёнными, но сравнительно маломощными цепями; здесь — с генераторами, распределительными сетями и осветительными установками, от которых зависела работа зданий, мастерских и предприятий.

Компания устанавливала и обслуживала системы электрического освещения, основанные преимущественно на машинах постоянного тока. Мои обязанности не ограничивались чертежами и расчётами: я осматривал генераторы, проверял обмотки, регулировал положение щёток, устранял перегрев и чрезмерное искрение, искал повреждения в распределительных цепях. Причина неисправности могла находиться в самой машине, в неверном соединении, неравномерном распределении нагрузки или механической части установки.

Эта работа заставляла рассматривать электрическую установку как единое целое. Исправный генератор не обеспечивал надёжного освещения, если сеть была плохо рассчитана; верно выбранное сечение проводников не помогало при

повреждённой изоляции или ненадёжных контактах. Дефект коллектора мог вызвать искрение, оно усиливало нагрев, а продолжительный перегрев разрушал изоляцию и ухудшал работу машины.

Я не считал системы постоянного тока бесполезными. Они уже освещали фабрики, вокзалы, улицы и дома, ежедневно выполняя практическую задачу и принося владельцам доход. Но близкое знакомство с действующими установками позволяло яснее увидеть их ограничения. Коллекторы и щётки изнашивались, требовали обслуживания и становились источниками потерь и неисправностей. При расширении низковольтных сетей постоянного тока особенно существенными оказывались падение напряжения в проводах, расход меди и ограниченная дальность экономичной передачи энергии.

Найденный в Будапеште принцип позволял отказаться от механической коммутации в самом двигателе. Однако в Париже я особенно ясно понял, что бесколлекторная машина не может существовать отдельно от системы питания. Требовалось получить согласованные переменные токи, передать их к двигателю, обеспечить управление и защиту, а затем доказать, что вся система будет не только физически работоспособной, но и надёжной, экономичной и пригодной для эксплуатации.

Я обсуждал эту идею с инженерами и руководителями компании. Одни слушали внимательно и задавали вопросы,

другие видели в моём предложении ненужное отклонение от текущих задач. Их осторожность была понятна: предприятие развивало установки, которые уже продавались и приносили прибыль, тогда как я предлагал не усовершенствование отдельной машины, а основу иной электрической системы.

У меня не было ни патента, ни испытанного двигателя, ни результатов измерений. Я мог объяснить, как пространственно смещённые обмотки, питаемые токами с соответствующим фазовым сдвигом, должны создавать вращающееся магнитное поле. Но без действующей модели это объяснение оставалось гипотезой, требовавшей экспериментального подтверждения. Я ещё не мог показать, что поле действительно создаст устойчивый пусковой момент и приведёт ротор во вращение.

Днём я занимался установками компании, а в свободные часы возвращался к собственной задаче. Теперь было недостаточно представлять безупречно движущуюся машину: предстояло определить устройство магнитопровода и воздушного зазора, расположение обмоток, способ получения фазового сдвига и конструкцию ротора с замкнутыми проводящими контурами.

Особенно трудным оставался вопрос питания. Идеальная двухфазная схема, возникшая в Будапеште, предполагала два синусоидальных тока одной частоты, сдвинутых по фазе на четверть периода. Но математическая схема ещё не давала доступного источника питания. Требовалось либо со-

здать многофазный генератор, либо получить нужный фазовый сдвиг с помощью соответствующих соединений и дополнительных элементов цепи.

Компания не выделила мастерскую и средства на опыт, практическая ценность которого ещё не была доказана. Поэтому в Париже я мог продолжать лишь расчёты; возможность построить модель появилась позднее, в Страсбурге.

В начале 1883 года меня направили в Страсбург, который после Франко-прусской войны входил в состав Германской империи. Служебное задание требовало не только привести в порядок электрическую осветительную установку, но и добиться её окончательной приёмки местной администрацией.

Необходимо было проверить генераторы и распределительные цепи, устранить неисправности и представить установку местной администрации. Техническая работа перемежалась ожиданием осмотров, разрешений и окончательного решения о приёмке; исправление, занимавшее у инженера день, могло задержать всю процедуру на недели.

Необходимо было проверить генераторы и распределительные цепи, устранить неисправности, провести повторные испытания и представить установку местной администрации. Техническая работа перемежалась ожиданием осмотров, разрешений и окончательного решения о приёмке; исправление, занимавшее у инженера день, могло задержать всю процедуру на недели.

Задержка оказалась обременительной, но дала мне время

и доступ к механической мастерской. Впервые после будапештского озарения я мог изготовить модель, предназначенную проверить не убедительность мысленной схемы, а сам физический принцип.

Страсбургская модель была ранним демонстрационным аппаратом, предназначенным для проверки основного физического принципа. Неподвижные обмотки должны были создавать вращающееся магнитное поле без механической коммутации в двигателе, а ротор — получать под его действием направленный электромагнитный момент. До завершённых конструкций будущих двигателей и генераторов было ещё далеко, но модель позволяла проверить, способна ли сама идея воплотиться в реальном движении.

Часть материалов я привёз из Парижа, а остальные подбирал на месте. Работа над моделью сразу обнаружила различие между идеальной геометрией мысленного опыта и реальным аппаратом. В воображении обмотки были симметричны, железо — однородно, воздушный зазор — одинаков по всей окружности, а токи имели заданные форму и фазу. В мастерской провод и изоляция занимали конечный объём, свойства сердечника зависели от доступного материала, а неточность установки ротора увеличивала трение и могла исказить результат.

Требовалось пространственно разнести магнитные оси обмоток и обеспечить временной сдвиг токов; при их синфазном изменении вращающееся поле не возникло бы. Если



модель действительно действовала по асинхронному принципу, ротору были необходимы замкнутые проводящие контуры, а трение в опорах следовало уменьшить настолько, чтобы электромагнитный момент проявился в устойчивом движении.

На бумаге можно было изобразить два идеальных синусоидальных тока со сдвигом на четверть периода; в мастерской требовалось получить реальное поле, достаточно близкое к вращающемуся, чтобы создать наблюдаемый момент.

Служебные обязанности оставались первоочередными, поэтому над моделью я работал в свободные часы — утром или после завершения проверок. Возможность испытать собственную идею увлекала меня, но опыт болезни в Будапеште не был забыт.

Я уже знал, чем может закончиться привычка считать сон и отдых препятствиями, устранимыми усилием воли. Измениться сразу не удалось: порой я задерживался в мастерской до ночи. Но теперь увлечённость идеей не казалась мне доказательством её правильности. Чем безупречнее выглядела схема, тем внимательнее следовало её проверять.

Я проверял соединения и сопротивления цепей, свободу вращения ротора и последовательность возбуждения обмоток. Нужно было исключить случайный толчок, перекося ротора и его притяжение к устойчивому неподвижному положению. Убедительным результатом могло считаться лишь повторяемое вращение, направление которого менялось бы

при соответствующем изменении электрических соединений.

Летом 1883 года модель была готова к испытанию.

После проверки обмоток я подал питание. Модель загудела; этот звук сам по себе ничего не доказывал, поскольку переменный магнитный поток мог вызывать вибрацию сердечника и деталей. Затем ротор пришёл в движение и продолжил вращаться.

Я отключил питание, проверил свободу вращения ротора и повторил опыт. Модель снова начала вращаться в том же направлении. Затем я изменил соединения так, чтобы изменить направление вращения магнитного поля, и ротор начал вращаться в обратную сторону.

То, что в Будапеште существовало как схема на влажном песке, теперь, получило воплощение в действующей модели. Вращение возникало и меняло направление при изменении электрических соединений; коллектора и щёток для коммутации тока в роторной цепи не требовалось.

Я испытывал не столько восторг, сколько облегчение.

Со времени лекции профессора Пешля в Граце меня преследовал вопрос: не приписываю ли я машине движение, для которого в ней нет физической причины? В Будапеште я нашёл принцип вращающегося магнитного поля; в Страсбурге модель впервые дала ему экспериментальное подтверждение.

Однако модель ещё не была промышленным двигателем.

У меня не было оборудования для точного измерения мощности, коэффициента полезного действия и отдельных составляющих потерь; не были исследованы нагрев, продолжительная работа, пуск под нагрузкой и поведение при изменении напряжения. Не существовало и рассчитанной системы питания. Опыт мог подтвердить возникновение направленного момента, но не экономичность и эксплуатационную надёжность будущей машины.

Демонстрационный аппарат мог убедить инженера в работоспособности принципа. Для промышленного применения требовалось определить мощность и коэффициент полезного действия двигателя, его надёжность, стоимость изготовления и требования к питающей сети.

Я показывал модель нескольким людям, в том числе господину Баузену. Он заинтересовался опытом и пытался найти для дальнейшей работы финансовую поддержку, однако привлечь средства не удалось.

Потенциальным вкладчикам предлагали не готовое изделие, а программу дальнейших разработок: источник многофазных токов, аппаратуру управления, питающую сеть и пригодные для разных задач двигателя. Каждый элемент требовал расчёта, изготовления и испытаний, а сроки и стоимость перехода к коммерческой установке оставались неизвестными.

Тогда эта осторожность раздражала меня: казалось, достаточно показать устойчивое вращение без коллектора, чтобы

значение метода стало очевидным. Позднее я понял, что экспериментальное подтверждение принципа и решение о вложении капитала отвечают на разные вопросы. Первое показывает, может ли устройство работать; второе — можно ли производить и эксплуатировать его надёжно, в нужном масштабе и с приемлемыми затратами.

# Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «Литрес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на Литрес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.