

# Генрих Герц

*Е.М. Кляус*



Генрих Герц экспериментально обосновал теорию Максвелла. Его исследования подготовили возникновение беспроводной телеграфии, радиосвязи, телевидения.

*Это был ум, в равной мере способный как к величайшей остроте и ясности логического мышления, так и к изумительной внимательности при наблюдении неприметных явлений.*

*Г. Гельмгольц*

*Ближайшая и в определенном смысле важнейшая задача нашего сознательного познания природы заключается в том, чтобы найти возможность предвидеть будущий опыт и в соответствии с этим регулировать наши действия в настоящем.*

*Генрих Герц*

## 1.

Его облик памятен нам еще по школьной физике: спокойное лицо глубоко задумавшегося человека, твердый сосредоточенный взгляд. На фотографии он выглядит старше своего возраста и похож более на рабочего, чем ученого. И в этом тоже заключена его сущность: по натуре он был прежде всего экспериментатором — «чернорабочим науки». Его мать вспоминала, что когда мастер, учивший юного Генриха слесарному делу, узнал, что его ученик стал профессором, он воскликнул: «Жаль! Из него мог выйти прекрасный токарь!»<sup>1</sup>

Он был скромен, доброжелателен, искренне радовался успехам товарищей и коллег, что, впрочем, сочеталось у него с глубокой принципиальностью. Он никогда не гнался за славой, предпочитая — решительно во всех случаях — оставаться в тени. На лекциях он был так же немногословен, как и в своих статьях. Обычно деловито-молчаливый, тихий, он при том умел вставить меткое замечание, оживлявшее и лекцию, и дружескую беседу. Великий его учитель и близкий друг Герман Гельмгольц назвал его «любимцем богов», наделенным «редчайшими дарами ума и характера».

У Генриха с детства были руки умельца. И они не терпели праздности. Он любил инструменты, металл и дерево, работу, атмосферу мастерских. Он хорошо чертил и рисовал, писал даже красками. От верстака он переходил к токарному станку, он строил модели и ремонтировал механизмы, даже намеревался самостоятельно изготовить для себя все наиболее употребительные механические и оптические приборы. Он все умел и никогда не боялся трудностей.

«Большая часть времени уходит, конечно, на вспомогательные, малопоучительные работы, как то: изготовление пробок, изоляцию проводов и т. д. Несмотря на это, я никогда не избегаю этой работы и не могу сказать, сколь велико удовлетворение, которое она мне доставляет». Это — из письма Генриха Герца, студента. А вот что писал своим родным уже всемирно известный ученый: «Я чувствую себя бесконечно уверенней, когда я свободно и честно занимаюсь механической работой, нежели когда я сижу у письменного стола».

В лаборатории он не гнушался никаким делом. Более того, он искренне любил всякую простую, незамысловатую работу, и с годами эта любовь, пожалуй, даже росла.

## 2.

Жизнь его не была богата внешними событиями. Генрих Рудольф Герц родился 22 февраля 1857 г. в Гамбурге в семье адвоката, впоследствии ставшего сенатором. У Генриха было трое младших братьев и сестра. Широко образованный юрист, Герц-отец стремился к тому, чтобы дети любили знания. Незаурядной женщиной была и мать Генриха: после смерти сына она проявила себя как талантливый мемуарист, написав о его детстве воспоминания, полные ярких подробностей. В семье Герцев царил дух взаимного уважения и непринужденности. Дети дорожили советами родителей, это осталось у них даже тогда, когда они стали взрослыми. (Генрих, например, с волнением отметил впоследствии в своем дневнике то, как он, профессор-сын, такого-то числа демонстрировал физические опыты приехавшему к нему в гости сенатору-отцу. Он не развлекал отца, а как бы отчитывался перед ним — показывал, чего он достиг, и хотел знать, как отец эти его достижения оценит.)

Генрих был мальчиком болезненным, хилым. Однако у тщедушного с виду малыша оказалась большая сила воли. Он установил для себя прямо-таки железный распорядок и годами его неукоснительно выдерживал: вставал очень рано, тотчас же принимался за работу и работал — с небольшими перерывами — весь день. Это усердие, настойчивость и целеустремленность сохранились у него на всю жизнь.

Он отличался большой любознательностью, живо реагировал на все, с чем сталкивался, стремился все понять, пристально ко всему присматривался. Кроме того, у него было сильно развито чувство долга, ответственности. Учился он блестяще, всегда шел в числе первых. По словам одного из школьных учителей, «никто не мог превзойти его в быстроте и остроте восприятия». Он одинаково легко усваивал как математические, так и гуманитарные науки, обладал превосходной памятью.

После городского реального училища он стал готовиться в высший класс гимназии и целый год занимался по двум, если не по трем программам: по специально технической (для себя) и по программе гимназии. Вместе с тем не были, конечно, заброшены и работы в мастерской, а по воскресным дням он посещал еще и ремесленную школу, где учился геометрическому черчению. Это не помешало ему пережить и довольно сильное увлечение

ботаникой. К тому же он буквально был влюблен в Данте и Гомера. С томом Гомера он, можно сказать, не расставался, и к семнадцати годам лучше всех в классе знал греческий.

А потом случился такой казус: случайно он купил у бродячего торговца арабскую грамматику и с рвением принялся ее изучать. Отец, видя такое, взял ему преподавателя. Тот был в восторге от лингвистических способностей Генриха. И долго убеждал родителей, что юноша должен стать ориенталистом. Однако Генрих решительно это отклонил. До того к ним приходил директор ремесленной школы и убеждал, что Генрих должен посвятить себя математике, ибо наделен совершенно исключительным математическим талантом. Но тот ответил, что не намерен целиком погружаться в математику, поскольку, по его мнению, это изрядно абстрактная наука, уводящая от жизненно важных дел.

Так кем же он хочет быть? Только — инженером. Разносторонность его интересов и равная его одаренность во многих областях не дезориентировала его в выборе жизненного пути. Правда, у Генриха была и другая мечта, тайная — стать ученым, физиком. Но слишком скромный и требовательный к себе, понимающий, какие трудности стоят на пути ученого, он считал свои способности недостаточными, чтобы претендовать на подобную роль. (Гельмгольц же полагал, что на первоначальный выбор Герца повлиял тот «дух практицизма», который преобладал в его родном Гамбурге.)

И вот — Генрих учащийся сперва дрезденской, потом мюнхенской технической школы. Целый год — между Дрезденом и Мюнхеном — отняла служба в армии, в железнодорожных частях. Во Франкфурте он принял даже участие в строительстве моста через Майн. Ему восемнадцать лет. На фотографии того времени он запечатлен в мундире с плетеными погончиками, с нашивками на стоячем воротнике. И даже отрастил небольшие усы. Однако на лице его угадывается как бы двойственность переживаний: словно и не всем он доволен, и не до конца все решил. Так, впрочем, оно и было: стоило ему окунуться в атмосферу училища, как тяга к «чистой науке» проснулась вновь. И уже больше его не покидала.

Он ведет дневник. Если, однако, судить по его дневниковым записям, то человек он изрядно скрытный: коротенькие, скупые фразы, чаще всего одна в день — настоящий «телеграфный стиль». Зато в письмах он откровенен и подробно обо всем рассказывает. В этом — своя логика: ведь дневник — это для себя (он и писал его какими-то условными закорючками, потом пришлось расшифровывать), а письма — все равно, что живое общение, которое он так всегда любил.

Он признается родителям: «Мне больше хотелось бы быть великим ученым, чем крупным инженером, однако быть посредственным инженером для меня предпочтительнее, нежели посредственным ученым». Прочитав Шиллера («Кто трусит жизнью рисковать, тому успеха в ней не знать»), он заключает многозначительно: «Излишняя осторожность была бы с моей стороны безумием...».

И все-таки период некоторой нерешительности и сомнений растянулся у него на два года. При всем том, преодолевая сомнения, взвешивая возможные ошибки, Герц всегда умел выбрать путь единственно правильный. (Это подтверждает и история его последующих научных поисков.)

Наконец колебания преодолены. И он сообщает своим родным, правда, еще с некоторой долей неуверенности: «Мне неудобно признаться, но я все же считаю нужным сказать, что в последний момент я решил изменить профессию и посвятить себя изучению естественных наук...».

К этому времени он уже из Дрезденской высшей технической школы перевелся в Мюнхенскую, а в 1877 г., заручившись согласием родителей на занятия «чистой наукой», перешел в Мюнхенский университет. (Здесь, между прочим, он познакомился с Максом Планком.) Однако через два семестра Герц покидает Мюнхен, чтобы завершить свое образование в столичном университете,

Он отмечает в дневнике, что штудирует теоретические труды Лапласа и Лагранжа по математике и механике, усиленно занимается практической физикой, слушает лекции Кирхгофа и Гельмгольца, слава которых тогда гремела даже за пределами ученого мира.

Проницательный Гельмгольц сразу же обратил внимание на вдумчивого и трудолюбивого новичка. К тому же выяснилось, что новичок настойчив в поисках и умеет подчас находить блестящие решения. Это дало маститому ученому повод сказать потом, что «характер его [Герца] дарования обнаружился очень рано». В посмертной биографии Герца Гельмгольц писал: «Уже в то время, когда он выполнял элементарные учебные работы, я увидел, что имею дело с учеником совершенно необычайного дарования».

Следуя совету учителя, Герц обратился к опытам по электродинамике.

Это был тогда важнейший участок науки. Гельмгольц необыкновенно удачно выбрал, кого именно надо туда направить.

Тема первой работы молодого ученого — кинетическая энергия движущихся зарядов. Он справился с ней настолько хорошо, что был награжден золотой медалью философского факультета. «Заключение факультета, — отмечал сам Герц, — было составлено в столь похвальных выражениях, что для меня значение премии увеличилось вдвойне».

Следующее известное свое исследование — «Об индукции во вращающихся телах» — он выполнил тоже ещё будучи студентом. Эта работа развивала и дополняла предыдущую. Герц представил ее в качестве докторской диссертации. И защитил «с высшим отличием», что в истории университета случалось не так уж часто.

Герцу двадцать четвертый год, он молодой доктор натуральной философии и математики. Не скажешь, что у него впереди вся жизнь, потому что жизни осталось только тринадцать лет...

Зато впереди был его великий научный подвиг.

### 3.

Послужной список Генриха Герца невелик:

1880 — 1883 гг.: ассистент в лаборатории Гельмгольца (Берлин);

1883 — 1885 гг.: приват-доцент на кафедре физики Кильского университета;

1885 — 1889 гг.: ординарный профессор физики в Высшей технической школе (Карлсруэ);

1889 — 1894 гг.: профессор экспериментальной физики Боннского университета.

Четыре ступеньки. И все — вверх и вверх. Годы ассистентства у Гельмгольца стали для Герца великолепной школой. Расширяется его кругозор, растет и оттачивается мастерство. Он просто неутомим: окончив один эксперимент, тут же принимается за другой. Или сразу ведет их несколько. «Ни меня, — писал он родным, — ни моего времени не хватит на все те опыты, которые я хотел бы поставить с приборами, находящимися в моем распоряжении». «Я сижу в лаборатории с 9 утра до 9 вечера». «Вид вокруг меня такой, как в кухне волшебника».

Однако первые его шаги не всегда имели ясно осознанную цель. «Я кружусь, — чистосердечно признается он, — без определенного метода на уже исследованной почве, узнавая известное, повторяя опыты других и вообще ставя опыты, какие попадают под руку». Вместе с тем он радуется каждому своему успеху: «Я не могу сказать, насколько большее удовлетворение доставляет мне самому добывать у природы знания для себя и других, чем всегда учиться только у других и для одного себя».

Круг тем, которыми он занимался, довольно пестр: прикладная механика, гидравлика, электрический разряд в газах, теория упругости и удара тел — вот далеко не полный их перечень. Итог: около двадцати опубликованных работ.

Ему не пришлось искать себя долго и мучительно. Талант его, словно благодарный за то, что его так верно и во время распознали и поставили на правильный путь, развернулся сразу же.

Возникает вопрос: что же, собственно, вынудило Герца оставить Берлинский университет с его оснащенными лабораториями? Ответ прост: в провинции легче было получить место как приват-доцента, так и потом профессора. «Без толчеи, как у окошка кассы», — пояснил Герц в письме к родным. Конечно, он мог добиться всего этого и в Берлине (тем более при хорошем к себе отношении Гельмгольца и Кирхгофа), однако даже минимальная степень «толчеи» была для щепетильного Герца крайне антипатична.

Кильский период жизни ученого — это все усиливающаяся тяга к проблемам электродинамики. В дневнике — череда лаконичных записей: «Вечером напряженно работал над электродинамикой по Максвеллу»; «Исключительно электродинамика»; «Утром удалось решить задачу по электродинамике»; «Думал об электромагнитной теории света»... Таким образом, Герц все больше и больше углублялся в теоретические проблемы.

И совсем редки записи противоположного характера: «Вечер отдыха. Пирушка».

Однако условия работы в Киле оказались нелегкими. Отдельные профессора имели лаборатории, но «посторонним» доступ туда был закрыт. В письме от 27 октября 1883 г. Герц жаловался: «Здесь, в Киле, во всем недостаток. За каждым куском платиновой проволоки или стеклянной трубки бог весть сколько приходится бегать. Даже чтобы достать жалкую спиртовку, нужны огромные усилия». Но страсть к исследованиям была столь велика, что ученый сразу же начинает создавать лабораторию — своими руками и на собственные средства. Он строит прибор за прибором и по мере этого проводит эксперименты — по гидро-, термо- и электродинамике, по оптике и теории упругости. Правда, ни одна из этих работ не привела к таким результатам, которые можно было опубликовать. Это огорчало молодого ученого, но не обескураживало.

В 1885 г. Герц переезжает из Киля в Карлсруэ, чтобы занять место ординарного профессора Высшей технической школы.

Карлсруэ — город в верховьях Рейна, в ту пору довольно уже крупный. Тамошняя Высшая техническая школа считалась лучшим тогда в Германии институтом.

Сохранилась фотография лаборатории школы: казарменного вида трехэтажное здание; на улице — ни единого деревца. Солнечно, знойно. Человек, прячущийся в тени, отбрасываемой огромным возом аккуратно уложенных снопов, ведет под уздцы лошадь. Все провинциально, сонно и буднично. Не верится, что в нескольких десятках метров от этого патриархального воза за унылой кирпичной стеной бьется живая мысль великого физика — быть может, в эту самую минуту!

В Карлсруэ и взлетел яркий гений Генриха Герца. Проведенные им здесь опыты получили мировой резонанс. «Опыты Герца, классические на веки веков...» — сказал про них уже в 1890 г. известный петербургский физик О. Д. Хвольсон. Опыты, которые подготовили возникновение беспроводной телеграфии, радиосвязи, телевидения.

Герц приехал в Карлсруэ подающим надежды приват-доцентом, а уезжал отсюда не только профессором, но и всемирно прославленным ученым. Ему исполнилось тридцать два года.

Здесь же он обзавелся и семьей — женился на Элизабет Долль, дочери своего коллеги. 2 октября 1887 г. у него родилась дочь Иоганна. Она стала биографом своего знаменитого отца. А вторая его дочь, Матильда, занимавшаяся ваянием, создала прекрасный его скульптурный портрет.

Гельмгольц настойчиво приглашал Герца занять кафедру в Берлинском университете. Герц же намеревался перебраться в Бонн. Гельмгольц писал ему: «Мне чрезвычайно тяжело, что Вы не хотите переехать в Берлин, но... я думаю, что Вы поступаете правильно. Кто видит перед собой обширные научные задачи, которые он способен выполнить, тому лучше быть подальше от больших городов».

В Бонне Герцу предстояло заменить уходящего на покой знаменитого физика Рудольфа Клаузиуса, который встретил его приезд скептическим вопросом: «Зачем взяли того, кто уже совершил свое великое дело?..» Однако Герц едва не опроверг скептицизм Клаузиуса. Во всяком случае, был близок к этому: исследуя в 1891 г. прохождение катодных лучей сквозь тонкие металлические пластинки, он наблюдал флюоресценцию стекла под действием неизвестных лучей. Ученый, только что открывший «герцевы лучи», был на пороге открытия лучей рентгеновых, а возможно, и беккерелевых (радиоактивных)! Но из-за болезни он уже не имел возможности продолжить опыты.

В Бонн из Карлсруэ можно приплыть по Рейну. Родина Бетховена, город этот славился своим университетом — одним из самых больших в стране: около 1200 студентов и более ста преподавателей.

Говорят, что Бонн славится также мягким, благоприятным для здоровья климатом. Герцу, однако, он вряд ли прибавил жизни. Едва ученый успел организовать новую лабораторию, как серьезно заболел. У него резко ухудшилось зрение, стали болеть зубы, что вызвало заболевание носа и ушей. Его лечили лучшие врачи, но больному становилось все хуже. Болезнь затормозила, а потом и вовсе остановила его исследования. В том была злостная насмешка судьбы: профессор экспериментальной физики не в состоянии был экспериментировать! Лекции он продолжал читать, но тоже через силу.

В 1892 г. здоровье ученого резко ухудшилось. Усилились боли в голове, временами они становились невыносимыми. Операции лишь на время облегчали страдания. Однако силы Герца еще не были сломлены, он боролся упорно, мужественно. Он верил в свое выздоровление. «Единственное, что мне еще плохо удается, — в шутовском тоне сообщал он в одном письме, — это смех. Улыбка для меня трудна, поэтому, когда я делаю дружественную мину, мне должны быть благодарны, ибо потом я за это расплачиваюсь...»

3 декабря 1893 г. он заносит в дневник обширные планы исследований более чем на десять лет вперед. Но то была его последняя дневниковая запись.

7 декабря состоялась его последняя лекция в университете.

Спустя два дня он писал родным: «Если со мной действительно что-либо случится, вы не должны печалиться, а должны хотя бы немножко гордиться и думать, что я принадлежу к тем избранникам, которые жили хотя и недолго, но вместе с тем жили достаточно. Этой судьбы я не хотел и не выбирал, но я доволен ею, и если бы мне предоставили выбор, я, может быть, сам выбрал бы ее».

В речи, посвященной памяти Генриха Герца, Макс Планк о его последних днях рассказывает: «Пребывание весной в Ривьере и осенью прошлого года в Рейхенгалле снова укрепило его телесные и духовные силы. Повсюду его друзья и коллеги относились к нему с сердечным участием и каждый раз с радостью встречали лучшие вести. Но с началом зимы снова начали курсировать тревожные слухи. Неохотно и только шепотом говорили об этом в кругу его друзей; не хотели, не могли верить в возможность самого худшего. И все же те самые силы природы, которые некогда должны были ему открываться, потому что он видел насквозь их вечные законы, теперь по такому же неумолимому закону потребовали его жизнь и вместе с нею без сожаления разрушили все еще дремавшие в его мозгу силы... Последние недели Герц провел при ясном сознании, превозмогая все возраставшие и в конце уже невыносимые боли, пока наконец первый день нового года не освободил его от мучений. Вскрытия не было, причиной смерти врачи признали отравление крови»<sup>2</sup>.

Это случилось 1 января 1894 г. Ученый не дожил до 37 лет семь недель. Похоронен он был в Гамбурге.

Гельмгольц, для кого безвременная смерть Герца была особенно тяжелым ударом, писал в биографии своего любимого ученика и друга: «Наделенный редчайшими дарами ума и характера, он собрал в своей, увы, столь короткой жизни урожай почти неожиданных плодов, обрести которые тщетно стремились в течение истекающего столетия многие из самых одаренных его коллег». И далее: «Моя боль была особенно сильна, ибо среди всех своих учеников я всегда рассматривал Герца как того, которому был наиболее близок круг моих научных идей; с ним, казалось, я мог связывать свои надежды на их дальнейшее развитие и обогащение»<sup>3</sup>.

#### 4.

Книгу Герца «Принципы механики, изложенные в новой связи» Гельмгольц назвал «последним памятником его земной деятельности». Эта работа — своеобразное размышление о философии механики. Он начал ее весной 1891 г., едва завершив последнюю статью электродинамического цикла. Лишенный возможности экспериментировать, ученый каждый отвоєванный им у недуга час отдавал этому своему исследованию. Отсылая ее в набор в октябре 1893 г., он был полон сомнений: «Все же боязно выступить с вещью, которую ни с кем никогда не обсуждал...».

Книга вышла уже после смерти автора и вызвала большую полемику.

В ней обобщены итоги работы Максвелла, лорда Кельвина, Кирхгофа, Дж. Дж. Томсона и других ученых, в том числе самого Герца о так называемой механике без силы. Герц стремился «изложить ее в виде системы, исходящей из минимального числа предпосылок».

В творческом процессе случаются как будто странные и труднообъяснимые повороты и скачки. Герц еще совсем недавно занимался работами «о распространении силы». Они принесли ему славу и успех. Но едва покончив с циклом этих работ, он принимается за

механику без силы. Можно спросить: где же тут логика? Но логика тут особая: в творчестве ученого начинался новый период. К сожалению, ему не суждено было завершиться. А жатву он обещал богатую...

Сила — краеугольный камень механики Ньютона, причина, порождающая движение. Герц считал, что понятие силы лишено конкретного физического значения. У него движение объясняется взаимодействием движущихся масс при их контакте. Однако это не сделало его механику «более убедительной».

Герц исходил из правильной материалистической формулы: все явления природы — это следствие движения материи; но философские взгляды ученого носили механистический характер. Подчас он колебался между кантианством и материализмом. За «Принципы механики», стоящие в его творчестве особняком, сразу же уцепились идеалисты. Они пытались доказать, что философская подоплека книги имеет явно кантианский (одна точка зрения), явно махистский (другая точка зрения) характер. Идеалистам очень хотелось причислить великого ученого к своему лагерю, но им это не удалось. На защиту «знаменитого физика Генриха Герца» решительно встал В. И. Ленин. В своей книге «Материализм и эмпириокритицизм» (1909) он писал: «Этот курьезный спор о том, чей Герц, дает хороший образчик того, как идеалистические философы ловят малейшую ошибку, малейшую неясность в выражении у знаменитых естествоиспытателей, чтобы оправдать свою подновленную защиту фидеизма. На самом деле, философское введение Г. Герца к его „Механике“ показывает обычную точку зрения естествоиспытателя, напуганного профессорским воем против „метафизики“ материализма, но никак не могущего преодолеть стихийного убеждения в реальности внешнего мира»<sup>4</sup>. И ниже: «...Герцу даже не приходит в голову возможность нематериалистического взгляда на энергию»<sup>5</sup>. Ошибки Герца, говорит Ленин, — это ошибки иного плана: он, «в сущности, был так же непоследователен, как Гельмгольц»<sup>6</sup>.

Несмотря на ущербность отдельных положений, «Механика» Герца оказала плодотворное влияние на формирование материалистических основ физики.

«Что же в конце концов следует думать о теории Герца? — спрашивает Анри Пуанкаре. — Несомненно интересная, она все же не удовлетворяет меня полностью потому, что оставляет слишком большое место гипотезе».

Способ изложения Герца был нов, оригинален. Он заставлял думать, отрешившись от старых представлений. Его «механика без силы» сыграла немаловажную роль в развитии одной из главных проблем физики — проблемы пространственно-временной формы движения материи. И в этом ее несомненная, так сказать, эвристическая ценность. Однако в современную физику она не вошла, поскольку для решения практических задач механика Ньютона более приемлема.

## 5.

Сочинения Генриха Герца собраны в трех томах<sup>7</sup>. Этот грандиозный по результатам труд был создан в течение пятнадцати лет. В первый том включены ранние исследования; «Принципы механики, изложенные в новой связи» составляют третий том. Любой из этих томов мог принести ему славу большого ученого, но великая слава Герца — это 14 статей второго тома, куда вошли работы 1887 — 1891 гг. Он издал эту книгу под общим названием «Исследования о распространении электрической силы», предпослав ей



вводный обзор, в котором нарисовал увлекательную и правдивую историю своих открытий. Об этом обзоре Гельмгольц писал: «К сожалению, у нас мало подобных трудов, раскрывающих нам внутреннюю психологию науки, и мы чрезвычайно благодарны автору за то, что он позволил нам заглянуть так глубоко в мастерскую своей мысли и даже в историю своих возможных заблуждений».

Генрих Герц жил и работал в эпоху «физического безвременья», когда физики, по выражению Ленина, «от атома отошли, а до электрона не дошли»<sup>8</sup>, когда славная ныне и всеми почитаемая теория Фарадея — Максвелла — динамическая теория электромагнетизма — прозябала на задворках науки, не понятая и не признанная...

Холодно, полным непониманием встретил ученый мир также и электромагнитную теорию света Максвелла. Она во многом аналогична волновой теории Гюйгенса — Эйлера — Френеля — Юнга — «доброй старой, классической». Но так как теория Максвелла не была экспериментально подтверждена, ее не спасала даже безукоризненность логических построений. К сожалению, Максвелл облек свои мысли в довольно сложную математическую форму (именно это имел в виду Герц, когда говорил: «...здание его теории было основательно заслонено лесами, воздвигнутыми при постройке»). В течение многих лет она отрицалась не только официальной наукой, но и всеми авторитетами.

Максвелл много размышлял над собственной теорией, однако ничего потом к ней уже не прибавил. Он понимал, что в науке утвердить ее может только эксперимент. А поскольку до тех пор еще никому не удалось получить электромагнитные волны, то вся его теория выглядела утопией. Сотрудники Максвелла по Кавендишской лаборатории принимали, в общем, и поддерживали его теорию. Это, собственно, и был весь лагерь сторонников Максвелла — лагерь весьма малочисленный! Но и они — эти передовые и талантливые молодые английские физики — ровно ничего не сделали, чтобы подтвердить теорию Максвелла экспериментально.

Только Генриху Герцу — исключительно тонкому и одаренному экспериментатору — оказалась под силу эта задача.

Гельмгольц свидетельствует: «В ту пору область электродинамики представляла собой хаотическое царство, в котором трудно было разобраться. Факты, основанные на наблюдениях, и следствиях из весьма сомнительных теорий — все это было вперемешку соединено между собой».

Гельмгольц тоже пытался подобрать ключ к этой загадке. Его теории присущ некий компромиссный характер: в ней он стремился объединить лучшие из различных теорий, однако этот малоудачный гибрид лишь усиливал общую путаницу. Он вначале мешал и Герцу правильно осмыслить наблюдаемые факты. Поэтому к заслуге последнего следует причислить еще и преодоление гельмгольцевского влияния, что тоже было непросто. Но именно с этого и началась работа Герца в утверждении теории Максвелла.

Электродинамику Фарадея — Максвелла Герц сравнивал с аркой, перекинутой над пропастью неизвестного. Арка как бы соединяет две важные коммуникации — домаксвелловскую электродинамику и оптику, расположенных на противоположных сторонах пропасти. «Свод... уже мог держать сам себя,— говорил Герц в начале своих исследований,— но пролет все еще слишком велик для того, чтобы рискнуть возвести на нем что-либо. Для этого были необходимы еще добавочные опоры...»

## 6.

А начиналось все это так.

В 1879 г. Берлинская академия наук по инициативе Гельмгольца объявила конкурс на экспериментальное доказательство существования электромагнитного поля согласно уравнениям Максвелла.

К серии своих экспериментальных исследований Герц приступил почти десятилетием позже.

Предварительные расчеты показали, что при имевшихся экспериментальных средствах эта задача не могла быть решена. Не было, например, даже приемника, чувствительность которого давала бы возможность обнаружить электромагнитные волны. «Найти решение заданной мне задачи каким-либо новым путем становилось делом моего честолюбия»,— признается Герц.

В это время он переехал из Киля в Карлсруэ. В физическом кабинете Высшей технической школы ученый нашел несколько индукционных катушек Румкорфа. Используя их для лекционных опытов, он вдруг (это было как озарение!) увидел возможность получить с их помощью быстрые электрические колебания. Теория электрических колебаний была к тому времени уже основательно разработана и экспериментально подтверждена. Но частоты применялись обычно очень низкие, поэтому при ничтожной мощности эти колебания не могли породить электромагнитных волн, доступных наблюдению.

Герц должен был работать в двух направлениях: как экспериментатор и как теоретик. Причем теоретик счастливейшим образом дополнял в нем экспериментатора. Экспериментальные же его приемы всегда отличались простотой и изяществом.

Он долго и пристально изучал колебательный разряд, стремясь повысить частоту колебаний. Ему удалось повысить ее более чем в сто раз. Вместе с тем он сконструировал и свой классический излучатель, названный им «открытым вибратором». Вибратор был чрезвычайно прост: два металлических листа или шара, соединенных проволокой с небольшим промежутком, в котором и наблюдались проскакиваемые электрические искры. Источником переменного тока служила индукционная катушка Румкорфа. Искровой разряд сопровождался возникновением электромагнитных волн — заветных электромагнитных волн! Электромагнитные волны, как бы отрываясь от своего источника — вибратора, распространялись в окружающем пространстве со скоростью света.

Вибратор Герца явился прообразом современных антенн.

Но чтобы доказать существование электромагнитных волн, излучаемых вибратором, их надо было принять, т. е. зарегистрировать.

Ток в приборах Герца за одну секунду менял свое направление несколько миллионов раз. Пытаться обнаружить его посредством, например, гальванометра — затея совершенно бессмысленная. Нужен был специальный приемник. Герц сконструировал и его. Он был еще более прост, чем вибратор: медная проволока, согнутая в виде кольца или прямоугольника, с «искровым промежутком» и с укрепленными на концах небольшими медными шариками.

Приемник, или «резонатор», находился в нескольких метрах от вибратора. Чтобы он мог принимать («отзываться»), его надо было настроить в резонанс. Для этого подбирались размеры обоих контуров, а затем регулировались величины искровых промежутков. При работе вибратора в резонаторе происходило ответное искрение той же частоты. Получился

своего рода «электрический глаз» (как назвал его лорд Кельвин), способный «видеть» электромагнитные волны. Однако наблюдать подобное явление было чрезвычайно трудно ввиду его малости. Требовался большой навык и огромное глазное напряжение экспериментатора.

Вильям Брэгг потом комментировал: «Расстояние между передатчиком и приемником в этих ранних опытах составляло всего несколько ярдов; это неудивительно, потому что первые аппараты были крайне маломощными. Особенно слабыми были средства приема. О методе Герца можно сказать, что это была цепочка, в которой существовали только первое и последнее медные звенья, и он наблюдал искру в разрыве, сделанном в последнем звене. Этот метод, конечно, был крайне нечувствительным. Изобретение когерера Бранли явилось существенным шагом вперед. Но только электронная лампа позволила двинуться вперед гигантскими шагами и привела к изумительному прогрессу...»<sup>9</sup>.

Герц писал: «Я работаю очень усердно, нет ни одного дня, когда бы я хоть немного не продвинулся вперед». Однако его путь к успеху был не легок. Бессонные ночи, месяцы поисков, сомнений и неудач, титаническая предварительная работа. «За каждой преодоленной трудностью встает новая, еще большая», — писал ученый родным. Таких признаний в его дневнике и письмах много.

Но он умел преодолевать трудности. И видеть, всматриваться, подмечать он тоже умел как никто. Поражает в нем и необыкновенная целенаправленность исканий. Перед ним стояла определенная цель, и он шел к ней, не отступая, не разбрасываясь, решительно устраняя с пути все, что могло помешать, отвлечь. В этом отношении показателен такой эпизод. Изучая свойства вибратора, он открыл фотоэффект, который был вызван действием ультрафиолетовых лучей на отрицательно заряженный электрод вибратора. Но ему сейчас не до фотоэффекта. Да и вообще его натуре не свойственна многоплановость устремлений, что отличало, например, Гельмгольца, Менделеева, Юнга. Он скорее примыкал к ученым «узкого» профиля — к таким, как Роберт Майер, Попов, Гиббс (это в силу естественных причин присуще и ученым наших дней). Герц, казалось, понимал: времени мало, надо спешить и не разбрасываться.

И действительно, надо было, спешить! Впоследствии выяснилось, что приблизительно в том же направлении работали несколько других физиков, в частности англичанин Оливер Лодж. Герц этого знать не мог, но словно бы чувствовал. Впрочем, он был далеко впереди, поэтому на долю ближайшего к нему соперника — Лоджа — досталось лишь повторить и подтвердить его результаты.

## **7.**

Первый несомненный успех экспериментов определился весной 1887 г. Посылая в конце июня Гельмгольцу свою только-только оконченную статью «О весьма быстрых электрических колебаниях», Герц, в частности, писал: «Вероятно, я не ошибусь, считая, что проведенные опыты достаточно убедительны. Я думаю, что примененные здесь электрические колебания могут быть весьма полезны для электродинамики незамкнутых токов». И далее: «Я не мог не послать Вам эту работу, так как в ней излагается предмет, к рассмотрению которого Вы сами побудили меня несколько лет тому назад».

Гельмгольц незамедлительно ответил восторженной открыткой: «Манускрипт получен. Bravo! В четверг отправляю в печать. Г. ф. Гтц.»

В том же своем сопроводительном письме Герц сообщал, что он «уже успел сделать несколько дальнейших шагов». Он продолжал экспериментировать до конца июля, пока совершенно не выбился из сил. Стояла удушливая жара. 19 июля ученый отметил в дневнике: «Полностью пропала удача в работе». Надо было подумать об отдыхе. В последних числах месяца он с молодой женой уехал в Херренальб. Но 7 сентября он уже снова в лаборатории. И радуется тому, что «быстро пришел в *medias res*» — в столь им любимое «чернорабочее состояние».

Опыты шли отлично. Герц погрузился в изучение открытых им электромагнитных волн. Он устанавливает, что они отражаются от зеркал, преломляются в призмах, поляризуются и интерферируют, т. е. обладают всеми свойствами световых волн. Эврика! Стало быть, конкурсная задача Берлинской академии наук решена.

Когда Герцу впоследствии потребовалось уменьшить длину полученных волн, он стал уменьшать размеры вибратора: снял с него шары, оставив одни короткие стержни, между которыми теперь и проскакивали искры. Этот новый вибратор имел длину 30 сантиметров и испускал 60-сантиметровые волны.

Для изучения оптических свойств дециметровых волн Герцу пришлось собственноручно изготавливать огромные линзы и призмы из диэлектриков. Одна такая призма, отлитая из асфальтовой массы, имела высоту 1,5 метра и весила 1200 килограммов.

Получив электромагнитные волны, Герц возвел этим такую надежную «опору», что ее одной оказалось достаточно, чтобы укрепить фарадей-максвелловскую «арку теории».

Свой доклад о работах Герца, произнесенный вскоре в Физическом обществе, Гельмгольц начал словами: «Сегодня я должен сообщить вам о важнейшем физическом открытии нынешнего столетия».

«Исследования Герца являются одним из наиболее замечательных во всей истории физики триумфов экспериментального умения, изобретательности и осторожности в сделанных выводах», — писал Дж. Дж. Томсон.

Герцем были «блестяще подтверждены математические формулы Максвелла, — сказал известный русский физик И. И. Боргман. — Они принесли окончательную победу и электромагнитной теории света».

Герц, таким образом, перевел на экспериментальный язык уравнения Максвелла. Но и как теоретик он тоже проявил себя исключительным образом. Ему принадлежит изречение: «Теория Максвелла — это уравнения Максвелла». Анализ уравнений Максвелла, предшествовавший экспериментам, был проведен Герцем на самом высоком философско-математическом уровне. В начале 1889 г. он преобразовал уравнения Максвелла, обобщил и упростил их, придав им строго симметричную форму, благодаря чему особенно четко выступила взаимосвязь электрических и магнитных процессов. Аналогичную работу — почти одновременно с Герцем — выполнил и английский ученый Оливер Хевисайд. После этого «система уравнений Максвелла, — как отметил впоследствии Макс Лауэ, — приняла такой эстетически совершенный симметричный вид, который... привлекает нас почти как очевидность». В таком виде уравнения Максвелла потом и вошли в науку.

В 1890 г. Герц, снова вернувшись к уравнениям Максвелла, обобщил их для случая движущихся тел, что имело чрезвычайные последствия: под влиянием этого

электродинамикой движущихся сред заинтересовался Лоренц, а Пуанкаре, опираясь на достижения Лоренца, выдвинул свой знаменитый принцип относительности и получил так называемые преобразования Лоренца, явившиеся одним из истоков теории относительности.

Макс Борн указывает еще такой аспект значения открытия Герца: «...с чувством облегчения, — говорит он, — было встречено экспериментальное подтверждение Герцем теории Максвелла, поскольку теперь стало возможным отождествить электромагнитный эфир со световым. Этим сразу были устранены трудности формального порядка: ...электромагнитный эфир предстал не как механическое тело со свойствами, установленными на основе повседневного опыта, а как особого рода сущность со своими законами (такими, как уравнение Максвелла) — типичное искусственное понятие»<sup>10</sup>.

Герц был одним из первых ученых, которые поняли все величие теории Максвелла. Однако к пониманию и признанию ее он тоже пришел не сразу. Его отношение к Максвеллу не было ни однозначным, ни простым. «Уточняя причину метаморфоза взглядов Герца, — отмечает А. Н. Вяльцев, — надо... подчеркнуть, что ему ни в коей мере не был пиетет перед личностью Максвелла. Наоборот, до конца своих дней Герц сохранил к Максвеллу чувство некоторой неприязни... Чем это было обусловлено, можно только догадываться. Возможно, Герц испытал неизгладимый шок от того, что не сразу понял отношение своих опытов к теории этого человека; не исключено, что у него появилось чувство досады, когда стало ясно, что он не открыл новое явление, а лишь экспериментально подтвердил теоретически открытое... В последнем отношении для немцев создалась на редкость неблагоприятная... ситуация. На протяжении нескольких десятилетий виднейшие теоретические умы Германии, от Неймана-отца до Неймана-сына, прочно держали инициативу развития электродинамики в своих руках, и было основание считать вклад, сделанный в науку этой плеядой немецких теоретиков, бессмертным. С признанием же теории шотландца Максвелла, основанной на воззрениях англичанина Фарадея, вклад этот терял всякую научную ценность»<sup>11</sup>. И далее: «...только когда это пестрое сооружение рухнуло под тяжестью своей неполноценности, Герц признал теорию Максвелла, не оставляя, впрочем, сомнений в ее законченности и универсальности. Только накануне смерти он снял свое последнее возражение».

## 8.

Деятельность Генриха Герца — это блестящая иллюстрация к знаменитой формуле Ломоносова: «Из наблюдений устанавливать теорию, через теорию исправлять наблюдения — есть лучший всех способ к изысканию правды».

Опыты Герца обратили на себя внимание не только ученого круга физиков, но и всего образованного мира.

«Он вынудил природу к откровениям, которые до него не открывались ни одному человеку», — скажет потом Макс Планк.

Его путь к вершине был хоть и не долог, но труден. Когда же вершина была достигнута, он позволил себе оглядеться.

В знаменитой речи, произнесенной 20 сентября 1889 г. в Гейдельберге на 62-м съезде естествоиспытателей и врачей, Герц говорил: «Отправившись из области чисто электрических явлений, мы, шаг за шагом, подошли к явлениям чисто оптическим. Высокий перевал преодолен; дорога спускается, вновь становится ровной. Связь между светом и

электричеством, которую теория предчувствовала, подозревала, предвидела, — установлена, стала доступной чувству, понятна для здравого смысла. С наиболее высокой точки, которой мы достигли, с самого перевала, открывается далекий вид на обе области. Они оказываются большими, чем мы думали раньше».

Петр Николаевич Лебедев, другой гениальный экспериментатор того времени, учившийся в ту пору в Страсбургском университете, вспоминал, что читавший им курс теоретической оптики профессор Эмиль Кон строил его целиком на теории Френеля. Курс был большой — четыре часа в неделю, но электромагнитной теории Максвелла в нем уделялось лишь... полчаса. А через год (т. е. сразу, как только стали известны опыты Герца) тот же профессор Кон строил весь свой курс уже целиком на теории Максвелла.

Так стремительно утверждалась в науке фарадей-максвелловская теория. Она словно брала реванш за годы пренебрежения и унижительного к ней недоверия. Джеймс Клерк Максвелл не дождался до этого времени всего девять лет.

Вместе с тем после опытов Герца начался новый этап борьбы за электромагнитную теорию. Русские физики, как и при жизни Максвелла, вновь оказались на самых передовых позициях.

Учение об электромагнитных волнах глубоко захватило А. Г. Столетова. Он писал: «Эта тема в руках талантливого и настойчивого Герца дала чудные плоды: его открытия были победой теории Максвелла, и тот мост между светом и электричеством, который существовал дотолы только в гениальном уме английского физика, получил реальные устои. Учение о дальном действии... сложило оружие на поле электрических явлений; единственным представителем дальном действии осталось еще не разъясненное в этом смысле тяготение».

3 января 1890 г. Столетов произнес речь «Эфир и электричество», где, в частности, указывал, что важную проблему доказательства единства электромагнитных волн надо решать путем уменьшения длины вновь получаемых электромагнитных волн. (Мы уже видели и увидим ниже, как физики, в том числе русские, а затем и советские, своими исследованиями ответили на это указание Столетова.) Далее Столетов спрашивал: «...нет ли в спектре Солнца лучей с большей длиной волны, вроде герцевых лучей?». Впоследствии физика и на этот вопрос ответила положительно, что явилось важным шагом на пути развития радиоспектроскопии и радиоастрономии.

## 9.

Вильям Брэгг писал: «Лишь после того, как Клерк Максвелл сформулировал четыре математических уравнения, выражающих четыре принципа, раскрытие которых было медленным и потребовало большой затраты труда и мысли, радио, как мы теперь называем его, стало возможностью».

В большой и сложной предыстории радио открытиям Генриха Герца принадлежат, пожалуй, самые яркие главы. Он радио не открыл, поскольку даже возможностям гения положен предел, но на его долю выпала немалая честь — проложить дорогу к этому величайшему открытию современности.

Работы Герца вдохнули жизнь в новую тогда область физики — учение об электромагнитных колебаниях. Открытие Герцем электромагнитных волн не свелось к «приватно-физическому» событию. Нет. Подобно открытию Фарадеем электромагнитной

индукции, оно оказало огромное влияние на развитие всей цивилизации. Вместе с тем интересно, что ученый не верил в практическое значение полученных им волн. Должно быть, именно в этом смысле Дж. Дж. Томсон и говорил о необыкновенной его «осторожности в сделанных выводах». В 1889 г., отвечая инженеру Губеру на вопрос о перспективах практического использования его открытия, Герц недвусмысленно заявил, что полученные им электромагнитные волны, по его мнению, для практических целей малопригодны. К такому заключению он пришел в силу того, что не видел возможности существенно увеличить энергию электромагнитных колебаний.

Первым, кто заговорил об огромных перспективах «герцевых волн» для беспроводной связи, был проницательный Вильям Крукс.

Александр Степанович Попов не только разделял взгляды Крукса, но одним из первых взял на себя нелегкий труд воплотить эту идею в жизнь. На это ему потребовалось более шести лет. 5 мая 1895 г. (этот день мы отмечаем теперь как День радио) Попов сообщил о своем изобретении приемника электромагнитных волн. В то время эфир был девственно пуст. Никаких «сигналов», кроме разрядов атмосферного электричества. Потому-то Попов и назвал свой прибор «грозоотметчиком», хотя в действительности это был первый приемник электромагнитных волн.

Первая в истории радиотехники радиограмма была передана несколько позже: ее послала в эфир рука А. С. Попова 24 марта 1896 г. И состояла она из двух слов: «Генрихъ Герцъ». Переданы они были по азбуке Морзе. Так изобретатель радио подчеркнул великую историческую заслугу своего предшественника.

Изобретение Попова вывело теорию Максвелла в широкий мир техники и многочисленных ее приложений.

## 10.

Электромагнитные волны, полученные Герцем, имели длину от 10 метров до 60 сантиметров.

60-сантиметровые волны в 100 тысяч раз длиннее волн инфракрасных. Как только была доказана тождественность электромагнитных и световых волн, так сама собой возникла очередная задача: получить полный спектр электромагнитных волн, что для подтверждения теории Максвелла совершенно необходимо. По тому времени — задача не из простых. Ею занялись многие физики. Они работали на разных участках спектра, двигаясь друг другу навстречу. Лебедев, Рубенс, Риги, Никольс, Тир, Глаголева-Аркадьева, Левитская — вот далеко не полный их список.

Лебедев и Риги стремились продвинуться в область красных волн. В 1895 г. П. Н. Лебедев получил волны в 6 миллиметров. А. Г. Столетов подарил молодому ученому отпечаток своей статьи «Эфир и электричество» с такой примечательной надписью: «Новейшему от древнейшего (в России) пропагатору герцологии».

Навстречу Лебедеву, со стороны тепловых волн, шел Рубенс. Все совершенствуя и совершенствуя свой метод, он в 1898 г. получил волны в 61 микрон, а через тринадцать лет довел их длину до 340 микрон.

В 1899 г. П. Н. Лебедев впервые обнаружил и измерил световое давление. Годом позже он встретился на Всемирном конгрессе физиков в Париже с Генрихом Рубенсом. Во время

рукопожатия ученые произнесли шутовское пожелание: в недалеком будущем «пожать друг другу руку в полном спектре электромагнитных волн». Однако должна была пройти еще четверть века, прежде чем это пожелание могло быть осуществлено. Ни Лебедев, ни Рубенс, увы, до этого дня не дожили.

Герцевы волны со световыми были соединены в 1922 — 1924 гг. Это сделала А. А. Глаголева-Аркадьева. Она подошла к задаче совсем по-новому: не стала конструировать еще более филигранных приборов, как ее предшественники, а создала среду, которая играла роль излучателя самых коротких волн. Электрические искры Глаголева-Аркадьева получала между мелкими металлическими частицами, находящимися в вязком масле. В настоящее время волны длиной в несколько миллиметров легко получают в магнетронах и клистронах. Успехи электроники таковы, что все это давно перестало быть проблемой<sup>12</sup>.

Заслуги Генриха Герца нашли всеобщее признание еще при его жизни.

Можно было бы привести длинный перечень ученых званий и наград, которых он был удостоен. Так, он был избран членом-корреспондентом ряда академий — Берлина, Мюнхена, Геттингена, Вены, Турина, Рима, Болоньи. Он получил премию Парижской академии наук, медаль Румфорда от Лондонского королевского общества и ряд других высоких наград и отличий. Впоследствии его имя было присвоено Институту по исследованию колебаний Берлинской академии наук (ГДР). В его честь назван ряд физических и математических понятий: «герцевы волны», «вектор Герца», «функция Герца». Но поистине нерукотворным памятником великому ученому явилось введение наименования единицы частоты колебаний — герц (Гц, Hz). Эта единица принята в 1935 г. на VIII съезде Международной электротехнической комиссии.

Таким был Генрих Герц. Таков его исторический вклад в дело утверждения теории Максвелла.

Следующим ученым, которому удалось экспериментально подтвердить вторую важную теоретическую посылку теории Максвелла — наличие светового давления — был замечательный русский физик Петр Николаевич Лебедев.

Воспроизведено по изданию:

Кляус Евгений Михайлович. Поиски и открытия (Т. Юнг, О. Френель, Дж. К. Максвелл, Г. Герц, П.Н. Лебедев, М. Планк, А. Эйнштейн). — М.: Наука, 1986. — 176 с, ил. — (Серия «История науки и техники»).

- 
1. 1.Здесь и далее письма и дневниковые записи Герца, письма и воспоминания его родных и знакомых цит. по кн.: *Erinnerungen, Briefe, Tagebücher. Zusammengestellt von Johanna Hertz. Leipzig, 1927.*
  2. 2.Планк М. Избр. тр. М.: Наука, 1975, с. 529 — 530.
  3. 3.Цит. по кн.: *Герц Г. Принципы механики, изложенные в новой связи. М.: Изд-во АН СССР, 1948, с. 297.*
  4. 4.Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 18, с. 200 — 201.
  5. 5.Там же, с. 302.
  6. 6.Там же, с. 249
  7. 7.*Hertz H. Gesammelte Werke. Leipzig, 1895, Bd. 1 — 3.*



8. 8. *Ленин В. И.* Полн. собр. соч., т. 18, с. 302.
9. 9. *Брэгг В.* История электромагнетизма. М.; Л., 1947, с. 36.
10. 10. *Борн М.* Физика в жизни моего поколения. М.: Изд-во иностр. лит., 1963, с. 40.
11. 11. *Григорьян А. Т., Вяльцев А. Н.* Генрих Герц. М.: Наука, 1968.
12. 12. Здесь уместно вспомнить, что в 1938 г. в архивах Лондонского королевского общества было найдено запечатанное письмо Фарадея, пролежавшее там более ста лет (оно датировано 12 марта 1832 г. и, согласно воле автора, должно было быть вскрыто через сто лет). Написано оно Фарадеем через несколько месяцев после открытия им электромагнитной индукции. В нем имелись такие строки: «Я полагаю, что распространение магнитных сил от магнитного полюса похоже на колебания взволнованной водной поверхности или же на звуковые колебания частиц воздуха, т. е. я намерен приложить теорию колебаний к магнитным явлениям, как это сделано по отношению к звуку и является наиболее вероятным объяснением световых явлений» (цит. по кн.: Электрические колебания и волны. М.: Связьиздат, 1941, вып. 1, с. 33). Запись удивительная, провидческая! В ней, по существу, заключено все, из чего потом родилось радио, в ней содержится и понимание электромагнитной природы света.