

## Научные сказки –



# Ник. Горькавый Электрический дракон

© Ник. Горькавый, 2016  
© Кудрявцева А., ил., 2016  
© ООО «Издательство АСТ», 2017

\* \* \*



*Книга посвящается сыну Александру*

Автор искренне благодарит учёных, которые стали консультантами данной книги и значительно улучшили её содержание.

Научные консультанты:

Александр Павлович **Васильков** , кандидат физико-математических наук,  
Илья Николаевич **Горькавый** , кандидат технических наук,  
Александр Юрьевич **Исупов** , кандидат физико-математических наук,  
Владислав Вячеславович **Сыщенко** , доктор физико-математических наук.

Особый вклад в книгу внёс Владислав **Сыщенко** , который воспроизвёл важнейший опыт Фарадея с помощью самых простых средств. Описание этого эксперимента и соответствующая цветная иллюстрация включены в книгу (эксперимент приписан Джерри – прости, Влад!).

## **Сказка о трёх рыцарях-богатырях, которые решили сразиться с электрическим драконом**

Испокон веков не было ничего страшнее для человека, чем сильная гроза с молниями и громом. Мрачная тёмная туча наваливалась на деревни и города, как дракон, ревела-гремела, пылала огнём, молниями, расщепляла дубы, сжигала дома, убивала людей. Все, кто мог, – прятались; все, кто верил в милосердие богов, – молились. Мыслимое ли дело – бросить вызов этому могучему и ужасному дракону? Но всегда находится среди людей тот, кто превосходит всех остальных силой, кто не боится сразиться с самым опасным врагом. Таких смелых и сильных людей в одних странах называют богатырями, в других – рыцарями.

– Неужели на самом деле нашлись богатыри... или рыцари, которые решили победить грозу и молнию? – удивилась Галатея, слушавшая вечернюю сказку, которую читала её мама, принцесса Дзинтара.

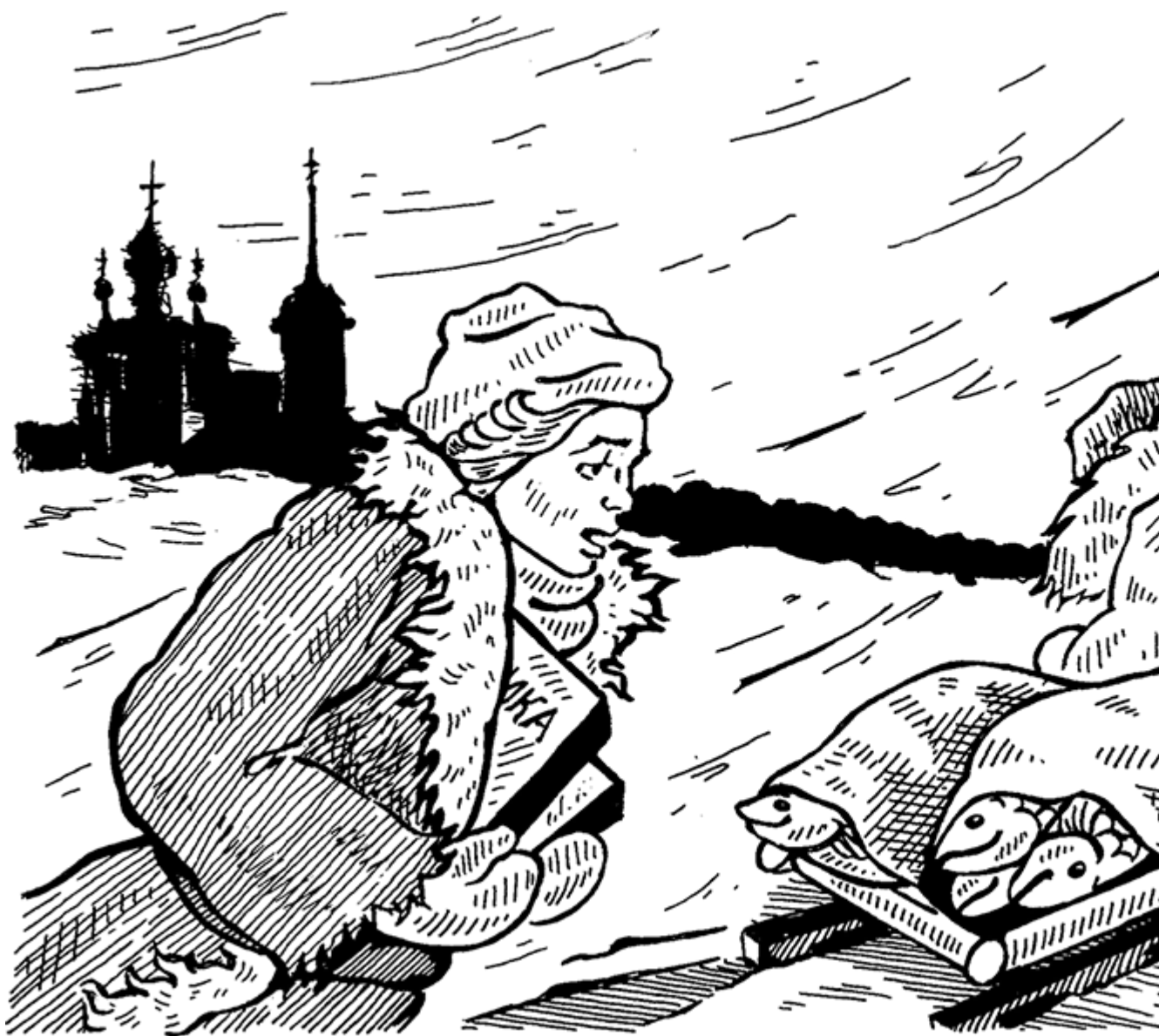
– Вечно ты перебиваешь! – укоризненно сказал Галатее старший брат Андрей. Впрочем, он был не настолько стар, чтобы не слушать мамины научные сказки.

– Да, нашлись! – с гордостью за человеческий род сказала Дзинтара. – Их было трое: русский Михайло, немец Георг и американец Бенджамен. Они не испугались грозного дракона, плюющего молниями и рычащего громом, и решили узнать его слабые места и победить, чтобы он больше не причинял людям зла. А можно ли заставить это чудовище работать на человека?

– Дракона? Работать? – недоверчиво покачала головой Галатея.

– У каждого богатыря свой путь к битве с драконом. Когда Михайло, Георг и Бенджамен были подростками, никто не догадывался, что из них вырастут богатыри. Этих трёх пареньков объединяли только две вещи – они были очень бедны и очень хотели учиться.

Михайло был из крестьян, он вырос в глухой деревне Холмогоры возле Белого моря – и была ему уготована отцовская судьба: ходить за сохой да тащить невод с рыбой. Но больше всего на свете Михайло хотел постигнуть науки, увидеть разные страны и разгадать – почему гремят грозы и отчего светят полярные сияния. Но отец даже слышать не хотел про то, чтобы отпустить сына на учение. Тогда девятнадцатилетний Михайло надел тулуп, взял котомку с двумя книжками: «Грамматикой» и «Арифметикой» – и в декабрьский лютый мороз убежал из дома. Три дня и три ночи он шёл пешком по заснеженной дороге, по санному следу, пока не нагнал рыбный обоз – и не попросился ехать с рыбаками.



– Он же мог замёрзнуть насмерть! – ужаснулась Галатея. – Или его могли съесть волки!  
– Да, это был отчаянно смелый план, – согласилась Дзинтара. – Но Михайло был богатырь, и он очень хотел учиться!

В северном безлюдье, заросшем болотистым лесом, нет дорог, их роль зимой заменяли замёрзшие реки. Рыбаки с Холмогор пользовались холодами, чтобы отвезти мороженую рыбу в город.

...Убаюкивающий скрип санных полозьев по стылому снегу сменялся на гроыханье и тряску, когда рыбный обоз проезжал по бугристому речному льду, с которого резкий ветер смёл снег. В санях обоза ехал рослый Михайло. Он охотно помогал толкать застрявшие в сугробах сани и собирать сушняк для костров во время ночёвок. Рыбаки знали, что парень едет в город учиться, – и посмеивались над этим у вечернего трескучего костра. «Дык, разве учение поможет поймать больше рыбы?» Михайло в ответ отшучивался и присутствия духа не терял. Вот только ночью приходили в голову разные тревожные мысли: как там живётся, в невиданном доселе городе? Справится ли он? Говорят, для учения языка надо знать хорошо: латынь, немецкий. А с этим в Холмогорах было непросто. Неграмотный отец был против мечты сына – и даже решил его женить, чтобы дурь из головы выбить. Но какая-то неодолимая сила толкала парня вперёд, в бурную неизвестность. Перерос он Холмогоры, тесно ему было там.

И вот спустя три недели после начала путешествия, в январе 1731 года, рыбный обоз прибыл в Москву.

Михайло шёл по улице и дивился. Народищу-то сколько! Дома-то какие здоровенные!

В те времена в России учёба была привилегией дворян. Чтобы учиться, Михайло пошёл на обман: подделал документы, сказался не крестьянским, а дворянским сыном. И его взяли в единственное в то время высшее учебное заведение России – Славяно-греко-латинскую академию. Малолетние ученики посмеивались над взрослым Михайло, но именно он стал самым знаменитым выпускником академии.

Следующие десять лет прошли в бедности и в упорной учёбе. Михайло Ломоносов учился в Москве, Киеве, Германии, Голландии, Санкт-Петербурге – и к своим тридцати годам превратился из крестьянского парня в талантливую учёного, владеющего латынью и несколькими европейскими языками. Ломоносов был исключительно многогранным человеком, но исследование молний и северных сияний заняло важное место в его трудах.

Второй рыцарь – Георг родился в семье прибалтийских немцев. Он был сверстником Михаила и вообще не знал своего отца, который умер от чумы ещё до рождения Георга. Но с учением ему повезло больше – он без особых помех начал учёбу в Таллине, а продолжил в Германии. В результате он стал домашним учителем детей немецкого графа. Когда тот вместе с детьми и их учителем переехал в Санкт-Петербург, Георг очень обрадовался – ведь здесь находилась известная Санкт-Петербургская академия наук и художеств. Георг Рихман подал в академию своё сочинение по физике с просьбой принять его в академию – и стал её студентом. К своим тридцати годам Георг Рихман стал опытным учёным – и подружился с Михаилом Ломоносовым, который к тому времени уже стал профессором академии.

Третьим, кто бросил вызов молнии, стал Бенджамен. Он родился в Америке, в городе Бостоне. У его отца-ремесленника было 17 детей, а Бенджамен был пятнадцатым. Отец отдал сына в школу, но денег хватило только на год учёбы. Так как мальчуган очень любил читать, то отец определил двенадцатилетнего Бенджамена подмастерьем в типографию своего старшего сына. Мальчик печатал и сам продавал газеты на улицах Бостона. Ему очень хотелось написать что-нибудь в газету своего брата, но тот только смеялся над малолетним подмастерьем. Тогда Бенджамен написал письмо в газету от имени пожилой вдовы – и тайно подсунул письмо под дверь типографии. Письмо «вдовы» понравилось – и было напечатано. 16 «вдовьих» писем, опубликованных в газете, вызвали огромный интерес и розыски таинственной «вдовы». Когда мальчик Бенджамен признался в своём авторстве, то все пришли в восторг от его писательского таланта, только хозяин типографии оказался недоволен славой своего младшего брата, которого он даже стал поколачивать. Бенджамен ушёл из дому и отправился на юг – в Нью-Йорк, и далее – в Пенсильванию.

– Мама, как же так – уже второй герой твоей истории бежит из дому! – воскликнула Галатея.

– В те времена жизнь людей была очень трудна, – вздохнула Дзинтара. – У них не было денег на обучение. Еда и крыша над головой заботили их больше всего – и, как правило, сыновья продолжали налаженное дело отцов. Если подросток стремился к своей мечте, то он должен был взбунтоваться против этой рутины. Далеко не всегда это приводило к успеху, но без сопротивления существующему порядку вещей ни учёный, ни изобретатель появиться на свет не может. Они – бунтари по своей природе.

Жизнь бунтарей трудна. Бенджамен Франклин голодал, перебивался случайными заработками и работал подмастерьем в типографии. Он совершил путешествие в Лондон и после многочисленных приключений, в возрасте 21 года, основал в Филадельфии свою собственную типографию и стал выпускать «Пенсильванскую газету» и ежегодник с разной занимательной информацией. Бенджамен имел склонность к изобретательству – и даже сконструировал печь новой конструкции.

Достигнув сорокалетнего возраста, Франклин занялся изучением молнии и электрических явлений.

...В 1733 году француз Шарль Дюфе объявил о существовании двух видов электричества – стеклянного, возникающего от трения стекла о шёлк, и смоляного, вызванного трением смолы о шерсть.

Дюфе писал, что открыл принцип: «...проливающий свет на электрическую материю. Этот принцип заключается в том, что существует два рода электричества, одно из которых я называю стеклянным электричеством, а другое – смоляным электричеством. Первое находится в стекле, горном хрустале, драгоценных камнях, волосах, шерсти и во многих других телах. Второе – в янтаре, в камеди, шелке, нити, бумаге и в большом количестве других веществ. Характерным для этих двух электричеств является способность отталкивать и притягивать одно другое. Так, если тело обладает стеклянным электричеством, оно отталкивает тела, содержащие такое же электричество, и наоборот, притягивает всё то, что имеет смоляное электричество. Соответственно смоляное электричество отталкивает смоляное и притягивает стеклянное».

Франклин, проводя свои электрические опыты, пришёл к выводу, что смоляное и стеклянное электричество являются проявлением одной субстанции – «электрической жидкости», только находящейся в разных условиях. Он ввёл понятие положительных и отрицательных электрических зарядов и выдвинул идею электрического двигателя.

Франклин изучил и объяснил действие недавно созданной «лейденской банки», которая представляла собой простейший конденсатор и могла хранить значительное количество электрического заряда. В 1750 году Франклин опубликовал работу, в которой предложил провести эксперимент с использованием воздушного змея, запущенного в грозу.

– Он решил подразнить электрического дракона! – воскликнула Галатhea. – Запустить перед самым его носом игрушечного змея!

– Франклин понимал, что это очень опасно, поэтому, подняв летом 1752 года змея в грозовую тучу, он не стал дожидаться молнии, а с помощью ключа, надетого на бечеву, доказал, что гроза содержит в себе такое же электричество, что и лейденская банка.

– Как он это сделал с помощью ключа? – полюбопытствовал Андрей.

– Он заметил искры, которые стекали с ключа, надетого на бечеву, на его руку. Этот простой эксперимент позволил Франклину доказать тождество атмосферных громохочущих молний и «домашнего» электричества в виде искр от лейденской банки или от шерстяной одежды зимой.

– Тем самым он смог перенести изучение небесного дракона в лабораторию!

– Верно. В лаборатории изучать электричество было гораздо безопаснее, чем в грозовой туче. Франклин понимал угрозу, которую несёт в себе мощь электрического дракона. Он, рассматривая электричество как жидкость или электрический огонь, указывал на важность заземления, то есть стока небесного электричества в землю.

Франклин сделал в своём доме первый громоотвод (или молниеотвод). Он креплёлся к верхней части дымохода и возвышался над ним почти на три метра. От основания этого стержня проволока толщиной с гусиное перо шла через стеклянную трубку в крыше и далее – вниз по лестнице, мимо двери спальни Франклина, к хорошо заземлённому железному насосу. Напротив своей двери Франклин сделал от основной проволоки два ответвления и повесил на них колокольчики. Между ними он поместил латунный шар на шёлковой нитке, рассчитывая, что грозовое электричество, проходящее по проводу, заставит шарик колебаться и звонить в колокольчики. Действительно, во время грозы вся эта конструкция звенела и искрила. Кроме всего прочего, Франклин заряжал таким способом стеклянные лейденские банки для своих опытов.

– Он уже заставил работать на себя небесного дракона! – удовлетворённо воскликнула Галатhea.

– Да, но пока совсем немного. Но всё равно это дракону не нравилось – и он «рычал».

Однажды Франклин был разбужен громким треском на своей лестнице. Он выглянул из двери и увидел, как латунный шарик, вместо того чтобы звонить в колокольчики, отстранился от них. Между колокольчиками проскакивали яркие искры, а потом возникла электрическая дуга толщиной в палец, которая так ярко светила, что лестница была освещена как днем. Франклин отмечал – при этом свете «можно было собирать иголки».

– Так это он открыл, что электричеством можно освещать дома? – спросил Андрей.

– Ну... в общем-то, да, хотя до изобретения первой электролампы оставалось ещё много времени. Когда Франклин уехал по делам в Лондон, он оставил свой молниеотвод...

– Вернее – драконоулавливатель! – отметила Галатея.

– ...в полной готовности к грозам. Внезапный громкий звон и яркие искры на лестнице так пугали жену Франклина, что она написала мужу письмо в Лондон с просьбой, чтобы он отключил своё электро-грозовое устройство.



Примерно в это же время к исследованию электрического дракона приступили Рихман и Ломоносов.

Для измерения электрической силы молнии Рихман изобрёл электроскоп – прибор для количественного измерения заряда, который несёт в себе молния. Он установил на доме



металлический стержень, провод от которого он подвёл к своему электроскопу. Рихман, конструируя свой прибор для исследования молний, присоединил его проводом к внешнему стержню, но не стал заземлять, считая, что измерения заряда молний будут точнее без заземления.

Михаил Ломоносов, соавтор Георга Рихмана по электрическим исследованиям, установил у себя такую же «громовую машину» и занялся теоретическими исследованиями электричества и полярных сияний. Он рассматривал электрический ток как поток корпускул, чем значительно опередил современные представления об электрическом токе. Например, Ломоносов выдвинул гипотезу о связи электрических и световых явлений и задался следующим вопросом: «Будет ли луч света иначе преломляться в наэлектризованных стекле и воде?» Эффект, который предвидел Ломоносов, действительно существует: он был открыт почти полтора века спустя шотландским оптиком Джоном Керром. Подтвердились и прозорливые идеи Ломоносова о том, что свет свечи или солнца тоже имеет электрическую природу, как и тепловые явления, — ведь в основе всех этих эффектов лежит движение мельчайших частиц материи. Ломоносову принадлежит множество выдающихся достижений в различных областях науки, например открытие атмосферы у Венеры. При наблюдении прохождения этой планеты по диску Солнца учёный обнаружил, что при сближении с краем солнечного диска возле диска Венеры вспыхнул яркий ободок, или «пупырь», вызванный рассеянием солнечных лучей в венерианской атмосфере. Это было первое наблюдательное доказательство существования атмосферы у небесного тела.

Новости о впечатляющих опытах Франклина с молнией достигли и России. К опытам Рихмана с интересом отнеслась российская императрица Елизавета — и даже выделила во дворце специальную комнату для его приборов. В этой комнате Рихман не раз демонстрировал иностранным послам и российским вельможам свои электрические опыты. Летом 1753 года, когда над Петербургом собралась гроза, императрица с вельможами решили посмотреть, как Рихман собирает энергию грозы в свой электроскоп. Рихман демонстрировал искры, которые рассыпались от его установки при грохоте молний за окном. Императрицу слегка ударило током, но Рихман успокоил её, рассказав о том, как один учёный наэлектризовал свою даму сердца, от чего в науке появилось понятие «электрического поцелуя». Придворные улыбались забавной истории, забыв о крутом нраве электрического дракона.

Опыты Рихмана и Ломоносова регулярно освещались в «Санкт-Петербургских новостях». По результатам своих электрических исследований друзья готовили совместный доклад на заседании Академии наук, которое должно было состояться в начале сентября 1753 года. Поэтому Рихман и Ломоносов старались не пропустить ни одной летней грозы.

6 августа они собрались в доме Рихмана возле установки для измерения заряда молнии, но тут Ломоносова позвали обедать жена и дочь. Он был голоден и решил отлучиться ненадолго.

С Георгом Рихманом оставался гравёр Иван Соколов.

— А зачем нужен был гравёр при таком эксперименте? — любопытствовала неугомонная Галатhea.

— Тогда ещё не было фотоаппаратов, и научный опыт иллюстрировался рисунком в книге, который для печати должен был быть выгравирован на специальной металлической пластине. Поэтому гравёр работал как художник: он должен был увидеть происходящее, а потом перенести это на гравюру — для последующей печати в типографии.

— Значит, гравёр был живым фотоаппаратом, — кивнула Галатhea, радуясь своей догадке.

— Когда разразилась гроза, Рихман стоял в тридцати сантиметрах от своего прибора. К несчастью, опыт пошёл не так, как ожидал Рихман, недооценивший силу электрического дракона. После разряда молнии, попавшей во внешний стержень, из прибора с пушечным



грохотом вылетела ярко-синяя шаровая молния, которая ударила учёного в лоб. Рихман погиб, а оглушённый гравёр Соколов упал.

Соколов выполнил свою миссию и создал гравюру, на которой изобразил смерть Рихмана. Весь мир узнал про эту трагедию, а исследования атмосферного электричества были временно запрещены в России. Ломоносов, сильно переживавший из-за смерти друга и коллеги, писал: «Рихман умер прекрасной смертью, исполняя по своей профессии должность. Память его никогда не умолкнет». Ломоносов хлопотал о пенсии для семьи погибшего друга и беспокоился, чтобы этот трагический случай не был использован как повод для запрета научных исследований. Смерть Рихмана стала предупреждением всем исследователям атмосферного электричества и спасла жизни многих других людей.

Работы Франклина, Рихмана и Ломоносова сделали XVIII век первым веком научного исследования молний и электричества. Прежде всего, был найден надёжный и до сих пор применяющийся способ защиты от молний. Убедившись в том, что его громоотвод – или молниеотвод – хорошо защищает дом от молнии, Франклин опубликовал способ защиты от молний в своём ежегоднике «Альманах Бедного Ричарда» в 1752 году.

«Способ этот таков, – писал Франклин. – Возьмите тонкий железный стержень (каким, например, пользуются гвоздильщики) длиной достаточною для того, чтобы три-четыре фута одного конца опустить во влажную землю, а шесть-семь другого поднять над самой высокою частью здания. К верхнему концу стержня прикрепите медную проволоку длиной в фут и толщиной с вязальную спицу, заостренную как игла. Стержень можно прикрепить к стене дома бечёвкой (шнуром). На высоком доме или амбаре можно поставить два стержня, по одному на каждом конце, и соединить их протянутой под коньками крыши проволокой. Дому, защищённому таким устройством, молния не страшна, так как остриё будет притягивать её к себе и отводить по металлическому стержню в землю, и она уже никому не причинит вреда. Точно так же и суда, на верхушке мачты которых будет прикреплено остриё с проволокой, спускающейся вниз на палубу, а затем по одному из вантов и обшивке в воду, будут предохранены от молнии».

«Альманах Бедного Ричарда» имел огромный по тем временам тираж – 10 000 экземпляров. Прочитав его, многие американцы стали устанавливать на свои дома «франклиновские стержни». Во время грозы 1760 года молния на глазах очевидцев ударила в дом филадельфийского купца Уэста, снабжённый громоотводом Франклина, – и дом не сгорел, как часто бывало после удара молнии.

В Европе громоотвод приживался трудно. В 1780 году один из жителей французского города Сент-Омер установил громоотвод на крыше своего дома. Соседи через суд потребовали снять его: они считали, что, отводя молнию от своего дома, владелец громоотвода наводит её на соседей, а перед Богом все должны быть равны. И судья согласился с этим доводом!

В Англии в споры вокруг громоотводов Франклина вмешался сам король Георг III, который попросту запретил их: ведь их изобретатель Франклин выступал за независимость американских колоний Англии, чем ужасно злил английского короля.

– Значит, Георг Рихман пожертвовал жизнью, чтобы спасти других людей от молний, а другой Георг – Георг III – рискнул жизнью своих подданных из-за своих антипатий? – сказал задумчиво Андрей.

– Душевное величие человека трудно измерить каким-либо прибором, но, полагаю, что оно – увы! – не растёт с высотой общественного положения человека, – вздохнула Дзинтара. – Франклин стал политиком и внёс огромный вклад в дело независимости Америки, а также основал один из старейших университетов Америки. Ломоносов стал просветителем России и создал проект Московского университета, который сейчас носит его имя. Эти два энциклопедиста стали ярчайшими фигурами XVIII века. Эстафету электрических исследований у них подхватил другой исследователь – итальянец Вольт. Он

понёс дальше искрящийся факел электрической науки.

– Мама, – воскликнула Галатея. – Давай установим у нас дома громоотвод с колокольчиками, как у Франклина!

– Нет! – решительно сказала Дзинтара.

– Ну почему... – заныла Галатея.

– Потому что первые исследователи молний показали, насколько опасно атмосферное электричество. Надо уважать знание, которое добыто такой дорогой ценой. Электрический дракон живет сейчас в розетках, но он подчиняется людям только тогда, когда они следуют определённым правилам. Стоит нарушить хотя бы одно из них – и трагедия неминуема. И главное правило обращения с электрическим драконом гласит, что с ним должны иметь дело только квалифицированные люди, прошедшие специальное обучение. Даже при этом сохраняется риск того, что дракон вырвется на волю: ведь тайна шаровых молний до сих пор не раскрыта – и никто не знает, как они возникают и что собой представляют...

– Тайна шаровых молний ещё не раскрыта... – протянула Дзинтара, и глаза её заискрились самым электрическим образом.

### Примечания для любопытных

**Михаил Васильевич Ломоносов** (1711–1765) – великий русский учёный-энциклопедист, химик, физик, поэт, художник, просветитель. Создатель проекта Московского университета, который носит его имя. Исследователь атмосферного электричества. Универсальный человек.

**Георг Рихман** (1711–1753) – видный немецкий учёный, друг Ломоносова и исследователь атмосферного электричества. Погиб от удара шаровой молнией при эксперименте.

**Бенджамен Франклин** (1706–1790) – выдающийся американский учёный, политик и издатель. Исследователь атмосферного электричества и изобретатель громоотвода (молниеотвода). Универсальный человек.

**Шарль Дюфе** (1698–1739) – французский физик, член Парижской академии наук. Один из первых исследователей электрических явлений.

**Джон Керр** (1824–1907) – шотландский физик, один из пионеров электрооптики. В 1875 году он наблюдал в изотропном веществе, которое поместил в электрическое поле, явление двойного лучепреломления.

**Лейденская банка** – первый электрический конденсатор. Создан в городе Лейден в 1745 году голландскими учёными Питером ван Мушенбруком (1692–1761) и Андреасом Кюнеусом. Годом ранее принцип конденсатора был открыт лютеранским священником Эвальдом фон Клейстом (1700–1748).

**Алессандро Вольт** (1745–1827) – выдающийся итальянский учёный-физик, создавший в 1800 году первую электрическую батарею, дававшую постоянный ток, и открывший новую эру в изучении электричества. В его честь названа единица измерения электрического напряжения – вольт.

**Шаровая молния** – малоизученное электрохимическое явление. Представляет собой возникающий при грозах огненный шар, летящий по воздуху и несущий в себе значительное количество энергии. Смертельно опасное явление, которое послужило причиной гибели Георга Рихмана, одного из первых исследователей молнии.

### Сказка об электрической лягушке, учёном Вольте и 220 вольтах

– Жила-была электрическая лягушка... – начала очередную научно-сказочную историю Дзинтара.

– Мама! – воскликнула Галатея. – Ты же рассказывала об электрических драконах!

Откуда взялись лягушки?

– Ну... – задумчиво сказала Дзинтара. – Электрические лягушки тоже существуют. Они оказались очень полезны для изучения электрических драконов, поэтому без них рассказ про электричество будет неполон. С точки зрения биолога, лягушка, в качестве объекта для исследования, намного лучше дракона. Меньше кусается. Но сначала мне нужно рассказать об одном маленьком мальчике...

– Этот мальчик, случайно, не был электрическим? – спросил Андрей.

– О да! Этот малыш был самым электрическим среди других детей! – с энтузиазмом подтвердила Дзинтара, и её собственные дети недоумённо переглянулись.

– Среди живописных итальянских Альп, недалеко от швейцарской границы, раскинулось знаменитое озеро Лаго-ди-Комо. На его берегах построено множество великолепных вилл и дворцов аристократов и богатых купцов, знаменитых актеров и музыкантов. Здесь отдыхали от летнего зноя ещё римские патриции.

Озеро Комо вписано крупными буквами и в историю науки, потому что в прибрежной деревушке Варенне Итальянская академия наук проводит знаменитые научные школы имени Энрико Ферми, на которые собираются физики со всего мира.

Но самая яркая научная страница в длинной истории озера Комо связана с одним местным малышом. В прибрежном городе Комо, который и дал имя озеру, в середине XVIII века родился мальчик Алессандро. История его рождения была весьма романтической: он появился на свет от тайного брака дочери местного графа и католического священника, которому церковные правила запрещали иметь семью.

Несколько лет мальчик вольно жил на природе, под присмотром деревенской кормилицы. Он рос весёлым и здоровым, но диковатым, начав говорить только в семь лет. В это время его отец умер, и Алессандро попал под опеку своего дяди, каноника. Тот решительно взялся за воспитание племянника, прописав ему огромную порцию латыни, арифметики, истории и правил поведения. Мальчик оказался очень смыслённым и поглощал новые знания на лету, интересуясь вдобавок искусством и музыкой. Алессандро рос впечатлительным и, узнав об ужасном Лиссабонском землетрясении 1755 года, унёсшем жизни ста тысяч человек, десятилетний мальчик поклялся разгадать тайну землетрясений.

В 13 лет Алессандро испытывает потрясение от зрелища кометы, вернувшейся к Земле в 1758 году – в точно указанный англичанином Галлеем срок. Впечатлённый кометой Галлея, Алессандро Вольта обращается к трудам Ньютона и окончательно связывает свою судьбу с физикой и наукой. Молнии и электрические явления очень интересовали молодого человека – он хотел объяснить их с помощью теории Ньютона и даже писал о них поэмы!

– Вот так учёный! – удивилась Галатея. – Он писал о физике стихи!

– Да. Великий римский поэт Лукреций тоже любил излагать научные соображения в виде стихов, – улыбнулась Дзинтара. – Узнав о работах Франклина, 23-летний Алессандро первым установил в Комо молниеотвод с колокольчиками, поразив этим устройством горожан.

Алессандро Вольта написал диссертацию по электрическим опытам с лейденскими банками и в 34 года стал профессором университета в итальянском городе Павии. Спустя несколько лет он узнал об электрических опытах итальянца Гальвани, профессора Болонского университета.

Луиджи Гальвани был врачом и физиком, и на его лабораторном столе размещались и препарированные лягушки, и электрические устройства. Он был женат на Люции – дочери своего учителя. Юная Люция с детства привыкла к научным экспериментам в доме отца и охотно посещала лабораторию мужа. Препарировать лягушек ей не нравилось, а вот ручку электрофорной машины, которая давала такие яркие электрические искры, Люция крутила с большим удовольствием.

Однажды Люция извлекала искры из своего любимого прибора, а ассистент Гальвани

готовил мёртвую лягушку для одного из опытов профессора. Ассистент затронул металлическим скальпелем обнажённый нерв лягушки – и лапка неожиданно задержалась. Наблюдательная Люция заметила, что в этот момент её машина дала яркую искру – и одновременно между скальпелем и лапкой, находящихся на другом конце стола, проскочила электрическая искра.

Люция сразу же сообщила Гальвани о своём наблюдении. Тот немедленно забыл первоначальную цель эксперимента и приступил к исследованию нового явления. К тому времени уже был хорошо известен феномен генерации электричества электрическими скатами и угрями. Гальвани тщательно изучил явление дёргающейся лягушачьей лапки и обнаружил, что она дёргается и без электрофорной машины, – если к лапке присоединить цепь из различных металлических предметов (например, железный ключ и серебряную монету).

Гальвани опубликовал свои наблюдения, сделав вывод, что искра, на которую отреагировала лапка лягушки, была вызвана «животным электричеством», созданным внутри самой лягушки.

Это заключение выглядело совершенно логичным на фоне тогдашних исследований электрических рыб. В те времена врачи даже прописывали некоторым больным целебные удары током от электрического угря – и такая медицинская процедура стоила немалых денег. Эксперименты Гальвани вызвали сенсацию среди исследователей!

Галатея хмыкнула:

– И панику среди лягушек, которые вряд ли обрадовались новости, что они оказались очень интересными электрическими лягушками!

Андрей задумчиво сказал:

– Сделав вывод, что источником тока является сама лапка, Гальвани пренебрёг наблюдением своей жены – и счёл факт того, что рядом с дёргающейся лапкой работала электрофорная машина, несущественным.

– И это пренебрежение привело к ошибке. Да, конечно, в живых существах бродят электрические токи по нервам, которые представляют собой трубки с проводящей жидкостью, но эти токи очень слабы – и после смерти уже не могут вызвать такие сокращения мышц, которые наблюдал Гальвани в своём эксперименте.

Алессандро Вольта тоже повторил опыты с лягушкой, но не согласился с заключением старшего коллеги. Алессандро предположил, что лягушачья лапа служила лишь точным электрометром – измерителем тока, а сам ток был внешним и возникал при соединении разных металлов.

– Или при действии электрофорной машины, – уточнил педантичный Андрей.

Дзинтара заметила:

– Этот момент научных исследований всегда меня занимал. Как единственно верная идея приходит в голову учёного, освещая совершенно иным светом обсуждаемые эксперименты?

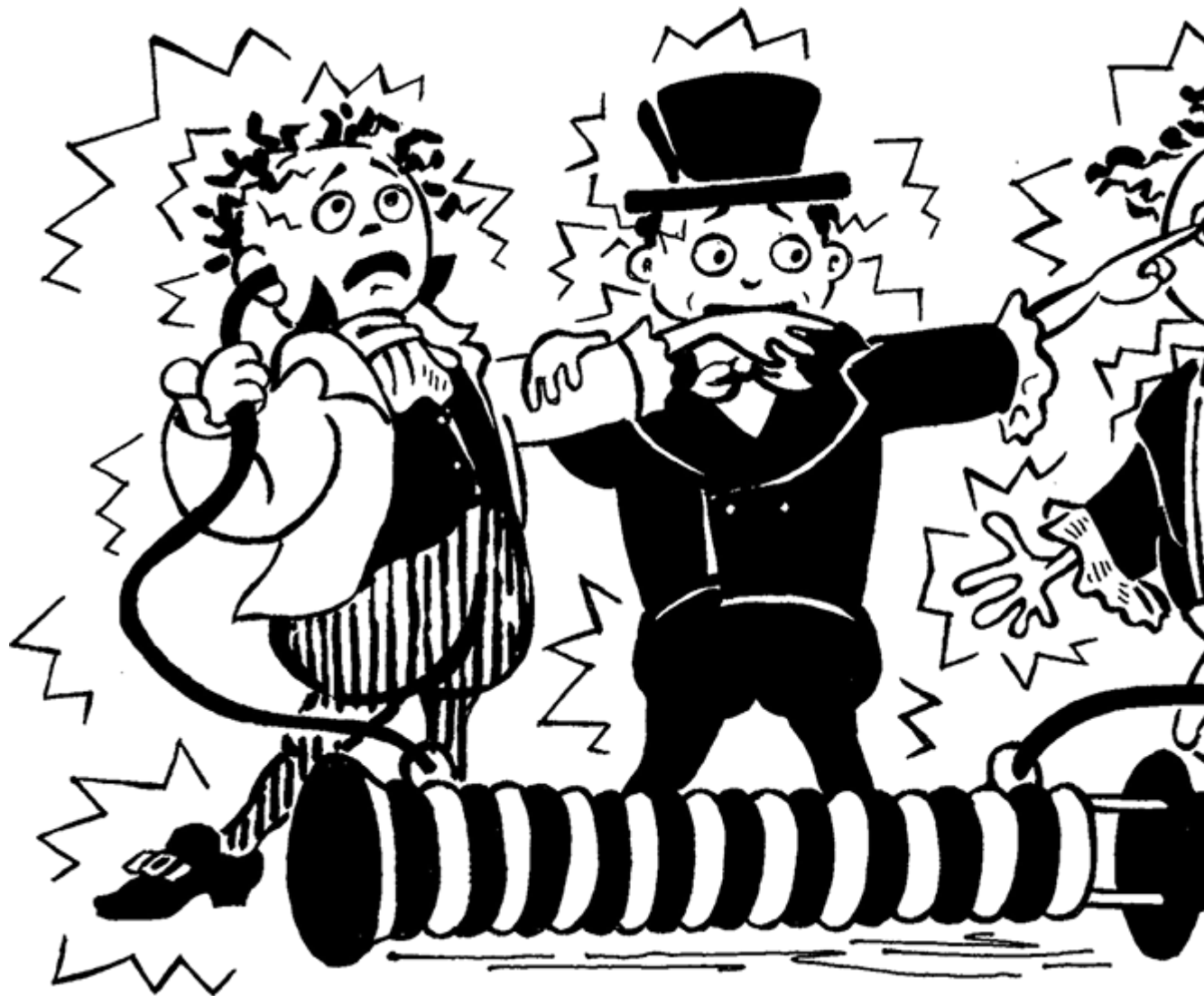
Нужно отметить, что настоящему учёному непременно нужно знать очень многое – иначе он не сумеет свести разные явления в одну картину. Вольта был очень хорошо образован и знал об опытах швейцарского врача Жан-Жака Зульцера, который сообщал, что если положить на язык соединённые кусочки олова и серебра, то на языке появится кислый вкус, в то время как по отдельности олово и серебро такого ощущения не вызывают. Вольта заподозрил, что здесь происходит тот же электрический процесс, что и в опытах Гальвани, – только мёртвая лягушка «заменяется» живым языком. Он повторил опыт Зульцера и ощутил, как он пишет: «вкус электричества» или «такой же кисловатый вкус, что и при приближении языка к кончику искусственно наэлектризованного проводника...».

Вольта экспериментировал с серебряными ложками, золотыми монетами, цинковыми и оловянными пластинками...

В одном из экспериментов он взял четырех помощников и выстроил их на полу, покрытом изолятором – смолой. Первый взял в мокрую руку цинковую пластинку, а пальцем другой руки коснулся языка второго помощника.

– Пальцем – в язык? – поморщилась Галатея.

– Наука требует жертв! – ответил Андрей.



– Второй помощник прикоснулся мокрым пальцем к главному яблоку третьего помощника. Тот вместе с четвертым держали в руках свежеспотрошенную лягушку. Четвертый помощник в свободной руке держал серебряную пластинку – и когда он прикоснулся ею к цинковой пластинке в руке первого помощника, то лягушка дёргалась, во рту второго помощника появлялся кислый вкус, а третьему казалось, что из его глаз сыплются искры.

– Спасибо науке, что не заставила держать дохлую лягушку во рту! – проворчала Галатея.

– Не будь такой капризной, тебе же сказали – лягушка была свежей! – укорил брат сестру.

– Этот эффектный опыт убедил Вольту, что источником электричества стали два соединённых куса разных металлов. Но как сделать эффект сильнее? Вольта опустил в раствор серной кислоты электроды из цинка и меди, соединённые проводом. Цинковый

электрод стал растворяться, зато возле медного электрода стали подниматься пузырьки. Вольта легко убедился, что по проводу пошёл ток!

– Почему между двумя пластинками, попавшими в кислоту, возник электрический ток? – удивилась Галатея.

Дзинтара стала объяснять:

– Что происходит в растворе серной кислоты, в которую опущены цинковая и медная пластинка, соединённые проводом? Молекула серной кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_4$  плавает в воде как хищная рыба. Эта молекула состоит из атома серы, к которому прочно присоединена двойными связями пара атомов кислорода. Ещё два атома кислорода прикреплены к атому серы единичной связью. Другая связь атомов кислорода занята парой атомов водорода. В растворе серной кислоты эти атомы водорода могут отрываться и плавать в виде двух положительно заряженных протонов. Когда молекула серной кислоты теряет два своих атома водорода, у неё «портится характер» – она становится свободным радикалом или отрицательным анионом  $\text{SO}_4$ . Этот анион ужасно агрессивен: если он встречает на своём пути металлический электрод, то он набрасывается на него, как пирания.

– Как **пиранион**! – придумала новое слово Галатея.

– Анион, или свободный радикал, орудуя парой свободных связей кислорода как зубами или клешнями, выкусывает из металлической стенки положительно заряженный атом металла. Присоединив к себе атом металла, анион «успокаивается», превращаясь в малоактивный сульфат, или соль этого металла. Металлический электрод, у которого кислота откусила положительный ион, остаётся с парой лишних электронов – и оказывается заряженным отрицательно. Благодаря этому, он притягивает к себе положительные ионы водорода или протоны, отдавая им электрон и превращая в пузырьки водорода. Поэтому если положить в серную кислоту кусочек цинка, то он начнёт пузыриться водородом. Но ситуация кардинально меняется, если в кислоту опустить медную пластинку – и присоединить её проводом к цинковому электроду. В такой паре пузыри водорода выделяются только на медном электроде, в то время как цинковый электрод будет быстро темнеть, разрушаемый кислотой.

– А почему водород перестаёт пузыриться на цинковом электроде? – спросил Андрей. – Ведь он выделялся, пока не был опущен медный электрод.

– Когда медный электрод появился в растворе кислоты, то часть электронов из разрушающегося цинкового электрода перебежала на него, зарядив медь отрицательно. И тогда медь тоже стала притягивать к себе плавающие в растворе кислоты ионы водорода и снабжать их электронами – отчего они образовали молекулы водорода и пузырьки.

– Не понимаю, – нахмурилась Галатея. – А почему медный электрод не разрушается в кислоте?

– Хищные анионы атакуют оба электрода, но от цинка или железа им откусывать ионы гораздо легче, чем от меди или серебра. Поэтому цинковый электрод заряжается быстрее медного и по проводу перебрасывает на него избыток своих электронов. А отрицательный заряд отталкивает от медного электрода хищные анионы, которые тоже заряжены отрицательно.

...Убедившись, что чашка с кислотой и парой электродов даёт ток, Вольта стал экспериментировать с цепью из таких чашек, а потом придумал конструкцию, которая была удобнее при опытах. Он взял медную и цинковую пластинки, разделил их войлоком, смоченным серной кислотой, и получил простой элемент, вырабатывающий электричество. Сложив несколько таких элементов в столбик, Алессандро Вольта создал конструкцию, которая стала всемирно известна как «вольтов столб».



20 марта 1800 года Алессандро Вольта послал письмо президенту Лондонского королевского общества. Письмо, озаглавленное: «Об электричестве, возбуждаемом простым соприкосновением различных проводящих веществ», гласило: «Имею удовольствие сообщить Вам, синьор, а через Ваше посредство и Королевскому обществу о некоторых поразительных результатах, полученных мною... Главный... это создание прибора, который по своим действиям, то есть по сотрясению, испытываемому рукой и т. п., сходен с лейденской банкой или со слабо заряженной электрической машиной, но который, однако, действует непрерывно, одним словом, дает непрерывный поток электрического флюида».

Президент Королевского общества баронет Джозеф Бэнкс показал письмо Вольты своим друзьям – лондонскому врачу Энтони Карлейлу и инженеру Уильяму Никольсону. Те загорелись идеей Вольты – и уже 30 апреля сложили по его описаниям столб из семнадцати пар пластинок и ткани, смоченной серной кислотой.

– Сделаем какой-нибудь эксперимент с этим «вольтовым столбом»! – предложил Энтони.

Уильям в это время, чертыхаясь, отмывал под струей воды обожжённый кислотой палец. Джозеф, спокойно покуривая трубку в удобном кресле, сразу согласился с этим предложением. Уильям взял стеклянную трубку с водой, заткнул её пробками, через которые пропустил латунные проводки, – и присоединил провода к разным полюсам вольтовой батареи. Одна латунная проволоочка в воде начала темнеть и покрываться налетом, от другой побежали пузырьки какого-то газа.



- В состав воды входит водород! – сказал Джозеф.
- Ага, – мрачно сказал Уильям. – Я слышал, что он взрывается.
- Надо проверить! – добродушно сказал Джозеф из кресла.

Уильям смешал полученный газ с равным количеством воздуха и поджёг, предварительно отвернувшись. Раздался громкий хлопок, и осколки стеклянной колбы засыпали сердитого Уильяма.

- Эврика! – невозмутимо сказал Джозеф.

26 июня Джозеф Бэнкс на собрании Королевского общества обнаружил письмо Вольты. А Карлейл с Никольсоном продемонстрировали присутствующим британским учёным опыт по разложению воды. Раньше такое разложение требовало создания электрических искр из лейденских банок, а сейчас процесс шёл непрерывно, под действием «вольтова столба», изготовить который было чрезвычайно просто!

Королевское общество опубликовало сообщение Вольты в своих трудах в том же году – и учёные всего мира узнали о том, что электрический ток можно добывать не только с помощью гроз и трения, но и с помощью несложных химических реакций.

В 1801 году Вольту пригласили в Париж – и его путешествие по Европе стало шествием триумфатора. В каждом городе он останавливался и делал доклад о своём открытии. Парижские академики ещё до приезда Вольты воссоздали «вольтов столб» – и повторили все эксперименты, описанные Вольтой в его сообщении. Доклад Вольты и сопутствующие демонстрации прошли в присутствии императора Наполеона, который осыпал Вольту милостями и велел в его честь выбить медаль и учредить премию в восемьдесят тысяч эку. Впоследствии Вольта получил графский титул и стал сенатором Королевства Италия.

- Даже император заинтересовался опытами Вольты? Почему? – спросила Галатея.
- Вольта показывал, как дергается лапка дохлой лягушки, подсоединённая к его батарее. Когда Наполеон увидел, как электричество приводит в движение мертвое тело, он стал надеяться, что электричество сможет оживлять мертвых и сделает человека бессмертным. А императоры очень трепетно относятся к бессмертию, в первую очередь к собственному.
- Но электричество не может оживить человека, это невозможно!
- Ну, как показало будущее, электрический удар может запустить остановившееся сердце, а кардиостимулятор позволяет больному сердцу работать дольше. Так что какая-то доля правды в ожиданиях Наполеона была, хотя конечно, биологическое бессмертие слишком сложная штука, чтобы обеспечить его с помощью электрической батарейки.

С точки зрения физики, работа Вольты стала прорывом в будущее. Многочисленные академии мира, включая Петербургскую, стали выбирать Вольту в свои ряды, а лучшие университеты Европы – звать его к себе.

Уже в октябре 1800 года новость о «вольтовом столбе» достигла России, а ещё через год, осенью 1801 года, на заседании Академии наук учёный и граф Мусин-Пушкин показал немало любопытных экспериментов с батареей Вольты, состоящей из 150 элементов. Другой российский учёный, Василий Петров, построил в 1802 году батарею из 2100 элементов и впервые получил электрическую дугу.

- Её-то и наблюдал Франклин в своём доме во время грозы! – воскликнула Галатея.
- Да, только теперь это была не дикая грозная, а полностью укрощённая, искусственная дуга.
- Домашний дракон! – сказала Галатея.
- Таковую же мощную вольтову батарею британец Хэмфри Дэви построил в 1808 году – и тоже стал наблюдать электрическую дугу. За свои открытия он был возведён в ранг баронета.
- А Петров стал баронетом? – полюбопытствовала Галатея.

– С помощью вольтова столба Дэви методом электролиза открыл новые металлы – натрий и калий. По всему миру исследователи стали создавать вольтовы столбы – и новые электрические открытия посыпались как из рога изобилия.

Французский академик Араго писал в биографии Вольты: «В начале 1800 года вследствие теоретических соображений знаменитый профессор придумал составить длинный столб из кружков: медного, цинкового и мокрого суконного. Чего ожидать заранее от такого столба? Это собрание, странное и, по-видимому, бездействующее, этот столб из разнородных металлов, разделённых небольшим количеством жидкости, составляет снаряд, чуднее которого никогда не изобретал человек, не исключая даже телескопа и паровой машины».

Восемнадцатый век был веком электрофорных машин, заряженных банок и шаров. В это время человек научился создавать и хранить электрические заряды, получать искры и вызывать электрические удары. Это был век электростатики, теоретической вершиной которой стал закон о силе взаимодействия двух заряженных шаров, выведенный Кулоном в 1785 году:

«Фундаментальный закон электричества. Отталкивающая сила двух маленьких шариков, наэлектризованных электричеством одного рода, обратно пропорциональна квадрату расстояния между центрами двух шариков».

Первая электрическая батарея, созданная Вольтом в 1800 году, сделала девятнадцатый век – веком электродинамики. Учёные получили в своё распоряжение источник электрического тока, который создавался не молниями или лейденскими банками, а всего лишь несложными химическими реакциями. Этот источник был не кратковременным, а постоянным, что открывало перед исследователями огромные перспективы – и они ими с успехом воспользовались. XIX век стал триумфальным началом электрической эры в истории.

– Значит, Вольта загнал электрического дракона, как джинна, в бутылку, вернее, в вольтов столб – и заставил его работать на людей! – сказала Галатея.

– Да и, кроме того, Вольта нашёл прекрасный способ для всестороннего изучения этого дракона.

Дзинтара заключила:

– Наука ещё раз доказала, что природа величественна во всём и хранит свои тайны даже в таких, на первый взгляд, несерьёзных предметах, как дохлые лягушки. Дискуссия о дерганье лягушачьей лапки изменила ход истории и привела к наступлению эпохи электричества. Электричество, начавшись с легкого движения земноводной лапы, проникло во все сферы человеческого бытия, вытеснило паровые машины с заводов и железнодорожных путей, а сейчас выдавливает на обочину прогресса и автомобили с бензиновыми двигателями.

– Мама, – спросила Галатея. – А тайну землетрясений Алессандро так и не разгадал?

– Нет, – вздохнула Дзинтара. – Мы не всегда выполняем даже те клятвы, которые можем выполнить, а клятву, которую дал юный Вольта, выполнить было невозможно: мы уже понимаем, откуда землетрясения черпают свою силу, но мы до сих пор не можем предсказать – когда и где случится следующее. Из-за нашего незнания подземные толчки и сопутствующие им цунами ежегодно собирают кровавую дань с человечества.

По выражению лица Галатеи стало понятно, что она собирается немедленно заняться этой тайной, не решённой великим Алессандро Вольтой.

### Примечания для любопытных

**Энрико Ферми** (1901–1954) – великий итальянский физик, один из создателей

ядерного реактора. Лауреат Нобелевской премии по физике (1938).

**Лиссабонское землетрясение** – землетрясение силой 8,7 балла, произошедшее 1 ноября 1755 года в Атлантическом океане, в 200 километрах от побережья Португалии. Толчки вызвали массовые разрушения зданий и мощное цунами до 20 метров высотой. Огромные трещины в пять метров шириной откололи город Лиссабон от суши. Землетрясение и последующие пожары унесли жизни 100 тысяч человек.

**Эдмунд Галлей** (1656–1742) – известный английский астроном, рассчитавший орбиты 24-х комет и верно предсказавший возвращение в 1758 году яркой кометы, которая стала известна как комета Галлея.

**Лукреций** (ок. 99–55 гг. до нашей эры) – знаменитый римский поэт и философ. Последователь материализма и атомизма.

**Луиджи Гальвани** (1737–1798) – выдающийся итальянский физиолог и физик. Исследователь электрических импульсов в биологических системах.

**Электрофорная машина** – устройство для накопления заряда, использующее трение между двумя вращающимися дисками.

**Шарль Кулон** (1736–1806) – выдающийся французский физик, установивший закон взаимодействия электрических зарядов (закон Кулона) в 1785 году. Его именем названа единица измерения электрических зарядов (кулон).

**Серная кислота** – сильная кислота с формулой  $\text{H}_2\text{SO}_4$  представляет собой тяжёлую маслянистую жидкость без цвета и запаха. Опасна в обращении.

**Электролиз** – процесс выделения на электродах, погружённых в жидкость, составных частей вещества, из которого состоит данная жидкость. Электролиз использует тот факт, что в жидкости молекулы распадаются на две противоположно заряженных частицы – ионы, которые под действием электрического поля дрейфуют к разным электродам. Катодом при электролизе называется отрицательный электрод, анодом – положительный. Положительные части молекул (например, ионы металлов) – катионы – движутся к катоду, отрицательные ионы (например, ионы кислотных остатков) – анионы – движутся к аноду.

**Доминик Араго** (1786–1853) – известный французский физик и астроном, член Французской академии, директор Парижской обсерватории. В честь него назван астероид (1005) Араго и кратер на Луне.

**Хэмфри Дэви** (1778–1829) – видный английский химик и физик, основатель электрохимии. Обнаружил несколько новых химических элементов и был президентом Королевского общества.

**Аполлос Аполлосович Мусин-Пушкин** (1760–1805) – русский аристократ, химик, физик и минеролог. Известен своими электрическими опытами и новым способом получения платины.

**Василий Владимирович Петров** (1761–1834) – русский физик и электротехник, академик Петербургской академии наук (1809). В 1802 году создал мощную вольтову батарею в 1700 вольт, открыл явление электрической дуги и показал, что её можно использовать для освещения, а также сварки и плавки металлов.

## **Сказка о том, как открыли Фарадея, который открыл электромагнитное поле**

К принцессе Дзинтаре в гости приехала королева Никки с мужем Джерри. Королева заявила детям Дзинтары – Галатее и Андрею:

– У меня срочное дело к вашей маме, поэтому я её забираю, а вам оставляю Джерри в качестве няньки – в ближайшие вечера он вам будет рассказывать про электричество.

– Значит, он будет электрической нянькой! – сказала весело Галатея, которая давно была с Джерри на дружеской ноге.

– Я постараюсь не сильно искрить! – пообещал Джерри. – История, которую я хочу рассказать, меня всегда поражает. Я надеюсь, что и вам она понравится.

...Однажды к дому знаменитого итальянского учёного Алессандро Вольты подкатила карета, тяжело нагруженная сундуками и чемоданами. Рядом с кучером, который правил лошадьми, сидел молодой слуга. Он спрыгнул на землю и открыл дверцу кареты. Оттуда вышел элегантный господин, а за ним – его жена, дородная и пышно разодетая дама. Сварливым голосом она отдала распоряжение слуге насчёт чемоданов, а её муж устремился к хозяину дома, который не спеша гулял возле крыльца.

– Приветствую вас, сэр Хэмфри Дэви, – сказал Вольта. – Трудна ли была ваша дорога?

Гость представил Вольте супругу, а потом, после некоторого колебания, своего помощника Майкла – молодого человека, приехавшего вместе с кучером.

Немало часов провёл Дэви в лаборатории Вольты, где знакомился с приборами, созданными всемирно известным учёным. Майкл ходил следом и внимательно записывал пояснения Вольты, иногда задавая вопросы, которые своей глубиной удивляли хозяина.

– У вас толковый помощник! – сказал он гостю.

К этому времени Дэви уже прославился своими открытиями в области химии и электролиза, сделанного с помощью вольтова столба.

– Я уже немолод, – сказал пожилой Вольта молодому Дэви. – Я нашёл пролив в новый океан, но исследовать его придётся вам, новому поколению. Я верю, что вы откроете множество секретов этого таинственного электричества, которое вырабатывается моей батареей.

Галатея нетерпеливо спросила:

– Оправдал ли Дэви надежды знаменитого Вольты?

Джерри ответил:

– Не совсем. Элегантный Дэви был крупным учёным, но по-настоящему великим исследователем электричества стал его молодой помощник – Майкл Фарадей. Именно он сумел разгадать основные тайны электрического дракона.

– Почему же жена Дэви обращалась с ним как со слугой? – спросила Галатея.

– Небогатый Дэви, женившийся на богатой вдове, не смог или не захотел внушить своей супруге хоть немного уважения к своему помощнику. В то время Британия была разделена на классы. Леди и джентльмены были элитой, а все остальные люди считались ниже их – вне зависимости от их заслуг и талантов.

Жена Дэви не считала Фарадея джентльменом и требовала, чтобы Фарадей ел вместе со слугами и ехал не внутри, а снаружи кареты. В конце концов Фарадей не выдержал такого унижения и вернулся домой в Британию. Он стал великим учёным и вошёл в историю благодаря своим открытиям, а супруга Дэви попала в историю как образец сварливости и чванства. И не только по отношению к Фарадею: когда несколько лет спустя больной Дэви отправился в новую поездку по Европе, его супруга отказалась сопровождать его, и он поехал в путешествие со своим братом. В дороге Дэви хватил удар, и он умер в возрасте пятидесяти лет, не выполнив многого из того, что он мог бы выполнить.

Вернёмся к Майклу Фарадею. Его жизнь была увлекательнее любого романа. Он был сыном кузнеца из лондонского пригорода и рос вместе со своими сестрами и братьями. Семья была дружной, но бедной. В 13 лет Майкл начал работать и поступил рассыльным в лондонский книжный магазин, который принадлежал французу-эмигранту Рибо. В магазине было немало научных книг, которые Майкл читал всё свободное время. Особенно ему нравились книги по химии и электричеству. Нередко в магазин приносили книги, которые надо было переплести. Если книга была интересной, то Майкл копировал её для себя. Рибо поощрял любознательного мальчугана. Читая книги, Майкл проводил опыты, которые там описывались.



— Но как он мог это делать? — удивилась Галатея. — Ведь у него не было никакого оборудования.

— Конечно, Майклу по силам были только простые эксперименты, которые он мог провести с помощью инструментов и материалов из кузницы своего отца. Но отец Майкла поощрял занятия сына и помогал, чем мог: например, приобрёл для него лейденскую банку. Старший брат Майкла гордился своим младшим братом и тоже поддерживал его.

Учёные, посещавшие книжный магазин Рибо, замечали смыслёного подростка и помогали ему. Например, один из посетителей подарил Майклу билеты на лекции знаменитого Хэмфри Дэви, которые тот читал в Королевском институте. Майкл посетил несколько лекций Дэви, тщательно записал их и, переплетя в аккуратную книжку, послал

Дэви с просьбой принять его на работу в институт. Этот наивный и смелый шаг Майкла принёс результат – Дэви был поражён усердием незнакомого юноши и ответил ему. Через несколько месяцев Дэви повредил глаза при взрыве в своей лаборатории – и 22-летний Майкл стал его помощником.

Майкл никогда не учился в школе или университете, но несколько лет, проведённых им в книжном магазине Рибо, оказали на него огромное влияние, сделали его достаточно образованным человеком.

– Мне кажется, что тут главный вопрос не в магазине, а в желании подростка учиться, – сказал Андрей.

– Согласен, но если бы Майкл работал в угольной шахте – а в те времена подростки его возраста часто вместе с отцами спускались под землю, то возможностей для самообразования у него было бы заметно меньше, чем во время работы в книжном магазине. Впоследствии Майкл Фарадей посвятил Джорджу Рибо одну из своих книг, а на книжном магазине Рибо, который уцелел до сих пор, висит мемориальная доска о том, что здесь когда-то работал великий учёный.

В том же 1813 году Майкл отправился с Дэви и его супругой в европейское путешествие. Так как слуга Дэви не захотел уезжать так надолго, то Дэви попросил своего помощника Майкла выполнять обязанности слуги. Покладистый Майкл согласился...

– Да, и мы уже знаем, чем это закончилось! – фыркнула Галатея.

– Вольтов столб распространился по всему миру, и его использование непрерывно приносило неожиданные открытия. До сих пор электрические явления стояли особняком от магнитных – таких как указывание стрелки компаса на север или притяжение магнитом железных опилок. Но люди чувствовали, что между этими явлениями должна быть глубокая связь.

Вольтов столб помог обнаружить единство электрических и магнитных явлений. Произошло это так.

Однажды дождливым утром 1820 года Ганс Христиан Эрстед, профессор Копенгагенского университета, показывал студентам на лекции опыт по нагреванию проволоки из-за текущего по ней тока от вольтовой батареи. На лабораторном столе среди другого оборудования лежал компас. Швейцар, принёсший в комнату дрова для камина, выпрямил усталую спину, с завистью глядя на учёных людей, которые не таскали тяжести целый день, – и заметил, что, когда профессор включил свою электрическую цепь, стрелка компаса дёрнулась.

– Сударь! – деликатно кашлянул остроглазый швейцар, обращаясь к учёному, который проводил этот простой опыт в сотый раз. – У вас тут компас... того... шалит!

Эрстед глубоко верил в связь магнитных и электрических явлений и придал этому дрожанию стрелки, замеченному швейцаром, большое значение. До Эрстеда учёные пробовали пропускать электрический ток через магнитную стрелку, но не добились никакого результата. Эрстед провёл серию опытов, в которых доказал, что стрелка компаса реагирует на включённый провод из любого, даже немагнитного металла и располагается по касательной к окружности вокруг провода.

– Ой, – сказала Галатея. – Касательной к окружности из провода?

– Если поставить провод с током вертикально, то стрелка компаса укажет не на провод, а, например, влево. Если окружить провод многими компасами, то их стрелки выстроятся в горизонтальную окружность, в центре которой будет торчать вертикальный провод.

– Ага, – поняла Галатея. – Стрелки образуют кольцо, в центре которого будет торчать, как палец, этот самый провод.

– Верно, – согласился Джерри. – Я вижу, что твоя любовь к украшениям стала помогать тебе в физике.

– Ну... – засмутилась Галатея. – Совсем немножко...

– Эрстед стал знаменит, но история не сохранила имени остроглазого швейцара.

– Джерри, – деликатно кашлянула Галатея. – Тебе не кажется это немножко несправедливым?

– Кажется, – кивнул Джерри и продолжил: – Исследователи, которые узнали об опыте Эрстеда, удивлялись тому, что магнитное взаимодействие между объектами было направлено не друг к другу, как это было в теории гравитации Ньютона и электростатическом законе Кулона, а в сторону. Переводчики работы Эрстеда, сомневаясь в том, что они правильно поняли Эрстеда, давали рядом с переводом выдержку из оригинала статьи Эрстеда, написанной на латыни. Результаты Эрстеда были настолько сенсационны, что о них узнали по всей Европе за считанные недели.

В том же году французский исследователь Андре-Мари Ампер обнаружил, что два провода под током отталкиваются или притягиваются друг к другу – в зависимости от направления течения тока. Он также обнаружил, что катушка из намотанного электрического провода становится сильным магнитом. Ампер также изобретает электромагнитный телеграф на основе воздействия провода с током на магнитную стрелку. В 1820 году Ампер писал: «...можно было бы, взяв столько проводников и магнитных стрелок, сколько имеется букв, и помещая каждую букву на отдельной стрелке, устроить своего рода телеграф с помощью одного вольтова столба, расположенного вдали от стрелок. Соединяя поочередно концы столба с концами соответствующих проводников, можно было бы лицу, которое наблюдало бы за буквами на стрелках, передавать сведения со всеми подробностями и через какие угодно препятствия. Если установить со стороны столба клавиатуру с буквами и производить соединения нажатием клавиш, то этот способ сообщения мог бы применяться достаточно просто и не требовал бы больше времени, чем необходимо для нажатия клавиш на одной стороне и чтения каждой буквы на другой».

Фарадея чрезвычайно увлекли опыты Эрстеда и Ампера. Изучая опыты Эрстеда, Майкл Фарадей интерпретировал их следующим образом: ток в проводе создаёт вокруг магнитное поле, на которое реагирует стрелка компаса. Но можно ли создать электрический ток из магнитного поля? Фарадей был уверен: если Эрстед превратил электричество, текущее по проводу, в магнитное поле, воздействующее на компасную стрелку, то должен быть и обратный процесс!

В 1822 году Фарадей записал в своём дневнике задачу: «Превратить магнетизм в электричество».

Примерно в это же время Дэви с другим английским физиком, Волластоном, попробовали сконструировать электрический двигатель, но потерпели неудачу. За эту сложную проблему взялся Фарадей. В 1821 году он опубликовал работу, где продемонстрировал работоспособность сразу двух возможных конструкций электродвигателя. Он научился превращать электрическую энергию в механическую!

– Наверное, это очень не понравилось Дэви и Волластону! – воскликнул Андрей.

– Да. Волластон и Дэви даже стали обвинять Фарадея в плагиате их идей.

– Но как же это возможно? – удивилась Галатея. – Ведь идеи Дэви и его приятеля не сработали, а идея Фарадея удалась! Разве можно украсть неправильную идею и сделать её правильной? Это ведь будет уже другая идея!

– История науки пестрит взаимными обвинениями в заимствовании идей – и далеко не всегда можно разобраться, кто прав, а кто – нет. Фарадею эти склоки были столь неприятны, что он попросту перестал работать в области электродинамики и переключился на другие области. Вернулся он к электрическим опытам только тогда, когда оба его оппонента уже умерли вместе со своими идеями – и никто уже не мог обвинить его в их заимствовании. Начиная с этого момента Фарадей совершает революцию в области электродинамики. В 1831 году он открывает электромагнитную индукцию – или способ превращения магнитного поля в электричество.

– Как же он это сделал? – поинтересовалась Галатея. – Из магнита получил



электричество?

Джерри призадумался и быстро нашёлся:

– А я сейчас вам покажу, как он это сделал! У вас есть магнит?

– Конечно, есть! – обиделся Андрей.

Они стали копать в большом ящике с игрушками.

– Отлично! – сказал Джерри, держа в руках подковообразный магнит. – Это лучшая детская игрушка всех времён. Теперь нам нужны провода... – он продолжил рыться в ящике, – ...и какой-нибудь простенький вольтметр или любой другой измеритель тока.

– Лапок от дохлых лягушек у нас нет! – сказала Галатея.

– Тогда вот этот приборчик сойдёт, – показал Джерри найденный вольтметр, которым Андрей проверял электрические схемы, собираемые им для уроков физики.

– Теперь сделаем катушку в сотню витков, а лучше – ещё больше... – и Джерри стал наматывать провод вокруг пустого пластикового стаканчика, – ...и её свободные концы присоединим к вольтметру.

Пара минут – и конструкция из пластикового стаканчика, обмотанного проводом и присоединённого к вольтметру, готова.

– И это всё? – удивилась Галатея.

– Да! – подтвердил Джерри. – Теперь мы можем приступить к опытам.

Он взял в руки магнит – и опустил его конец в стаканчик. В этот момент стрелка вольтметра дернулась на несколько милливольт.

– Я видела, видела! – завопила в восторге Галатея. – Появился ток!

– Острый глаз! – похвалил девочку Джерри. – Теперь вытащи магнит сама.

Галатея быстро выдернула магнит из стаканчика – и стрелка вольтметра снова дернулась, только уже в другую сторону.

– Я – настоящий Фарадей! – воскликнула Галатея.

И они начали экспериментировать с новой игрушкой, вернее – с новым научным прибором.

Джерри сказал, глядя на увлечённых детей:

– Фарадей доказал: изменение величины магнитного поля, пронизывающего замкнутый проводник, заставляет заряды в проводе двигаться, создает в нём электрический ток. Если мы соберём машину, периодически изменяющую магнитное поле, пронизывающее катушку, мы получим электрический генератор – источник тока, во многих отношениях гораздо лучший, чем батарея Вольты. С помощью этих простых предметов учёный создал прототип электрогенератора, который до сих пор служит главным источником получения электрического тока, отодвигая вольт столб на второй план. Эти электрогенераторы, вращаемые огромными турбинами, стоят на гидроэлектростанциях, а также на тепловых и на атомных станциях по выработке электричества.

– Так вот кто придумал эти электростанции! – обрадовалась Галатея, видимо давно терзавшаяся догадками. – А электромоторы в автомобилях тоже придумал Фарадей?

– Не совсем. Он показал, как можно получать из электричества механическую энергию: в его опыте свободно висящий провод окунался в ванночку со ртутью, в середине которой был установлен магнит. Когда по проводу шёл ток, он начинал вращаться вокруг магнита. От этой конструкции до электродвигателей современного типа было очень далеко.

Многие изобретатели пытались создать практичный электродвигатель. Это удалось российскому учёному немецкого происхождения Борису Якоби. Все остальные изобретатели пытались создать электродвигатель, который был аналогом паровой машины и двигал поршень вперёд и назад. В 1834 году Якоби предложил совершенно иной электродвигатель – с вращающейся внутренней частью. Современные электромоторы устроены именно так, как двигатель Якоби. В 1839 году по Неве отправилась в плавание лодка с 14 пассажирами. Против течения реки лодку двигал мотор Якоби с мощностью в одну лошадиную силу. Впервые в истории электрический дракон послушно нёс людей на своей спине.

Но первым, кто доказал, что дракона можно заставить крутить колеса и винты, был

всё-таки Фарадей. Имя Фарадея становится всемирно известным, о нём пишут газеты, академии разных стран выбирают его своим почётным членом.

– Так-так, – с удовольствием покивала головой Галатея. – Из рассыльного книжного магазина – в академики! Здорово!

– Фарадей оставался исключительно скромным человеком. Он отклонил честь быть возведённым в рыцарское достоинство и быть похороненным в Вестминстерском аббатстве, где размещались могилы английских королей и самого Ньютона. Он дважды отказался от должности председателя Королевского общества – главного научного поста Великобритании. Он был сосредоточен на науке и уклонялся от всего, что мешало ему заниматься ею.

Он тщательно записывал результаты своих опытов. Всего в течение своей жизни он провёл 30 тысяч экспериментов. Все работы по электричеству и магнетизму Фарадей посылал в Лондонское Королевское общество в течение 24 лет – и эта серия работ совершила революцию в электродинамике.

Дэви называл Фарадея своим самым великим открытием, хотя и ревновал своего ученика к его успехам.

Одно из главных достижений Фарадея, имеющее теоретический характер, состоит в том, что он ввёл в науку понятие физического поля, что стало кардинальным отличием электродинамики от теории гравитации Ньютона.

– В чём же они различаются? – удивился Андрей. – Ведь у Ньютона тоже было гравитационное поле.

– Ньютоновская теория была основана на дальном действии. Это значит, что каждое гравитирующее тело, например Юпитер, действует на другое тело, например Сатурн, мгновенно на любом расстоянии.

– Но ведь это не так! – заёрзал Андрей. – Ничто не может действовать быстрее скорости света, а между Юпитером и Сатурном – расстояние в световые часы.

– Во времена Ньютона о конечной скорости взаимодействия никто не знал. Поэтому Ньютон исходил из бесконечной или мгновенной скорости передачи гравитационного взаимодействия. Так как его теория работала практически всегда хорошо, то такое мнение сохранилось до начала XX века, пока Эйнштейн не построил свою теорию гравитации, где скорость распространения гравитационного поля была ограничена скоростью света.

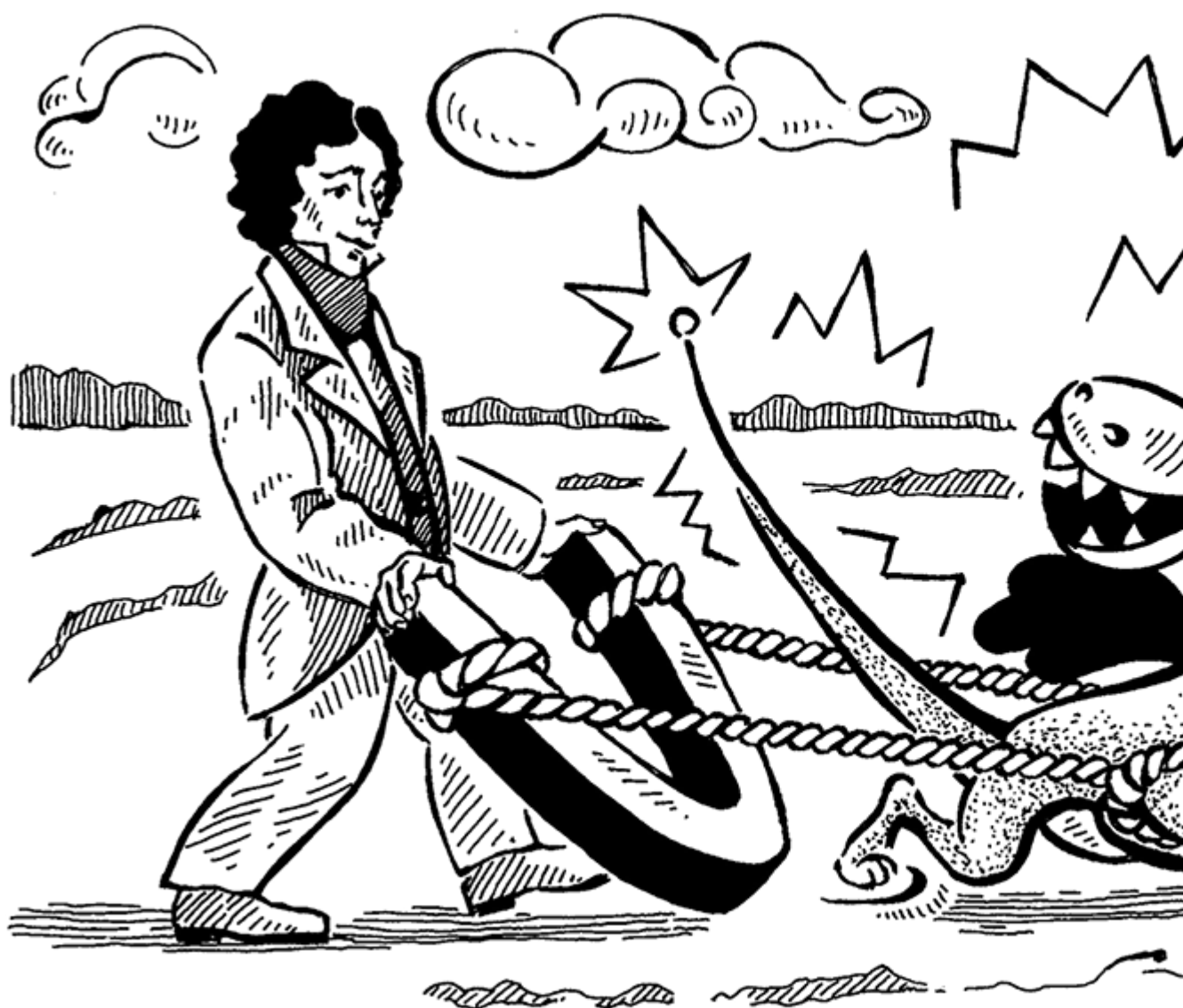
Для учёных XIX века пространство между гравитирующими телами было пустым. Для Фарадея пространство между зарядами и магнитами было заполнено полем или средой с особыми нитями – силовыми линиями. В электродинамике не было мгновенного взаимодействия между зарядами: один заряд воздействовал на поле, оно менялось – и это изменение чувствовал другой заряд. Электромагнитное поле стало, согласно Фарадею, переносчиком взаимодействия между зарядами – и эта концепция стала основой современной физики.

С помощью своих опытов Майкл Фарадей открыл основные законы электродинамики и создал первые образцы электрического двигателя, электрогенератора и трансформатора. Тем самым он заложил прочный фундамент нашей современной электрической цивилизации.

Член парламента Гладстоун, будущий премьер-министр Великобритании, спросил Фарадея:

– Чем же так важно это ваше электричество?

– Скоро вы будете обкладывать его налогами, – ответил Фарадей.



Максвелл был великим физиком-теоретиком: он взял законы Фарадея и превратил их в элегантные математические законы электродинамики, которые с тех пор носят его имя. Он послал свою работу Фарадею. Тот сразу откликнулся: «Мой дорогой сэр, я получил Вашу статью и очень благодарен Вам за неё. Не хочу сказать, что благодарю Вас за то, что Вами сказано относительно „силовых линий“, поскольку я знаю, что Вы сделали это в интересах философской правды; но Вы должны также предполагать, что эта работа не только приятна мне, но и даёт мне стимул к дальнейшим размышлениям. Я поначалу испугался, увидев, какая мощная сила математики приложена к предмету, а затем удивился тому, насколько хорошо предмет её выдержал...»

Из-за напряжённых исследований, которые часто были связаны с вредными веществами, например со ртутью, здоровье Фарадея пошатнулось – и он больше не смог работать. Учёный остался практически без средств. Нехотя, лишь под воздействием общественного мнения, премьер-министр выписал небольшую пенсию Фарадею, которая и стала основным источником его существования в старости.

– Безобразие! – возмутилась Галатея. – Учёный, который столько сделал для людей и для своей страны, остался нищим.

Джерри вздохнул:

– Это обычная история жизни великих людей. Для Фарадея она закончилась относительно благополучно: он получил от королевы в подарок дом возле одного из королевских дворцов. В этом доме Майкл Фарадей и прожил свою старость со своей

любимой супругой Сарой. Сейчас там музей Фарадея.

Жан-Батист Дюма, французский химик и политик, так отзывался о личности Майкла Фарадея: «Всякий из знавших его – я твердо убеждён – желал бы только приблизиться к тому нравственному совершенству, которое, по-видимому, было дано Фарадею от рождения. Это была какая-то, на него одного сошедшая, благодать, в которой он почерпал силы для своей кипучей деятельности, будучи одновременно горячим проповедником истины, неутомимым художником, человеком, исполненным радушия и весёлости, в высшей степени гуманным и мягким в частной жизни... Я не знал человека, который был бы более достоин любви и уважения, чем он, и утрата которого стоила бы более искреннего сожаления».

Герман Гельмгольц, великий немецкий физик, сказал: «До тех пор, пока люди пользуются благами электричества, они всегда будут с благодарностью вспоминать имя Фарадея».

Альберт Эйнштейн, самый известный физик XX века, считал: «Со времени обоснования теоретической физики Ньютоном наибольшие изменения в её теоретических основах, другими словами в нашем представлении о структуре реальности, были достигнуты благодаря исследованиям электромагнитных явлений Фарадеем и Максвеллом». В кабинете Эйнштейна всегда висели три портрета этих людей: Ньютона, Фарадея и Максвелла. Эйнштейн писал про Фарадея: «...надо иметь могучий дар научного предвидения, чтобы распознать, что в описании электрических явлений не заряды и не частицы описывают суть явлений, а скорее пространство между зарядами и частицами».

Фарадей входит в десятку, а может быть в пятёрку, самых влиятельных учёных в истории, но он единственный из них, который не получил формального образования, оказался самоучкой. В этом смысле Фарадей уникален.

Андрей спросил:

– XVIII век – век электростатики, XIX век – век электродинамики. А чем стал XX век? Ведь вся электрическая наука уже была создана к его началу.

Джерри ответил:

– Благодаря трудам Франклина и Вольты, Фарадея и Максвелла, а также многих других учёных люди изучили характер электрического дракона, измерили его силу, узнали его слабости. После этого на арену выступили инженеры и изобретатели, которые заставили дракона работать на людей и стали конструировать различные устройства. XX век стал веком электрических машин. Но это уже совсем другая история.

### Примечания для любопытных

**Майкл Фарадей** (1791–1867) – великий английский физик-экспериментатор и химик. Открыл основные законы электродинамики и создал первые образцы электрического двигателя, электрогенератора и трансформатора. Ввёл в науку понятие физического поля. В его честь названы лунный кратер и единица измерения электрической ёмкости – фарад.

**Ханс Христиан Эрстед** (1777–1851) – выдающийся датский физик, исследователь электромагнетизма. Открыл в 1820 году влияние провода с током на стрелку компаса. В его честь названа единица напряжённости магнитного поля – эрстед.

**Андре-Мари Ампер** (1775–1836) – выдающийся французский учёный, открывший важные законы электромагнетизма, в частности взаимное влияние проводников с током. В его честь названа единица силы электрического тока – ампер.

**Уильям Волластон** (1766–1828) – видный английский физик и химик, открывший новые металлы палладий и родий и впервые получивший в чистом виде платину, что позволило создать платиновую посуду для получения серной кислоты и других едких веществ. Волластон хранил в секрете рецепт получения платины до самой смерти.

**Джеймс Максвелл** (1831–1879) – великий шотландский учёный, создатель

современной теории электродинамики, уравнения которой носят имя Максвелла. Предсказал существование электромагнитных волн.

**Жан-Батист Дюма** (1800–1884) – видный французский химик и политик.

**Герман Гельмгольц** (1821–1894) – выдающийся немецкий физик и физиолог. Один из открывателей закона сохранения энергии.

**Альберт Эйнштейн** (1879–1955) – великий учёный, физик-теоретик, создатель специальной и общей теорий относительности и ряда других теорий. Лауреат Нобелевской премии (1921).

**Исаак Ньютон** (1643–1727) – великий английский физик, математик и астроном. Один из создателей классической физики.

**Борис Семёнович Якоби** (1801–1874) – выдающийся российский учёный немецкого происхождения. Создатель первого электродвигателя с вращающимся якорем (1834), а также первого в мире телеграфа, печатающего буквы (1850).

## **Сказка о телеграфе, телефоне и Александре Белле, чей голос первым протиснулся по электрическому проводу**

Джерри начал свой новый электрический рассказ необычно:

– Летом 1865 года посреди Атлантического океана плыл огромный пассажирский корабль «Грейт Истерн». Мощный корпус разрезал пологие серо-зелёные волны на белые ломти, огромные дымовые трубы рисовали чёрный шлейф на облаках низкого неба. Чайки сопровождали корабль, громко и сердито обсуждая его странность – на пассажирском корабле не было пассажиров, поэтому никто (возмутительно!) не заботился о том, чтобы покормить голодных птиц.

У этого корабля была удивительная, во многом драматическая судьба. Это был самый большой корабль XIX века – настоящий плавающий город. Он мог перевозить четыре тысячи пассажиров из Англии в Австралию без дозаправки. Он был в пять раз больше обычных кораблей того времени, весил 32 тысячи тонн и мог взять с собой ещё 15 тысяч тонн угля. Длина корабля составляла 211 метров. Экипаж насчитывал 418 человек, среди которых было множество кочегаров, – ведь топки корабля пожирали 380 тонн угля в день.

У корабля было две паровые машины. Одна крутила огромные – 17 метров в диаметре – гребные колёса по бокам корабля, другая машина вращала задний винт диаметром более 7 метров. Ещё на корабле было шесть мачт с парусами.

– Зачем? – удивилась Галатея. – Ведь у него было целых два двигателя!

– А вдруг двигатели сломаются? Тогда корабль мог доплыть до берега на парусах, – объяснил Андрей. Джерри кивнул:

– Верно. Корабль считался самым надёжным для своего времени, конструктор постарался предусмотреть все возможные неприятности. Ещё одной страховочной мерой был двойной стальной корпус.

Брови Галатеи снова поднялись из-за непонимания. Андрей разъяснил:

– Если корабль напорется на риф, то продырявит только первый, внешний корпус, а внутренний, расположенный на метр от внешнего, останется неповреждённым.

Джерри продолжал:

– Спуск этого самого большого корабля в мире был запланирован на 2 декабря 1857 года. Возле спускаемого корабля собралось сто тысяч человек, включая королеву Англии и короля Бельгии, писателей Стивенсона и Жюль Верна. Но спуск столь огромного корабля не удался, а повреждённой лебедкой ранило нескольких рабочих.

– Хм... – пробормотала Галатея. – Архимед в одиночку спустил на воду большущий корабль, используя всякие хитроумные блоки и рычаги.

– Два месяца создатели корабля пытались столкнуть корабль с суши на воду – но безуспешно. Помог прилив, сопровождавшийся ураганным ветром, который 31 января 1858 года поднял уровень воды в реке Темзе настолько, что кораблю удалось отплыть от берега.

Бывалые и поэтому суеверные моряки качали головой, глядя на корабль, который так долго не мог оторваться от берега:

– Несчастливый корабль!

«Грейт Истерн» много раз подтверждал репутацию неудачника.

Свой первый рейс гигантское судно совершило в Америку в 1860 году, имея на борту всего 43 пассажира, хотя могло перевезти в сто раз больше.

Гигантский корабль не оправдал ожиданий. Он часто ломался, а однажды даже напоролся на риф. И тут двойной корпус корабля спас его и пассажиров: внешний корпус получил огромную пробоину (в десятки раз больше, чем пробоина, утопившая «Титаник»), но неповреждённый внутренний корпус позволил кораблю доплыть до порта назначения. Многие пассажиры даже не узнали о случившемся.

Корабль не приносил прибыли своим владельцам, потому что Гражданская война в Америке резко уменьшила число пассажиров, которые совершали трансатлантические путешествия. Огромный пассажирский корабль получил второй шанс стать полезным, когда отправился в рейс без пассажиров, нагруженный огромными катушками со стальным проводом. Эти тяжёлые катушки занимали всё свободное пространство на судне, бесцеремонно расположившись даже в пассажирском салоне, где когда-то звучал рояль и танцевали весёлые люди. «Грейт Истерн» приобрёл уникальную профессию в мире кораблей: он стал укладчиком трансатлантического телеграфного кабеля.

В 1820 году Ампер описал возможный электрический телеграф, но попытки создать такой телеграф начались задолго до этого. В конце XVIII века в Швейцарии и Испании были созданы электростатические телеграфы, а в 1809 году немецкий учёный Земмеринг создал электрохимический телеграф.

– Электрохимический? – заинтересованно спросила Галатея.

– Электрический сигнал, передаваемый по проводам, вызывал выделение пузырьков в специальной кювете с жидкостью.

– Здорово! – Глаза Галатеи загорелись. – Пузырьковый телеграф! А можно ещё придумать «аквариумный телеграф» – с золотыми рыбками. Если к аквариуму присоединить электрический провод, то...

– ...рыбки всплывут кверху брюхом? – предположил Андрей.

– Первый работающий электромагнитный телеграф создал российский учёный Павел Шиллинг. Его телеграфный аппарат передавал сообщения по семижильному проводу и состоял из семи магнитных стрелок, каждая из которых реагировала на ток только в своём проводе. Публичная демонстрация работы аппарата Шиллинга состоялась в дождливый петербургский октябрьский денёк 1832 года в квартире изобретателя. Первое в мире телеграфное сообщение было передано из одной комнаты в другую.

Позже электромагнитные телеграфы были построены в Германии, Великобритании, а также в США. Американский телеграф, запатентованный художником и изобретателем Сэмом Морзе в 1840 году, стал самым распространённым телеграфом своего времени. Морзе также придумал систему сигналов (азбуку Морзе), которая позволяла передавать буквы алфавита в виде точек и тире – то есть коротких и длинных электрических сигналов. Для передачи таких сигналов было достаточно всего одного провода.

Художника Морзе на создание телеграфа вдохновило замечание одного из пассажиров, с которым он плыл на пароходе из Европы в Америку в 1832 году. Обсуждая недавнее создание электромагнита, этот пассажир сказал: «Если электрический ток можно сделать видимым на обоих концах провода, то я не вижу никаких причин, почему им не могут быть переданы сообщения». Дополнительным толчком стало то, что в 1836 году Морзе увидел модель немецкого телеграфа – и полностью ушёл в изобретательство. Долгие годы он трудился без всякой поддержки, испытывая бедность и разочарования. Но он всё преодолел –

и в 1844 году телеграф Морзе передал на расстояние в 40 километров, из Вашингтона в Балтимор, первую междугороднюю депешу с фразой: «Дивны дела твои, Господи!»

– Но ведь телеграф – это диво, сотворённое человеком! – удивилась Галатея.

– Газеты, банки, правительства, железные дороги – все захотели использовать телеграф Морзе. Он, наконец, прославился и разбогател. В 1858 году десять европейских стран заплатили Морзе за его телеграф огромную сумму – 400 тысяч франков. Уже состарившийся Морзе купил имение под Нью-Йорком и стал заниматься благотворительностью, поддерживая школы, университеты и молодых художников.

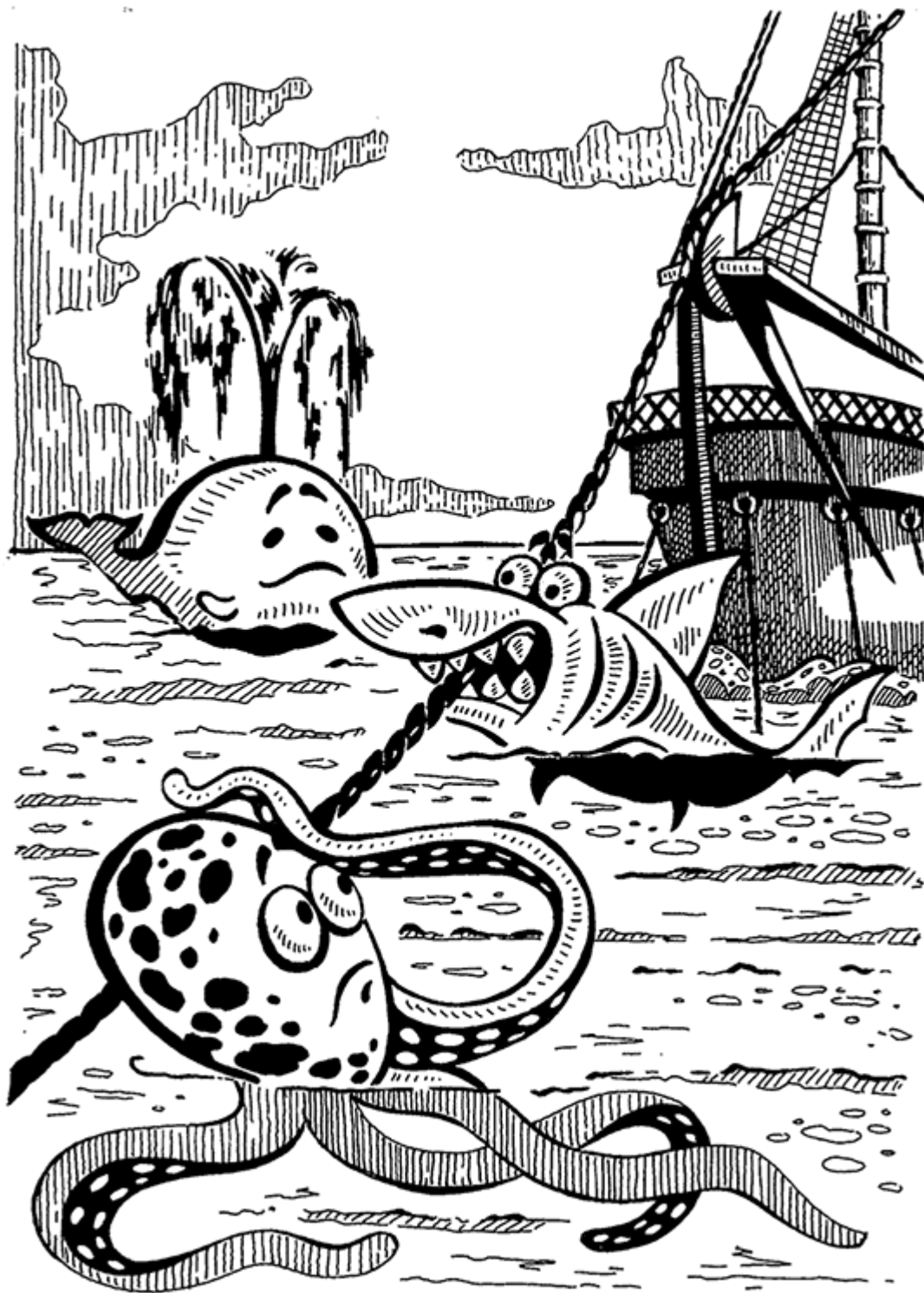
1858 год стал знаменателен и тем, что всего лишь через 14 лет после первой междугородней телеграммы, преодолевшей 40 километров, человек сумел проложить телеграфную линию из Европы в Америку длиной многие тысячи километров.

Летом 1858 года, с третьей попытки, подводный кабель был протянут по дну Атлантического океана между Ирландией и американским островом Ньюфаундленд. 16 августа 1858 года королева Англии Виктория и президент США Бьюкенен обменялись поздравительными телеграммами по трансатлантическому кабелю. Общение было затруднённым: послание королевы содержало сто слов и передавалось 16 часов. В сентябре того же года кабель вышел из строя – видимо, из-за плохой изоляции.

Тогда за дело прокладки трансатлантического кабеля взялся корабль-левиафан «Грейт Истерн». На его корме была установлена катушка с кабелем, которая разматывалась с помощью матросов. Тонкий кабель уходил в тёмную воду и где-то там, на невообразимой глубине, опускаясь мимо удивлённых рыб и лангустов, ложился на илистое морское дно.

Прокладка кабеля шла трудно, хрупкий стальной провод ломался и рвал изоляцию. Его приходилось чинить на ходу.





Однажды вся команда была построена по требованию капитана Джеймса Андерсона. Оказалось, что кто-то из команды, кому быстрое сообщение между континентами казалось дьявольской затеей богачей, пытался повредить провода в катушках, забивая в них крупные гвозди.

Капитан прошёлся вдоль строя вытянувшихся в струнку матросов и сказал хищным голосом морского волка:

– Властью капитана данного корабля я буду на месте казнить саботажников, которые портят кабель!

Капитан Андерсон был настолько убедителен, что попытки повреждения проводов прекратились.

Но в этот раз прокладка подводного кабеля всё равно не удалась: 2 августа 1865 года, уже уложенные 2000 километров кабеля оторвались от катушки. Конец провода ушёл под воду, упав на океанское дно. Крик гнева и разочарования раздался в этот драматический момент над палубой «Грейт Истерн». Корабль остановился и вернулся в гавань, не выполнив задания.

Но нет такой природной силы, которая могла бы переупрямить человека. В июле следующего 1866 года корабль снова отправился в Америку, нагруженный новыми катушками с улучшенным проводом.

На этот раз «Грейт Истерн» достиг успеха: за 15 дней гигантское судно проложило кабель между Америкой и Европой, сделав сообщение между континентами надёжным и фантастически быстрым. В августе этого же года корабль вернулся к месту прошлогоднего обрыва провода – в надежде найти оборванный конец кабеля.

– Найти на океанском дне тонкий провод? – не поверила в такую авантюру Галатея.

– Несколько дней команда скребла океанское дно – почти на четырёхкилометровой глубине – специально сконструированными кошками, но всё же сумела выловить утонувший конец кабеля. Когда электрики проверили кабель, то оказалось, что он исправен и хорошо проводит сигнал с суши. Эта новость вызвала ликование на корабле.

– Действительно – они молодцы! – обрадовалась и Галатея.

– Кабель соединили с новой катушкой – и уже в сентябре «Грейт Истерн» прибыл в Америку, проложив и второй трансатлантический кабель.

За 13 лет, с 1865 по 1878 год, «Грейт Истерн» проложил 48 тысяч километров кабелей. В 1870 году он соединил телеграфным кабелем Англию и Индию.

В 1874 году был построен специальный корабль – кабелеукладчик «Фарадей», который быстро вытеснил несчастный «Грейт Истерн» с океанских просторов: тот встал на прикол и был продан на металлолом в 1888 году. «Фарадей» же имел долгую жизнь и за 50 лет работы уложил более 90 тысяч километров кабелей, опутав мир телеграфными подводными проводами. К 1919 году число трансатлантических кабелей достигло 13.

Даже уйдя на пенсию, «Фарадей» остался в строю как складское судно и был списан только в 1950 году.

– Не посрамил своего гордого имени! – удовлетворённо отметила Галатея.

– Телеграф открыл новую эру в области связи, но человечество, вступив в эпоху быстрого технического прогресса, не думало останавливаться на достигнутом. Изобретатели, научившись передавать по проводам библикающие точки и тире, немедленно стали мечтать о том, чтобы как-нибудь «протиснуть» в провод реальный человеческий голос. Тогда люди смогли бы разговаривать друг с другом на расстоянии!

– Какая безумная мечта! – пробормотал Андрей.

– В 1863 году, когда надёжное телеграфное сообщение между Европой и Америкой ещё не было установлено, произошло важное событие: 16-летний подросток Александр из шотландского города Эдинбурга увидел на технической выставке удивительный человекоподобный автомат, который имитировал человеческий голос. Такие события детства часто определяют всю дальнейшую судьбу человека. Говорящий автомат так потряс юношу, что он решил сделать аналогичную голову, произносящую слова. Он купил немецкую книгу, в которой описывалась конструкция этого автомата, и трудолюбиво перевёл её. Вместе со своим братом Мелвиллом и при одобрительной поддержке отца, который даже учредил денежную премию мальчикам, если они достигнут успеха, Александр создал реалистичную голову с голосовыми связками и губами, которая при прохождении воздуха через гортань произносила отдельные слова. Отчётливое слово «мама» приводило в восторг друзей и соседей, которые приходили посмотреть на изобретение.

– Так заплатил отец Александру и Мелвиллу обещанную премию? – спросила Галатея.

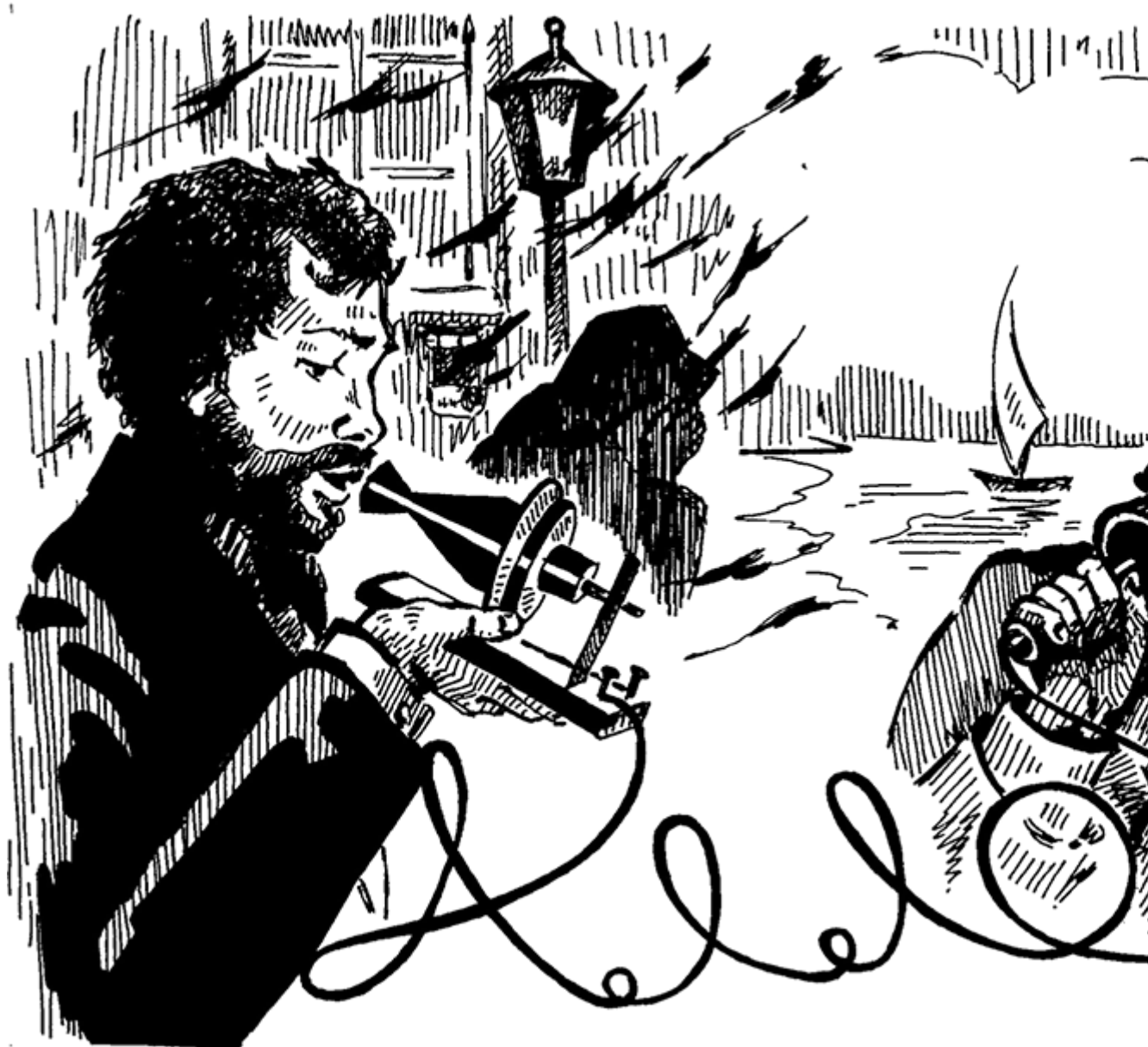
– Я думаю, что да, – ответил Джерри. – Полагаю также, что эта успешная работа оказалась очень важной для Александра Белла. Звуковые устройства были для него темой особого интереса, потому что его мать была глухой, а его отец был ритором, или учителем красноречия. Александр пошёл по стопам отца, не оставляя любимого изобретательства. Семья Белл переехала в Канаду. В возрасте 25 лет Александр Белл попал в американский город Бостон, где основал школу глухонемых при поддержке бостонского юриста Хаббарда, у которого была дочь Мейбл, оглохшая в пятилетнем возрасте после скарлатины.

Александр был прекрасным учителем. Одной из его учениц была Хелен Келлер, слепоглухонемая девочка, которой он помог научиться говорить и думать. Впоследствии она стала видной писательницей и лектором.

Мейбл Хаббард, ученица Белла, была красивой и энергичной девушкой. И нужно ли удивляться, что молодые люди полюбили друг друга?

– Нет, – сказала Галатея и почему-то вздохнула.

– Легенда гласит, что Белл неутомимо изобретал звуковые устройства и исследовал передачу звука по проводам именно для того, чтобы вернуть своей дорогой Мейбл возможность слышать. После многих попыток в 1876 году Белл создаёт и патентует телефон – устройство, которое позволяет передавать голос по проводам. 9 октября 1876 года первый в мире телефонный разговор состоялся между Беллом и его ассистентом Уотсоном по проводу длиной в три километра, протянутому между Бостоном и его пригородом Кембриджем.



Как многие изобретатели, Белл был сконцентрирован на своих технических устройствах, уделяя рекламе своего детища гораздо меньше внимания. В 1876 году в Филадельфии проходила юбилейная научно-техническая выставка, которую посещали миллионы людей и на которой присуждались различные премии за изобретения. Мейбл стала настаивать на том, чтобы Александр продемонстрировал своё изобретение на выставке. Но тот категорически отказывался, так как был загружен своей преподавательской работой и подготовкой студентов к экзаменам. Тогда Мейбл пошла на хитрость: она заранее купила билет на поезд и собрала саквояж с нужными вещами. Затем она под каким-то предлогом повезла Александра на вокзал, а когда они очутились на перроне перед поездом, уже разводящим пары, Мейбл объявила Александру, что он едет в Филадельфию на этом поезде. Когда он начал возражать, она отвернулась от него, что означало невозможность читать слова по его губам.

– Она осталась буквально глуха к его возражениям! – воскликнул Андрей.

– Александр был вынужден подчиниться и сесть в отходящий поезд. Его демонстрация на выставке закончилась триумфом! Жюри, состоящее из императора Бразилии и знаменитого физика лорда Кельвина, присудило ему две медали. Белл продемонстрировал своё изобретение английской королеве Виктории – и она назвала его телефон «наиболее выдающимся» достижением выставки. О Белле и его говорящей машинке написали все

газеты, он стал знаменит.

На следующий год возникла фирма «Белл», первым президентом которой стал юрист Хаббард, отец Мейбл. Через 10 лет 150 тысяч американцев стали обладателями телефона Белла. В январе 1915 года, 39 лет спустя после первого, «трёхкилометрового» разговора между Беллом и Уотсоном между этими джентльменами снова состоялся телефонный разговор. На этот раз Белл находился в Нью-Йорке, на Атлантическом побережье США, а Уотсон – в Сан-Франциско, на Тихоокеанском берегу, на расстоянии более чем в пять тысяч километров от Нью-Йорка. Это был первый трансконтинентальный телефонный звонок.

Компания Белл более ста лет работала в области телефонной связи. Лишь в конце XX века эта гигантская компания, ставшая монополистом на американском рынке телефонных услуг, была разделена по решению суда на две независимые компании.

Алек и Мейбл Беллы жили долго и счастливо, вырастив двух дочерей. Александр Белл организовал в Вашингтоне институт имени Вольты, в котором изобретатели работали над различными электрическими и акустическими приборами, а потом увлёкся авиацией и другими проектами. В день кончины Александра Белла в 1922 году все телефоны США, которых насчитывалось уже более 13 миллионов, были отключены на минуту молчания в знак уважения к их изобретателю.

После смерти своего дорогого Алека Мейбл прожила всего несколько месяцев, погружаясь в слепоту, которая окончательно отделила её от внешнего мира. Ровно через год после смерти Белла прах его жены был захоронен рядом – и сейчас Мейбл и Алек навсегда вместе.

### Примечания для любопытных

**Самуил Земмеринг** (1755–1830) – немецкий учёный-физиолог, в 1809 году создал электрохимический (пузырьковый) телеграф.

**Павел Шиллинг** (1786–1837) – российский барон и дипломат, а также выдающийся изобретатель, создавший в 1832 году первый работающий электромагнитный телеграф на магнитных стрелках.

**Сэмюел Морзе** (1791–1872) – американский художник и выдающийся изобретатель, запатентовавший электромеханический телеграф в 1840 году и создавший азбуку Морзе.

**Александр Белл** (1847–1922) – выдающийся шотландский учёный и изобретатель, создавший один из первых телефонов и ставший основоположником широко известной компании «Белл».

**Мейбл Белл (Хаббард)** (1857–1923) – супруга и муза Александра Белла.

**Хелен Келлер** (1880–1968) – девочка, оглохшая и ослепшая после скарлатины в 19-месячном возрасте. Благодаря помощи Александра Белла и усилиям воспитателя Энн Салливан, Хелен стала деятельным человеком: писателем, лектором и политическим активистом.

**Кельвин** (1824–1907) – Уильям Томсон, 1-й барон Кельвин. Выдающийся британский физик, известный своим трудами в области термодинамики, механики и электродинамики. В середине XIX века рассмотрел распространение электрических импульсов по кабелю и доказал возможность трансатлантической телеграфной связи по подводному кабелю. Сам участвовал в экспедициях по прокладке подводного кабеля. В честь него названа единица температуры – кельвин.

### Радиосказка об электричестве, летящем по воздуху

Как только неугомонные люди научились проталкивать голос по металлическому проводу, учёные сразу стали мечтать научиться разговаривать на расстоянии без всяких

провода. Для этого нужно было сначала заставить летать электричество по воздуху, а потом прицепить к электричеству звук.

– Звучит как фантастика... – сказал Андрей.

Джерри кивнул:

– В те времена это выглядело чистым безумием. В один прекрасный солнечный денёк 1895 года итальянский министр почты и телеграфа получил письмо. В нём некий изобретатель Маркони сообщал, что он научился посылать электрические сигналы телеграфа не по проводам, а по воздуху – пока только на три километра, но если министр поможет с деньгами, то обычный телеграф можно сделать полностью беспроводным. Министр, напевая весёлую песенку, написал на письме: «Отправить в сумасшедший дом» – и, довольный своим чувством юмора, немедленно забыл о смешном изобретателе Маркони.

– Мне кажется, что это всемирный закон: изобретение или открытие чего-то нового всегда сначала отвергается, – пробормотал Андрей.

– Верно, но история утверждает, что рано или поздно это новое непременно побеждает.

Биография изобретателя Маркони в этом смысле поучительна. Его отец был итальянским аристократом, а мать – ирландкой, поэтому Гульельмо Маркони, родившись в итальянском городе Болонье, провёл свои детские годы в Англии. Когда Маркони стал учиться в итальянском университете, то заинтересовался беспроводным телеграфом. Ведь за несколько лет до этого Генрих Герц показал, что электрический сигнал может распространяться на десяток метров, – и это давало надежду на создание действующей электрической связи. Впрочем, сам Герц полагал, что никакого практического интереса его открытие не имеет, а лишь подтверждает теорию Максвелла о существовании электромагнитных волн. Но другие исследователи не были столь скептически – и во многих странах мира изобретатели стали крутить контуры из проволоки, подсоединять их к электрическим батареям, строить антенны и пытаться поймать «волны Герца», или «эфирные волны», на расстоянии большем, чем десяток метров.

Среди этих изобретателей был двадцатилетний Маркони, который, взяв в помощники дворецкого, устроил лабораторию прямо на отцовской вилле. Однажды ночью 1894 года он разбудил мать, привёл её в свою секретную лабораторию и показал, что нажатием кнопки в одной комнате он может заставить зазвенеть колокольчик в другой комнате – и без всяких проводов!

Мать была очень рада успехам сына. Наутро этот эксперимент был продемонстрирован отцу – и тот был поражён ещё больше. Когда отец внимательно осмотрел установку сына и убедился, что в ней нет никаких проводов, то вытащил все деньги из своего бумажника и отдал их сыну на приобретение нужного оборудования и материалов.

– Что думает история про роль отцовской поддержки в техническом прогрессе? – спросил Андрей.

– Не надо забывать и о материнской поддержке! – уточнила Галатея.

– Тут и думать нечего. Маркони с удвоенной энергией принялся за изучение литературы, поиск нужных технических решений и разработку собственных деталей. В 1895 году он приступил к экспериментам на больших расстояниях, используя территорию болонского поместья отца. Как ни старался Маркони, он не мог получить дальность сигнала более 800 метров. Английский исследователь радиоволн Оливер Лодж считал, что именно такое предельное расстояние доступно для распространения радиоволн. Но Маркони не сдался перед авторитетом известного исследователя.

– Это тоже мировой закон: новое всегда пренебрегает авторитетом старого... – пробормотал Андрей.

– Маркони обнаружил, что, подняв антенну над землёй, он может передать сигнал на дистанцию в три километра! И тогда он написал письмо итальянскому министру почты с просьбой о поддержке.

– А тот счёл его сумасшедшим! – кивнула Галатея.

– Что-то мне подсказывает, что это тоже не остановило Маркони, – сказал Андрей.

– Маркони через влиятельных знакомых связывается с итальянским послом в Англии – и тот советует ему попробовать найти поддержку своего проекта в Великобритании.



В сопровождении матери Маркони в возрасте 21 года прибывает в Великобританию с багажом, полным таинственных приборов и устройств. Увидев их, таможенный офицер немедленно доложил в Адмиралтейство. Прибором Маркони заинтересовался британский директор почты и телеграфа.

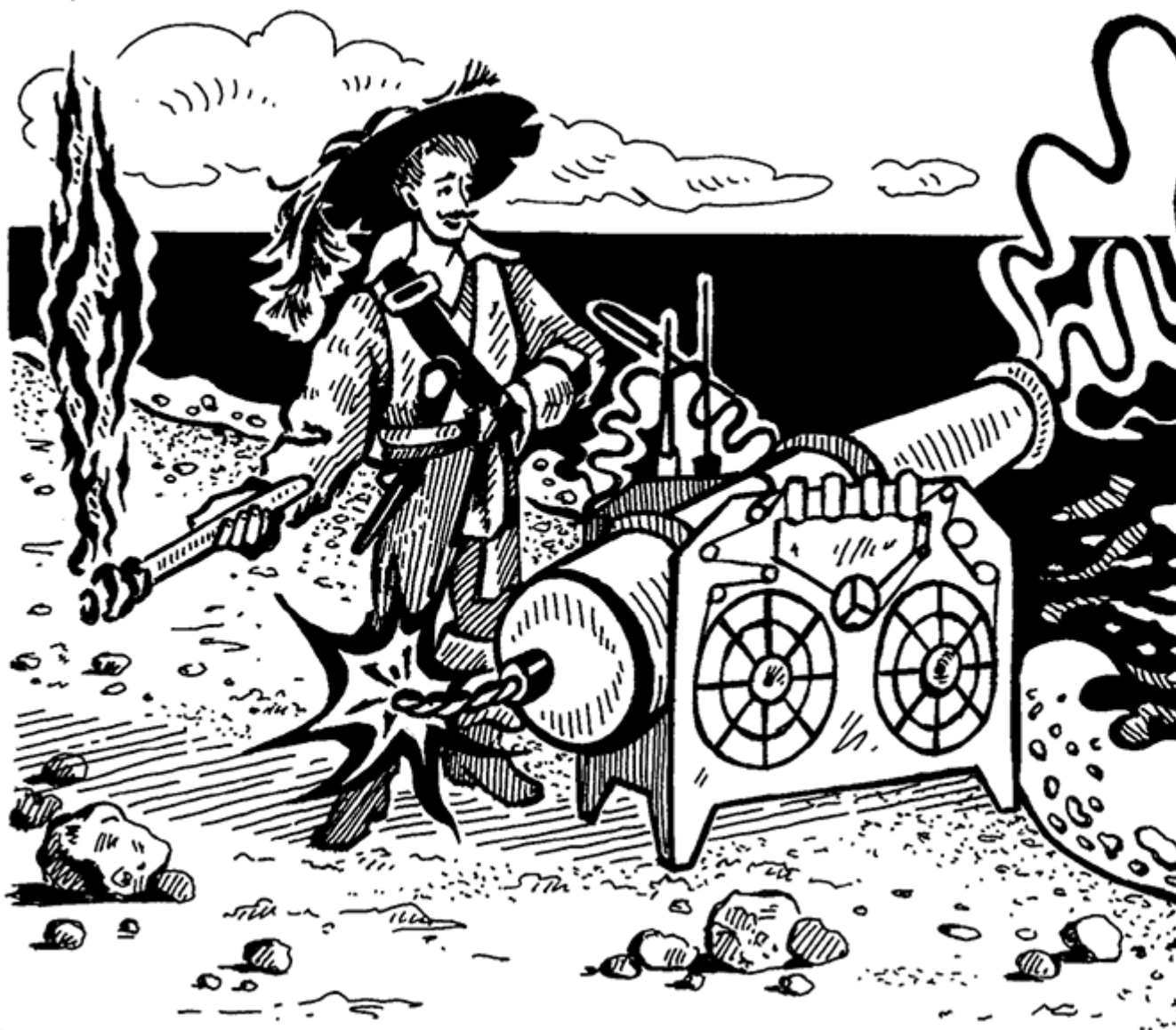
– Ага, он оказался умнее своего итальянского коллеги! – довольно сказала Галатея.

– Да. Он предложил молодому изобретателю продемонстрировать свой аппарат. Маркони установил передатчик на крыше лондонского почтамта и передал азбукой Морзе сигнал в другое здание – на расстояние в полтора километра. Эта демонстрация вызвала большой интерес. 2 июня 1896 года Маркони подал заявку на британский патент, через год получил его – и немедленно организовал акционерное общество по разработке дальнедействующей связи. Уже в 1897 году его компания создала первую постоянную радиостанцию и осуществила беспроводную связь на расстоянии в 23 км между материком и островом Уайт. В 1898-м компания открыла радиозавод, на котором работали 50 человек. Ещё через три года команда Маркони установила трансатлантическую радиосвязь. Интересно, что Маркони добился радиосвязи через Атлантику благодаря своему невежеству. Всем образованным физикам того времени было понятно, что волны Герца не могут



распространяться в воде или земле, поэтому радиосвязь возможна только в пределах прямой видимости.

– Как связь с помощью фонарей или прожектора? – спросила Галатея.



– Верно. Но Маркони придерживался совершенно ошибочной точки зрения, что радиоволны могут свободно проникать в воду и камень, поэтому не оставлял своих попыток наладить радиосвязь на сверхдальних расстояниях. И ему удалось! Но не потому, что радиоволны проникали сквозь толщу Земли, а потому, что они отражались от ионосферы – от электропроводящего слоя в верхней атмосфере. Этот эффект был ранее неизвестен, но именно благодаря ему сигнал от передатчика Маркони и смог обогнуть земной шар.

– Классическая ситуация: Маркони не знал, что это невозможно, поэтому и сделал это! – воскликнул Андрей.

– В 1909 году Гульельмо Маркони и немецкий учёный Карл Браун (который, кроме практических экспериментов, активно публиковал научные работы по беспроводной связи) получили Нобелевскую премию за вклад в беспроволочный телеграф. Маркони быстро разбогател, стал маркизом и президентом Итальянской академии наук.

Сначала беспроволочные телеграфы обменивались лишь пискom – азбукой Морзе, но вскоре был придуман способ накладывать на радиоволну человеческий голос.

– Как это? – заинтересовалась Галатея.

– Я тебе сам объясню, – вмешался Андрей. – Радиоволна имеет высокую частоту, а человеческий голос – низкую. Чтобы заставить радиоволну нести на себе звук, сделали так: у радиоволны стали медленно менять высоту её гребней. Возьми длинную гребёнку или расчёску: если укоротить длину её зубчиков, так чтобы получилась плавная кривая, то получим хорошее представление о радиоволне, на которую наложен звук.

Галатея не имела под рукой расчёски, поэтому она взяла лист бумаги, нарисовала на ней множество одинаковых зубчиков в качестве радиоволны, а потом провела по этим зубчикам плавную кривую. И посмотрела вопросительно на брата.

– Верно! – воскликнул тот и стёр вершины зубчиков, выступавших за кривую. Получился лес из острых зубцов, вершины которых плавно менялись с расстоянием. – Волна приходит на приёмник, который регистрирует не только частые электромагнитные колебания в своих контурах, но и плавные изменения силы этих колебаний – и переводит эти плавные изменения в низкочастотный человеческий голос.

Джерри кивнул:

– Или в музыку. В 1910 году состоялась первая радиотрансляция концерта из нью-йоркского зала «Метрополитен-опера», в котором принимал участие великий певец Карузо. В мире быстро возникла гигантская индустрия радио. В 30-х годах радиоприёмники размером с комод пришли во многие дома, тарелки репродукторов повисли на столбах, захрипели и забормотали разными голосами о разных новостях. Возникли специальные студии, где люди целыми днями сидели и приятными голосами читали в микрофоны различные фразы, которые им готовил огромный штат сотрудников и репортёров. Стала возможной прямая трансляция различных событий – от речей политических лидеров до передачи со стадионов, где проходили футбольные и хоккейные матчи.

– Но как можно слушать по радио футбол? – удивилась Галатея. – Ведь футболисты бегают, а не поют. По радио ничего не видно!

– Появилась специальная профессия – радиокомментатор, который сидел на стадионе, видел матч своими глазами – и рассказывал об игре слушателям. Комментатор переводил видимую картинку в звуковую информацию, а радиослушатели, слыша его объяснения, воображали себе футбольную игру в своих головах – и всю переживали за своих любимых спортсменов.

– Это как-то... странно, – сказала Галатея.

– Верно, поэтому, научившись посылать электрическую речь по воздуху, люди немедленно принялись искать способ посылать таким же способом и картинки – и даже движущиеся изображения, которые демонстрировались в кино.

– То есть инженеры стали изобретать беспроводное кино?

– Да, но это уже другая история. История радио интересна тем, что множество исследователей работали параллельно – и Маркони среди них не был первым достигшим успеха в передаче сигнала на многие километры.

Например, в 1896 году, когда аппарат Маркони послал сигнал на 3 километра, Никола Тесла в Америке уже улавливал волны на расстоянии в 50 километров. Но Тесла полагал, что радиосвязь возможна только на расстоянии прямой видимости, а значит, для больших расстояний нужны высокие башни, – и он строил эти дорогостоящие башни, в то время как Маркони работал с портативными и гораздо более дешёвыми устройствами. Пожар, уничтоживший лабораторию Теслы в 1895 году, тоже помешал его радиоисследованиям.

Александр Попов, которого не без оснований считают в России создателем радио, не только осуществил радиопередачу в 1895 году, но ещё и разработал удобный приёмник для поимки радиосигнала. Радиоаппараты профессора Попова были установлены на кораблях российского военно-морского флота. Но секретность, окружавшая работы учёного, не позволили его работам стать основой для коммерческого предприятия. Неожиданная смерть Попова в 1905 году прекратила его исследования.

Секрет успеха Маркони – в его настойчивости и семейной поддержке, которые позволяли ему двигаться вперёд, оглябывая любые препятствия. Он был молод и энергичен – и сумел создать процветающее предприятие по выпуску радиоаппаратов. Но самое главное – он, получив патент, сразу собрал команду видных учёных и специалистов, которые стали быстро развивать нужные для новой индустрии технологии. Тесла был гениальным одиночкой, но в деле развития новой технологии команда всегда побеждает одиночек. И это был важный урок, который можно извлечь из истории радио. Компания Маркони впоследствии оставит в истории яркий след, участвуя в создании радаров, телевидения и авиационной аппаратуры.

Историки интересуются – кто первый придумал, а для истории важно – кто первый внедрил. Изобретателей много – внедрителей мало. Из телеграфа Шиллинга не возникла индустрия, зато аппарат Морзе сделал революцию, связал континенты телеграфными проводами. Белл с компаньонами создал телефонную компанию, а его конкуренты-изобретатели – нет. Так и в радио: Маркони организовал целую индустрию радиопередатчиков и радиоприёмников, а Тесла и Попов – нет, как и десяток других пионеров радиосвязи. Самый первый патент на беспроводную связь получил в 1872 году американский дантист Малон Лумис. Правительство собиралось профинансировать его работы, да так и не собралось. В США, кроме Теслы, в радиопионеры включают Дэвида Хьюза и Томаса Эдисона. В Германии создателями радио считают Генриха Герца и Карла Брауна. В Англии есть свой первый конструктор радио – Оливер Лодж; во Франции – Эдуард Бранли. Свои открыватели радиосвязи есть в Белоруссии – Яков Наркевич-Йодка; в Индии – Джагадиша Бозе; в Бразилии – Ландель де Мура.

Когда какая-то страна настаивает на том, что именно у неё было сделано данное важное изобретение, то часто возникает неудобный для этой страны вопрос: а почему тогда не в этой стране возникла новая индустрия вокруг этого изобретения?

Почему итальянец Маркони не нашёл поддержки у себя в Италии и создал британскую компанию по производству радио?

Хвастаясь умом своих великих соотечественников, надо признавать недалёковидность своих правительств и неповоротливость общества, которые не оценили в своё время талантливых людей.

### Примечания для любопытных

**Гульельмо Маркони** (1873–1937) – выдающийся итальянский изобретатель, создавший массовое производство радиопередатчиков и радиоприёмников. Его компания первой осуществила трансатлантическую радиосвязь.

**Генрих Герц** (1857–1894) – великий немецкий учёный, открыватель радиоволн, которые долгое время носили имя «волн Герца».

**Оливер Лодж** (1851–1940) – видный британский физик, один из пионеров радиосвязи. Награждён медалью Фарадея.

**Никола Тесла** (1865–1943) – выдающийся американский изобретатель сербского происхождения. Создатель целого ряда новых электрических приборов и устройств. Благодаря своим талантам и эксцентричности, стал легендарной личностью в глазах широкой публики.

**Александр Степанович Попов** (1859–1905) – выдающийся российский учёный, профессор, пионер радиосвязи. В честь Попова названы астероид 3074 и кратер на обратной стороне Луны.

**Малон Лумис** (1826–1886) – видный американский изобретатель, дантист из Вашингтона. Один из пионеров радиосвязи. Осуществил в 1866 году радиосвязь на расстоянии более 20 км между двумя горными вершинами в Виргинии с помощью воздушных змеев.

**Дэвид Хьюз** (1831–1900) – видный американский учёный британского

происхождения, один из пионеров радиосвязи.

**Томас Эдисон** (1847–1931) – выдающийся американский изобретатель и бизнесмен, получивший более тысячи патентов. Один из пионеров радиосвязи.

**Карл Браун** (1850–1918) – видный немецкий физик и изобретатель, один из пионеров радиосвязи и телевидения. В 1874 году открыл принцип действия кристаллического диода, а в 1899 году запатентовал выпрямитель тока, основанный на кристалле. Лауреат Нобелевской премии (1909).

**Эдуард Бранли** (1844–1940) – видный французский учёный, профессор Парижского института, один из пионеров радиосвязи.

**Яков Наркевич-Йодка** (1848–1905) – видный белорусский учёный, врач и профессор. Один из пионеров радиосвязи.

**Джагадиш Бозе** (1858–1937) – видный индийский учёный, один из пионеров радиосвязи.

**Ландель де Мура** (1861–1928) – видный бразильский изобретатель и католический священник, один из пионеров радиосвязи. В 1900 году продемонстрировал передачу человеческого голоса по радиосвязи, но бразильское правительство отказало ему в поддержке.

## **Загадочная история о легендарном электрическом волшебнике Тесле**

Дзинтара, которая вернулась из поездки, была рада вернуться и к чтению вечерних сказок. Она позвала детей, открыла книгу и начала таинственным голосом:

– В истории развития электрической цивилизации есть один выдающийся исследователь, окутанный облаком легенд.

Он родился в ночь с 9 на 10 июля 1856 года во время ужасной грозы, которая разрывала тьму ночи мощными электрическими разрядами. Акушерка стала причитать, что молнии при рождении ребенка являются плохой приметой, и заявила:

– Это будет дитя темноты!

– Он будет ребёнком света! – возразила акушерке мать.

Мальчик Никола вырос, но, когда ему исполнилось 17 лет, он тяжело заболел.

...В 1873 году эпидемия холеры свирепствовала в сербских селениях, отправляя на кладбище каждого десятого жителя. Дом православного священника Милутина в Госпиче тоже был погружён в скорбь. Сын Никола не вставал с кровати уже 9 месяцев. Врачи отказались от него как от безнадежного больного. В один из приступов болезни, который мог стать смертельным, отец зашёл в комнату Николы, и, несмотря на отчаяние, сказал ему:

– Ты выздоровеешь! – хотя и сам не верил в это.

Никола посмотрел на отца. Он вырос в семье священника, и мать его была дочерью священника. Естественно, что любящие отец и мать с детства уготовили для Николы, единственного мальчика в семье, судьбу священнослужителя. Эта перспектива давила на юношу как чёрная туча. После окончания школы перед ним стоял тяжёлый выбор – послушаться отца с матерью или покорится родительской воле.

Стоя на пороге смерти, юноша высказал свою самую заветную мечту:

– Может, мне и удастся поправиться, если ты позволишь мне изучать инженерное дело...

Отец торжественно пообещал, глотая слёзы:

– Ты поступишь в лучшее учебное заведение Европы!

Возможно, именно эти слова, сбросившие с мальчика груз тёмного будущего, помогли ему выздороветь.

– Почему-то все родители уверены, что они лучше детей знают, как нужно жить... – пробормотал Андрей и покосился на мать.

Та помедлила, хотела что-то сказать, но потом лишь вздохнула и продолжила историю:

– Никола Тесла поступил в технический университет в городе Граце. Сначала он занимался физикой и математикой, но потом оказался очарован электричеством.

– Помните – молнии в ночь его рождения? – отметила Галатея.

– Когда профессор продемонстрировал студентам электродвигатель на постоянном токе, Никола заявил, что такие двигатели несовершенны и что для электрических машин нужно использовать переменный ток. Профессор обругал Николу Теслу перед всем курсом и прочитал целую лекцию о невозможности использования переменного тока в электродвигателях.

Университетское образование Теслы закончилось, когда его отец умер. Финансовая поддержка двух его дядей позволила юноше продолжить обучение в Пражском университете ещё в течение одного семестра, но вскоре ему пришлось искать работу.

Тесла устроился в телеграфную компанию Будапешта, которая занималась и проведением телефонных линий. В голове молодого человека теснились различные идеи, всплывали схемы новых диковинных электрических устройств, которые использовали переменный ток и такую удивительную штуку, как вращающееся магнитное поле. Тесла мечтал поехать в Америку и заставить мощь Ниагарского водопада служить людям. Интересно, что мать Теслы сама была незаурядным изобретателем – и сконструировала немало полезных устройств для своей кухни.

– Значит, не только желудок, но и голова Теслы немало почерпнули на кухне своей матери, – сказал Андрей. – Детские впечатления – самые прочные!

– Но простому телеграфисту не полагалось выдумывать ничего нового. Тогда Тесла устроился в европейское отделение компании знаменитого изобретателя Эдисона и в свободное от работы время сконструировал электродвигатель нового типа, который успешно работал. Один из администраторов компании, восхищённый талантами молодого Теслы, дал ему рекомендательное письмо к самому Эдисону – и Никола отправился за океан, в Нью-Йорк.

Эдисон прохладно отнёсся к новому сотруднику, у которого было слишком много собственных идей и который смело критиковал электродвигатели на постоянном токе, которые создавала компания Эдисона. Эдисон, глубоко уверенный в своих конструкциях, сказал молодому Тесла, что если тот сможет улучшить устройства, разработанные самим Эдисоном, то он выплатит ему 50 тысяч долларов – сумму по тем временам огромную, эквивалентную миллиону современных долларов. Несколько месяцев Тесла работал без устали и практически без сна – и вскоре представил более двух десятков усовершенствований машин Эдисона, а также пару новых устройств. Эдисон одобрил все улучшения Теслы, но в ответ на предложение выплатить обещанное заявил, что эмигрант Тесла плохо понимает американский юмор. В качестве компенсации Эдисон предложил поднять зарплату Тесле на... 10 долларов в неделю. Оскорблённый Тесла немедленно уволился.

За год работы у Эдисона молодой изобретатель приобрел определённую известность – и другая фирма предложила ему разработать новые лампы для уличного освещения. Он сделал их, но фирма отказалась платить, попробовав всучить вместо платы свои акции, что не устроило Теслу. Так он оказался на улице и несколько месяцев перебивался случайными заработками и даже рытьем канав. Тесла спал где придётся и ел что найдёт – и нередко голодал. Наконец, в 1887 году знакомый инженер помог добыть Николу финансирование – и организованная Теслой новая компания по изготовлению уличных ламп быстро разбогатела, так как заказы на новые качественные лампы стали поступать со всех сторон.

Теперь Тесла мог использовать прибыль компании для реализации своих научных идей. Он снял под лабораторию дом на Пятой авеню, недалеко от здания компании Эдисона, – и между двумя изобретателями развернулась острая конкурентная борьба, вошедшая в историю науки как «война токов». Фактически главный спор шёл вокруг того, какой ток – постоянный или переменный – перспективнее для практического использования. Эдисон отличался невероятной работоспособностью, но Тесла нисколько не уступал ему в

этом. Он отдыхал всего четыре часа в сутки, причем спал только два часа, а два часа просто размышлял.

– Ему хватало всего двух часов сна? – удивилась Галатея, которой и восьми не хватало.

– Он утверждал, что – да. Но Тесла признавался, что днём засыпает на короткое время, чтобы «перезарядить батарейки».

Тесла создавал новые электрические устройства, патентовал их – и приступал к новым проектам. В итоге он выиграл у Эдисона «войну токов». Вместе с Теслой выиграло и всё человечество: наша электрическая цивилизация немыслима без переменного тока, который так упорно пропагандировал Тесла. Подавляющее большинство линий электропередач и множество электромоторов работает на переменном токе, как и лампы в домах и на улицах, – так что сейчас весь мир освещается благодаря Тесле.



Вскоре крупный промышленник Вестингауз выкупил у Теслы 40 патентов по 25 тысяч долларов каждый. Всего Тесла получил за свои разработки миллион долларов, что по тем временам было фантастическим состоянием. Но деньги мало интересовали Теслу, и он отказывался от выгодных предложений, если они мешали ему творить и не приносили удовлетворения. Он чувствовал и понимал поведение капризного электрического тока так, как, пожалуй, никто из живущих людей на Земле.

– Он стал укротителем электрического дракона! – воскликнула Галатея. – Недаром тот так бушевал во время рождения Теслы!

– Тесла поставил перед собой грандиозную задачу добиться передачи по воздуху не просто радиосигнала или звука, а большого количества электрической энергии, достаточной, например, для горения электрических ламп. Он был уверен, что можно передавать электроэнергию с помощью самой Земли и даже фокусировать эту энергию в любой точке мира. Если бы ему это удалось, то линии электропередач, которые сейчас окутывают мир густой сетью, стали бы не нужны...

– Лампы горели бы без проводов! – взвизгнула от восторга Галатея, глаза которой горели не хуже электрических лампочек.

– Но ведь до сих пор электроэнергия для ламп и моторов передаётся только по проводам, – сказал Андрей.

– Да, потому что Тесла не добился своей цели. И мы до сих пор не знаем – решается ли такая задача в промышленных масштабах. Тесла зажигал лампы без проводов на расстоянии 40 километров! Но, когда он задумал создать систему, которая бы распространяла электричество по всему миру без проводов, финансист Морган отказался поддержать этот проект. «А куда мы поставим электрические счётчики для взимания платы?» – спросил он изобретателя.

– То есть такая мировая электрическая система действительно возможна? – спросил Андрей. – Нужен только второй гениальный Тесла, чтобы создать её?

Дзинтара пожала плечами и сказала:

– Спустя сто лет появились небольшие устройства, которые заряжают свои батареи без проводов – так, как предлагал Тесла. Но, как биолог, я подозреваю, что такая мощная беспроводная энергетическая система потенциально может наносить вред здоровью людей.

Кроме этого, Тесла разработал электродвигатель, который работает на переменном токе, генератор переменного электричества и множество других полезнейших устройств, которые ускорили промышленную революцию в конце XIX и начала XX века. Двигатель Теслы широко используется до сих пор и считается одним из десяти величайших научно-технических достижений человечества.

Фотографическая память и прекрасное пространственное воображение позволяли ему создавать проекты своих устройств полностью в голове – и только потом переносить их на бумагу.

Тесла приобрёл широкую известность как инженер-электротехник: его выступления на собраниях американских инженеров пользовались большим успехом. Председатель одного из таких собраний пошутил, что когда-то Бог сказал: «Да будет свет!» – и мир осветился, но он мог сказать просто: «Да будет Тесла!» – и Тесла бы сам принёс свет людям.

Ещё большую популярность Тесла снискал у широкой публики: в глазах людей, мало что смысливших в электрических схемах. Высокий – 188 см и худой – 64 кг, Тесла был воплощением сумасшедшего учёного. Его элегантная тощая фигура была известна многим нью-йоркцам; его экстравагантные привычки привлекали внимание света; его эффектные эксперименты с многометровыми молниями вокруг огромных заряженных шаров восхищали народ и порождали массу слухов.

Когда в 1898 году на нью-йоркской выставке Тесла продемонстрировал радиоуправляемую лодку – она вызвала сенсацию. В публике высказывались различные мнения: лодка управляется волшебством, телепатией или маленькой обезьянкой, спрятанной

внутри. Военные не интересовались радиоторпедами, которые предлагал им Тесла: его идея радиоуправляемых роботов, или телеавтоматов, как он их называл, опередила время на сто лет.

Тесле удалось исполнить свою мечту – он построил гидроэлектростанцию на Ниагарском водопаде.

Ему принадлежат 700 патентов в разных странах мира.

Он открыл рентгеновские лучи и получил рентгеновские снимки независимо от Рентгена.

Он создал радио и осуществил радиопередачу независимо от Маркони и других изобретателей.

Он был уверен, что принял в своей лаборатории сигналы с другой планеты.

Он утверждал, что разработал «лучи смерти», которые могут стать самым могущественным оружием в мире.

В пожилом возрасте он проходил в день около 15 километров, любил кормить голубей, а на излечение голубки со сломанным крылом потратил две тысячи долларов, причем сам сконструировал устройство, которое позволило ей поддерживать сломанное крыло. Он жил в отеле, никогда не был женат и не имел детей. Прогуливаясь, он считал шаги при ходьбе, обедая – рассчитывал объём тарелки с супом. Если его отвлекали от этого занятия, то пища не приносила ему удовольствия. Поэтому он предпочитал есть в одиночестве.





Он разговаривал на восьми языках.

Он очень не любил жемчуг и запах камфары.

Он элегантно одевался и всегда надевал к ужину белые перчатки. Ужинал он обычно в определённом ресторане и требовал, чтобы его обслуживал конкретный, уже знакомый ему официант. После холеры, которую он перенёс в юности, он опасался бактерий и был очень чистоплотен.

Последние 10 лет он, возможно, жил уже не в мире реальности, а в мире своих грёз, где многие его идеи осуществились.

Тесла по популярности мог поспорить с любой кинозвездой. Он не только изобретал полезные устройства – он вдохновлял людей своим талантом новатора. Он заложил фундамент современной электрической цивилизации, но умер небогатым и одиноким человеком, в возрасте 86 лет.

После смерти Теслы Федеральное бюро расследований опечатаło его бумаги и пригласило эксперта, который бы оценил – насколько опасны открытия Теслы, включая его «лучи смерти». Эксперт не нашёл ничего интересного в устройствах и бумагах, хранимых в номере отеля, где жил Тесла, но многие поклонники таланта Теслы уверены, что секреты великого изобретателя с той поры были спрятаны в тайниках спецслужб.

За гробом Теслы шли тысячи людей, включая нескольких нобелевских лауреатов.

Его прах перевезён в Сербию и покойся в золотом шаре на мраморном постаменте в музее Теслы. Его именем названа единица магнитной индукции и первый массовый электромобиль.

В штате Нью-Йорк и в других штатах 10 июля отмечают День Теслы, а на перекрёстке 40-й улицы и 6-й авеню в Манхэттене висит знак «Перекрёсток Николы Теслы».

Многие современники считают Теслу «святым заступником электрической эры» и «человеком, который изобрёл XX век». Его имя окутывает облако легенд – ему приписывают создание машины времени, а также фантастических устройств для телепортации и телепатии. Некоторые считают, что Тунгусский метеорит 1908 года был одним из экспериментов Теслы по фокусированию энергии на больших расстояниях. О нём пишут многочисленные книги и снимают фильмы. Он стал легендарным электрическим волшебником.

Если вы исключительно трезвомыслящий человек и не верите в легенды, то, когда пользуетесь многочисленными плодами электрической цивилизации, включающие различные устройства и электромоторы Теслы, просто скажите ему: «Спасибо».

### Примечания для любопытных

**Постоянный ток** – электрический ток, который не меняет со временем своё направление и величину.

**Переменный ток** – электрический ток, который меняет со временем своё направление (например, в обычной бытовой электросети – 50 или 60 раз в секунду, что означает частоту 50 или 60 герц) или свою величину. В авиации используется переменный ток в 400 герц, на железных дорогах – 16 или 25 герц.

**Вращающееся магнитное поле** – магнитное поле, которое, не меняя своей величины, меняет своё направление, вращаясь с постоянной угловой скоростью, как это делает, например, часовая стрелка.

**Тунгусский метеорит** – событие 30 июня 1908 года, которое вызвало ослепительную вспышку, повалило деревья на площади в 2000 квадратных километров, но не оставило никакого кратера. Специалисты считают, что это был каменный астероид размером около 50 метров, разрушившийся высоко в атмосфере, как и каменный Челябинский болид диаметром в 20 метров, но среди неспециалистов бродит огромное количество фантастических гипотез, включая неудачную посадку корабля инопланетян и удачный опыт Теслы по передаче энергии на расстояние.

### Сон химика Менделеева об электрических атомах

Химик Менделеев после открытия своей знаменитой таблицы стал популярен – настолько, что это его стало раздражать. Вот и на этом званом обеде к нему пристали какие-то барышни вместе с журналистами:

– А правда, что вы сделали своё открытие во сне? Проснулись и записали уже готовую таблицу?

Химик тяжёло вздохнул в ответ – ну что сделаешь с этими легкомысленными людьми? – и ответил:

– Я над ней, может быть, двадцать лет размышлял, а вы думаете – раз и готово...

Навязчивые посетители давно ушли, а пожилой учёный погрузился в воспоминания, машинально поглаживая густую седоватую бороду. Он вспоминал своё детство в Тобольске и долгую поездку в Санкт-Петербург, где получил университетское образование. Но этого молодому хваткому сибиряку было мало, и он, начав карьеру с должности школьного учителя в Симферополе и Одессе, написал диссертацию и стал в 23 года приват-доцентом

Санкт-Петербургского университета. А потом были годы исследований – в России и в Европе, обустройство лаборатории с изготовлением нужных Менделееву точнейших приборов, множество экспериментов и тысячи прочитанных книг и статей.

План исследований у молодого учёного был глобален: связать химические свойства элементов с их физическими свойствами, в первую очередь с массой, объёмом и силой взаимодействия атомов. Годы и годы ушли на рассматривание и анализ карточек, на которых были записаны свойства известных элементов. Никакой сон не помог бы, если бы не было этих долгих лет...

Проблема классификации химических элементов по свойствам и весу атомов заключалась в том, что далеко не все химические элементы в то время были открыты, а для тех элементов, что были открыты, физические параметры нередко определялись с большой ошибкой. И молодому учёному нужно было сначала уловить скрытый ритм химических свойств элементов, а потом понять – если какие-то элементы не укладываются в найденную закономерность, то является ли это признаком ошибочности данной закономерности или признаком неправильно определённых свойств химических элементов?

Гениальность и смелость Дмитрия Ивановича Менделеева, достигшего к 1869 году, времени открытия своего Периодического закона, 35-летнего возраста, как раз в том и выразились, что он верно уловил гармонию в периодичности химических свойств элементов, а параметры тех элементов, которые ей не соответствовали, он смело исправил. Для этого нужно твёрдо верить в открытый закон! Например, в те времена атомный вес урана считался равным 120 единицам.



– А что такое единица атомного веса? – спросил Андрей.

– Это одна двенадцатая массы атома углерода. Так как ядро углерода имеет массу 12 и состоит из шести протонов и шести нейтронов, то получается, что за единицу принимается величина, близкая к массе одного нуклона в ядре, то есть протона или нейтрона. Возвращаясь к урану: Менделеев взял и увеличил его массу со 120 до 240 единиц! Впоследствии оказалось, что уран имеет среднюю массу в 238.

– То есть Менделеев, исходивший из теоретических соображений, оказался гораздо точнее, чем все экспериментаторы? – удивился Андрей.

– Да, хорошая теория должна обладать способностью к верным предсказаниям. Учёный исправил параметры девяти элементов: например, известную атомную массу тория учёный изменил с 174 до 231; массу индия исправил с 75,6 на 113,4; массу церия поднял с 92 до 140. Все эти и ряд других сдвигов в параметрах элементов потом полностью подтвердились. Более того – таблица Менделеева позволила не только правильно разместить известные

элементы, она также указала на пропуски или пустые клетки в таблице.

– А в этих пустых клетках должны были находиться ещё не открытые элементы? – догадалась Галатея.

– Верно. На основе открытых периодичностей свойств химических элементов Менделеев детально описывал возможные характеристики ещё не открытых элементов, указывал их атомный вес и химические свойства.

Учёный писал: «Без Периодического закона мы не имели никаких поводов предсказывать свойства неизвестных элементов, даже не могли судить о недостатке или отсутствии тех или других из них. Открытие элементов было делом одного наблюдения... Закон периодичности открывает в этом последнем отношении новый путь».

Базируясь на своём законе периодичности, Менделеев предсказал наличие десяти ещё не открытых химических элементов: скандия, галлия, германия, гафния, полония, астата, технеция, протактиния, рения и франция. Все они были впоследствии открыты, что стало настоящим триумфом Периодического закона Менделеева.

Дзинтара раздала детям красивые цветные листки с таблицей.

– Возьмите таблицу Менделеева и внимательно посмотрите на неё. Она рекордсмен по информационной ёмкости: эта таблица, уместяющаяся на одной странице, рассказывает невообразимо много о тайнах нашего мира. Таблицу Менделеева, как и физическую карту Земли, можно рассматривать бесконечно долго.

– Мама, а почему химические элементы проявляют такую периодичность? – спросила Галатея.

Дзинтара призадумалась, а потом молча потянулась к вазе, заполненной разными ягодами, и стала что-то сортировать.

Вскоре на столе выросли три кучки: тёмно-красных вишен, полупрозрачного желтоватого винограда и ягод чёрной смородины.

– С помощью этих ягод мы сейчас смоделируем набор элементов, из которых создан наш материальный мир. Пусть вишни означают протоны, виноградинки – нейтроны, а мелкие ягоды смородины – электроны.

Дзинтара взяла прозрачные стаканы и расставила их в ряд. В первый стакан она бросила одну вишенку, во второй – две, в третий – три.

– Каждый стакан – это ядро какого-то химического элемента. В таблице Менделеева больше сотни элементов, но мы не будем брать сотню стаканов – ведь нам важно понять общий принцип строения ядер химических элементов. В каждый следующий стакан мы кладем на одну вишенку больше, так что количество вишенек в стакане будет означать его порядковый номер в общем ряду.

– Значит, заряд каждого элемента будет всё время нарастать! – сказал Андрей.

– Верно, – согласилась Дзинтара. – Электрический заряд ядра каждого элемента, измеренный в зарядах протона, который равен заряду электрона, строго равен порядковому номеру элемента в таблице Менделеева – и растёт вместе с ним. Масса ядра тоже увеличивается с порядковым номером, но по более сложной функции.

Дело в том, что все протоны заряжены положительно и отталкиваются друг от друга. Чтобы склеить их вместе, нужны нейтроны – частицы, очень похожие на протоны, но не обладающие электрическим зарядом. Протоны и нейтроны притягиваются друг к другу за счет мощных сил, которые так и называют – ядерными. Нейтроны нужны, чтобы «сцементировать» атомные ядра. Нейтроны склеиваются с протонами ядерными силами – и делают ядро стабильным, не радиоактивным.

Дзинтара указала на стакан с одинокой вишенкой.

– Этот единственный протон – ядро водорода, он стабилен и не нуждается в поддержке нейтроном. Зато если у этого элемента, гелия, – Дзинтара указала на следующий стакан с парой вишен, – составить ядро всего из двух протонов, то оно окажется очень нестабильным. Если мы добавим в ядро гелия один нейтрон, – Дзинтара бросила в стакан виноградинку, –

то получим стабильный изотоп гелия – гелий-3. Если добавить ещё один нейтрон, то получится отличное, очень крепкое ядро гелия-4, которое настолько прочно, что может рассматриваться как отдельная элементарная частица – альфа-частица, – ведь именно она вылетает из многих радиоактивных ядер.

– А что будет, если к вишнёвому ядру водорода добавить виноградный нейтрон? – Галатея указала пальцем на стакан с одной вишней.

– Мы получим тяжёлый водород – дейтерий, который будет стабильным. Присоединение второго нейтрона даёт тритий – сверхтяжёлый и нестабильный водород, с периодом полураспада двенадцать лет.

Но давайте обсудим третий элемент – литий, в состав ядра атома которого входят три протона. Чтобы ядро лития стало стабильным, нам нужно добавить ему три или четыре нейтрона. Ядра, которые содержат одинаковое количество протонов, принадлежат одному химическому элементу, но если у них разное число нейтронов, то говорят, что элемент имеет несколько изотопов. Поэтому литий с тремя протонами имеет два стабильных изотопа – с тремя и четырьмя нейтронами.

Дзинтара бросила в стакан три виноградинки, а потом – ещё одну.

– Для стабильности ядра требуется нейтронов больше, чем количество протонов, или, как минимум, столько же – это правило неукоснительно выполняется во всей таблице Менделеева, за исключением водорода.

Четырёхпротонное ядро бериллия нуждается для стабильности в пяти нейтронах, а пятипротонное ядро бора содержит пять или шесть нейтронов. Три следующих важнейших для жизни элемента: углерод, азот и кислород – достигают стабильности при минимальном количестве нейтронов, равном числу протонов, но сохраняют стабильность и при увеличении числа нейтронов на единицу или даже на двойку, как в случае кислорода. С ростом заряда ядра избыток числа нейтронов над числом протонов нарастает.

– Ведь протоны отталкиваются друг от друга, а нейтроны нет – так что чем их больше, тем ядру легче сохранять свою стабильность, – авторитетно заявил Андрей.

– Прочность ядер нарастает вместе с массой и достигает максимума на ядре железа. Потом ядерная прочность начинает падать – и после последнего стабильного ядра свинца с номером 82, в котором находится 82 протона и 125 нейтронов, уже никакая комбинация из нейтронов и протонов не может обеспечить устойчивость ядра.

– А какой номер клетки у радиоактивного урана? – спросила Галатея.

– Ядро урана содержит 92 протона и почти полтора ста нейтронов.

Тут Андрея осенило:

– Теперь я понимаю, почему атомные электростанции производят так много радиоактивных отходов! Ядро урана с большим количеством нейтронов, поделившись пополам, даёт два ядра из середины таблицы Менделеева, которым не нужно такое количество нейтронов! Радиоактивность таких новых ядер будет огромной!

– Ты сообразил быстрее меня, – признала Дзинтара. – В целом ядра химических элементов являются довольно простыми и прочными сгустками из протонов и нейтронов. Зато эти ядра служат основой для возникновения атомов, которые включают в себя электроны и оказываются гораздо более сложными конструкциями.

– Действительно, ядра атомов имеют положительный электрический заряд – значит, они должны притягивать к себе электроны везде, где только встретят их, – сказал Андрей.

– Верно, – согласилась Дзинтара. – Ядра химических элементов крайне редко можно встретить голыми, без электронов. В нормальных условиях атомы обычно содержат столько электронов, чтобы полностью компенсировать заряд ядра.

– Это значит, что в нейтральном атоме столько же электронов, сколько протонов в его ядре. А это число равно номеру химического элемента! – выпалила Галатея.

– Молодец! – сказала Дзинтара. – Ты хорошо разобралась. Это означает, что вокруг атома, например, свинца размещаются 82 электрона. Но, притягиваясь к ядру, они одновременно отталкиваются друг от друга, поэтому устойчивое размещение отрицательных

электронов вокруг положительных ядер оказывается очень непростой задачей.

Дзинтара положила возле стакана с одной вишенкой одну ягоду смородины, а возле стакана с двумя вишенками и двумя виноградинками – две смородинки.

– Это модели атома водорода с одним электроном и атома гелия с двумя. Учёные знают, что эти элементы весьма различны по химическим свойствам: в ходе некоторых реакций у водорода можно отнять его собственный электрон, а можно присоединить к нему лишний. Например, при горении водорода в кислороде образуется вода с молекулой, состоящей из двух атомов водорода и атома кислорода. В молекуле воды кислород отнимает у атомов водорода по электрону, присоединяя их к своей электронной свите. Но и ядра водорода он не отпускает – ведь они заряжены положительно и притягиваются к отрицательно заряженному кислороду, получившему избыток электронов, – именно так и получается прочная молекула воды.

Зато у гелия очень трудно что-либо отнять – это такой скряга, который не хочет расставаться со своими электронами. Впрочем, и чужих электронов ему не надо. Это свойство гелия обеспечивает ему почти идеальную химическую инертность. Его так и называют: инертный газ, что значит – неповоротливый, не реагирующий ни на что.

В таблице Менделеева выделяют восемь групп элементов, которые проявляют периодичность. А знаете, почему их восемь? Потому что вокруг атомных ядер известно восемь уровней, где могут располагаться электроны. На первом уровне могут размещаться только два электрона...

Дзинтара нарисовала возле каждого из стаканов что-то вроде деревьев с восемью длинными ветками.

– Электроны водорода и гелия – это электроны первого уровня. Больше чем два электрона на первой или нижней ветке не поместятся. Поэтому, когда к ядру лития присоединяются три электрона, два из них садятся на самый низкий уровень, а третьему приходится помещаться на ветке повыше – на втором уровне.

Дзинтара нужным образом разместила три ягоды смородины возле стакана, где лежало три вишни и четыре виноградинки. Дети смотрели на её ловкие руки, которые сортировали ягоды, и переводили глаза на карточки с таблицей Менделеева, где в каждой клетке, соответствующей отдельному химическому элементу, указывалось размещение электронов по разным орбитам вокруг ядра данного элемента.

– На втором уровне могут уместиться восемь электронов. Поэтому следующие за литием семь атомов размещают свои электроны именно на этом, втором уровне: бериллий, бор, углерод, азот, кислород, фтор, неон. Последние три элемента особенно интересны: кислороду для заполнения второго уровня не хватает двух электронов, фтору – одного, а неон полностью заполнил второй уровень электронами. Эти особенности строения электронных оболочек определяют химические свойства данных элементов: кислород и фтор стремятся отобрать недостающие им электроны у любых встреченных ими атомов, заодно присоединить и сами эти атомы, «окислить» их, образовав молекулу «оксида» с одним атомом кислорода или «диоксида» – с двумя. Кислород – это самый распространённый окислитель, поэтому процесс окисления даже называли по его имени.

– Может, это его называли по процессу окисления? – предположила Галатея. – А нельзя ли привести какой-нибудь пример этого... окисления?

Дзинтара ответила:

– Конечно. Окисление железа, или образование ржавчины, является самым типичным примером соединения кислорода с металлом. Следующий элемент таблицы Менделеева, фтор, является самым сильным окислителем в природе, который может окислить все химические элементы, включая золото и платину. Исключением являются гелий и неон – инертность этих газов не может преодолеть даже агрессивный фтор.

Углерод имеет на втором электронном уровне четыре электрона, то есть можно с одинаковым основанием сказать, что его второй уровень наполовину пуст или наполовину

полон. Эта особенность углерода позволяет ему создавать самые различные химические соединения, например отдавая сильному окислителю все четыре электрона – как в случае углекислого газа  $\text{CO}_2$ , или отнимая у четырёх атомов водорода по электрону, образуя метан  $\text{CH}_4$ . Это обилие химических соединений углерода сделало его основой жизни на нашей планете.

– А на других планетах? – любопытствовала Галатея.

– Вероятнее всего – и на других планетах, хотя некоторые фантасты рассуждают о возможности жизни не на основе углерода, а на основе других химических элементов. Но вряд ли такие формы жизни возможны.

– А почему так важно подсчитывать электроны на разных оболочках? – спросила Галатея.

– Давайте посмотрим на трёх соседей по таблице Менделеева – углерод, азот и кислород: массы их ядер очень близки, а их электрические заряды, то есть число протонов, отличаются всего на единицу. Но за счет другого расположения электронов мы получили совершенно разные по химическим свойствам элементы: углерод, который представляет собой твердое тело, и два газа с очень различными свойствами: слабо реагирующий с окружающим азот или кислород – сильнейший газ-окислитель.

Сотня химических элементов, ядра которых плавно меняют свои заряды и массы, благодаря разному строению электронных оболочек, скачками меняют свои свойства. Поэтому, если не разобраться со строением электронных оболочек атомов, то нельзя понять их способность к химическим реакциям. Именно электроны дают возможность сотне химических элементов соединяться в миллионы различных видов молекул, из которых построено всё вокруг нас, а также сконструированы мы сами. Химия – это фактически электрическая наука, которая базируется на движениях электронов и зарядов.

Менделеев открыл периодичность химических свойств элементов, глубокая причина которой заключается в том, что когда атомы начинают заполнять электронами новый уровень, то их химические свойства становятся очень похожими на свойства элементов с электронами на предыдущем уровне. Вот щелочной металл натрий, который настолько активно ищет, кому бы отдать свой единственный электрон на третьем уровне, что при падении в воду начинает с шипением расщеплять её, выдавливая из неё водород и присоединяя остаток к себе, образуя едкую щёлочь. Его химические свойства аналогичны свойствам других щелочных металлов – лития с одним электроном на второй оболочке и калия с одним электроном на четвёртой оболочке.

Хлор, которому не хватает для заполнения третьей оболочки всего одного электрона, является аналогом агрессивного фтора, а газ аргон, полностью укомплектовавший третий уровень электронами, является, как и неон, представителем инертных газов.

Но заполнение электронами четвёртой оболочки оборачивается сюрпризом: если кальций, следующий за щелочным калием, смог разместить на четвёртом уровне пару электронов, то следующий элемент – скандий – уже не смог разместить на внешнем уровне третий электрон. Новый электрон, притянутый выросшим зарядом ядра скандия, не удержался на растянутой четвёртой оболочке и провалился ниже – на третий уровень, потеснив восьмёрку тамошних электронов и став девятым на этой оболочке. Аналогичная ситуация произошла с электронами и последующих химических элементов. Так началось химически близкое семейство из десяти металлов: скандия, титана, ванадия, хрома, марганца, железа, кобальта, никеля, меди и цинка.

– А почему они оказались химически близкими, хотя заряд ядра у них нарастает? – спросил Андрей, держа в руках таблицу Менделеева и внимательно рассматривая её.

– Потому что на химические свойства элемента, главным образом, влияет количество электронов на внешней оболочке – и у всех этих металлов на внешней, четвёртой оболочке расположено только по два электрона, за исключением хрома и меди, у которых уцелело на внешней оболочке вообще по одному электрону. Остальные электроны провалились на



третий уровень, увеличив – к цинку – количество здешних электронов до 18-ти. Это число исчерпало возможности третьего уровня, и последующие электроны снова размещаются на четвёртом уровне – у галлия их там три, у германия – четыре. Эти изменения на самом внешнем электронном уровне снова начинают активно менять химические свойства элементов, причем восстанавливается аналогия с элементами предыдущей группы: бром, у которого не хватает одного электрона, близок по активности к хлору, а криптон с восьмёркой электронов на четвёртом уровне оказывается инертным газом, как и неон.

Двигаясь дальше по таблице Менделеева – а это очень увлекательное путешествие! – мы увидим периодичность свойств в новых группах элементов.

Как уже говорилось, всего в таблице Менделеева выделяется восемь групп элементов с химической периодичностью. В пятой группе снова появляется группа металлов, которые удерживают на внешней, пятой оболочке только один или два электрона – а остальные проваливаются на четвёртую. В этой группе металлов, которая начинается с иттрия и заканчивается кадмием, есть хорошо известные молибден, палладий и серебро. В шестой группе серия металлов начинается с лантана и заканчивается ртутью, но здесь насчитывается уже не десять, а 24 металла, включая 14 металлов-лантанидов.

– И сколько же электронов они удерживают на внешней, шестой оболочке? – спросил Андрей.

– По-прежнему по одному или два, – ответила Дзинтара. – Но, в отличие от предыдущих групп металлов, у которых электроны проваливались ниже на один уровень, у лантанидов электроны стали проваливаться на два уровня ниже, увеличивая количество электронов на четвёртом уровне с 18 до 32.

– Ага, у десяти обычных металлов электроны провалились на один уровень, а у 14 лантанидов – на два. Но это значит, что химические свойства лантанидов должны быть очень похожи, если они отличаются лишь количеством электронов на третьей сверху оболочке! – заключил Андрей.

– Совершенно верно! – похвалила сына Дзинтара, а Галатея недовольно посмотрела на Андрея. – Химические свойства лантанидов, которые называют ещё «редкими землями», очень близки друг к другу.

Среди обычных металлов шестой группы есть такие известные, как вольфрам, платина и золото.

В седьмой группе заполнение электронных оболочек идет по тому же принципу: группа начинается с радиоактивного щелочного металла франция, который был предсказан Менделеевым на основании его таблицы и открыт несколько десятилетий спустя. У франция есть электроны на семи оболочках: 2 электрона – на первой, 8 – на второй, 18 – на третьей, 32 – на четвёртой, 18 – на пятой, 8 – на шестой, 1 – на седьмой.

Следующий элемент номер 88 – радий – удерживает второй электрон на седьмой оболочке, зато у актиния за номером 89 новый электрон проваливается на шестую оболочку.

За актинием следует группа из 14 актиноидов. У тория за номером 90 новый электрон тоже садится на шестой уровень, увеличивая там количество электронов до десяти. У протактиния с номером 91 новый электрон ухает сразу на пятый уровень, захватывая с собой ещё и электрон с шестого уровня. В группе актиноидов пятый уровень достраивается с 18 до 32 электронов. Она включает такие известные радиоактивные металлы, как уран и плутоний.

Обычные металлы седьмой группы, такие как резерфордий с номером 104 или ренгений 111, не встречаются в природе – их синтезируют на ускорителях в ничтожных количествах.

Как установил Менделеев, все периодические группы химических элементов начинаются со щелочных металлов, за исключением первой, которая начинается с водорода.

– Но, может быть, можно рассмотреть водород как самый лёгкий щелочной металл? – спросил Андрей.

– Рассмотреть-то можно... Но даже если пренебречь фактом, что в нормальных условиях водород – газ, то очевидно, что водород не обладает главным свойством щелочных металлов: вытеснять из воды водород и образовывать щёлочь. Ведь водороду в данном случае придётся вытеснять самого себя!

– Чего никто не заметит! – победно сказала Галатея и почему-то показала Андрею язык.

– Все периодические группы заканчиваются инертными газами, за исключением восьмой, до конца которой учёные ещё не добрались, поэтому тамошний инертный газ, который должен быть сильнорадиоактивным, науке ещё неизвестен.

– Интересный газ – химически инертный и ядерно нестабильный! – пробормотал Андрей.

– Именно таким газом является радиоактивный, но химически инертный радон, замыкающий шестую группу элементов.

– А почему электроны себя так ведут – заполняют то одну, то другую оболочку? – спросила Галатея.

– Их поведение обусловлено электрическим притяжением ядра с одновременным отталкиванием со стороны других электронов. Важно учитывать квантовое поведение частиц, потому что электроны – это не столько частицы, сколько волны.

Гениальность Менделеева заключается в том, что он открыл основные квантовые закономерности формирования электронных оболочек атомов за 65 лет до создания квантовой механики, задолго до введения квантов Планком и создания реалистичной атомной модели Бора – Резерфорда.

Менделеев расположил элементы в порядке возрастания атомного веса и уловил глубинную симметрию – периодичность их химических свойств! Сейчас мы выводим квантовую основу всей таблицы Менделеева на нескольких страничках учебника, но тогда... Это и есть то, что называют гениальным открытием.



Сейчас мы понимаем, что десятки электронных волн сталкиваются и переплетаются вокруг атомного ядра, порождая самые замысловатые электрические конфигурации. Именно ими занимается квантовая механика, рассчитывающая с помощью сложных уравнений и мощных компьютеров поведение многоэлектронных оболочек атомов; именно эти электронные оболочки определяют химические свойства элементов, из которых состоим мы сами, наша еда и наше окружение.

— То есть вкус нашей еды зависит от электронных облачков вокруг атомов? Значит, мы едим электрическую еду? — спросила Галатея.

— Верно. Мы все фактически являемся электрическими организмами — мы используем электричество для передачи сигналов по нашим нервам, а для поддержания сил мы едим еду, приправленную электронами. Некоторые организмы, вроде электрических угрей, используют электроток ещё и как оружие, а кое-кто научился есть электричество напрямую, без всякой сопутствующей еды.

— Кто-то научился питаться электричеством прямо из розетки? — удивлённо спросил Андрей.

— Да, есть организмы, которые питаются электричеством, или, попросту, электронами, напрямую. Если взять маленький аккумулятор, прийти на берег реки и воткнуть электрод в илистое дно, то вокруг него соберутся совершенно особые бактерии, которые питаются электричеством. Этим одноклеточным организмам, которые живут на дне морей и в речном иле, не нужно есть и дышать — они способны просто поглощать электроны. Но электроны

должны будут куда-то течь и сбрасываться, поэтому бактерии находят способ избавляться от ненужных электронов, выделяя их наружу.

– Ты хочешь сказать, что есть бактерии, которые едят электроны и какают ими? – недоверчиво спросила Галатея.

– Да. Эти бактерии слизывают электроны с поверхности электрода, а потом сбрасывают их в окружающие металлы или по проводам передают соседям...

– По проводам? – не поверила своим розовым ушкам Галатея.

– Эти бактерии выращивают из себя тонкие белковые нити, которые хорошо проводят электричество. Микроорганизмы соединяются этими проводами друг с другом в электрический контур, образуя длиннющие, в несколько сантиметров, электрические цепи. Такая бактериальная цепь может, например, соединять два участка почвы с разными химическими свойствами – и это позволяет бактериям эффективно использовать эту разницу.

Вольта соединил медный и цинковый кружок слабым раствором кислоты и получил электрический элемент. Что-то похожее делают и бактерии, образуя бактериальную электрическую батарею. Часто в такой электрический симбиоз вступают разного вида одноклеточные организмы – они делят свои функции и, передавая друг другу электроны, выживают успешнее, чем в одиночку.

Человек ничем принципиально не отличается от этих электробактерий. Мы едим электрические атомы, мы впитываем с едой электроны и выдыхаем их из лёгких, присоединяя к кислороду. Вся сложная цепь химических превращений еды и кислорода в нашем организме фактически сводится к тому, что мы питаемся электрической энергией.

– Постой, мама! – воскликнул Андрей. – Я привык думать, что сам кислород необходим нашему организму, а ты говоришь, что он всего лишь уносит от нас электроны.

– Конечно, ведь мы, вдыхая кислород, не усваиваем его, а, соединив с углеродом, выдыхаем его примерно в том же количестве, в каком получили при вдохе. И если человек не может дышать, то умирает за несколько минут из-за переизбытка электронов, которые не могут больше уходить наружу.

– А как же вкусные вещи, которые мы едим, тот же сахар – он тоже всего лишь передатчик, вернее, источник электронов? – стала расспрашивать Галатея.

– Да, у сахара есть избыточные электроны, наши клетки расщепляют сахар, и электроны проходят сквозь клетки до тех пор, пока не присоединятся к кислороду, который, как мы знаем, очень охотно присоединяет к себе электроны. В ходе расщепления сахара и перемещения электронов наши клетки вырабатывают аденозинтрифосфат – молекулу, которая служит батареей практически во всех живых организмах. Без движения электронов наша жизнь была бы невозможна.

– Кругом одно электричество! – с удивлением сказала Галатея.

– Астробиологи очень заинтересовались земными электробактериями. Ведь в Солнечной системе есть места, где мало света, кислорода и органических соединений. Могут ли там жить бактерии, которые питаются электричеством и не нуждаются в кислороде? Электробактериями активно занимаются и земные экологи – они рассчитывают, что те, способные жить в самых грязных и даже радиоактивных местах, могут помочь с очисткой нашей планеты от опасных загрязнений. Вот так электричество теснейшим образом переплетается с химией и биологией.

– Буду изучать электрохимию и особенно электробиологию! – решила Галатея.

### Примечания для любопытных

**Дмитрий Иванович Менделеев** (1834–1907) – великий русский химик, открыватель Периодического закона химических элементов – фундаментального закона природы. Элемент 101 назван в его честь – менделеевий.

**Франций** – радиоактивный щелочной металл, предсказанный Менделеевым и открытый в 1939 году Маргаритой Перей, сотрудницей Института радия в Париже.

Чрезвычайно редкий химический элемент: суммарное количество франция в земной коре оценивается в 340 граммов. (Информацию обо всех остальных химических элементах легко можно найти в учебниках химии или Интернете.)

**Макс Планк** (1858–1947) – великий немецкий физик, основоположник квантовой физики. Ввёл понятие «квант». Лауреат Нобелевской премии (1918). Именем Планка названа фундаментальная константа квантовой теории – «постоянная Планка».

**Эрнст Резерфорд** (1871–1937) – великий физик новозеландского происхождения. Предложил планетарную модель атома в виде положительного маленького ядра, вокруг которого двигаются электроны. Лауреат Нобелевской премии (1908).

**Нильс Бор** (1885–1962) – великий датский физик, ученик Резерфорда. Создатель первой квантовой модели атома и его электронных оболочек. Лауреат Нобелевской премии (1922).

## Сказка о строптивом Мёссбауэре, сумевшем заморозить ядерный процесс

Сегодня рядом с принцессой Дзинтарой на мягком диване удобно расположилась королева Никки – и с удовольствием слушала традиционную вечернюю сказку.

– Мама, в название сказки, которое ты прочитала, закралась какая-то ошибка, – сказал Андрей. – Ядерные процессы не зависят от температуры. Например, распад урановых ядер при любой температуре будет одинаков.

– В подавляющем большинстве случаев ты прав, – кивнула головой Дзинтара. – Но не во всех. Случай, когда температура значительно влияет на ядерный процесс, открыл молодой выпускник Мюнхенского университета, которому его научный руководитель поручил исследовать температурную зависимость поглощения гамма-излучения.

– Ой, а можно попроще? – сказала Галатея, скривив недовольную рожицу.

– Дело в том, что ядра химических элементов встречаются не только в виде различных изотопов, но и в виде различных изомеров.

– Ядра изотопов одного химического элемента совпадают по числу протонов, но различаются по количеству нейтронов. А что такое изомеры? – спросил Андрей.

– Они совпадают по числу, как протонов, так и нейтронов, но всё-таки отличаются друг от друга возбуждённостью и периодом полураспада.

Видели, как летят вниз капли, срываясь с неплотно закрытого водопроводного крана? Они летят и деформируются в полёте, колеблются. Так же колеблются и ядра, которые представляют собой капли ядерной материи. Такие возбуждённые ядра часто образуются при ядерных реакциях.

– Для того чтобы уменьшить своё возбуждение, или повышенную энергию, ядро должно что-то выбросить? – догадался Андрей.

– Верно. Если возбуждение очень велико, то ядро может выбросить нуклон. Если оно выбросит протон, то станет ядром другого, соседнего по таблице Менделеева химического элемента. Если выбросит нейтрон – то сохранит своё место в таблице, но станет другим изотопом данного элемента. Но если возбуждение не очень велико, то ядро испытывает гамма-радиоактивность: оно выпускает гамма-квант, или электромагнитный квант очень высокой частоты, – и переходит в более спокойное состояние.

– Так как ни число протонов, ни число нейтронов у ядра не изменились, то ядро не стало ни соседним элементом, ни другим изотопом, а превратилось в новый изомер? – спросил Андрей.

Галатея пожаловалась:

– Как меняется число протонов или нейтронов при радиоактивности – это ясно. Но эти непонятные возбуждения ядра мне непонятны!

В разговор вступила Никки:

– Помните, синичную модель атома, которую мы придумали в сказке про атом Бора?

– Помним! – закричала Галатея. – Там электроны-синички прыгали с орбиты на орбиту, как с ветки на ветку.

– Верно. Вылет ядерного гамма-кванта из возбуждённого ядра очень похож на излучение атомов при переходе электронов с верхней оболочки на нижнюю.

– В ядрах тоже есть энергетическая лесенка из орбит, как в атомах? – удивился Андрей. Никки кивнула:

– Почему нет? Ядра скреплены мощными силами притяжения, и вполне можно добавить кинетической энергии движению нуклонов, не развалив ядро на части. А квантовая механика разрешает только определённые возбуждённые состояния, которые можно изобразить в виде ступенек лестницы. Поскольку ядерные силы притяжения чрезвычайно велики, разница между уровнями энергии в ядре может быть тоже очень большой. Фотоны, испускаемые при переходах между такими уровнями, будут иметь энергию до нескольких миллионов электрон-вольт, их называют гамма-квантами. При этом гамма-квант для определённых изомеров конкретных изотопов имеет вполне определённую частоту – как и спектральные линии излучения атомов разных химических элементов.

Сейчас речь пойдёт о замечательном физическом феномене, одном из самых красивых в физике. Это также один из моих самых любимых физических эффектов.

– Любимых физических эффектов? – округлила глаза Галатея. – Я часто слышала, как люди спрашивают друг друга – какой у тебя любимый цвет? Какой любимый фильм или книга? Но я никогда не слышала вопроса: а какой твой любимый физический эффект?

– Может, стоит начать задавать его? – подняла брови Никки. – Ответ на него многое скажет о человеке! Так вот, чтобы понять этот эффект, нам нужно вспомнить, что в синичной модели атома говорилось о поглощении фотонов.

Андрей ответил:

– Если в одном из атомов синичка спрыгнет с верхней ветки на нижнюю, то испустится фотон, а синичка-электрон на другом дереве может его поймать и получить достаточно энергии, чтобы перепорхнуть с нижней ветки на верхнюю.

Никки уточнила:

– Только расстояния между ветками или уровнями энергии в двух атомах должны быть одинаковыми, иначе фотон не поглотится, а пролетит мимо.

Андрей ответил:

– Если оба атома одинаковые, так и будет!

– Верно, для поглощения испущенного фотона его энергия должна очень точно совпадать с разностью уровней энергии в атоме. Как говорят, излучённый фотон должен попасть в резонанс, или должно быть соблюдено условие резонанса между излучающим и принимающим атомом или объектом. С ядерными гамма-квантами дело обстоит точно так же: вылетевший из возбуждённого ядра гамма-квант может поглотиться ядром того же химического элемента, находящегося в спокойном состоянии, и возбудить его.

– То есть ядра передадут свою возбуждённость друг другу? – хихикнула Галатея. – Совсем как у людей. Школьники перед экзаменом здорово волнуются и пугают друг друга.

Никки, с молчаливого согласия Дзинтары, прочно взяла сказочную инициативу в свои руки и продолжила:

– На практике, вероятность того, что гамма-квант, выпущенный одним ядром, возбудит одинаковое по составу другое ядро, очень мала – потому что для такого возбуждения нужно, чтобы ядро поглотило ровно столько же энергии, сколько сбросило другое ядро. Но гамма-квант теряет свою энергию при испускании и поглощении. Ведь, в отличие от обычных фотонов, испускаемых атомом, у гамма-квантов отдача такая, что атомное ядро при их испускании или поглощении шарахается в другую сторону...

– Я не понимаю... – заныла заинтригованная Галатея. – Объясни получше.

– Это очень просто, – сказала Никки. – Если стрелять из пушки, то в момент выстрела пушка дёрнется в другую сторону. Другой пример: если бросить мяч, стоя в лодке,

плавающей в пруду, то мяч полетит в одну сторону, а лодка поплывёт в другую. В нашей аналогии лодка – это ядро, а мяч – это гамма-квант. В результате отдачи гамма-кванты вылетают из радиоактивного кристалла с уменьшенной энергией. Если мяч ловит человек, стоящий в другой лодке, то при поимке мяч отдаст часть своей энергии и второй лодке, которая поплывёт вперёд – в направлении полёта мяча.

– Так, давайте разберёмся! – решительно сказала Галатея. – Пусть одни лодки плавают у левого берега пруда – это будет команда излучателей, другие у правого – это будет команда детекторов...

– Детекторов, – поправил Галатею Андрей.

– Ну да... На каждой лодке стоит игрок или человек с перчатками, в которые встроены измерители силы удара. Люди на левых лодках бросают мячи, а люди на правых лодках их ловят. И вы утверждаете, что мячи будут терять свою энергию при переброске?

– Да. Пусть все лодки покоятся в начальный момент. Когда игроки слева бросят свои мячи, то их лодки под действием реактивной силы поплывут к левому берегу. А когда игроки справа поймают эти мячи, их лодки поплывут к правому берегу. И перчаточные измерители у левых игроков покажут, что из 100 процентов энергии, которые игрок затратил на бросок, мячу досталось только, скажем, 95 процентов, а пять процентов досталось лодке. А измерители у правых игроков покажут, что они поймали мяч с силой удара, равной 90 процентов от первоначального, потому что ещё около пяти процентов начальной энергии уйдёт на движение правых лодок.

– Ну хорошо... – нехотя согласилась Галатея. – И что дальше?

– В данном примере никакого поглощения гамма-кванта ядром не произойдёт – слишком мало у мяча сохранилось энергии. Но исследователи заметили, что если заставить лодки двигаться хаотически в разных направлениях, то вероятность поглощения возрастает.

– И это совершенно понятно! – воскликнул Андрей. – Ведь если левая лодка движется слева направо, то бросок мяча левым игроком её просто остановит. И если правая лодка будет двигаться летящему мячу навстречу, то поимка мяча её не ускорит, а затормозит. Значит, энергия лодок была добавлена в процесс, от чего мяч, то есть гамма-квант, сумеет сохранить свою энергию – и поглотиться другим ядром.

– Кажется, тебе пора читать эти сказки вместо меня, – сказала Дзинтара, – ты обо всём догадываешься раньше всех.

Никки подмигнула покрасневшему Андрею:

– Да, можно двигать друг к другу излучатель или детектор – и тогда поглощение гамма-квантов в детекторе вырастет. Аналогичный процесс происходит, когда кристаллы не двигаются, но температура их растёт – ведь каждый атом начинает колебаться со скоростью, растущей вместе с температурой. В результате у нас появится какое-то количество атомов в излучателе, которые будут двигаться к детектору с нужной для поглощения скоростью.

Научный руководитель дал молодому аспиранту Рудольфу Мёссбауэру задание: измерить, как при изменении температуры кристалла меняется поглощение невозбуждёнными ядрами осмия гамма-квантов, выпущенных возбуждёнными ядрами осмия.

– То есть при увеличении скорости хаотического движения лодок... – пробормотал Андрей. – Действительно ядерный процесс оказался зависящим от температуры...

– Руководитель настоятельно рекомендовал аспиранту нагревать радиоактивный кристалл, чтобы достигнуть больших скоростей хаотического движения атомов. Но молодой аспирант поступил по-своему – и стал охлаждать кристаллы, чтобы измерить кривую поглощения при низких температурах.

– А что, открытия всегда делаются через непослушание? – спросила Галатея с хитрым прищуром.

Дзинтара вмешалась с некоторым беспокойством:

- Практически всегда. Но речь идёт о непослушании в научной дискуссии, а не в споре о том – убирать или не убирать девочкам носки со стола.
- Ах, о научной дискуссии... – протянула Галатея.

Никки ухмыльнулась и продолжила:

– Когда Мёссбауэр охладил кристалл до температуры жидкого азота, то очень удивился: вместо ослабления поглощения он получил его резкий рост! Все гамма-кванты из кристалла стали вылетать с абсолютно одинаковой энергией, причем, когда учёный охладил и детектор, то они стали активно поглощаться в нём.

– Почему? – спросила Галатея.

– Потому что атомы кристалла при низкой температуре вцепились друг в друга с такой силой, что отдача кванта стала приходиться не на один атом, а на весь кристалл. А он настолько тяжелее гамма-кванта, что тот стал полностью сохранять свою энергию. Вот представь, что лодки, в которых ты разместила игроков, бросающих мяч, заморожены в лёд, тогда они не отнимут у мячей никакой энергии, потому что отдачи не будет.

Эффект резкого роста поглощения гамма-квантов при глубоком охлаждении стали называть резонансным поглощением, или эффектом Мёссбауэра. Его открыватель стал знаменит – и получил в 1961 году Нобелевскую премию, в возрасте 32 лет.





– Как же полезно не слушаться своего научного руководителя... – протянула Галатея.  
– Эффект Мёссбауэра стал удивительно точным инструментом для измерения разных тонких эффектов. Например, с его помощью можно измерить разность течения времени на первом и седьмом этаже многоэтажного здания.

– Там время течёт по-разному? – переспросила Галатея, пытаясь вспомнить свои личные впечатления от пребывания на седьмом и первом этажах.

– Да, согласно общей теории относительности Эйнштейна, время на первом этаже должно течь медленнее.

Через два года после открытия эффекта Мёссбауэра гарвардские учёные Роберт Паунд и Глен Ребка разместили на башне высотой 22,6 метра изомер железа как источник гамма-квантов и сумели измерить, насколько частота этих гамма-квантов вырастет при их

движении к подножию башни. Это смещение частоты точно совпало с предсказанием теории Эйнштейна. Сейчас этот эффект изменения времени тщательно учитывается в спутниковых системах, потому что на спутнике, который движется по геостационарной орбите – высотой более 20 тыс. км, часы спешат относительно земных часов на 45 микросекунд в сутки.

– Вот это да! – воскликнула Галатея. – Тогда мультики, которые транслируются через спутники, пришли к нам из ускоренного времени! Из будущего!

Андрей только вздохнул, глядя на восторженную сестру.

### Примечания для любопытных

**Рудольф Мёссбауэр** (1929–2011) – выдающийся немецкий физик, открывший ядерный гамма-резонанс, или эффект Мёссбауэра. Лауреат Нобелевской премии (1961).

**Роберт Паунд** (1919–2010) – выдающийся американский физик, профессор Гарвардского университета, один из открывателей ядерно-магнитного резонанса и соавтор измерения смещения частоты излучения в гравитационном поле.

**Глен Ребка** (р. 1931) – видный американский физик, аспирант Р. Паунда, с которым он провёл знаменитый эксперимент Паунда – Ребки.

### Сказка о Камерлинг-Оннесе, преодолевшем сопротивление электричества

– Профессор, профессор! – с такими криками двое молодых людей ворвались в кабинет и отвлекли почтенного профессора от его занятий.

– Корнелис, Гиллес, что у вас стряслось? – с неудовольствием спросил профессор Хейке Камерлинг-Оннес своих ассистентов, суматошное поведение которых не сулило хороших новостей.

– Лучше вам самому посмотреть! – сказал старший из них.

Пока они втроем шли в лабораторию, ассистенты наперебой объясняли профессору, что они ставили очередной плановый опыт по измерению электросопротивления при низких температурах, но тут случилось неожиданное...

– Постой, мама, – сказала Галатея. – Что такое электросопротивление? И о каких низких температурах идёт речь? Температуре замерзания воды?

– После изобретения батареи Вольты немецкий учёный Георг Ом провёл множество экспериментов с измерениями тока в электрической цепи с включением разных металлов и установил, что одна и та же батарея рождает в цепи различный ток – в зависимости от величины, которую можно назвать сопротивлением проводников, из которых состоит электроцепь.

– То есть Ом нашёл металлы, которые сопротивлялись прохождению тока? – уточнила Галатея.

– Они все сопротивлялись, но в разной степени. Лучше всех проводили ток серебро и медь, заметно хуже – железо и олово. А ртуть пропускала через себя ток ещё хуже железа.

Ом вывел закон, который связал силу батареи Вольты, величину тока в цепи и величину электросопротивления элементов цепи. В честь Ома электросопротивление сейчас измеряется в омах, а его закон стал знаменитым законом Ома.

Дальнейшие эксперименты показали, что при нагревании металла его сопротивление немного возрастает, а при охлаждении – уменьшается. В те времена ток рассматривался как течение некой электрической жидкости, поэтому существовало мнение, что сопротивление металлов при очень низких температурах перестанет падать и начнёт быстро расти – потому что электрическая жидкость застынет и остановится.

– Как река, замёрзшая в своих берегах! – воскликнула Галатея.

– Да. Самые низкие температуры, которые возможны в природе, – это минус 273,15

градуса Цельсия...

– А почему нельзя охладить металл до минус трёхсот градусов? – удивилась и даже слегка обиделась девочка.

– Потому что температура минус 273,15 градуса Цельсия соответствует полной остановке теплового движения атомов и молекул. Это абсолютный ноль по шкале Кельвина, соответствующий абсолютному покою. Дальше останавливать уже нечего!

Но приблизиться к этому абсолютному нулю долго не удавалось – пока проблемой получения сверхнизких температур не занялся профессор Камерлинг-Оннес. В 1894 году он создал очень эффективную установку по производству жидкого азота, дающую в час четыре литра этой ужасно холодной жидкости, и стал директором им же организованной Лейденской криогенной лаборатории. В 1908 году Камерлинг-Оннес превратил гелий в жидкость и достиг температуры всего в 0,9 градуса Кельвина или минус 272,25 градуса по Цельсию. За это профессор получил от коллег почетный титул «Господин Абсолютного Нуля». Профессор составил обширную программу исследования свойств различных веществ при таких низких температурах, к которой и приступил с помощью двух ассистентов – Корнелиса Дорсмана и Гиллеса Хольста.

8 апреля 1911 года Камерлинг-Оннес, взбудораженный сообщением помощников, пришёл в свою лабораторию – и убедился, что опыт поставлен полностью в соответствии с его указаниями: ртуть, замороженная до твёрдого состояния и охлаждённая до 3 градусов Кельвина, была присоединена к гальванометру для измерения её сопротивления. И гальванометр показывал... отсутствие всякого сопротивления столь холодной ртути!

– Это действительно странно, – согласился Андрей. – Словно речка, которая в самый сильный мороз взяла растаяла – и быстро побежала по руслу.



Дзинтара кивнула:

– Верно. Это совершенно противоречило представлениям о природе электрического тока при низких температурах.

Поставив серию опытов, Камерлинг-Оннес убедился, что электросопротивление ртути с понижением температуры падало сначала медленно, а потом – при 4,2 градуса Кельвина – скачком рушилось до нуля. Абсолютно неожиданный результат!

– Зато закономерный! – отметил Андрей. – Ведь профессор создал лучшую в мире лабораторию низких температур и методично исследовал физические свойства веществ при сверхнизких температурах. Он должен был наткнуться на это свойство сильно охлаждённых металлов...

– ...которое стали называть сверхпроводимостью! – кивнула Дзинтара.



– Весть о таком странном свойстве металлов мгновенно облетела всё научное сообщество – и уже через два года профессор Камерлинг-Оннес получил за своё открытие Нобелевскую премию. Он стал знаменит, в его честь назван лунный кратер диаметром в 66 км, а также специальная медаль и премия.

А мировое сообщество криогенщиков, физиков и химиков стало ломать головы сразу над двумя проблемами. Экспериментаторы кинулись искать: какие ещё металлы и вещества проявляют сверхпроводимость? И нельзя ли получить сверхпроводящие материалы при обычной температуре, не охлаждая их до почти абсолютного нуля? Это стало бы революцией в электротехнике!

Вторая проблема встала перед теоретиками: она заключалась в том, что никто не понимал – как металл может идеально проводить электрический ток? Как возникает электросопротивление в обычном металле, который имеет довольно много практически свободных электронов? Свободные электроны, толкаемые электрическим полем, движутся среди атомов, сталкиваются с ними и теряют скорость, одновременно раскачивая атомы, то есть нагревая вещество. Эти столкновения электронов с атомами и являются источником электрического сопротивления. Но почему при низких температурах эти столкновения или

исчезают, или перестают тормозить электроны?

Первыми достигли успеха экспериментаторы: в 1912 году они выяснили, что в сверхпроводящее состояние могут переходить свинец и олово, причем свинец переходил в сверхпроводящее состояние при 7,3 градуса Кельвина – заметно большей температуре, чем олово или ртуть.

Рекордсменом среди чистых металлов оказался ниобий, который становился сверхпроводящим при 9,2 градуса Кельвина. Далее пришлось рассматривать сплавы и соединения.

В 1960 году был открыт сверхпроводник с критической температурой в 18 кельвинов. Молекула этого сверхпроводника состояла из трёх атомов ниобия и одного атома олова. После чего прогресс в «гонке сверхпроводников» практически остановился.

Прорывом стало открытие в 1986 году Карлом Мюллером и Георгом Беднорцем нового типа сверхпроводников. Например, соединение, состоящее из лантана, стронция, меди и кислорода, переходило в сверхпроводящее состояние при 36 кельвинах. А соединение иттрия, бария, меди и кислорода стало превращаться в сверхпроводник при температуре большей, чем температура кипения жидкого азота, – 77,4 кельвина.

– Это означает, что для исследования сверхпроводимости и для практического использования сверхпроводников стало можно использовать не дорогостоящий гелий, а дешёвый азот, – уточнил Андрей.

Дзинтара кивнула.

– В 2003 году был открыт керамический сверхпроводник на основе ртути, бария, кальция, меди и кислорода, который имел критическую температуру в 138 кельвинов. Многие вещества – например, сероводород – будут сверхпроводящими и при земных температурах – хотя бы зимой в Антарктиде, где минус 70 градусов по Цельсию, – но только при высоких давлениях. Так что экспериментаторы сделали важный шаг в поиске сверхпроводников при комнатной температуре и при обычном давлении. Конечно, в этих поисках им помогла бы хорошая теория сверхпроводимости – но тут теоретики подкачали, ведь полноценной теории сверхпроводимости, которая бы описывала разные типы сверхпроводников, до сих пор не создано.

Значительное продвижение в создании теории сверхпроводимости было достигнуто теоретиками Л. Д. Ландау и В. Л. Гинзбургом, работавшими в СССР. Они создали феноменологическую, то есть не затрагивающую микромеханизмы явления, теорию сверхпроводимости Ландау – Гинзбурга.

Первой микроскопической теорией сверхпроводимости стала модель американских физиков Бардина – Купера – Шриффера (БКШ). Она попыталась объяснить, почему электроны в сверхпроводнике не испытывают сопротивления от атомов вещества. Модель БКШ стала рассматривать объединение электронов в стаю...

– Как это возможно? – удивилась Галатея. – Электроны отталкиваются друг от друга.

– Да, когда они в свободном состоянии. Когда же они движутся в кристаллической решетке, то посылают друг другу сигналы с помощью фононов – особых колебаний решетки. И этот обмен позволяет им создавать пары, которые стали называть «электронными парами БКШ».

Галатея продолжала недоумевать. Тогда на помощь пришёл Андрей:

– Помнишь, мы потеряли друг друга в зарослях кукурузы? Тогда я пошёл туда, где сильнее всего качалась и шелестела кукуруза, – и нашёл тебя!

– Верно, нашёл... – кивнула Галатея, пытаясь представить себя электроном, а шелестение кукурузы – фононом.

Дзинтара продолжила:

– Но теория БКШ, за которую авторы получили в 1972 году Нобелевскую премию, не ответила на главный вопрос, интересующий экспериментаторов, – как вычислять

критическую температуру для конкретных соединений?

Если узнать, от каких параметров вещества она зависит, то можно было бы сразу найти самый высокотемпературный проводник. Более того, если низкотемпературные проводники – с критической температурой ниже 77 кельвинов – обычно подчинялись теории БКШ, то высокотемпературные керамические сверхпроводники капризничали и подчиняться теории БКШ не хотели...

– В нагретых проводниках много тепловых шумов, то есть фоонов, – задумался Андрей. – Я бы тоже не смог найти Галатею среди кукурузы, если бы дул сильный ветер!

– ...поэтому учёным пришлось вводить дополнительную классификацию сверхпроводников: на те, которые следуют уравнениям Бардина – Купера – Шриффера, и на те, которые – нет. Универсальная теория сверхпроводимости до сих пор не создана, поэтому экспериментаторы двигаются вперёд на ощупь.

– Давайте создадим её, эту теорию! – загорелась Галатея.

Дзинтара засмеялась.

– Это непростое дело – теории создавать. Ни вы, ни я такой квалификацией не обладаем.

– Но поразмышлять-то можно? – неожиданно поддержал младшую сестру старший Андрей, который обычно был гораздо сдержаннее. – Вот я слушал тебя и вспоминал эффект Мёссбауэра из прошлой сказки. Когда Мёссбауэр охладил кристалл до температуры жидкого азота, то все гамма-кванты из кристалла стали вылетать с одинаковой энергией, потому что кристалл при низкой температуре стал такой прочный, что отдача кванта пришлась не на один атом, а на сто миллионов атомов. В результате гамма-квант оказался неспособен отдать свою энергию упругой и массивной кристаллической решётке!

– Ага... – задумчиво протянула Галатея. – И ты думаешь, что такой же эффект наблюдается в сверхпроводниках?

– Возможно! – кивнул Андрей. – Ведь при низких температурах атомные решётки должны быть как единое целое – и электрон, налетев на один атом, на самом деле налетит на весь кристалл. Он не сможет отдать ему свою энергию, отразится, как от идеального зеркала, и полетит дальше!

– Не растратив свою энергию! – широко раскрыла глаза Галатея. – То есть он не будет испытывать электросопротивления!

– Точно! – засиял Андрей. – В холодном кристалле электроны сталкиваются с атомами часто, но не могут передать им свою энергию и раскачать их.

– Кажется, мои дети стали вундеркиндами! Видимо, влияние неумеренного чтения научных сказок, – озабоченно сказала Дзинтара. – Но вы не спешите, любая теория требует математического оформления, там много может быть всяких вещей, которых вы просто не учитываете...

– А мы никуда и не торопимся, – сказал Андрей и подмигнул сестре. – Вырастем, всё оформим и всё учтём...

### Примечания для любопытных

**Хейке Камерлинг-Оннес** (1853–1926) – выдающийся голландский физик. Создал эффективные установки по сжижению азота и гелия, открыл явление сверхпроводимости. Лауреат Нобелевской премии (1913).

**Георг Ом** (1787–1854) – видный немецкий физик, открывший связь между силой тока, напряжением и электрическим сопротивлением, единица которого названа в его честь. Член Королевского общества (1842).

**Андерс Цельсий** (1701–1744) – видный шведский астроном, предложивший шкалу температуры, где точку плавления льда и кипения воды разделяли 100 градусов. В честь него назван астероид 4169.

**Гальванометр** – электрический прибор для измерения тока в проводниках. Назван в

честь итальянского учёного Гальвани.

**Карл Мюллер** (р. 1927) – выдающийся швейцарский физик, открывший вместе с Беднорцем в 1986 году новый тип керамических сверхпроводников. Лауреат Нобелевской премии (1987).

**Георг Беднорц** (р. 1950) – выдающийся швейцарский физик, открывший новый тип сверхпроводников. Получил вместе с К. Мюллером Нобелевскую премию за 1987 год.

**Лев Давыдович Ландау** (1908–1968) – выдающийся советский физик-теоретик. Создатель теории сверхтекучести и сверхпроводимости. Академик (1946), лауреат Нобелевской премии (1962).

**Виталий Лазаревич Гинзбург** (1916–2009) – выдающийся советский физик-теоретик. Создатель теории сверхпроводимости (теория Гинзбурга – Ландау) и сверхтекучести (теория Гинзбурга – Питаевского). Академик (1966), лауреат Нобелевской премии (2003).

**Джон Бардин** (1908–1991) – выдающийся американский физик, создатель транзистора и первой микроскопической теории сверхпроводимости. Единственный в истории дважды лауреат Нобелевской премии по физике (1956 и 1972).

**Леон Купер** (р. 1930) – выдающийся американский физик, создатель теории сверхпроводимости (теории БКШ). Получил Нобелевскую премию (1972) вместе с Бардиным и Шриффером.

**Джон Шриффер** (р. 1931) – выдающийся американский физик, создатель теории БКШ, объяснившей важные особенности сверхпроводимости. Лауреат Нобелевской премии (1972).

**Фонон** – квазичастица, которая представляет собой квант колебания кристаллической решетки или квант звука, названный по аналогии с фотоном, который является квантом света. Введена Игорем Таммом.

**Игорь Евгеньевич Тамм** (1895–1971) – выдающийся советский физик-теоретик, лауреат Нобелевской премии по физике за 1958 год. Академик АН СССР.

## **Сказка о двух нобелевских лауреатах, мешке пшена и сверхтекучей жидкости, выползающей из стакана**

Однажды промозглой петроградской осенью в мастерскую к известному художнику Борису Кустодиеву зашли два молодых человека.

– Извините, что принимаю вас лёжа, – сказал художник. – Больная спина, приходится рисовать в кровати.

– Мы пришли заказать наш портрет, – смело сказал один, постарше, держащий в руке трубку. – Почему вы рисуете только известных людей? Нарисуйте нас. Мы молодые, но непременно станем знаменитыми в будущем!

Кустодиев рисовал не только лица – он рисовал характеры. И молодые люди ему понравились – именно своим характером.

– Хорошо, – сказал он. – Чем вы будете расплачиваться за портрет?

Времена были революционные, голодные – и, когда портрет был готов, молодые люди принесли в качестве платы мешок пшена и петуха.

Кустодиев, смеясь, взял плату – и сказал:

– Только не подведите, вы пообещали стать знаменитыми. Нельзя же чтобы на моих портретах были безвестные и скучные люди.

– Не подведём! – заверили его молодые люди.

...Галатея, слушающая сказку, нетерпеливо заёрзала:

– Ну и как – не обманули они художника?

Дзинтара ответила:

– Этот портрет Кустодиева стал единственным в мире двойным портретом, на котором запечатлены сразу два будущих нобелевских лауреата, нарисованных тогда, когда они были



ещё никому не известными молодыми людьми. Отмечу, что получили они свои премии независимо друг от друга – один по физике, другой по химии.

– Не подвели! – довольно кивнула Галатея. – Но где встретились два будущих нобелевских лауреата? Ведь этих лауреатов буквально по пальцам можно пересчитать.

– Их встреча не была случайной. В те годы в Петрограде возник новый научно-исследовательский институт, возглавляемый Абрамом Федоровичем Иоффе, крупнейшим организатором науки, который активно собирал в свой институт самых талантливых молодых людей. Именно там и встретились Пётр Капица и Николай Семёнов. Первый родился в Санкт-Петербурге, был столичным жителем, а второй был выходцем из провинциального города Саратова. Они оба учились в Петрограде, где их заметил Иоффе и ещё до получения ими диплома пригласил к себе работать. В институте Иоффе и подружились эти два будущих нобелевских лауреата.

Вскоре жизненные пути Капицы и Семёнова разошлись: по предложению Иоффе, который был учеником великого Рентгена и прекрасно понимал полезность заграничных стажировок, Капица уехал в 1921 году в Англию, в знаменитую Кавендишскую лабораторию Эрнста Резерфорда. Семёнов в это же время стал заместителем директора института – то есть самого Иоффе.

– А почему Капица, а не Семёнов поехал за границу? – спросила Галатея.

Дзинтара пожалала плечами:

– Трудно сказать. Возможно, Капица, который ещё в 1914 году путешествовал по Шотландии для улучшения английского языка, знал его лучше Семёнова – и это стало решающим моментом.

В Кембридже Капица быстро завоевал авторитет своими работами в области радиоактивности и сверхсильных магнитных полей. В 1925 году он стал заместителем Резерфорда, в 1929 году был выбран в академики – то есть в члены Королевского общества и, одновременно, в члены-корреспонденты Академии наук СССР. В 1930 году Королевское общество выделило крупную сумму на постройку в Лондоне специальной лаборатории для Капицы, которая вступили в строй в 1933 году.

В СССР Семёнов тоже быстро стал известным, благодаря своим работам на стыке физики и химии. В 1927 году он возглавил химико-физический сектор своего института, в 1929 году, вместе с Капицей, был избран в члены-корреспонденты Академии наук, а в 1932 году – в академики. В 1931 году отдел превратился в Институт химической физики, бессменным директором которого стал Семёнов. Вскоре институт переехал в Москву, где и существует до сих пор. В 1934 году Семёнов опубликовал книгу «Химическая кинетика и цепные реакции», которая положила начало целому научному направлению в химии и физике.

В том же 1934 году научная карьера Капицы сделала резкий поворот: он приехал в СССР в отпуск, но назад, в Лондон, где у него остались жена и двое сыновей, его уже не отпустили.

– Как так не отпустили?! – не поверил Андрей, а Галатея энергично закивала головой, соглашаясь с его удивлением.

– В те времена государство и чиновники свободно распоряжались не только свободой, но и жизнями людей. После нескольких случаев, когда видные учёные из СССР – физик Г. А. Гамов, химик В. Н. Ипатьев и другие – остались за рубежом и не вернулись назад, правительство велело закрыть границы для учёных. Капица стал жертвой этой новой политики.

Он был шокирован и даже решил бросить физику.

Правительство, склоняя учёного к сотрудничеству, предложило Капице создать новую лабораторию в Москве. Николай Семёнов, старый друг Капицы, поддерживал его, чем мог, – и Капица согласился работать в СССР, если правительство перевезёт его лабораторию из Лондона в Москву. В конце 1934 года правительство СССР создало для П. Л. Капицы

Институт физических проблем и выделило крупную сумму денег на закупку необходимого оборудования. В 1936 году семья Капицы приехала к нему из Лондона в Москву. К марту 1937 года строительство института было закончено, большая часть необходимых приборов смонтирована – и Капица вернулся к научной работе, прерванной на три года.

В новой лаборатории Капица продолжил исследования поведения жидкого гелия, которые он начал ещё в Лондоне. Когда температура этой жидкости снижалась до 2,1 кельвина, она начинала вести себя странно – её вязкость падала в миллион раз.

– Что это означает? – спросила Галатея. – В чём это проявляется?

– Если взять стакан с крохотной трещинкой шириной в полмикрона, а микрон – это тысячная доля миллиметра, то обычная жидкость или тот же гелий теплее 2,2 кельвина, который называют гелий-1, будет очень неохотно просачиваться через эту микроскопическую трещину. Если же жидкий гелий остудить ещё на одну десятую градуса, то он приобретёт такие удивительные свойства, что немедленно полностью вытечет из стакана с трещиной. Более того, если налить в пробирку или стакан такой охлаждённый жидкий гелий, который стали называть гелий-2, то он начнет карабкаться по её стенкам, выбираться наружу и капать с доньшка!

– Жидкость, которая выползает по стенкам стакана наружу?! – поразилась Галатея.

– Учёные поразились этому свойству гелия-2 не меньше тебя. Капица назвал гелий-2 сверхтекучей жидкостью. Её свойства задаются квантовыми законами и законами химии, которые основаны на электрических и квантовых свойствах атомов и молекул. Атомы гелия образуют такую жидкость, которая не способна обмениваться энергией с препятствиями, поэтому она легко проникает в тончайшие трубочки и трещины – и даже забирается по стенкам сосудов в виде тонкой капиллярной плёнки.

– Жидкость, которая не способна обмениваться энергией со средой, – воскликнул Андрей, – это же очень похоже на сверхпроводящий электронный газ!

– Верно. Движение электронов в сверхпроводнике можно рассматривать как течение сверхтекучей жидкости – это показал в своих трудах выдающийся математик и физик Николай Николаевич Боголюбов. Советский физик-теоретик Лев Давыдович Ландау построил теорию сверхтекучего гелия, за что получил Нобелевскую премию за 1962 год. Сам Капица получил Нобелевскую премию за открытие сверхтекучести в 1978 году.



*Сверхтекучесть* – единственный квантовый эффект, который виден на макроскопическом уровне. Проявления этого эффекта ещё слабо изучены, например есть мнение, что нейтронные звёзды пребывают в сверхтекучем состоянии.

– А как дальше сложилась судьба двух друзей? – с любопытством спросила Галатея.

– За работы в области цепных реакций Николай Николаевич Семёнов получил свою Нобелевскую премию гораздо раньше Капицы – в 1956 году. Он поделил её с Сирилом Хиншелвудом, британским физиком, который работал в той же области.

Капица был выбран в академики в 1939 году. Кроме научных исследований он разрабатывал и создавал установки для промышленного производства жидкого кислорода, а также преподавал в Московском государственном университете им. Ломоносова. В октябре 1941 года он предсказал появление атомной бомбы – и потом какое-то время участвовал в советском атомном проекте, который активизировался в 1945 году.

В те тяжёлые времена, когда за каждое неосторожное слово можно было попасть в тюрьму, Капица проявлял поразительную смелость, честно высказывая своё мнение в глаза всемогущим людям, которые стояли у руля государства и пытались командовать учёными, не обладая даже малой долей необходимых для этого знаний. В 1939 году он спас от тюрьмы Л. Д. Ландау, будущего нобелевского лауреата, взяв его в свой институт и поручившись за

него.

После войны Капица сам попал в опалу и в 1946 году был снят с директорского поста. Он вернулся к руководству институтом лишь в 1955 году. Пока он был в опале, он сумел вместе с Семёновым, Курчатовым и другими учёными создать Московский физико-технический институт – учебное заведение совершенно нового типа, которое стало выпускать специалистов-физиков высочайшего класса.

Авторитет Капицы среди учёных был необычайно высок. В августе 1955 года на совещании у Мстислава Келдыша, где обсуждался вопрос о запуске искусственного спутника, мнения разделились. Свой важный вклад в обсуждение внёс Пётр Леонидович Капица, сказавший: «Дело это совершенно новое, здесь мы лишь вступаем в область неизведанного, а это всегда приносит науке плоды, которые заранее нельзя предвидеть. Но они обязательно будут. Искусственный спутник Земли надо делать!» Все согласились с мнением Капицы: искусственный спутник был сделан, запущен и оказал на земную цивилизацию огромное воздействие.

Оба друга – Пётр Капица и Николай Семёнов – прожили по 90 лет и оставили за собой мощный след в истории. Так что на портрете Кустодиева оказались запечатленными два по-настоящему выдающихся человека.

### Примечания для любопытных

**Абрам Фёдорович Иоффе** (1880–1960) – выдающийся российский и советский физик; ученик В. К. Рентгена; талантливый организатор науки, носящий неофициальный титул «отца советской физики»; создатель уникальной школы физиков, куда входили П. Л. Капица, Н. Н. Семёнов, И. В. Курчатов и многие другие выдающиеся физики; с 1921 года – директор Физико-технического института в Петербурге.

**Георгий Антонович Гамов** (1904–1968) – видный физик-теоретик, уехавший в 1933 году из СССР и не вернувшийся. Известен своими работами в области радиоактивности, космологии и биологии.

**Владимир Николаевич Ипатьев** (1867–1952) – выдающийся химик, уехавший из СССР в конце 20-х и решивший не возвращаться, так как многие его знакомые были расстреляны. Член Национальной академии США, автор 200 патентов. Американский химик Ф. Уитмор считал, что «среди многих замечательных химиков Россия дала миру трёх выдающихся – М. В. Ломоносова, Д. И. Менделеева и В. Н. Ипатьева».

**Николай Николаевич Боголюбов** (1909–1992) – выдающийся математик и физик, известный своими трудами в области кинетических уравнений. Академик АН СССР (1953). Высказал предположение о сверхтекучести ядерной жидкости.

**Сирил Хиншелвуд** (1897–1967) – видный британский физикохимик, известный своими работами в области цепных химических реакций. Президент Королевского общества (1955–1960). Получил Нобелевскую премию в 1956 году.

**Игорь Васильевич Курчатов** (1903–1960) – выдающийся советский физик, руководитель проекта по созданию атомной бомбы. Основатель и первый директор Института атомной энергии. Академик (1943).

**Мстислав Всеволодович Келдыш** (1911–1978) – выдающийся советский механик и математик, один из идеологов космической программы. Академик (1946), президент Академии наук СССР (1961–75).

## Сказка про передачу картинок по электрическим проводам и быль о телевизоре

Дзинтара с задумчивым удивлением в голосе сказала:

– Люди – неугомонные торопыги. В середине XIX века они ещё не научились передавать по проводам голос, а уже пробовали с помощью электричества передавать картинки. В 1843 году шотландский физик Александр Бейн разработал и запатентовал электрический телеграф, который посылал изображения по проводам, – это был прообраз современных факс-машин. В течение второй половины XIX века было предложено несколько конструкций телеграфных аппаратов, которые могли кодировать и пересылать изображения. Естественно, что изобретатели сразу стали мечтать о передаче не просто изображения, а движущегося изображения. Для этого надо было быстро превращать картинку в серию точек, информацию о которых можно было бы передать по проводам.

Здесь исключительно полезным оказалось изобретение немецкого студента Пауля Нипкова, который в рождественскую ночь 1883 года долго смотрел на масляную лампу. Он смотрел-смотрел на колеблющийся огонёк в лампе, да и изобрёл диск со спиральным расположением дырочек. Если вращать такой диск перед горящей лампой и регистрировать освещённость дырочек, то можно превратить изображение лампы в последовательность ярких и тёмных точек. Информацию о яркости и координатах таких точек можно передать по телеграфу и снова собрать воедино в картину горящей лампы. Нипков взял патент на своё устройство, но оно, к сожалению, никому не понадобилось...

Лишь спустя 40 лет на основе диска Нипкова стали возникать устройства, и даже целые телестудии механического телевидения, использовавшего лампы, вращающиеся диски и фотоэлементы. Простота конструкции телекамеры и телевизора с диском Нипкова позволяла осуществлять передачу картинки по проводу с использованием всего одного светочувствительного элемента. Тот же диск Нипкова использовался для воспроизведения изображения – только с помощью не светочувствительного элемента, а сильной лампы. Механические телевизоры были так просты, что некоторые зрители их собирали сами. Выпускались даже инструкции – как самому создать механический телевизор.

– Мама! – загорелась Галатея. – Давай сами сделаем механический телевизор!

Дзинтара высоко подняла брови в затруднении, но тут ей помог старший сын Андрей.

– Галатея, это отличная идея, и мы ей непременно займёмся, – сказал он.

Дзинтара успокоенно кивнула и продолжила:

– Решающий вклад в развитие механического телевидения сделал молодой шотландский инженер Джон Бэрд. Вечером второго октября 1925 года Бэрд в своей лондонской лаборатории завершил монтаж первой телевизионной установки: камеры, которая получала движущееся изображение объекта, и телевизора, который воспроизводил полученную картинку в полутонах – то есть не просто в чёрно-белом варианте, но и в оттенках серого. Бэрду отчаянно захотелось тут же посмотреть, как будет выглядеть человеческое лицо в его телевизоре. Но он не мог одновременно стоять перед камерой и смотреть в телевизор. Тогда он спустился и нашёл на нижнем этаже здания курьера. Бэрд привёл его в лабораторию и совершил первую в истории полутоновую телепередачу – с разрешением в 30 строк и частотой 5 кадров в секунду. А 20-летний курьер Эдвард Тэйнтон вошёл в историю как первый в мире человек, чьё лицо стало телеизображением.



Вдохновлённый Бэрд пришёл к редактору популярной английской газеты «Дейли экспресс», чтобы сообщить всему миру о своём успехе. Редактор, выслушав посетителя, быстро вышел из комнаты и сказал своему заместителю:

– Ради бога, спуститесь вниз, в приёмную, и избавьтесь от безумца, ожидающего там. Он говорит, что изобрёл машину, чтобы видеть через радио! Будьте аккуратнее – он может быть вооружён!

Но телевидение быстро преодолело скепсис публики. Через 4 месяца Бэрд продемонстрировал своё изобретение журналистам «Таймс». К тому времени частота передаваемого изображения достигла 12 кадров в секунду. В 1927 году Бэрд передал телевизионное изображение по проводам между Лондоном и Глазго, на расстояние 700 километров. В 1928 году его компания осуществила передачу между Лондоном и Нью-Йорком. В этом же году Бэрд, используя три диска Нипкова, создал цветное механическое телевидение.



С 1929 по 1935 год компания Би-би-си осуществляла чёрно-белую трансляцию по системе Бэрда. Изображение на экране механических телевизоров было некачественным: вначале оно состояло всего из 30 строк, потом выросло до 240. Первая телевизионная станция механического телевизора заработала и в США – в Чикаго в 1928 году. В 1931 году Бэрд провёл первую прямую телетрансляцию лошадиных скачек.

– И эти механические штуки, на которых показывались передаваемые картинки, тоже назывались телевизорами? – спросила Галатея.

Дзинтара ответила:

– Общепринятых стандартов не было, каждый называл свои аппараты так, как хотел, но термин «телевидение» уже возник – его в 1900 году использовал в своем докладе «Телевидение с помощью электричества» Константин Перский, российский физик.

Постепенно этот термин вытеснил все остальные.

Механическое телевидение не смогло стать всеобщим – его победило электрическое или электронное телевидение. Ещё в XIX веке в опытах с электронно-лучевой трубкой Крукса электронный луч заставлял светиться стенку трубки, а если луч встречал на пути металлическую фигуру – например, крест, то на стенке трубки появлялось изображение креста. Инженерам было понятно, что такую трубку можно в принципе использовать для воспроизведения и передачи изображений.

Борис Розинг, российский физик, запатентовал в 1907 году систему электрической передачи изображений на расстоянии, а в 1911 году осуществил с помощью специальной вакуумной трубки – кинескопа – практическую передачу и приём изображений простых фигур, правда неподвижных.

Как и при создании радио, учёных и инженеров, которых можно причислить к изобретателям телевидения, оказалось очень много. Но особое место среди них принадлежит Владимиру Козьмичу Зворыкину – ученику Розинга.

Владимир Зворыкин родился в России, в старинном русском городе Муроме, в семье богатого купца и владельца паровой компании. Отучившись в муромском реальном училище, Владимир поступил в Санкт-Петербургский технологический университет, который и закончил в 1912 году с отличием и дипломом инженера-технолога. В студенческие годы Владимир Зворыкин участвовал в опытах «дальновидения», который проводил профессор Б. Розинг. В 1912–1914 годах Владимир Зворыкин учился в Париже, под руководством знаменитого физика-экспериментатора Поля Ланжевена.

Вихри мировой войны и российской революции забросили Владимира Зворыкина в 1919 году в Нью-Йорк, где он стал сотрудником известной компании промышленника Вестингауза. В этой компании Зворыкин попробовал продолжить свои опыты в области телевидения, но не нашёл поддержки у начальства, которое не понимало, зачем тратить время на эти телевизионные причуды. Пришлось Зворыкину заниматься любимым делом в свободное от работы время. В 1923 году он подал патентную заявку на телевидение, которое основывалось полностью на электронных устройствах.

В 1928 году Зворыкин встретился с Давидом Сарновым, эмигрантом из России и вице-президентом «Американской радиокорпорации», которая занималась изготовлением радиоприёмников. Это знакомство оказалось исключительно плодотворным: в 1930 году Сарнов становится президентом «Радиокорпорации» и назначает Зворыкина руководителем лаборатории электроники. Это позволяет Зворыкину реализовать свои идеи: к 1931 году он завершил создание передающей вакуумной трубки. Новый аппарат он назвал иконоскоп.

В 1932 году с помощью иконоскопа и радиопередатчика мощностью два с половиной киловатта, установленного на Эмпайр-стейт-билдинг, самом высоком небоскрёбе Нью-Йорка, начались первые передачи электронного телевидения с качеством изображения в 240 строк. Сигнал принимался на расстоянии 100 километров на телевизоры конструкции Зворыкина.

В следующем году Зворыкин представляет на конференции Американского общества радиоинженеров свою электронную телевизионную систему, которая по качеству превосходила все электронные и механические телекамеры и телевизоры, созданные ранее.

Это был успех!

Иконоскопы Зворыкина разошлись по всему миру. В 1934 году немецкая телерадиокомпания начала регулярные телепередачи с разрешением в 180 строк. Берлинская Олимпиада 1936 года стала первой, с которой велась прямая телетрансляция. В 1938 году была введена в строй первая в Москве станция электронного телевидения и освоено производство телевизоров с кинескопом Зворыкина. В 1940 году Зворыкин разбил световой луч на синий, красный и зелёный, тем самым создав электронный цветной телевизор.

Позже Зворыкин участвовал в создании сканирующего электронного микроскопа, медицинских приборов и приборов ночного видения. Он получил более 120 патентов на



различные изобретения и устройства.

Зворыкин соединял в себе научный и инженерный опыт России, Франции и Америки – может быть, именно поэтому он стал самым успешным изобретателем телевидения.

Усилиями многих изобретателей и инженеров телевидение быстро эволюционировало: телевизоры превращались из механических в электронные устройства, сначала на вакуумных лампах, потом на полупроводниках. Сигнал, с помощью которого телевидение передавалось между городами, сначала был аналоговым электрическим сигналом, который содержал три функции: яркости, цвета и звука. Такой аналоговый сигнал был подвержен помехам и искажениям. Позже телевидение стало переходить на цифровой формат передачи, который предполагал передачу чисел, описывающих телевизионный сигнал. Если телевизор или телеприёмник получал цифровую информацию о телесигнале, то он мог восстановить изображение совершенно неискажённым. Способы передачи сигнала тоже менялись: сначала это был сигнал, посылаемый по проводам и через телевышки, потом появилось спутниковое телевидение, которое использовало радиоволны, проходящие через геостационарные спутники.

Первые регулярные телевизионные передачи шли всего по часу, и то не каждый день. Потом телепередачи заняли всё дневное время, прерываясь только на ночь. Затем они захватили и ночное время. Появились различные телеканалы, между которыми можно было переключаться в поисках интересной передачи. Число каналов стало достигать десятков и даже сотен, а разнообразие телепередач позволило угодить вкусам любых зрителей – от младенцев до стариков, от спортсменов до цветоводов.

Сейчас телевизор – это часть нашей жизни, и главное – использовать телевидение не во вред, а на пользу.

– И как это можно – навредить телевизором? – насупилась Галатея.

Дзинтара ответила, осторожно подбирая слова:

– Телевизор предлагает зрителю массу увлекательных зрелищ. Это своего рода волшебный цветной мир, в который можно погрузиться с головой – и жить там всё свободное время.

– И что в этом плохого? – пробурчала Галатея.

– А то, что тогда у человека не остаётся времени на собственную жизнь, может не такую цветную и яркую, но реальную и неповторимую. Именно поэтому я не хочу, чтобы ты смотрела телевизор больше полутора часов в день. Кроме того, телевизионная среда – красивая и приятно звучащая – так мощно воздействует на психику человека, что легко может навязать ему практически любую точку зрения, – он перестаёт думать сам, его критическое мышление теряется. А мне хочется, чтобы ты была самостоятельно мыслящим человеком.

– Всё равно не понимаю, почему мои любимые мультики оказались вдруг вредными... – угрюмо сказала Галатея.

Дзинтара ласково погладила дочь по голове.

### Примечания для любопытных

**Пауль Нипков** (1880–1940) – немецкий изобретатель, придумавший и запатентовавший «диск Нипкова» – устройство для механического сканирования изображения. Этот диск использовался в механических телевизорах.

**Джон Бэрд** (1888–1946) – известный шотландский инженер, создавший механический телевизор.

**Константин Дмитриевич Перский** (1854–1906) – российский физик, придумавший термин «телевидение», который он использовал в своём докладе «Телевидение с помощью

электричества», прочитанном на выставке в Париже в 1900 году.

**Борис Львович Розинг** (1869–1933) – российский учёный, запатентовавший в 1907 году систему электрической передачи изображений на расстоянии, а в 1911 году осуществивший практическую передачу и приём изображений простых фигур.

**Владимир Козьмич Зворыкин** (1888–1982) – видный американский инженер русского происхождения, ученик Б. Розинга. Разработал полностью электронный телевизор (1929 год) и электронную телекамеру. Его телевизоры и камеры первыми стали выпускаться серийно, для широкой публики.

**Давид Абрамович Сарнов** (1891–1971) – американский бизнесмен и связист, один из основателей радио- и телевидения в США. Родился в Белоруссии, с 15-летнего возраста работал на компанию Маркони. В 1912 году принял радиogramму о крушении «Титаника» и три дня поддерживал связь со спасателями.

## **Сказка о ефрейторе Диоде и сержанте Триоде, командующих токами**

Электрические токи текут по контурам из металлических проводов, многократно разветвляются и снова сливаются, выполняя самые различные функции в электромеханических и электронных устройствах. Командовать беспокойной толпой электронов, которые суматошно толкуются в электрических сетях и электронных схемах, помогают инженерам два исключительно полезных устройства – **диод** и **триод**.

Диод – это такой строгий командир, который сидит на конкретном проводе и пропускает ток только в одном направлении и не позволяет ему течь в другом.

– Но ведь есть сети переменного тока, которые разработал Тесла. Как же он там работает – этот «ефрейтор Диод»? – удивился Андрей.

– Диод работает как раз там, где нужно из переменного тока получить постоянный или близкий к нему ток. Диод пропускает по цепи только ток одного направления – и получается, что ток в цепи с диодом всегда течёт в одну сторону и меняет только свою силу по величине. Для многих устройств, работающих на постоянном токе, этого уже достаточно, чтобы функционировать. Если для каких-то нежных устройств нужен ток, постоянный не только по направлению, но и по силе, то к току применяют дополнительные меры по его выравниванию.

Триод имеет более сложную задачу – он разрешает слабому току управлять сильными токами. Это очень полезная функция для многих электрических устройств, например радиоприёмников. Летит в пространстве слабая электромагнитная волна, попадает на радиоантенну и порождает в ней очень слабый электрический ток. Этот ничтожный ток, переданный на управляющий провод триода, командует течением сильного тока, который колеблет мембрану динамика. В результате действия триода мы слышим человеческую речь или музыку, полученные по радиоволне. Триод-командира можно сравнить со слабым человеком, который открывает и закрывает заслонку на плотине, регулируя сильный поток воды.

Теперь, узнав, насколько эти устройства полезны, давайте узнаем – как они были созданы.

Самым первым диодом стала нагреваемая вакуумная лампа – фактически катодная трубка, в которую входит два провода: катод, который греется специальной электрической спиралькой, и холодный анод. Если электрическое поле направлено так, что катод заряжается отрицательно, а анод – положительно, то такая вакуумная лампа проводит электрический ток: приложенное электрическое поле ускоряет электроны, вылетающие из горячего отрицательного катода, и направляет их к положительному аноду. Если направление поля или тока в цепи переворачивается – анод становится отрицательным, а катод положительным, – то такая вакуумная лампа-диод перестаёт проводить ток: ведь

холодный анод практически не выпускает электроны, а электроны, которые выпрыгивают из горячего катода, заворачивают обратно из-за того, что положительный катод их снова притягивает. Катод мог бы излучать положительные ионы металла, из которого он состоит, но те слишком прочно связаны друг с другом и не хотят никого отпускать из своего коллектива.

Принцип действия вакуумной лампы-диода был открыт британским учёным Фредериком Гутри в 1873 году. Но уже в следующем году немецкий физик Карл Браун понял, что в качестве диода можно использовать кристаллы твёрдого тела. Как мы знаем, в таблице Менделеева есть химические элементы – щелочные металлы, – которые с охотой отдают свой единственный электрон на внешней электронной оболочке. Зато другие элементы – как фтор и хлор, – у которых не хватает одного электрона для заполнения внешней электронной оболочки, готовы в любой момент сорвать электрон с верхней одежды, то есть орбиты прохожего атома.

Если взять кристалл кремния, в котором есть примесь химических элементов, любителей воровать чужие электроны, – то в нём всегда будет какое-то избыточное количество электронов. А если кристалл кремния снабдить примесью из элементов, которые легко расстаются со своими электронами, то в нём всегда будет какое-то количество положительно заряженных ионов – или атомов, лишённых электрона. Такие атомы называют «дыркой».

– Конечно, ведь у них дырявые карманы, из которых вываливаются электроны! – развеселилась Галатея.

– Что получится, если вставить в электрическую цепь два соединённых кристалла кремния, которые различаются свойствами своих примесей? Пусть слева будет кристалл с избытком электронов, а справа – кристалл с «дырками». При направлении тока, когда левый электрод заряжен отрицательно, электроны будут двигаться слева направо – к положительному правому электроду, а «дырки» – справа налево, от положительного электрода к отрицательному.

– Постой, мама, – удивилась Галатея. – Как же будут двигаться положительно заряженные атомы? Ведь они встроены в кристаллическую решётку!

– Отличный вопрос! – похвалила Дзинтара дочь. – Тут двигаются не сами атомы, а их признак. Представим себе кинозал, заполненный людьми, в котором есть только несколько пустых мест, которые и будем считать «дырками». Пусть с одного края зала возникла какая-то зона притяжения – например в зал вошёл известный актер. Тогда люди, стараясь быть поближе к зоне притяжения, будут пересаживаться на свободные места. В результате люди будут двигаться в одну сторону, а свободные места начнут смещаться в противоположный конец зала.

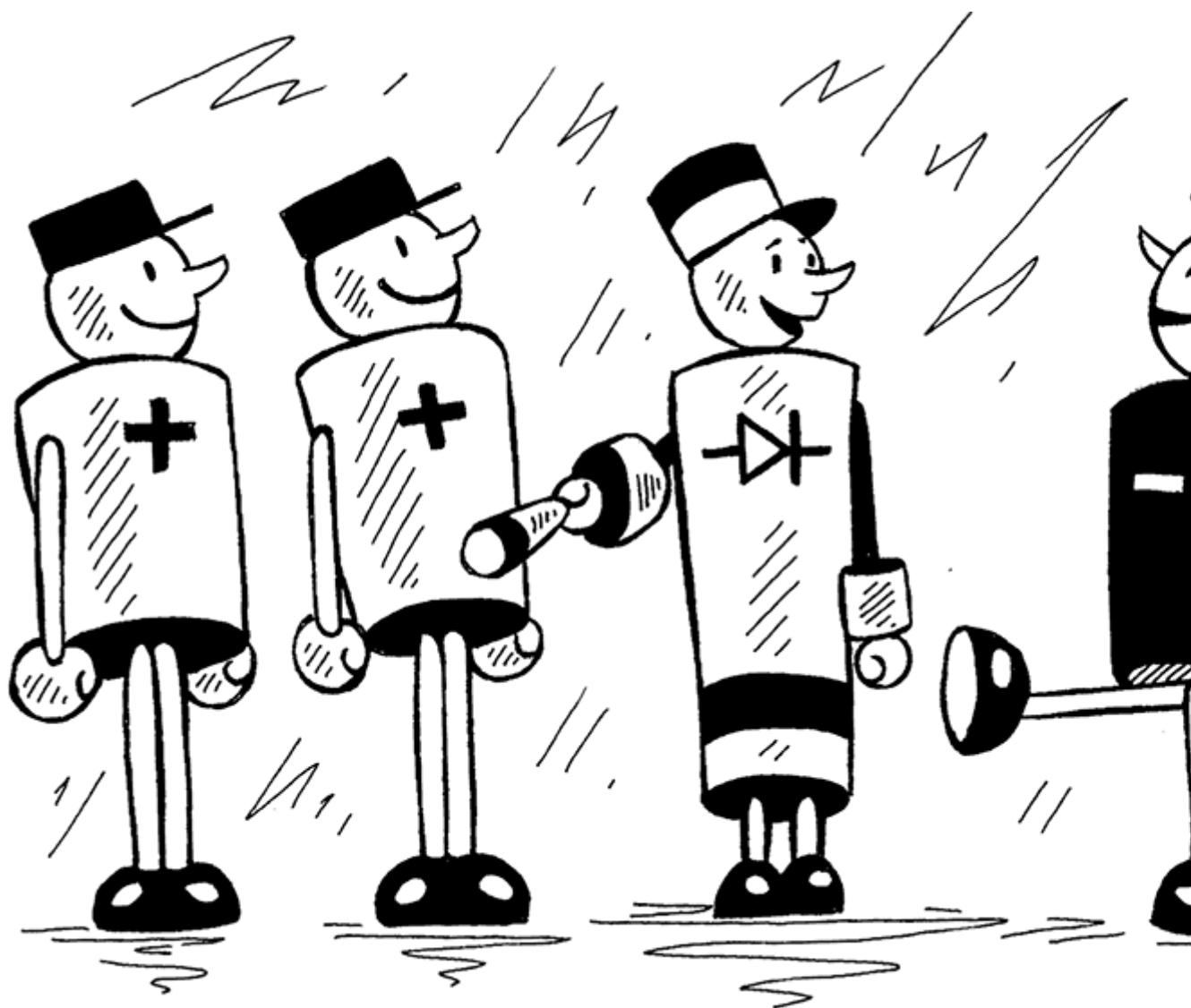
– Точно! – восхитилась Галатея. – Значит, люди – это электроны, которые притягиваются положительным зарядом в виде знаменитого актера, а «дырки», наоборот, ведут себя так, словно они отталкиваются этим зарядом, словно они не пустые дырки, а что-то заряженное положительно.

– Молодец! – мать похвалила дочь. – Если направление тока задаёт встречное движение электронов и «дырок» в соединённых кристаллах, то электроны и «дырки» встречаются на границе – и аннигилируют!

– Анни... чего они делают? – переспросила Галатея.

– Аннигилируют, то есть взаимоуничтожаются. Ведь электрон садится в «дырку», в результате исчезает и она, и избыточный электрон. Так как новые электроны и новые «дырки» всё время возникают возле электродов, то взаимное движение электронов и «дырок» не останавливается, и через соединённые кристаллы идет ток, то есть движение заряженных частиц. Зато, если направление тока повернуть, то электроны устремятся к положительному электроду, а «дырки» – к отрицательному. В результате зона соединения кристаллов кремния опустеет, там исчезнут все носители заряда – как электроны, так и

«дырки». Значит, тока в данном направлении не будет. А именно эта командирская функция и требуется от диода.



Самые первые радиоприёмники строились обычно на основе вакуумных ламп, но уже около 1900 года американским инженером Г. Пикардом был создан первый радиоприёмник на основе кристаллического диода. Кстати, термин «диод» предложил в 1919 году инженер Вильям Иксел.

Триод был создан и запатентован американским инженером Ли де Форестом в 1906 году. Триод Фореста представлял собой вакуумную лампу – внутри неё, между катодом и анодом, располагалась дополнительная, так называемая управляющая, сетка, к которой шёл отдельный провод. Если на управляющую сетку подавался отрицательный потенциал, то сетка отталкивала отрицательные заряды, заворачивала назад летящие в вакуумной лампе катодные электроны, и триод переставал проводить ток.

Транзисторы, или полупроводниковые триоды, были предложены в 1925 году австро-венгерским физиком Ю. Лилиенфельдом. В 1934 году аналогичную идею запатентовал немецкий физик О. Хейл, который работал вместе со своей женой, русским физиком Агнессой Арсеньевой (которая в 30-е годы, как и П. Капица, не смогла выехать из России). Но эти предложения и патенты были слишком преждевременными, до их практической реализации было ещё далеко.

Необходимость в создании полупроводниковых транзисторов стала очевидной во время Второй мировой войны: хрупкие вакуумные ламповые диоды и триоды плохо показали себя

во время боевых действий. Например, радиисты часто выходили из строя из-за неизбежной тряски и ударов.

После окончания войны, в 1945 году, в лаборатории Белл была создана группа, которая всерьёз занялась разработкой полупроводникового триода. Нужно отметить, что в конце 1940-х годов лаборатория Белл представляла собой гигантскую научную организацию: в ней работали 5700 человек. Такая мощная лаборатория могла легко сформировать группу в тридцать человек – и бросить её на развитие какой-то важной темы.

Команду по разработке полупроводникового триода возглавил Уильям Шокли. Он предлагал создать такое устройство, взяв диод или два соединённых кристалла полупроводника – и приложив к ним внешнее электрическое поле. Многочисленные опыты показали, что ничего из этой идеи не выходит. К группе присоединился блестящий теоретик Джон Бардин, который организовал с экспериментатором Уолтером Браттейном очень работоспособный союз. Бардин и Браттейн отклонились от плана Шокли – и добились успеха в создании одного из типов транзисторов, о чём лаборатория Белл объявила в 1947 году. Термин «транзистор» в ходе объявленного внутри лаборатории Белл конкурса предложил инженер Джон Пирс.

– А что, транзисторов может быть не один тип? – удивилась Галатея.

– Конечно, – сказала Дзинтара. – Сейчас уже известно множество типов транзисторов, которые управляются промежуточным контактом. Электрическое напряжение на управляющем контакте тем или иным способом меняет процесс движения электронов и дырок по кристаллу, то разрешая прохождение тока по кристаллу, то запирая его.

Шокли был очень самолюбивым человеком: он рассердился, что его обогнали, – и стал секретно разрабатывать свою версию транзистора, одновременно начав придирается к слишком самостоятельным Бардину и Браттейну. В результате они ушли из группы Шокли, причем Бардин сосредоточился на теории сверхпроводимости, за которую впоследствии получил Нобелевскую премию.

Шокли, терзаемый демоном самолюбия, решил перейти в бизнес и в 1955 году тоже покинул лабораторию фирмы Белл. В начале 1956 года он основал в калифорнийском городке Пало-Альто, где жила его мать, частную компанию по производству полупроводниковых транзисторов, в которую набрал три десятка молодых талантливых специалистов. В конце 1956 года Шокли, Бардину и Браттейну присудили Нобелевскую премию по физике за создание транзистора. Это событие только подстегнуло авторитарный стиль руководства Шокли.

В результате в 1957 году группа из восьми ведущих специалистов уволилась из лаборатории Шокли и при поддержке финансиста Шермана Файрчайлда организовала новую компанию, которая за несколько лет стала крупнейшим производителем полупроводников, лидером новой области промышленности. Здание этой компании является сейчас историческим памятником.

В группе физиков и инженеров, покинувших лабораторию Шокли, были: Джулиус Бланк, Виктор Гринич, Джин Кляйнер, Джей Ласт, Гордон Мур, Роберт Нойс, Шелдон Робертс и Жан Эрн. Эта восьмёрка вошла в историю как «вероломная восьмёрка» или «восьмёрка предателей» – явно в соответствии с точкой зрения рассерженного Шокли. Именно они и стали катализатором новой индустрии полупроводников.

– Опять бунтари добиваются успеха, – пробормотала Галатея.

– Новая компания быстро разбогатела, после чего Файрчайлд воспользовался своим правом и выкупил у «восьмёрки» их акции, переведя инженеров из партнёров в наёмные сотрудники. Это было плохим решением: члены восьмёрки стали уходить из компании Файрчайлда и организовывать свои, не менее успешные электронные компании. Например, Мур и Нойс в 1968 году стали основателями ныне всемирно известной компании «Интел» по производству компьютерных процессоров. В 2015 году в «Интел» работали более ста тысяч сотрудников, и эта компания обладала капиталом более чем в 100 миллиардов долларов.

В результате распада лаборатории Шокли и ухода из неё «вероломной восьмёрки», вокруг Пало-Альто возникла так называемая «Кремниевая долина». Лаборатория Шокли не смогла оправиться от ухода талантливой молодежи – и через несколько лет тихо прекратила своё существование.

«Кремниевая долина» стала символом нового времени и местом, где выросли мощные заводы по производству электроники и крупнейшие состояния века. Полупроводниковые диоды и транзисторы позволили перейти от электронных устройств на основе громоздких и ненадёжных вакуумных ламп к современным компактным устройствам – мобильным телефонам и компьютерам, радиоприёмникам и телевизорам.

Спутники связи несут на своём борту миллионы микроскопических полупроводниковых деталей, оставаясь небольшими и лёгкими – что очень важно для запуска этих спутников. Процесс миниатюризации зашёл очень далеко – возникли даже космические нано– и пикоспутники весом в килограммы и сотни граммов. Инженеры надеются создать электронное устройство из многих миллиардов транзисторов, которое будет сопоставимо по мощности с человеческим мозгом.

– Неужели у меня такой мощный мозг? – удивилась Галатея и потрогала голову руками.

### Примечания для любопытных

**Фредерик Гутри** (1833–1886) – видный британский учёный, который в 1873 году открыл принцип действия вакуумного диода.

**Вильям Генри Иксел** (1875–1966) – видный британский физик, который ввёл в обиход термин «диод».

**Гринлиф Пикард** (1877–1956) – видный американский инженер, один из пионеров радио. Создал около 1900 года первый радиоприёмник на основе кристаллического диода.

**Ли де Форест** (1873–1961) – видный американский инженер, создавший в 1906 году ламповый триод. Считается одним из отцов «века электроники».

**Юлиус Лилиенфелд** (1882–1963) – немецко-американский инженер, родившийся во Львове (Австро-Венгрия). Предложил и запатентовал в 1925 году полупроводниковый триод.

**Оскар Хейл** (1908–1994) – немецкий физик и изобретатель. Запатентовал полевой транзистор в 1934 году.

**Агнесса Николаевна Арсеньева** (1901–1991) – советский физик, работавшая со своим мужем О. Хейлом в Кавендишской лаборатории. В 1934 году, как и П. Капице, ей был запрещён выезд за границу из СССР.

**Уильям Шокли** (1910–1989) – видный американский физик и изобретатель. Возглавлял группу, создавшую современный полупроводниковый транзистор. Получил Нобелевскую премию по физике в 1956 году.

**Уолтер Браттейн** (1902–1927) – видный физик, сотрудник лаборатории Белл, создатель современного транзистора. Получил Нобелевскую премию по физике в 1956 году.

**Джон Пирс** (1910–2002) – американский инженер, сотрудник лаборатории Белл, предложивший термин «транзистор». Лауреат премии Маркони.

**Гордон Мур** (р. 1929) – выдающийся американский инженер и предприниматель, представитель «вероломной восьмёрки», основатель полупроводниковой компании Файрчайлд и компании «Интел». Состояние на 2015 год – около 7 миллиардов долларов. Вывел закон Мура о том, что количество транзисторов, размещаемых на кристалле интегральной схемы, удваивается каждые 2 года.

**Роберт Нойс** (1927–1990) – выдающийся американский инженер и предприниматель, представитель «вероломной восьмёрки», основатель полупроводниковой компании Файрчайлда и компании «Интел». Один из создателей интегральной электронной схемы.

## Сказка об электрическом интеллекте, который попал в сеть

В гости к Дзинтаре приехал Майкл – сын Никки и Джерри. Принцесса попросила его:

– Расскажи нам что-нибудь про современную электронику, мы как раз прочитали сказку про полупроводниковый транзистор.

– Хотите, расскажу про создание первых компьютеров? – спросил Майкл и, получив в ответ энергичные кивки, начал свой рассказ: – Астрономы, которые рассчитывают траектории движения комет и орбиты планет, сталкиваются с необходимостью проведения множества громоздких математических расчётов. Военным, инженерам и бухгалтерам тоже приходится делать много вычислений. Чтобы облегчить их работу, уже в XIX веке стали серийно выпускать механические арифмометры – устройства, которые могли выполнять простые вычислительные операции: сложение и вычитание, умножение и деление. Появилась профессия – вычислитель. Это был человек, который целый день крутил ручку механического арифмометра и выписывал получающиеся числа.

История показывает, что на смену механическим системам, как правило, приходят электрические и электронные – как это было с телевизорами, пишущими машинками, автомобилями и т. д. Любому грамотному инженеру ещё в начале XX века было понятно, что электронные вычислители тоже должны будут когда-нибудь сменить механические арифмометры. Где же зародились эти первые электронные вычислители, которые стали называть компьютерами? В столичных или знаменитых университетах Америки или Европы? Нет, это произошло в небольшом провинциальном университете – и это доказывает истину, что нет провинциальной науки, есть только провинциальное мышление.

В 1937 году сын болгарского эмигранта Джон Атанасов, молодой сотрудник американского университета в сельскохозяйственном штате Айова, увлёкся численными решениями дифференциальных уравнений. Чтобы решить такие уравнения, необходимо было сделать большое количество арифметических операций. Атанасов попробовал модифицировать для решения этих задач механический калькулятор знаменитой фирмы ИБМ, – но так как калькулятор был арендован университетом у ИБМ, то та возмутилась порчей её оборудования и пресекла попытки превратить её замечательный калькулятор в какой-то там компьютер. По иронии судьбы, спустя четверть века именно ИБМ чудовищно разбогатеет на продаже электронных компьютеров.

Зимним вечером 1937 года Атанасов решил покататься на машине – в надежде на решение мучившей его проблемы. Он остановился в придорожном ресторанчике – и за несколько часов раздумий за столом безвестной забегаловки молодой учёный сформулировал принципы, на которых должен был базироваться будущий компьютер. Одним из этих принципов было то, что компьютер должен быть полностью электронным, выполняющим расчеты без механических элементов. Второй принцип: компьютер должен быть основан на двоичном коде.

– Что это за код? – поинтересовалась Галатея.

– Код, который основан на передаче по проводам только двух значений – нуля или единицы. В своё время Морзе свёл всё богатство языка к аналогичной пересылке по телеграфу только двух значений – точка и тире.

Все принципы, которые сформулировал Атанасов, до сих пор используются в современных компьютерах.

Осознав, что ему нужно делать, учёный приступил к созданию специального электрического вычислительного устройства, которое могло бы решать дифференциальные уравнения в частных производных. Спустя какое-то время он понял, что без помощника ему не обойтись, – и попросил своего друга-декана найти ему хорошего электротехника. Тот предложил Атанасову блестящего аспиранта Клиффорда Берри. Его выдающиеся

способности Атанасов признал сразу, и с начала 1939 года они начали создавать демонстрационную модель электрического вычислителя, которая должна была доказать его принципиальную работоспособность.

Уже в декабре 1939 года Атанасов и Берри показали руководству университета работающую модель вычислителя. Эта демонстрация была убедительна, и университет выделил нужную сумму денег – 850 долларов – для постройки компьютера в полную величину.

Атанасов и Берри принялись за создание вычислительного устройства, которое Атанасов честно назвал компьютером Атанасова – Берри. В 1942 году первый в мире электронный компьютер, величиной с письменный стол, заработал. На этом работа над ним прекратилась, потому что шла война, Атанасов был призван в армию и направлен на выполнение военных научно-технических заданий.

В декабре 1940 года, когда работа над компьютером Атанасова – Берри была ещё в самом разгаре, Атанасов побывал на лекции Джона Мокли, сотрудника Пенсильванского университета. Тот рассказывал о попытках создать аналоговую электронную машину, которая решала бы математические задачи, передавая по проводам переменные значения тока. После лекции Атанасов поговорил с Мокли и рассказал ему о своём компьютере, который передавал по сетям не плавные сложные функции, а цифры – ноль и единицу, что кардинально упрощало вычисления. Атанасов пригласил Мокли посмотреть на создаваемую им цифровую машину – и через несколько месяцев, в 1941 году, Мокли с сыном на пять дней стали гостями в доме Атанасова, и Мокли внимательно ознакомился с компьютером Атанасова – Берри.

Он был впечатлён и попросил у Атанасова разрешения скопировать документацию компьютера для создания аналогичной конструкции в Пенсильванском университете. Атанасов не разрешил этого, потому что университет Айовы планировал взять патент на создаваемое устройство (но, как показали дальнейшие события, так и не собрался этого сделать).

В 1942 году Мокли, учитывая идеи Атанасова, написал проект, в котором предлагал своему университету построить электронный скоростной вычислитель на вакуумных лампах. Начальство проигнорировало проект – его текст даже был утерян.

Лаборатория Мокли сотрудничала с военными, которые нуждались в скоростных вычислителях для расчета таблиц артиллерийской стрельбы. В 1943 году влиятельный военный узнал о проекте Мокли, и последнему была выделена значительная сумма – 62 000 долларов на первые полгода, для реализации проекта «Электронный числовой интегратор и компьютер» (или ЭНИАК – по аббревиатуре английского названия). В своём описании будущей вычислительной машины Мокли не упоминал о компьютере Атанасова – Берри.

Когда проект под руководством Джона Мокли и Джона Эккерта начался, то Атанасов, который в то время работал на ту же военную лабораторию и до которого дошли слухи о проекте нового компьютера, спросил Эккерта, чем он занимается, но тот сказал, что проект секретный, и он не может о нём говорить.

В июле 1944 года полностью электронный компьютер ЭНИАК впервые перемножил два числа. В сентябре 1944 года к проекту присоединился известный математик фон Нейман, который внёс значительный вклад в разработку принципов работы электронных компьютеров. Машина была закончена осенью 1945 года и вскоре была перевезена на военную базу в Мэриленде, где использовалась для различных расчётов вплоть до октября 1955 года. Первыми программистами ЭНИАК стали шесть девушек.

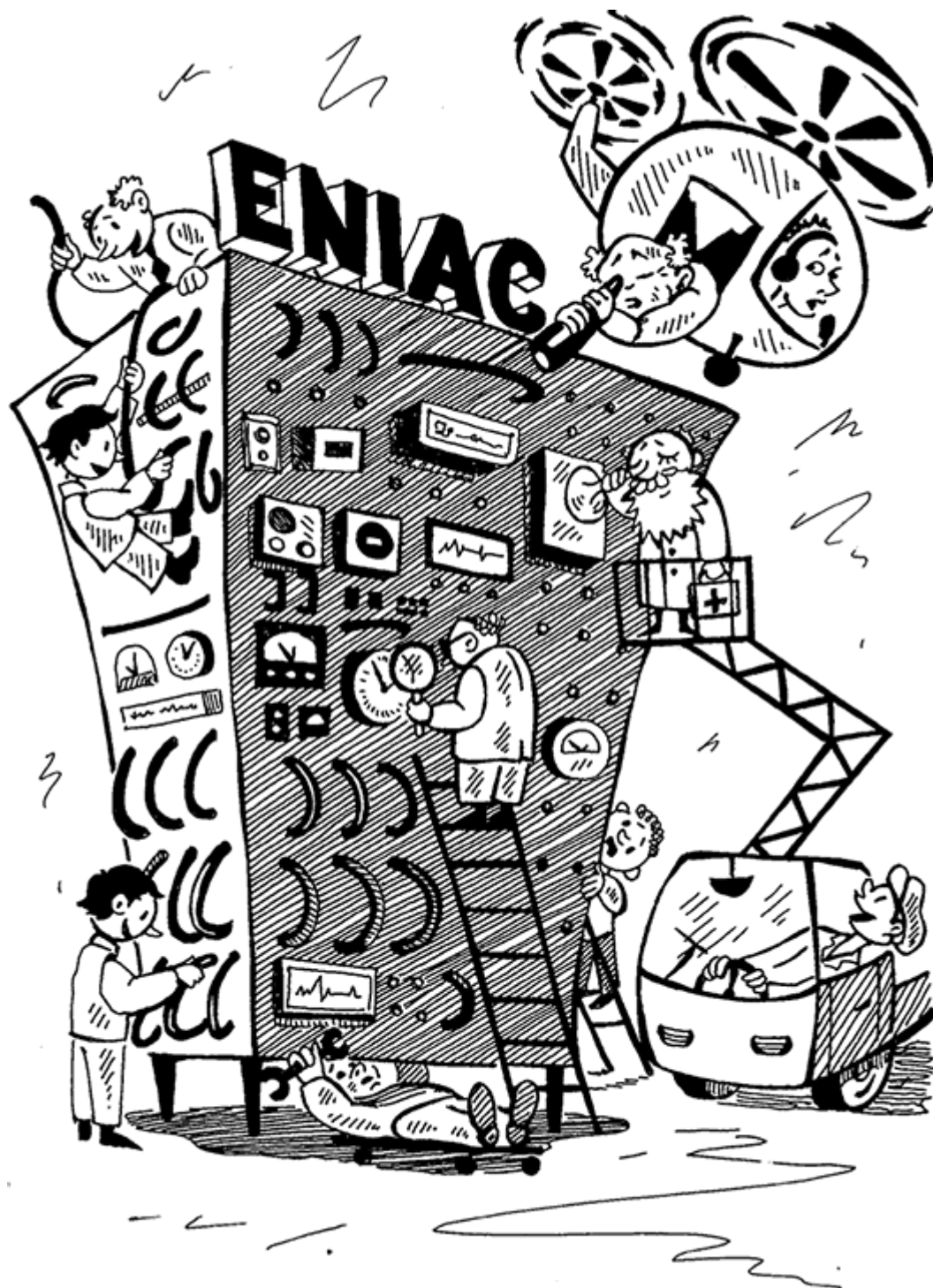
На создание ЭНИАК ушло около полумиллиона долларов, в нём было 17 468 электронных ламп, 7200 кремниевых диодов, 1500 реле и 80 000 конденсаторов и резисторов. ЭНИАК весил 27 тонн, потреблял более 170 киловатт энергии и мог выполнять 5000 операций сложения в секунду. Для ввода и вывода информации использовались перфокарты компании ИБМ. Отказ любой лампы или реле означал выход компьютера из строя. Значительными усилиями инженеры добились продолжительности непрерывной работы



ЭНИАК в 20 часов, после чего он обычно ломался и требовал починки.

ЭНИАК сделал расчеты по термоядерному проекту и по аэродинамическому сопротивлению крыла самолета, рассчитал первый метеопрогноз и внёс важный вклад в развитие математического метода Монте-Карло. Когда ЭНИАК приступил к решению сложнейшего дифференциального уравнения, то на ввод данных потребовался миллион перфокарт!

ЭНИАК был изготовлен в единственном варианте, и главное, что он сделал, — это продемонстрировал возможности электронных устройств и дал бесценный опыт постройки и эксплуатации первого активно используемого компьютера. Поэтому ещё до вступления ЭНИАК в строй возникли проекты по созданию более совершенных электронных вычислительных машин — эра компьютеров началась!



К созданию компьютеров подключилась фирма ИБМ, обладающая огромными финансовыми и человеческими ресурсами. Кроме того, ИБМ имела солидный опыт создания электромеханических компьютеров, таких как весящий 4,5 тонны «Марк-1», созданный в 1943 году.

В 1952 году ИБМ анонсирует свой первый электронный компьютер на вакуумных лампах «ИБМ-701».

Было произведено всего 19 компьютеров этого типа – но это было лишь началом серии компьютеров ИБМ, которые быстро эволюционировали. Компьютер «ИБМ-650», показанный публике в 1953 году и выпускавшийся до 1962 года, был изготовлен в количестве 2000 штук. В 1957 году ИБМ ввела в обиход язык «Фортран» для общения с компьютерами. Этот язык оказался столь успешным, что, модифицируясь, стал одним из важнейших языков программирования на многие десятилетия.

В 1959 году ИБМ, используя недавно изобретённые транзисторы, создаёт первые компьютеры на транзисторах, которые оказались гораздо надёжнее машин на вакуумных лампах. В 1964 году ИБМ выпустила компьютеры «ИБМ/360», которые стали стандартом компьютерной индустрии: было выпущено свыше 33 000 компьютеров этой серии, за которой последовали другие серии, не менее успешные.

ИБМ стала мировым лидером по производству крупных компьютеров, умещавшихся только в специальных помещениях – машинных залах с хорошим уровнем кондиционирования и мощной электросетью. Такие компьютеры обслуживались целой командой из инженеров и программистов. Поэтому менеджеры ИБМ с пренебрежением отнеслись к идее создать персональный компьютер для личного использования.

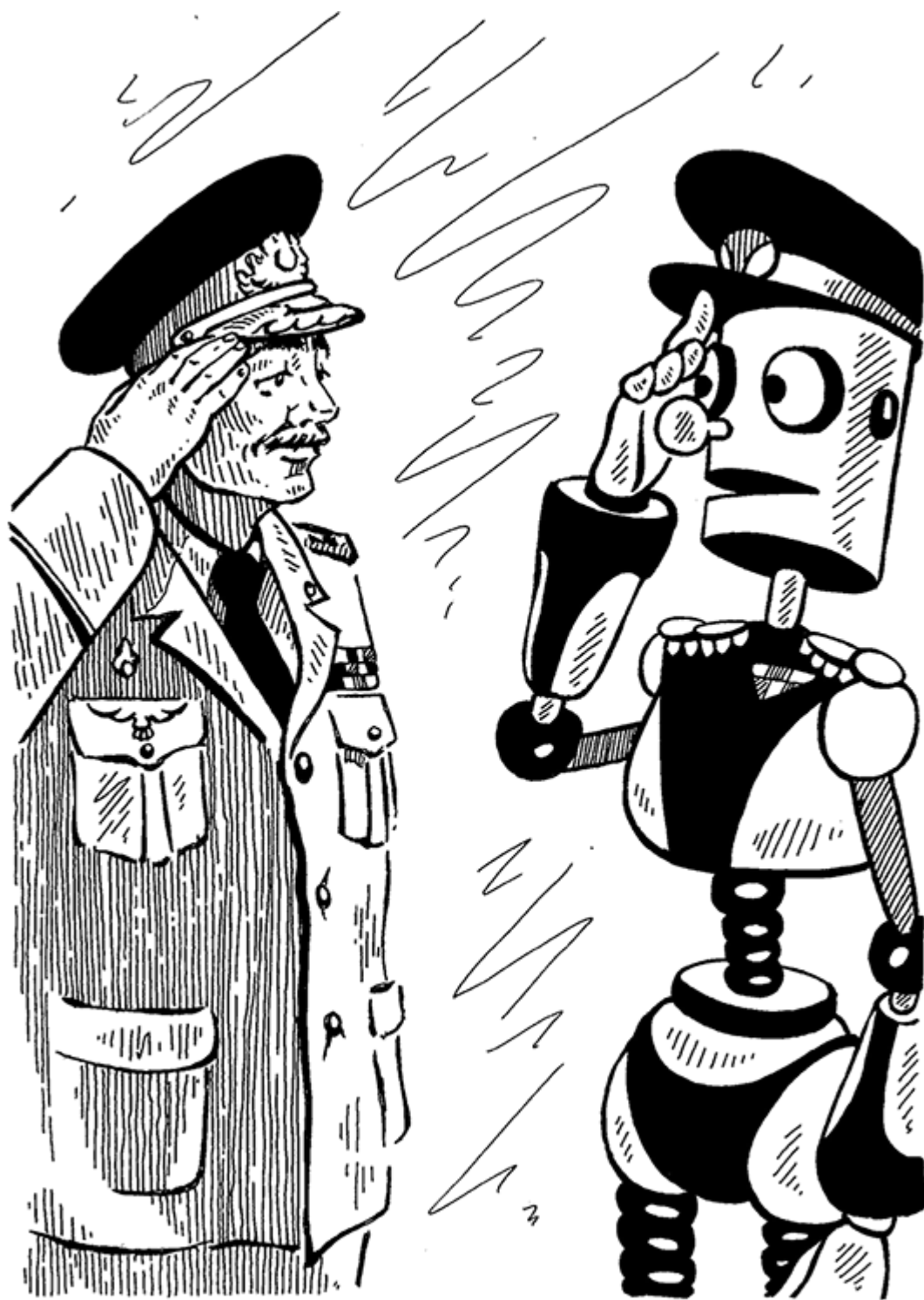
– Кому придёт в голову держать компьютер дома? – удивлённо сказал один из руководителей ИБМ.

Но, увидев, с какой скоростью покупаются персональные компьютеры фирмы «Эппл», появившиеся в 1977 году, боссы ИБМ спохватились. В 1981 году ИБМ выпустила на рынок свой первый персональный компьютер «IBM PC», который стал стандартом для «персоналок».

Персональные компьютеры использовались не только для математических расчетов учёными, инженерами и бухгалтерами. На персональных компьютерах можно было набирать тексты статей и книг, поэтому они заменили собой пишущие машинки, и целая индустрия, которая выпускала их, быстро закончила своё существование. Люди могли играть с компьютером в шахматы, sudoku и ещё кучу разных игр – и вскоре возникла мощная индустрия компьютерных игр. На компьютере можно было смотреть мультфильмы и кинофильмы – поэтому компьютер стал заменять собой телевизор.

Человек стал смотреть на компьютер как на будущего собеседника и советчика, с которым можно обсудить самые разные вопросы.

Многие писатели-фантасты, начиная с Карла Чапека и Айзека Азимова, думали, что самым важным использованием компьютера станет превращение его в мозг человекоподобного робота, который встанет на ноги и станет помогать человеку. Действительно, американские, японские и европейские компании вложили огромные средства в развитие человекоподобных или просто мобильных роботов.



Но задолго до создания практически полезного шагающего робота для компьютеров нашлась гораздо более популярная область применения.

29 октября 1969 года произошло знаменательное событие, которое по своей значимости оказалось более важным, чем первое телеграфное сообщение по подводному кабелю или первая радиограмма Маркони, переданная через Атлантический океан.

В этот день Чарли Клайн, сидящий за компьютером в Калифорнийском университете Лос-Анджелеса, попробовал передать на компьютер, стоящий от него в 640 километрах, в Стэнфордском исследовательском институте, всего лишь одно слово – LOGIN. Не сразу, но это слово протиснулось по проводу, что подтвердил Билл Дюваль, сидящий за компьютером

в Стэнфорде и наблюдающий за появлением букв, которые набирал Чарли Клайн в Лос-Анджелесе.

В этот день родился интернет, который вскоре объединил мировые компьютеры в одну планетарную сеть. С помощью подводного кабеля в 1973 году к американскому сегменту подключилась Великобритания и Норвегия. Сначала люди, сидящие за компьютерами, обменивались лишь письмами – и это уже означало, что компьютеры заменили собой телеграф и почту. В 1990 году компьютеры стали связываться друг с другом не с помощью специальных кабелей, а по обычным телефонным линиям. Через 10–20 лет к интернету можно было подключаться с помощью космических спутников, по радио– и телеканалам, мобильным телефонам, оптоволоконным кабелям и электрическим проводам – и даже по лазерному лучу. Компьютер заменил собой газеты и телефон, радио и телевизор.

Вопреки ожиданиям фантастов, компьютеры не встали на ноги и не взяли лопаты в металлические руки, а уселись на столах и приковали к себе стальной цепью половину человечества: потому что компьютеры попали в сеть и сами стали сетью.

Человек – животное общественное, он не может жить без общения, без разговоров с другими людьми. С появлением интернета человек понял, что его компьютер подключён к миллионам интернет-сайтов, которые он может просматривать, где он может общаться с другими людьми, разделяющими его интересы. Главной функцией интернета стало установление связей между людьми. Возникли «социальные сети» – и они пронизали людское общество снизу доверху.

Гениальный Никола Тесла предсказывал в 1908 году появление глобальной информационной связи, с помощью которой: «...бизнесмен в Нью-Йорке сможет диктовать указания, и они будут немедленно появляться в его офисе в Лондоне или любом другом месте. Он сможет со своего рабочего места позвонить любому абоненту на планете, не меняя существующего оборудования. Дешёвое устройство, по размерам не больше, чем часы, позволит его обладателю слушать на воде и суше музыку, песни, речи политиков, учёных, проповеди священников, доставляемые на большие расстояния. Таким же образом любое изображение, символ, рисунок, текст могут быть переданы из одного места в другое».

Это предсказание Теслы полностью реализовалось быстрее, чем через сто лет. Компьютер в своих мобильных версиях стал вытеснять бумажные книги и журналы, давая возможность читать книги на устройстве, которое легче одной бумажной книги, но вмещает в себя целую библиотеку! Впервые за тысячи лет бумажная книга стала уступать электронной.

Люди захотели иметь компьютер не только в своей комнате – они решили не расставаться с ним ни в ресторане, ни в кино или в автобусе. Поэтому персональные компьютеры превратились в мобильные устройства размером с ладонь, которые стали везде сопровождать человека.

Появление мировой информационной сети, объединяющей миллиарды самых различных компьютеров и процессоров, стало мощным фактором в образовании, в экономике, в политике и шоу-бизнесе.

Может ли в такой мировой сети возникнуть электронный разум, обладающий самосознанием и какими-то собственными желаниями? И что будет, если эти приоритеты компьютера станут противоречить человеческим? Не сменят ли разумные машины человека на эволюционной лестнице? Эти вопросы волнуют многих, но никто не знает на них точного ответа.

Алан Тьюринг был выдающимся учёным XX века. Во время Второй мировой войны он создал уникальную вычислительную машину, которая быстро расшифровывала сложнейшие шифрованные сообщения гитлеровского командования. В 1950 году Тьюринг задался

вопросом «Могут ли машины думать?» и предложил практический тест на интеллект компьютеров, который известен сейчас как «тест Тьюринга». Он заключается в том, что испытуемый общается по интернету с двумя собеседниками: один из них человек, а другой – компьютер. При этом компьютер из всех своих электрических сил пытается изобразить из себя человека. Если испытуемый не сумел распознать, кто из его собеседников является электронной машиной, – то машина прошла тест.

Проводились многочисленные соревнования между говорящими машинами – и некоторые из них проявили недюжинные способности по обману человека насчет своей личности.

Могут ли такие говорящие машины мыслить? Будет ли этот вопрос иметь практический смысл, если появится машина, которая способна неограниченное время поддерживать интересную беседу с человеком, проявляя остроумие и оригинальность мышления? Какая разница человеку, откуда его собеседник извлекает ответы: из колоссальной памяти с помощью логических схем или генерирует их, исходя из самосознания или ещё чего-нибудь? Если с такой машиной можно будет полезно обсудить какие-то личные проблемы, посоветоваться насчет жизненных ситуаций и посмеяться над незадачливым приятелем – много ли людей спустя пару часов будут помнить, что их собеседник состоит из транзисторов, а не живых клеток?

### Примечания для любопытных

**Джон Атанасов** (1903–1995) – выдающийся инженер, физик и математик, который, будучи сотрудником университета Айовы, создал в 1942 году первый в мире действующий электронный компьютер.

**ИБМ** – американская компания (IBM), основанная в 1911 году, которая занимается производством больших вычислительных машин и персональных компьютеров. В ней работали на 2015 год 377 тысяч человек.

**Клиффорд Берри** (1918–1963) – аспирант Д. Атанасова, соавтор создания первого электронного компьютера.

**Джон Мокли** (1907–1980) – видный американский физик и инженер. Вместе с Д. Эккертом руководил созданием первого практически используемого электронного компьютера ЭНИАК, законченного осенью 1945 года. В 1946 году вместе с Эккертом организовал компанию по производству компьютеров, но партнёры недооценили трудностей создания таких сложных систем и разорились через несколько лет.

**Джон Эккерт** (1919–1995) – видный американский инженер и пионер компьютерной техники. Вместе с Д. Мокли руководил созданием компьютера ЭНИАК.

**Джон фон Нейман** (1903–1957) – выдающийся венгеро-американский математик, один из создателей теории функционирования компьютеров и математического аппарата квантовой механики.

**Алан Тьюринг** (1912–1954) – выдающийся британский математик, который создал вычислительную машину, взломавшую сложный код гитлеровской армии, что стало исключительно важным фактором в победе над гитлеровской Германией. Ему принадлежат принципиально интересные работы в области информатики и искусственного интеллекта, которые привели к возникновению вычислительной «машины Тьюринга» и «теста Тьюринга» на апробацию искусственного интеллекта. Сделал также важное открытие в области математической биофизики («неустойчивость Тьюринга»).

**Карел Чапек** (1890–1938) – знаменитый чешский писатель-фантаст, который вместе со своим братом Йозефом придумал для искусственных людей термин «роботы», который использовал в своих произведениях.

**Айзек Азимов** (1920–1992) – знаменитый американский писатель-фантаст и учёный. Написал известный сборник рассказов «Я, робот», в котором сформулировал принципы поведения человекоподобных машин.

## Сказка об атомном электричестве и уральском паренёнке Курчатове

В студёный январский день 1903 года в городе Симе в семье уральского землемера и учительницы родился мальчик Игорь. В этот день снег скрипел под ногами особенно сильно, а из печных труб поднимались в небо толстые белые столбы дыма. Горящие дрова в те времена были главным способом согреть дом и приготовить еду. А если надо было ехать в соседние большие города – в Челябинск или Уфу, – то вагоны с людьми тащил за собой пыхтящий тёмными клубами дыма паровоз, в топке которого горел уголь или те же дрова.

Город Сим был похож на многие рабочие города Урала: он сгрудился покосившимися домишками вокруг Симского железоделательного завода. Почти в каждой семье кто-нибудь трудился на этом заводе – и у Игоря там работал дед.

Места вокруг Сима были глухие, лесные, с ягодами да грибами. Местные мальчишки ходили в лес, купались в заводском пруду – и мальчик Игорь ничем сначала не отличался от своих сверстников.

И никто не знал, что этот мальчик придумает новый, атомный способ получения энергии для согревания домов, приготовления пищи и движения поездов.

В 1912 году семья Курчатовых переезжает в Крым, в Симферополь. Этот город оказался гораздо крупнее Сима, в нём были гимназия и университет. Благодаря своим способностям, упорству и помощи родителей, Игорь Курчатов закончил школу и университет на «отлично» и даже досрочно – и в результате оказался в 1925 году в Петербурге, в знаменитом институте Иоффе. В 1930 году Курчатов стал заведующим физическим отделом этого института, а в 1932 году приступил к изучению атомного ядра. В 1936 году Курчатов с сотрудниками открывает эффект изомерии искусственных атомных ядер, а в 1937 году – запускает первый в Европе циклотрон – ускоритель элементарных частиц. В 1942 году Курчатов возглавил советский атомный проект – и был на этом посту до конца своей жизни.

Курчатов и советские физики разработали атомный метод получения электричества. Раньше электричество вырабатывалось в основном на тепловых электростанциях, которые топились углём, мазутом или газом. Энергия горения угля или мазута грела водяной котёл, который давал пар, вращающий турбину. Турбина, вращая огромный металлический диск в магнитном поле, вырабатывала электричество или переменный ток. Принцип работы самой турбины-электрогенератора был примерно таким же, как у первого электрического генератора Фарадея, который называют диск Фарадея. Этот диск, вращаясь в поле сильного магнита, даёт электрический ток.

Важным источником электричества были также гидроэлектростанции, в которых турбину электрического генератора крутила падающая вода. Немного электричества вырабатывалось с помощью ветряков, где небольшую турбину вращал ветер.

– А как же солнечные батареи? Ведь с их помощью тоже можно вырабатывать электричество! – воскликнула Галатея.

– Можно, но во времена Курчатова этот метод почти не использовался, да и сейчас он приносит лишь очень небольшую часть электроэнергии, которую потребляет человечество. Перед Курчатовым и его сотрудниками стояла сложнейшая задача: поставить энергию атома на службу людям, в том числе научиться извлекать из атомной энергии электрическую.

– А зачем? – полюбопытствовала Галатея. – Разве нельзя использовать атомную энергию напрямую?

– Нельзя, – покачала головой Дзинтара. – Получение атомной энергии сопровождается опасной радиоактивностью, от которой требуется массивная защита. Поэтому ни атомных кастрюль, ни даже атомных автомобилей никто ещё не создал. Атомные реакторы стоят только на больших кораблях и на электростанциях, вырабатывающих из опасной атомной энергии безопасную и легко передаваемую электрическую энергию. На атомных

электростанциях реактор тоже греет водяной котёл, нужный для вращения паровой турбины электрогенератора. Простые атомные реакторы ставят ещё и на межпланетные космические аппараты, которым нужно работать много лет вдали от Солнца, – ведь такие аппараты летят в вакууме, далеко от людей и нашей планеты, поэтому можно не опасаться радиоактивного загрязнения земной среды и опасности для землян.

– Но ведь космические станции стартуют с Земли, значит, есть вероятность аварии в атмосфере при взлёте! – возразил Андрей.

– Правильно, поэтому космические аппараты с радиоактивными материалами запускаются с помощью только самых надёжных ракет!

Но вернёмся к созданию первого атомного реактора. Самые первые атомные реакторы на Земле были естественного происхождения и работали в Африке, но во времена Курчатова об этом ещё не было известно.

В декабре 1942 году первый в мире искусственный атомный реактор был запущен в США, в здании чикагского стадиона. Реактор был построен группой физиков Чикагского университета под руководством итальянского физика-эмигранта Энрико Ферми, и этот реактор был сугубо исследовательским. С помощью этой установки учёные хотели проверить самую возможность существования самоподдерживающейся атомной реакции.

Этот первый реактор получил название «чикагской поленницы», потому что состоял из 350 тонн графитовых блоков, уложенных, как дрова, в прямоугольный штабель с деревянным каркасом. Внутри графитового штабеля размещалось около 40 тонн слитков металлического урана и кирпичей из оксида урана. Урановые слитки и кирпичи были радиоактивны и выделяли некоторое количество энергии и быстрые нейтроны. Поток быстрых нейтронов проходил через соседний графитовый блок, замедлялся и попадал в другой урановый кирпич. Ядра урана начинали делиться под воздействием пучка медленных нейтронов – и выделяли новую порцию энергии и ещё один поток быстрых нейтронов...

– Который снова проходил через графитовый блок и замедлялся! – завершил мысль Андрей.

– Верно. Для того чтобы начавшуюся реакцию можно было заглушить, использовались стержни из кадмия и стали с примесью бора. Такие стержни активно поглощали нейтроны и заглушали реакцию. В качестве аварийного средства над реактором висел заглушающий стержень на верёвке. В случае непредвиденного разгона ядерной реакции, верёвку надо было перерубить, чтобы стержень падал в глубь реактора, останавливая её. Мощность реактора, который не имел охлаждения, была очень маленькой – около одного ватта.



В феврале 1945 года полноценной цепной реакции удалось добиться немецким физикам, которые работали над созданием атомной бомбы. Но в мае этого же года гитлеровская Германия капитулировала.

В 1945 году был также запущен атомный реактор в Канаде. Информация о конструкции первых реакторов была засекречена, поэтому группы различных стран работали во многом независимо.

Реактор, созданный группой Курчатова в московской лаборатории, представлял собой шар, сложенный из графитовых блоков и слитков металлического природного урана. С помощью кадмиевых стержней осуществлялось управление ядерной реакцией. Мощность неохлаждаемого реактора была невелика – в среднем 20 ватт, что могло питать одну тусклую лампочку. Но этот реактор стал важным стендом для испытания новых технологий ядерного века, который сулил очень многое, но и таил в себе немало опасностей.

На основе информации, полученной с помощью первого исследовательского реактора, команда Курчатова приступила к созданию уже полноценного атомного реактора с охлаждением. Место для такого реактора было выбрано на Урале, где в лесном укротном районе Челябинской области возник целый город атомщиков. Он долго был засекречен и носил условное обозначение. Только спустя много лет его местонахождение стало известно, и город получил красивое имя: Снежинск.

Атомная программа разных стран имела военное значение и была направлена на



разработку атомного оружия. Многие люди считают создание атомной бомбы ужасной ошибкой, которую допустило человечество. Другие указывают на то, что атомные бомбы прекратили войны. Например, Россия за первые сорок лет XX века – с 1905 по 1945 год, более десяти лет провела в кровопролитных войнах, отражая четыре волны атак внешних врагов. Эти войны вызвали в стране революции, голод, террор и возникновение диктатуры. За последующие 70 лет Россия, создавшая собственное атомное оружие, ни разу не подвергалась внешним вторжениям – вероятность этого и ныне ничтожно мала.

Несколько развитых в научно-техническом отношении государств, которые стали обладать атомным оружием и космическими ракетами для их доставки в любую точку земного шара, образовали своеобразный клуб стран, внешняя агрессия против которых практически невозможна. Одновременно, члены «атомного клуба», почувствовав своё военное превосходство, стали вести себя агрессивнее против неядерных стран.

– Почему люди всё время так старались убить друг друга? – возмущённо спросила Галатея.

Дзинтара вздохнула:

– Несправедливость и неравенство были основными чертами земного общества многие тысячелетия. Страсть к власти и наживе двигала многими людьми и питала амбиции королей, президентов и правительств разных стран. Вместо того чтобы сообща решать мировые проблемы, сильные страны нередко прибегали к оружию против слабой страны, чтобы заставить её выполнять их волю. Столкновение интересов и разных мнений вызывало не стремление к диалогу и компромиссу, а насилие и навязывание своей точки зрения. Но экскурс в политику уведёт нас очень далеко от атомного электричества... Для нашего рассказа важно то, что атомная программа имела не только военное значение, но и мирное.

Многие проекты в этом мире начинались как военные, но потом стали приносить пользу именно как мирные – ведь сами по себе военные проекты по сути своей совершенно бесполезны в экономике и обычной жизни.

Именно в СССР впервые в мире атомная энергия стала не только разрушать и угрожать, но освещать и обогревать.

Обнинская атомная электростанция мощностью 5 мегаватт – то есть 5 миллионов ватт – стала первой в мире промышленной атомной электростанцией. Она была пущена в эксплуатацию под руководством Курчатова и его специалистов и включена в московскую электросеть в 1954 году. Курчатов присутствовал на пуске Обнинской станции, и, когда пар из атомного котла пошёл в турбину, он поздравил свою команду словами: «С лёгким паром!»

В 1959 году Курчатов со своими сотрудниками создал реактор для атомного ледокола, первого в истории атомного надводного судна. Этот ледокол 30 лет пробивал в арктических льдах дорогу караванам судов. Сейчас на этом ледоколе устроен музей.

Так мальчик из небольшого уральского городка, где в печах горели дрова и уголь, открыл новую эру в истории человечества – эру атомного электричества. В течение последующего полувека в разных странах было построено большое количество атомных электростанций, с помощью которых человечество получило значительную прибавку к своему энергобюджету. Некоторые страны сделали основную ставку на атомное электричество, например, Франция получает три четверти своей электроэнергии именно из атомных реакторов.

Обнинская станция проработала 48 лет – на 18 лет больше запланированного срока и была остановлена в 2002 году. Сейчас первая атомная электростанция стала музеем и популярным местом среди туристов.

Получив атомное электричество, Курчатов не успокоился – ведь на свете существовал ещё один ядерный источник энергии, гораздо более мощный, чем атомный, и гораздо более чистый, избавленный от лавины радиоактивных отходов. Этот источник энергии, который называют термоядерным, основан не на делении тяжёлых ядер, а на слиянии лёгких.

В 1956 году, при посещении исследовательского британского центра, Курчатов

предложил мировому сообществу совместно исследовать проблему мирного освоения термоядерной реакции. Не сразу, а спустя много лет, – но предложение Курчатова было принято: в 1985 году мировой консорциум из нескольких стран приступил к проектированию и строительству ИТЕР: первого термоядерного реактора с практически полезным выходом энергии и тяжёлого изотопа водорода – трития, килограмм которого стоит на мировом рынке 30 миллионов долларов.

Земные запасы угля, нефти и газа не бесконечны. Поэтому роль атомной и термоядерной энергетики будет нарастать...

– Если только не будет открыт какой-то иной источник энергии, – сказал Андрей.

– Да, но, пока он не открыт, надо рассчитывать только на то, что известно. И среди известных источников энергии ядерная энергетика обладает наибольшими перспективами. Нынешние автомобили – это керосинки на колёсах. Пока они работают на бензине и солярке, но уже скоро станут электромобилями. Это означает, что потребность в электрической энергии будет быстро расти, – и здесь мирный атом станет главным помощником человечества. Надо только, чтобы политики не экономили на системах безопасности атомных станций и на обучении атомщиков – как они это делали раньше, – что приводило к серьёзным авариям ядерных реакторов.

Многочисленное радиоактивное облучение не прошло даром для Курчатова – его здоровье было подорвано, и в 1960 году он умер. Более десятка памятников в разных городах было воздвигнуто для увековечивания памяти этого выдающегося учёного. В честь его названы два города, лунный кратер, астероид, корабль, научный центр, несколько улиц и школ.

В Челябинской области существует Научное общество учащихся. Два раза в год школьники из НОУ собираются в летний и зимний лагерь, который называется «Курчатовец». Из этого общества вышло немало известных учёных – возможно, именно там вырастет физик, который прочно поставит термоядерное электричество на службу человечеству.

### **Примечания для любопытных**

**Игорь Васильевич Курчатов** (1903–1960) – выдающийся советский учёный-атомщик, создавший первый в СССР циклотрон и атомный реактор. Предложил проект по получению термоядерной энергии.

**Энрико Ферми** (1901–1954) – выдающийся итальянско-американский физик-ядерщик, который руководил в США созданием первого искусственного атомного реактора. Лауреат Нобелевской премии (1938).

### **Сказка о термоядерной молнии, свёрнутой в кольцо**

Термоядерная реакция знакома каждому землянину, который любит погреться в солнечных лучах.

– Всем известно, что наше Солнце – это большой термоядерный реактор! – сказала Галатея.

– Да, Солнце и остальные звёзды светят миллиарды лет благодаря медленному термоядерному горению водорода и гелия в центре звёзд, – подтвердила Дзинтара.

– Как может там гореть гелий? Да и водород тоже – ведь там нет кислорода? – заинтересовалась Галатея.

– Термин «горение» в данном случае подразумевает совсем не тот огонь, который возникает в костре или камине. Вот пример термоядерной реакции: берём четыре ядра атома водорода, или четыре протона, и пытаемся сблизить их так, чтобы они соединились в одно ядро атома гелия. Если нам удастся это трудное дело, то в ходе слияния этих протонов

выделится много энергии в виде гамма-квантов и позитронов – античастиц электрона.

– А почему это дело трудное? И если мы тратим силы на это сближение, то откуда потом возникает энергия? – спросила Галатея.

– Та задаешь отличные вопросы! – похвалила Дзинтара дочь. – Почему трудно сблизить протоны? Потому что они заряжены положительно, и при их сближении, согласно закону Кулона, они начинают отталкиваться друг от друга электрическими силами.

– Но ведь можно сближать не протоны, а атомы водорода, которые нейтральны! – нашёл выход Андрей.

– В этом предложении есть рациональное зерно, но беда в том, что электроны, которые могут нейтрализовать заряд протона, располагаются далеко от него. Для превращения протонов в гелий, их надо сближать очень сильно – на расстояние гораздо меньшее, чем радиус первой электронной оболочки. На таких расстояниях нейтрализация электронами уже не работает. Если нам всё-таки удастся сблизить протоны на такое маленькое расстояние, то дальше вступают в дело ядерные силы притяжения – они настолько могучи, что легко преодолевают электрическое отталкивание протонов и прочно склеивают их друг с другом.

Чтобы лучше понять баланс двух сил – электростатической и ядерной, представьте себе кратер глубиной в километр – он будет аналогом потенциальной ямы ядерного притяжения – вокруг которого существует пологий вал выброшенного вещества, который будет аналогом электростатического отталкивания. Этот вал – невысокий, как холм, но если нам нужно закатить на этот холм тяжёлый шар, то придётся потрудиться. А вот с вершины вала шар сам покатится внутрь глубокого кратера, где будет сталкиваться с другими шарами и производить сильный шум – то есть испускать сильные звуковые волны, которые в нашем примере будут аналогами гамма-квантов.

– А как Солнцу удастся преодолеть электростатическое отталкивание протонов и запустить термоядерную реакцию? – спросил Андрей.

– Солнцу помогает его огромная масса и размер: благодаря им в центре Солнца достигается огромная температура и давление. Для термоядерной реакции в дейтериево-тритиевой смеси должен выполняться так называемый критерий Лоусона: если взять и перемножить количество протонов в кубическом сантиметре на время удержания плазмы в секундах, то термоядерная реакция начнется, когда это произведение будет больше десяти в 14-й степени.

– Это сколько будет в миллиардах? – спросила Галатея.

– Это будет сто тысяч миллиардов. Критерий Лоусона говорит, что для реакции вы должны создать очень плотную и горячую плазму – или плотную и очень горячую. На Земле создать солнечное давление и температуру очень непросто. Пытаться сжимать горячую плазму – это как воздушный шарик в ладонях сжимать – он где-нибудь да вылезет маленьким пузырьком. Для сжатия плазмы и удержания её в нагретом состоянии пришлось создавать специальные установки, которые должны были повторить условия на Солнце, но в сравнительно компактном объёме.

Самым перспективным термоядерным реактором оказался токамак.

Что такое токамак? Давайте рассмотрим молнию: она возникает, когда электрическая искра пробивает атмосферную толщу от земли до облака. Эта искра ионизирует воздух, создавая воздушный канал с повышенной проводимостью. По этому каналу немедленно устремляется избыток электронов, то есть у нас в воздухе возникает раскалённый шнур, по которому мчится лавина электронов. Температура внутри молнии более 20 тысяч градусов. Вокруг шнура закручивается магнитное поле, которое не даёт электронам и ионам разбредаться: оно сжимает их в тонкий жгут. Молния выполняет свою задачу по выравниванию электрических зарядов облака и земли; одновременно разогретый воздух канала расширяется и вызывает мощные звуковые волны – то есть гром, который всегда слышен после молнии, потому что звук движется медленнее света.

Теперь возьмём этот плазменный шнур молнии и свернём его в кольцо, чтобы ток не кончался, а всё время тёк по замкнутому кольцу, создавая одновременно магнитное поле,

стабилизирующее кольцо.



– Так, значит, учёные решили свернуть электрического дракона в бараний рог? – покачала головой Галатея. – Смело!

– Токамак представляет собой такую свёрнутую в кольцо молнию, которая дополнительно стабилизируется мощным внешним магнитным полем, порождённым сверхпроводящими магнитами.

Токамак был придуман в 1950 году. А началась эта история в 1942 году, во время тяжёлой войны. Несмотря ни на что, университеты продолжали работать, а студенты – сдавать экзамены.

Однажды известный физик Игорь Тамм и его не менее известный коллега Михаил Леонтович принимали выпускные экзамены в Московском государственном университете. В экзаменационную аудиторию нескладной походкой зашёл высокий и худой юноша и тихим голосом представился:

– Андрей Сахаров.

Тамм и Леонтович стали экзаменовать студента по теории относительности. Андрей Сахаров отвечал, но его ответы совсем не следовали учебнику и были какими-то не очень вразумительными. Преподаватели пожали плечами, поставили студенту тройку – и

отпустили.

Ночью Тамм позвонил Леонтовичу и сказал:

– Слушай, ведь этот студент всё правильно говорил! Это мы с тобой ничего не поняли – и это нам надо тройки ставить! Нужно с ним ещё поговорить.

Так Андрей Сахаров стал учеником Игоря Тамма.

В 1950 году они выдвинули идею термоядерного реактора, в котором плазма сохранялась бы в магнитной ловушке...

– Как джинн в бутылке! – воскликнула Галатея.

– Да, только плазму оказалось легче согнуть в кольцо, чем загнать в бутылку. Так возникла идея ловушки-бублика, или тора.

Вариантов работы термоядерных реакторов было придумано предостаточно: быстрый пинч-разряд в плазме; ловушки с плазменным шнуром в виде восьмёрки; плазма в шаре с микроволновым излучением; испарение маленького шарика с дейтериево-тритиевой смесью, размещённого в фокусе нескольких мощных лазеров.

Но токамак оказался самым надёжным вариантом постоянно работающей машины, поэтому по всему миру возникло множество токамаков в различных вариантах. Эти устройства помогли учёным достичь важного прогресса. Например, в 1997 году европейский токамак получил 16 мегаватт полезной энергии.

Как показали опыты, чем больше токамак, тем легче на нём достичь критерия Лоусона...

– Ну Солнце об этом давно догадалось! – фыркнула Галатея.

– ...поэтому самый передовой международный реактор ИТЕР является и самым большим по размерам. Характеристики ИТЕР впечатляют: он весит 5000 тонн – в половину веса Эйфелевой башни. Температура трития в нём достигает 150 миллионов градусов, что почти в 10 раз больше, чем в ядре Солнца.

– Наверное, плотность плазмы в этом токамаке будет не такая большая, как в центре Солнца? – догадался Андрей.

– Верно. Прогресс в термоядерной энергетике оказался очень непростым и очень дорогостоящим. Плазма в термоядерных реакторах коварна: так и норовит сбежать из магнитных ловушек. На каждый ее каприз нужно придумывать способ противодействия. Поэтому учёные всё время ищут возможности для облегчения термоядерного синтеза – и одна из возможностей переключается с идеей Андрея: нейтрализовать ядра водорода или тритий перед синтезом.

Андрей немедленно возгордился, за что младшая сестра тут же пнула его в лодыжку. Младшие сестры должны следить за старшими братьями, чтобы те не очень заносились.

– Но электроны для этой задачи годятся плохо, поэтому возникла идея вместо электронов использовать отрицательные мюоны. Они в 207 раз тяжелее электронов, поэтому мюонная орбита располагается к ядру гораздо ближе электронной. Из-за этого температура, необходимая для начала термоядерной реакции, сильно понижается. Действительно, облучение мюонным пучком водородной смеси позволило гораздо легче получить термоядерную реакцию. Это явление получило название мюонного катализа. Проблема в том, что получать мюоны можно только на ускорителях, они нестабильны и их нельзя хранить. Тем самым мюонный катализатор термояда оказывает дороже электричества, которое при этом производится. Так что учёным есть над чем поломать головы, прежде чем термоядерные реакторы заработают по всей земле и дадут человечеству дешёвую энергию при минимальных радиоактивных отходах.

– Не волнуйся, мама, мы поможем! – сказал Андрей, а сестра в знак согласия мотнула не ногой, а головой.

### **Примечания для любопытных**

**Михаил Александрович Леонтович** (1903–1981) – видный советский

физик-теоретик, один из создателей советской школы физики плазмы. Академик АН СССР.

**Андрей Дмитриевич Сахаров** (1921–1989) – выдающийся советский физик-теоретик, один из создателей водородной бомбы, академик АН СССР. Известный правозащитник и диссидент, лауреат Нобелевской премии мира за 1975 год.

**Джон Лоусон** (1923–2008) – видный британский инженер и учёный, получивший широко известный критерий старта термоядерной реакции (критерий Лоусона).

**Окно (туннель) Гамова** – частицы могут преодолевать электростатический барьер Кулона благодаря просачиванию под барьером с помощью окон или туннелей Гамова, возникающих из-за квантово-механических эффектов. Этот эффект был исследован выдающимся русско-американским физиком Г. А. Гамовым, поэтому носит его имя.

**Токамак** – хитроумное электромагнитное устройство, мощным магнитным полем сжимающее горячую плазму в кольцо, вдоль которого течёт сильный электрический ток. Если водородную плазму в токамаке сделать достаточно горячей и плотной, то в ней начнётся термоядерная реакция.

## Сказка о космическом телеграфисте Виталии Гинзбурге

Дзинтара устроилась поудобнее, посмотрела в высокое окно на звёзды, которые уже мерцали на небе, и сказала:

– Всем известно, что звёзды излучают электромагнитные волны: видимый свет, а также невидимое излучение – от длинных радиоволн до коротких гамма-квантов. Эти сигналы звёзд несут в себе массу важнейшей информации, но, падая на землю, эта звёздная информация уходит, в буквальном смысле, в песок. Лишь в нескольких специальных местах на Земле, в обсерваториях, астрономы ловят излучение звёзд и учатся его расшифровывать.

– Учатся? То есть они ещё не всё расшифровали? – насторожила розовые ушки Галатея.

– Конечно, нет. В этих радиопосланиях, световых письмах и рентгеновских импульсах содержится множество непонятных символов и знаков. Может, там зашифрована информация, которая спасёт наш мир или хотя бы сделает его счастливее, но пока мы сумели прочитать далеко не все страницы космических световых мерцаний и радиосигналов.

– Это хорошо! – сказала довольная Галатея.

– Но мало кто знает, что в космическом пространстве летают не только электромагнитные послания – там движутся ещё и электрические сигналы.

– Что-то вроде космического телеграфа? – спросил Андрей.

– Да, во Вселенной существует космический обмен информацией с помощью электрических токов. Ведь ток – это движение электрических зарядов. А в космосе во все стороны летят потоки электрических зарядов. Самые мощные – от Солнца, но есть электрические послания от далёких звёзд и даже от других галактик.

7 августа 1912 года австрийский физик Виктор Гесс поднялся на воздушном шаре, захватив с собой ионизационную камеру, с помощью которой можно было измерять радиоактивность. На поверхности земли такая камера регистрировала заметную радиоактивность даже после того, как её помещали в свинцовую камеру. Наверное, сказывается радиоактивность земли, решили учёные. Значит, если подняться с такой камерой на воздушном шаре, эта радиоактивность уменьшится.

И вот Гесс, одетый в самую тёплую одежду, какую смог найти, поднялся на воздушном шаре вместе со своей камерой для измерения радиоактивности. Воздушный шар вошёл в облака, но радиоактивность не уменьшилась. Шар вырвался из облаков, поднимаясь ещё выше – в голубое небо. И тут учёный с удивлением заметил, что при подъёме воздушного шара количество ионизирующих камеру частиц выросло!

Так было обнаружено космическое излучение, которое приходит на Землю из космоса. За это открытие отважный воздухоплаватель Гесс получил Нобелевскую премию по физике.

– Так, значит, когда мы летим на самолёте, то в нас попадает космических лучей больше, чем обычно? – спросил Андрей.

– Да, заметно больше, но это неопасно, так как атмосфера нас защищает даже на высоте десяти километров, да и время, проведённое в полёте, не очень велико. Но сверхзвуковые пассажирские самолёты, которые летают выше остальных, в период повышенной солнечной активности выбирают более длинные южные маршруты, где интенсивность космических лучей меньше.

Советский физик Дмитрий Скобельцын использовал камеру Вильсона для анализа космического излучения и в конце 20-х годов сделал важные открытия: он нашёл, что в космических лучах много заряженных частиц, – это было видно по тому, как искривляется их траектория в камере Вильсона, помещённой в магнитное поле. Скобельцын также открыл, что космическое излучение крайне неоднородно: то в камере ничего нет, то сразу возникает целый ливень частиц, которые так и стали называть – *космические ливни*.

В 1939–1941 годах было установлено, что космические лучи, подлетающие к границе земной атмосферы, главным образом состоят из положительно заряженных и очень быстрых протонов. Отдельные сверхбыстрые космические частицы врезаются в нашу атмосферу и вызывают вторичный поток новых частиц – целый ливень позитронов, мюонов, пионов и многих других частиц. Нередко из космоса прилетают такие быстрые заряженные частицы, энергия которых недостижима на самых мощных земных ускорителях.

Ливень элементарных частиц, вызванный всего лишь одной такой сверхбыстрой частицей космических лучей, достигает земной поверхности, расширяясь до площади в десятки километров. Ливни элементарных частиц светятся в атмосфере, испуская излучение Вавилова – Черенкова, – и это свечение могут засечь специальные телескопы. Например, в Аргентине построена обсерватория имени Пьера Оже, которая наблюдает за атмосферными ливнями.

– А что это за излучение – Вавилова и Черенкова? – спросила неугомонная Галатея.

– Когда по озеру плывёт катер, то за ним остаются два пенных «уса», которые расходятся от траектории движения катера. Они возникают, потому что скорость катера больше, чем скорость распространения волн на воде. Когда реактивный самолет летит на сверхзвуковой скорости – от него расходятся такие же по виду воздушные «усы-волны». То же происходит с элементарной частицей, которая двигается со скоростью больше скорости света, – вокруг неё возникают «световые усы», или конусовидное излучение.

– Тут какая-то ошибка, – сказал Андрей. – Частицы не могут двигаться со скоростью больше скорости света.

– И да и нет, – усмехнулась Дзинтара. – Частицы материи не могут двигаться быстрее световой скорости в вакууме, но скорость света в воде или прозрачных кристаллах гораздо меньше – например, в алмазе она в два с лишним раза медленнее скорости света в вакууме. Если в жидкость или кристалл залетит заряженная частица, скорость которой будет меньше, чем скорость света в вакууме, но больше, чем скорость света в данной среде, – то вокруг такой частицы возникнет излучение, которое и открыл Павел Черенков в 1934 году. Такое же излучение возникает, когда очень быстрые частицы залетают в атмосферу – ведь в воздухе скорость света тоже чуть меньше, чем в вакууме. Именно это излучение и ловит аргентинская обсерватория имени Оже.

Солнечные электрические потоки сообщают нам местные космические новости, рассказывая о вспышках на нашем светиле, о состоянии магнитного поля вокруг него и вокруг Земли. Если Солнце посылает нам космическую телеграмму в виде потока заряженных частиц, то мы получим её в течение 2–3 дней.

Космические галактические лучи – словно дальнедействующий телеграф, сообщающий о событиях галактической удалённости. Вот эта телеграмма сообщает о взрыве сверхновой, а

эти электрические сигналы нам посылает пульсар, который своим магнитным полем ускоряет заряженные частицы и рассылает их по всей Галактике. Из-за огромных расстояний новости приходят устаревшими – звезда взорвалась тысячу лет назад, а телеграф только сейчас донёс информацию об этом взрыве.

Хотя никто не протягивал в космосе проводов и кабелей, космос сам создаёт электрические схемы и магнитные устройства. После солнечной вспышки – мощности которой хватит, чтобы давать электричество всей Земле в течение миллиона лет, – образуется поток солнечных протонов и электронов, которые летят со скоростью в сотни километров в секунду – и с размаха налетают на магнитное поле Земли. Земное поле «сгребает» частицы и формирует из них радиационные пояса, заключая космические заряженные частицы в своеобразные ловушки, схожие по принципу действия с токамаками.

Плазма, которая копится в радиационных поясах Земли, капризна и нестабильна – как и в токамаках. Если она вырывается из ловушки и достигает атмосферы, то свечение частиц в атмосфере рождает полярные (или северные) сияния – красивые светящиеся полотнища и полосы разного цвета, которые часто наблюдаются на севере Европы, Америки и России.

На Земле есть место, где из-за строения магнитного поля Земли интенсивность потоков космических частиц повышена – это область Южной Атлантики. Инженеры, обеспечивающие космические полёты, и учёные, которые занимаются спутниковыми измерениями, называют это место Южно-Атлантической аномалией. Когда космическая станция пролетает над этим местом, то компьютеры на ней могут давать сбой. В зоне Южно-Атлантической аномалии в данных околоземных спутников появляются сильные помехи – из-за попадания космических лучей в спутниковые сенсоры.

Когда ускорители элементарных частиц ещё не получили широкого распространения и были достаточно маломощными, специалисты по физике элементарных частиц использовали космические лучи в качестве естественного ускорителя.

В 1936 году американский физик Карл Андерсон вместе со своим студентом Сетом Неддермейером открыл в космических лучах мюон – отрицательно заряженную частицу в 207 раз тяжелее электрона. Сначала открыватели подумали, что они открыли пион – частицу, которую в 1935 году предсказал японский физик Хидеки Юкава. Эта частица должна была служить переносчиком сильного взаимодействия в атомном ядре. Но, когда выяснилось, что мюон является совсем другой частицей, то в стане теоретиков начался переполох. Физик Исидор Раби выразил своё отношение к этому открытию так: «Кто заказывал эту частицу?»

Открытия новых частиц перестали укладываться в существующие теории, поэтому физики стали шутить, что если за открытия первых элементарных частиц полагается Нобелевская премия, то за открытие остальных и «ненужных» частиц – штраф в 10 тысяч долларов за каждую.

Пион, предсказанный Юкавой, открыли в космических лучах в 1947 году. Это сделал британец Сесил Пауэлл, который запускал свои приборы на воздушных шарах, а также размещал их ближе к космосу – на вершинах гор.

Американский физик Джон Линсли, исследуя космические лучи в горах Нью-Мексико, открыл в 1962 году невероятно быстрые элементарные частицы, каждая из которых обладала энергией брошенного камня, движущегося со скоростью 100 километров в час. Таких частиц наблюдается очень мало, но их существование снова озадачило теоретиков, которые рассчитывали, что космические протоны не могут обладать скоростью выше определённой – иначе они её растеряют, взаимодействуя с квантами излучения, которых достаточно в космосе. Но эти космические суперчастицы побили все рекорды. Возникло даже предположение, что в этих случаях из космоса прилетает не отдельный протон, а целое ядро железа. Но пока здесь много неясного.

– Короче, Вселенная шлёт нам свои телеграммы, а мы до сих пор не можем их прочитать? – засмеялась Галатея.



– Да, и это хорошо – иначе нам не досталось бы никаких тайн для разгадки! – подхватил Андрей.

Дзинтара сказала:

– В XX веке жил поразительно разносторонний учёный, который много сделал для расшифровки космических телеграмм. Он удивительным образом соединил в себе интерес к земному и космическому электричеству, занимаясь сверхпроводимостью и сверхтекучестью, а также космическими лучами и излучением Вавилова – Черенкова.

Звали его Виталий Гинзбург. Он родился в России в 1916 году, когда на крохотной планете Земля бушевала Первая мировая война – и испытания, которые выпали на долю человечества, только начинались. До 11 лет мальчик не ходил в школу – учился дома, под руководством отца, выпускника Рижского политехникума. Потом Виталий Гинзбург занимался в школе – но всего четыре года. Дальше была учеба в фабрично-заводском училище и работа лаборантом в рентгенологической лаборатории.

В возрасте 18 лет Виталий Гинзбург поступает сразу на второй курс физического факультета Московского государственного института. Через шесть лет он защищает кандидатскую диссертацию, ещё через два года – докторскую и начинает работать в теоретическом отделе Физического института им. Лебедева. Вокруг гремела Вторая мировая война, но учёного не брали на фронт, и он продолжал заниматься сложными физическими теориями. Ещё в 1940 году учёный разработал квантовую теорию эффекта Вавилова – Черенкова, а в 1950 году создал вместе со Львом Ландау одну из первых теорий сверхпроводимости. В 1958 году Виталий Гинзбург вместе с Львом Питаевским создал теорию сверхтекучести.

Но телеграммы из космоса занимали в его жизни особое место. Он разработал теорию происхождения космических лучей и вместе с Сергеем Сыроватским написал об этих лучах целую книгу, ставшую важной вехой в изучении этого удивительного явления. Он не только рассмотрел образование космических лучей – он также изучил их химический состав и превращения, которые испытывают частицы при блуждании в космосе, а также указал на механизмы космического ускорения тяжёлых ионов.

– То есть он был космическим телеграфистом – человеком, который умел читать телеграммы из космоса! – воскликнула Галатея.

– Да, эту профессию разносторонний Гинзбург тоже освоил, – кивнула Дзинтара.

В 1968 году Виталий Гинзбург решительно поддержал проект создания Якутской обсерватории по исследованию широких атмосферных ливней, которая под руководством видного учёного Дмитрия Красильникова была запущена уже через два года. Виталий Гинзбург создал при Московском физико-техническом институте кафедру проблем физики и астрофизики, которой заведовал долгое время.

Виталий Гинзбург был атеистом и активно выступал против преподавания религии в школе. Он был непримиримым борцом против лженауки. В 1998 году Виталий Гинзбург организовал в Академии наук комиссию по борьбе со лженаукой, куда были отнесены астрология, паранормальные явления, а также деятельность уфологов, экстрасенсов и многих целителей.



Он говорил: «Лженаука – это всякие построения, научные гипотезы и так далее, которые противоречат твёрдо установленным научным фактам. Лженаука – это то, что заведомо неверно». Академик Гинзбург написал письмо в газету «Известия» с требованием прекратить печатать астрологические гороскопы. Выступая на радио, Виталий Гинзбург решительно сказал:

– Я считаю, что астрология – это лженаука. И надувательство трудящихся. У нас сейчас в России достаточно тяжёлое положение. Задача интеллигенции и демократов – просвещать народ, а не оглуплять и всячески способствовать всякой чепухе. Поэтому я борюсь с астрологией.

За свою долгую научную жизнь Виталий Гинзбург написал около четырёхсот научных статей и десять монографий по теоретической физике, радиоастрономии и физике космических лучей.

В 2003 году Нобелевский комитет присудил Виталию Гинзбургу премию по физике «За пионерский вклад в теорию сверхпроводников и сверхтекучих жидкостей». В своей нобелевской речи Гинзбург сказал, вспоминая свою трудную молодость:

– Моя любовь к низким температурам удивительна после холодных военных зим.

Виталий Лазаревич Гинзбург активно популяризовал науку и писал: «Как бы мне хотелось передать читателю мой интерес к тому, как устроен мир! Я вообще считаю себя очень счастливым человеком: всю жизнь занимался тем, что считал важным и интересным, – наукой, физикой».

- Он действительно был счастливым человеком! – сказала Галатея.  
– Безусловно! – ответила Дзинтара.

### Примечания для любопытных

**Виктор Гесс** (1883–1964) – знаменитый австрийский физик, открывший в 1912 году космические лучи и получивший за это Нобелевскую премию в 1936 году.

**Дмитрий Владимирович Скобельцын** (1892–1990) – выдающийся советский физик, открывший в космических лучах заряженные частицы. С помощью камеры Вильсона установил факт, что космические лучи приходят ливнем – целым потоком элементарных частиц. Академик (1946).

**Космические лучи** – элементарные частицы и ядра атомов, которые движутся в космическом пространстве со скоростями близкими к скорости света.

**Камера Вильсона** – или туманная камера, наполненная перенасыщенным паром. Прибор, изобретённый шотландским физиком Чарльзом Вильсоном (1869–1959) в 1910–1912 годах. Камера позволяла видеть траектории элементарных частиц, вызывающих образование тумана вдоль своего пути. За это изобретение Вильсон получил Нобелевскую премию (1927).

**Излучение Вавилова – Черенкова** – излучение, возникающее при сверхсветовом движении заряженных частиц в средах, в которых скорость света меньше, чем в вакууме.

**Павел Алексеевич Черенков** (1904–1990) – выдающийся советский физик, открыватель черенковского излучения в 1934 году. Лауреат Нобелевской премии (1958).

**Сергей Иванович Вавилов** (1891–1951) – выдающийся советский физик, основатель школы физической оптики. Академик, Президент АН СССР (1945–1951)

**Обсерватория имени Пьера Оже** – обсерватория, построенная в 2004–2008 годах в Аргентине на высоте около полутора километров для наблюдения широких атмосферных ливней, вызывающих излучение Вавилова – Черенкова. Охватывает наблюдениями 3000 квадратных километров.

**Пьер Оже** (1899–1993) – известный французский физик, исследовавший в 1938 году широкие атмосферные ливни.

**Карл Андерсон** (1905–1991) – знаменитый американский физик, открывший в 1932 году в космических лучах позитрон и получивший за это Нобелевскую премию. Позже он вместе со студентом Сетом Неддермейером открыл в космических лучах мюон.

**Сет Неддермейер** (1907–1988) – американский учёный, участвовавший в открытии позитрона и мюона вместе с К. Андерсоном. Позже участвовал в проекте создания ядерного оружия.

**Хидеки Юкава** (1907–1981) – выдающийся японский физик, предсказавший в 1935 году элементарную частицу пион – переносчик ядерного взаимодействия. Первый из японских учёных получил Нобелевскую премию (1949).

**Сильное взаимодействие** – одно из четырёх фундаментальных взаимодействий в физике (вместе с электромагнитным, слабым и гравитационным). Отвечает за притяжение нуклонов (протонов и нейтронов) в ядрах атомов.

**Исидор Раби** (1898–1988) – выдающийся американский физик, получивший в 1944 году Нобелевскую премию за работы в области ядерно-магнитного резонанса.

**Сесил Пауэлл** (1903–1969) – выдающийся британский учёный, который открыл пион в космических лучах в 1947 году. Получил за это Нобелевскую премию (1950).

**Джон Линдсей** (1925–2002) – видный американский физик, открывший невероятно быстрые элементарные частицы космических лучей.

**Лев Петрович Питаевский** (р. 1933) – известный советский физик, соавтор теории сверхтекучести Гинзбурга – Питаевского. Академик (1990).

**Сергей Иванович Сыроватский** (1925–1979) – советский физик и астрофизик. Написал вместе с В. Л. Гинзбургом книгу «Происхождение космических лучей» (1963).

**Дмитрий Данилович Красильников** (1920–1985) – видный специалист по

космическим лучам, основатель Якутской установки ШАЛ. Доктор физико-математических наук, лауреат Ленинской премии СССР.

**Якутская комплексная установка ШАЛ им. Д. Д. Красильникова** – обсерватория по комплексному наблюдению широких атмосферных ливней (ШАЛ), производящая измерения с 1970 года. Детекторы расположены в круге диаметром в 4 км.

## **История о победителях электрических драконов Венеры**

Лето 1963 года. Жарко. Двое мальчиков отправились купаться на речку Бирюсу. Поплавали, поплескались, потом стали нырять, соревнуясь, кто глубже. Вдруг один из них вынырнул с круглыми глазами, отфыркался и закричал:

– Там что-то космическое! Инопланетное! Лежит!

– Ладно тебе заливать! – с ревностью сказал другой. – Откуда на дне нашей речки взяться чему-то космическому?

– С неба, балда! – ответил первый мальчик и снова нырнул.

Тут и второй не выдержал и плюхнулся следом. Совместными усилиями они подтащили к берегу удивительный серебристый шар метрового размера. Он был нетяжёлым в воде, но ближе к берегу ворочать его стало трудно.

Этот шар был настолько чужд этой речке с тихими деревушками, рощами зелёных деревьев и лугами, по которым бродили редкие коровы, звякая колокольцами, что второй мальчишка признал:

– Точно – с неба!

Шар был помятым и обгорелым, видно досталось ему, пока летел в своих космических далях. Мальчишки побежали домой, рассказали родителям. Те сразу стали звонить в милицию. Вскоре за шаром прилетел вертолёт. Столько важных людей засуетилось возле этого шара, что стало понятно – действительно очень важный шар.

Мальчишки осмелели и спросили у прилетевшего на вертолете худого дядьки с добрым лицом:

– Дяденька, что за шар-то? Неужто из космоса прилетел? И что там внутри?

Дяденька вздохнул и сказал:

– Так и быть, расскажу, вы это заслужили.

Он взял отвёртку, раскрутил болты и раскрыл сферу. В ней лежала красивая медаль.

– Эта медаль предназначалась для планеты Венера. Два года назад мы запустили космический корабль на эту планету. Это была первая ракета к Венере – далёкой и загадочной планете... Этот шар должен был приземлиться... вернее, привенериться в океан, который, как мы полагаем, покрывает поверхность Венеры, – и плавать там вместе с этой медалью, нашим приветом космической соседке. Но отказала одна деталь, поэтому ракета вышла в космос, но не полетела дальше, к Венере, а упала к вам, в речку Бирюсу.

– Значит, не удалось долететь до Венеры? – расстроенным голосом спросил мальчик, нашедший сферу.

– Пока – да, но обязательно удастся, – улыбнулся худой дяденька. – Вот вы подрастёте – и тоже поможете. У вас уже есть опыт работы с космической техникой! – пошутил он.

– Поможем, конечно! – сказал второй мальчик и шмыгнул носом.

– А может, эту неправильную деталь надо заменить другой? – подал практический совет первый мальчик.

– Мы так и сделали, – сказал дяденька. – Мы проанализировали полёт этой ракеты и решили, что деталь отказала из-за того, что попала в вакуум, непривычную для неё среду. Поэтому для следующего запуска, который был запланирован всего через 8 дней, 12 февраля 1961 года, мы поместили эту деталь в герметичный контейнер. И ракета успешно взлетела и взяла курс на Венеру!

– Ура! – закричали мальчишки. – Победа!

– Не совсем, – вздохнул дяденька. – В космосе каждый шаг даётся с трудом. Мы следили за полётом второй ракеты в течение недели. Она преодолела два миллиона километров, а потом не вышла на связь. Мы потеряли контакт с ней, но она самостоятельно добралась до Венеры и пролетела на небольшом расстоянии от неё. Так что во многих смыслах этот полёт был успешным.

– А зачем лететь на Венеру? – спросил второй мальчишка.

– Потому что мы – люди. Венера прячется за вечными облаками, и мы хотим знать – плещется ли на её поверхности океан, или растут густые джунгли, или простирается горячая пустыня? И мы непременно узнаем, потому что мы строим новые, более совершенные ракеты, которые непременно проникнут под облачный покров Венеры и узнают все её тайны.

Мальчики переглянулись. Видно было, что им ужасно хочется принять участие в исследовании загадочной планеты Венеры.

Три года спустя, 1 марта 1966 года, по радио передали, что новая советская ракета достигла поверхности планеты Венеры.

– Ну вот, мы опоздали! – с досадой сказал второй, уже повзрослевший мальчишка.

– Ничего не опоздали, – сказал первый. – Видишь, ничего эта ракета не передала с Венеры. Так что до сих пор никто не знает – что там, океан или джунгли.

Мальчик был прав: когда в 1966 году первый земной аппарат достиг поверхности другой планеты, ещё ничего не было известно про то, как выглядит Венера. Только в июне 1967 года к этой загадочной планете была запущена станция, которая должна была совершить мягкую посадку на поверхность – и сообщить на Землю, что она там узнала и измерила.

Какое давление атмосферы на поверхности Венеры? Какая температура? – учёные не знали ответов на эти вопросы и могли только строить предположения.

Теоретики полагали, что на поверхности Венеры давление атмосферы может быть в 10 раз больше, чем у земной атмосферы. Конструкторы услышали эти цифры, почесали в затылках, и на всякий случай сделали аппарат таким прочным, чтобы он мог выдержать давление в 20 атмосфер.

И вот межпланетная станция «Венера-4» 18 октября 1967 года достигла Венеры и вошла в её атмосферу. Перегрузки при торможении аппарата достигли 300 земных тяжестей, но аппаратура работала исправно, сообщая данные о температуре и давлении.

– 300 g? – поразился Андрей. – Да такая перегрузка слона расплющит!

– Не будем издеваться над бедным слоном, – нахмурила брови Дзинтара. – Действительно, редкий аппарат, созданный землянами, может остаться исправным при таких перегрузках, но венерианская станция была сделано очень прочно. Она передавала данные о давлении до высоты 28 километров, где её корпус, рассчитанный на давление в 20 атмосфер, всё-таки был раздавлен атмосферой Венеры, как жестянка из-под газировки.

– Мы ошиблись в расчётах! – сказал худой дяденька, знакомый сибирских мальчишек. – Если давление достигает такого значения на такой огромной высоте, то на поверхности Венеры давление гораздо больше! Там вся сотня атмосфер наберётся!

– И там должно быть жарко, как на сковородке, – хмуро сказал другой учёный. – Температурный датчик сначала показывал 33 градусов по Цельсию, а перед разрушением – уже 262 градуса Цельсия. На поверхности будет пекло в сотни градусов!

– Ни океан, ни джунгли нас там не ждут, – сказал третий исследователь. – Приборы показывают, что в атмосфере почти нет кислорода, практически один углекислый газ.

– Надо полностью менять конструкцию станции, – вздохнул главный конструктор и потёр усталое лицо. – Спасибо станции «Венера-4»: мы сейчас знаем, что нас ждёт.

Прошло меньше трёх лет – и с космодрома Байконур взлетела ракета с межпланетной станцией «Венера-7», которая была сконструирована так, чтобы приземлиться на горячей поверхности Венеры и уцелеть. В этот раз учёные рассчитывали, что на поверхности Венеры станцию встретит давление в 100 атмосфер и температура в 500 цельсиев. Конструкторы заменили легкий магниевый-алюминиевый корпус спускаемого аппарата на титановый, который мог выдержать давление в 180 атмосфер.

15 декабря 1970 года станция вошла в атмосферу планеты. Перегрузки достигли 350 g. Станция осуществила мягкую посадку, а по показаниям приборов учёные вычислили параметры венерианской атмосферы: давление 90 земных атмосфер, температура 475 градусов Цельсия: достаточно, чтобы расплавить свинец и олово.

В июне 1975 года спускаемый аппарат «Венера-9» совершил мягкую посадку и прислал первые чёрно-белые фотографии венерианской поверхности. В октябре 1981 года «Венера-13» с поверхности своей тёмки передала первую цветную панораму. Человек смог увидеть поверхность Венеры в естественном цвете.

– Он словно сам там побывал! – воскликнула Галатея.

– Да, Венера перестала быть планетой-тайной. Хотя она сохраняет немало секретов, но её поверхность мы уже видели. В 1984 году советскими аппаратами «Вега» в атмосферу Венеры были сброшены два летающих зонда-аэростата. В 1989 году вокруг Венеры начал работать американский спутник «Магеллан», который с помощью радиолокатора получил высококачественную трёхмерную модель поверхности Венеры – с её хребтами, вулканами, лавовыми потоками и метеоритными кратерами. Но атмосфера Венеры таит в себе множество тайн – как, например, её загадочное супервращение вокруг медленно вращающейся планеты, над которым, наверное, сломали голову все венерианские метеорологи.

Галатея вдруг сказала, немного невпопад, но видно – наболело:

– А почему земные метеорологи не могут хорошо предсказывать погоду? Вечно они ошибаются! Обещают солнце, а вдруг начинается дождь и всю прогулку портит!

Дзинтара:

– Полагаю, что планетные атмосферы – это самые сложные физические, то есть небиологические объекты во Вселенной. Здесь активны все фундаментальные взаимодействия – сильные, слабые, электрические и гравитационные. Ядерные взаимодействия включают атмосферные изотопы с космическими лучами. Сложнейшая атмосферная химия, в которой участвуют все четыре состояния вещества: твердое, жидкое, газообразное и плазменное. Нелинейная хаотическая динамика, из-за сложности и непредсказуемости которой человек не может уверенно предсказывать погоду даже на неделю вперёд. Вбросы пыли в атмосферу снизу – от вулканов и пожаров и сверху – от метеоритов. Атмосфера – это зона, где космическое смешивается с земным. Оболочка, в которой живут люди и о чистоте которой приходится заботиться, потому что, как оказывается, люди стали достаточно могущественными, чтобы разрушить свою атмосферу, но недостаточно умными, чтобы не делать этого.

Озон в верхних слоях атмосферы защищает нас от опасного ультрафиолета, но в приземных слоях воздуха он рассматривается как ядовитый газ. Атмосфера приносит нам живительные дожди, без которых не могут расти пшеница, рис, кукуруза и деревья. Она же обрушивает на нас разрушительные ураганы, смерчи и ливни, от которых реки выходят из берегов и сносят всё вокруг.

До сих пор атмосферное электричество таит в себе массу загадок. Вы знаете, что каждую секунду в земной атмосфере вспыхивают сто молний? Земной электрический дракон ревёт, не переставая, только не каждый его слышит. Все знают о молниях, которые вспыхивают между тучами и землёй, но мало кто знает о молниях, который бьют от грозовых туч вверх – в верхние слои атмосферы, в ионосферу. Их зовут красными эльфами,

потому что они имеют красный цвет. Такие космические молнии были сфотографированы из космоса, с обитаемой космической станции.

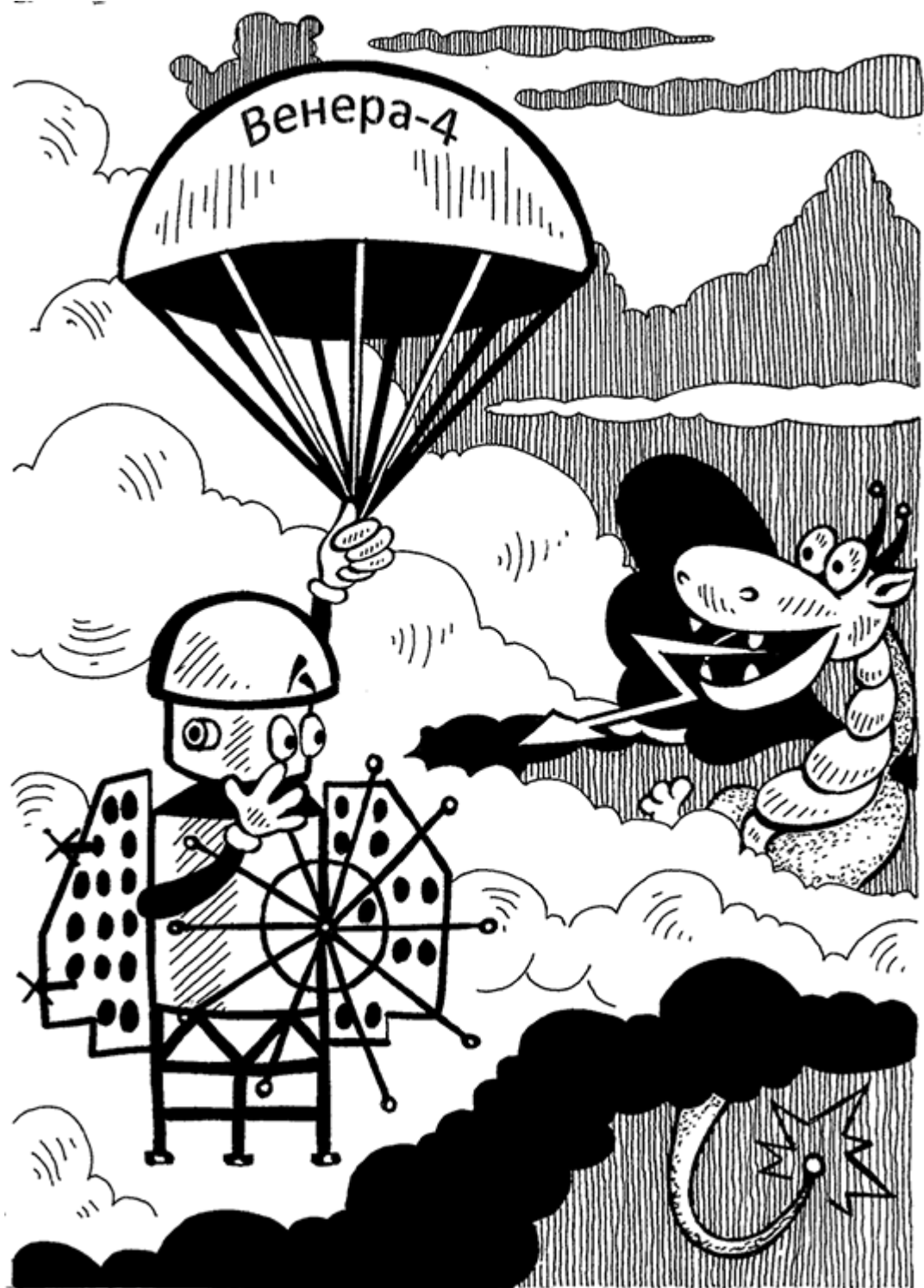
– Мама, а есть красные эльфы в атмосфере Венеры? – спросила Галатея.

– Ты задала отличный научный вопрос! – похвалила Дзинтара. – Пожалуй, никто ещё не знает на него ответа. Может, ты вырастешь и займешься этой загадкой?

Когда-то Михаил Ломоносов изучал земные молнии и открыл атмосферу Венеры. Много лет спустя на Венеру прилетели космические станции и обнаружили, что, несмотря на сухость местной атмосферы, здесь бушуют молнии почище земных. Приборы зафиксировали электромагнитное излучение, а также световые вспышки от венерианских молний. Несколько спускаемых советских и американских аппаратов замолчали на высоте 12 километров – и анализ показал, что возможной причиной их выхода из строя является разряд молнии! Но на этой высоте уже не было облаков – они располагались гораздо выше! Что за гром с ясного неба? Постепенно учёные составили карту Венеры, с её горами, равнинами, метеоритными и вулканическими кратерами. На карте таинственной планеты появились такие официальные названия, как Равнина Снегурочки и Каньон Бабы-яги.

Дальнейшие исследования потерь космических аппаратов показали, что чаще всего спускаемые аппараты выходят из строя над определёнными местами Венеры. Словно там живут электрические драконы, которые нападают на посланцев Земли.

Шаг за шагом, планетологи изучали эти опасные венерианские равнины – и обнаружили, что эти области демонстрируют аномалию гравитационного поля, похожую на ту, которую имеют области молодых действующих вулканов на Земле. При этом было известно, что в облаках пепла, выброшенных земными вулканами, бушуют сильные молнии. Видимо, венерианские электрические драконы представляют собой мощные вулканические облака, в которых сверкают молнии. И спускаемым аппаратам, как бы они ни были прочны, надо держаться подальше от таких опасных мест с вулканическими извержениями и пылевыми электрическими драконами.



Шаг за шагом Венера открывала свои тайны учёным. Отметим, что первым высказал идею о молниях на Венере и об её активном вулканизме видный советский планетолог Леонид Ксанфомалити. Обширную программу по исследованию молний Венеры выполнил американец Кристофер Рассел.

Сменяются поколения конструкторов и инженеров, им приходит на смену молодежь – вчерашние мальчишки. Совершенствуются технологии, делая сегодня возможным то, что раньше считалось немыслимым. Человечество постепенно осваивает Солнечную систему. Пройдёт не так уж много времени, по историческим меркам, – и на далёких планетах возникнут человеческие поселения.

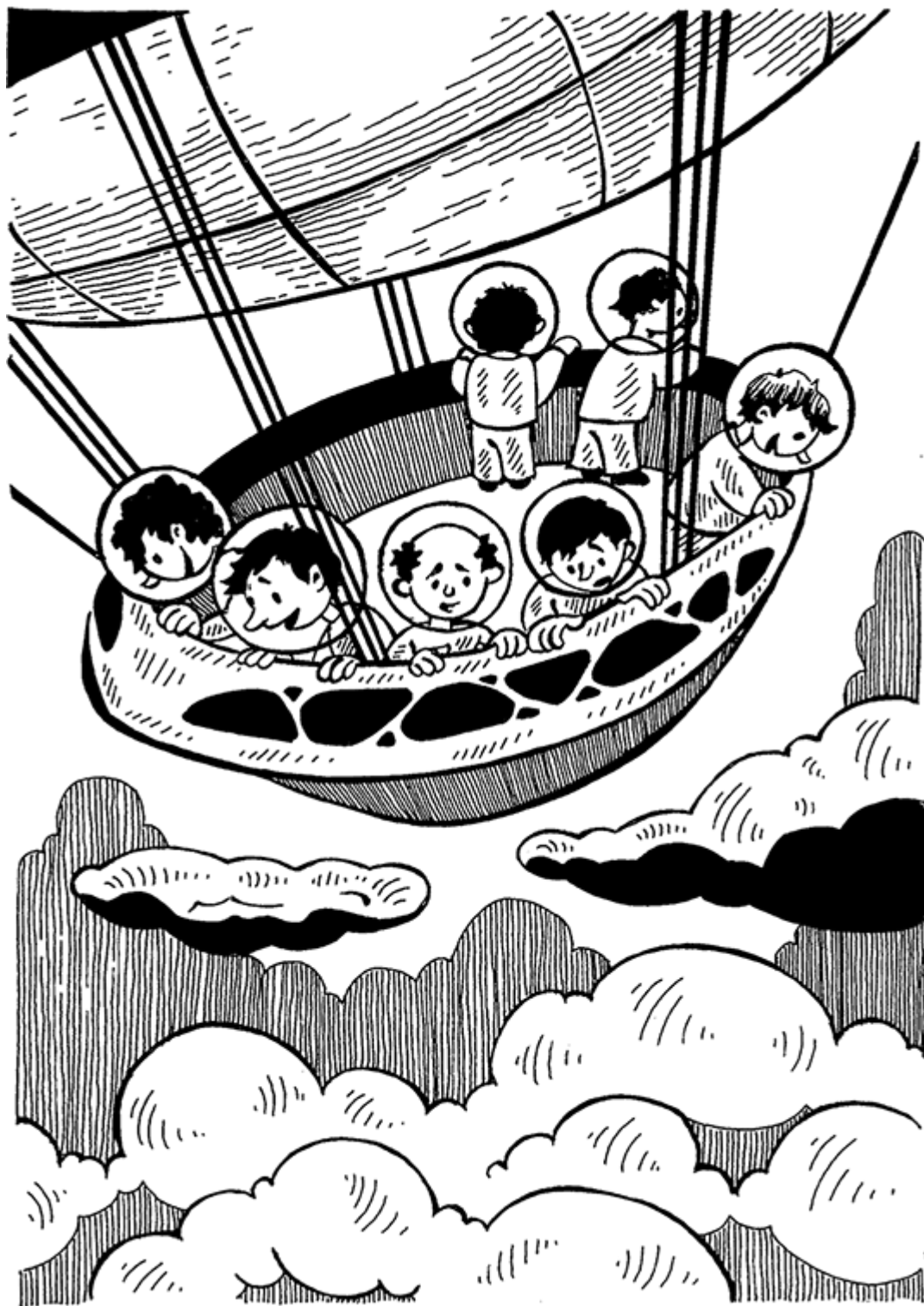
– Мама, – не вытерпела Галатея. – Но как создать город на Венере, если там так жарко



и такое большое давление?

Дзинтара сказала, качая головой:

– Думаю, что на Венере возникнет необычный – летающий город. В венерианской атмосфере есть высоты, на которых и давление, и температура вполне комфортны. Если создать большой дирижабль, то он будет летать в атмосфере Венеры без всяких моторов, не боясь столкнуться с каким-либо препятствием.



Писатель Ник. Горькавый описал такой город в своем романе «Возвращение астровитянки». Вот несколько описаний Венеры и летающего города из этого романа:

«Огромный сплюснутый эллипсоид, надутый гелием, плавно и стремительно – в треть

от земной скорости звука – летел на запад над экваториальной зоной Венеры, подгоняемый суперротацией плотной атмосферы. Над южным континентом Афродиты аэростат слегка потряхивало, и обычная высота полёта в шестьдесят километров чуть увеличивалась.

Под аэростатом размещалась круглая плоская гондола, похожая на таблетку, где жили люди и размещалось несколько десятков лабораторий и приборных отсеков.

Первые дни Анатолий много бродил по станции, на которой жила добрая сотня учёных, космонавтов, инженеров и вилётчиков-атмосферников – пилотов венерианских самолётов. В двух просторных шлюзах станции стояло несколько транспортных и научных венолётов – вилётов.

Это были угрюмые бронированные машины с сильно окисленными боками и горелыми полосами на массивном корпусе и кургузых крыльях. Неровная потемневшая поверхность фюзеляжа ясно говорила о раскалённых и едких воздушных потоках, бушевавших вокруг этих необычных летательных аппаратов. Вилёты не походили на щеголеватые земные самолёты и казались ржавыми боевыми машинами какой-то легендарной космической империи, случайно попавшими в руки людей».

«Пилот Серджио Ипатов покатал Анатолия на малом транспортном вилёте. Летящую машину здорово потряхивало, хотя они не забирались вглубь атмосферы – так, зацепили самый краешек на высоте сорока километров, поднырнув под дымку кислотных облаков.

– Понимаешь, сынок, с пассажиром вниз не положено, – объяснил Серджио.

Он снисходительно звал Анатолия „сынком“, хотя по возрасту ему в отцы явно не годился. Анатолий не возражал – пусть зовёт, лишь бы катал.

– Внизу там творится такое, такое... – Серджио закатывал глаза, но объяснить толком не мог.

Потом они поднялись на сотню километров, и небо над ними очистилось и посветлело, а под ними кто-то могучий продолжал помешивать огромной ложкой адское варево венерианской атмосферы, а варево сопротивлялось, тянулось колоссальными облачными струями и упрямо не перемешивалось.

„Странная планета... – думал Анатолий, глядя вниз сквозь толстое стекло иллюминатора. – Облака и туманы из концентрированной серной кислоты, атмосфера из бесплодного горячего углекислого газа в сто раз плотнее земной. Венерианский день длиннее венерианского года, а сухая каменистая поверхность раскалена как сковорода – до пятисот градусов. Дождь из серной кислоты не поливает поверхность Венеры только потому, что не долетает до неё, успевая испариться от невыносимой жары уже на высоте двадцати километров. И кто-то мечтает превратить эту страшную Венеру во вторую прекрасную Землю?“

Вилёт на тропосферных высотах ниже тридцати километров обычно управлялся дистанционно – с помощью не рукояток, а сенсорного костюма. Пилот словно прирастал к вилёту своими нервами и ощущал его крылья и двигатели как части собственного организма. На самом деле пилот сидел в аэростате в сенс-костюме, а вилёт нырял в адскую жаркую тьму без человека.

Но все пилоты настаивали на своём присутствии там.

– Я на своей шкуре чую всё – ливни из серной кислоты, ураганы, вулканические извержения! – Серджио пил слабое пиво в баре и размахивал руками. – Как-то над горами Максвелла меня затянуло в центр кислотного урагана. Я оттуда еле выбрался, всю горючку сжёг, а двигатели чуть не запорол. В меня ударило триста молний. Вылезая из мокрого сенсорного костюма, а меня качает, словно я до сих пор болтаюсь в центре урагана. Залезаю в душ, а на плечах волдыри от ожогов серной кислотой. Так что это не вилёт там летает, а я сам. А вилёт это только оформляет. Понял, сынок?»

«– ...Сегодня мы потеряли научный вилёт. Будет разбирательство, но человеческая ошибка вероятнее.

Анатолий обернулся. Серджио и двое других парней-пилотов сидели в дальнем углу и

угрюмо что-то обсуждали, облокотившись на стол.

Анатолий задумчиво сказал:

– Ты летишь против плотного, как плоть, ветра, насыщенного каплями восьмидесятипроцентной серной кислоты. Ураган бьёт в твоё лобовое стекло со скоростью двести метров в секунду. Под тобой извергаются вулканы, и их ядовитые султаны, перемешанные с каменными бомбами, пробивают атмосферу насквозь. В тебя попадают невероятной силы молнии, в сто раз более частые, чем на Земле, рождённые электрическими драконами Венеры. Их громовой рёв оглушает тебя. Ты устал, ты взмок, но тебе даны доли секунды на решение, и ты принимаешь это решение. И оно оказывается неправильным. Аппарат раскалывается в раскалённых скалах, а ты попадаешь в лапы комиссий из сухопутных моряков, и все начинают тебя раскалывать, ненавидеть и жалеть, и ты уже сам жалеешь, что тебя не было в вилёте.

– Теперь я верю, что вы – писатель. Но страшное любит дружить с прекрасным. Над поверхностью Венеры плавают горячие металлические туманы, они оседают причудливым инеем на прохладных вершинах, и даже образуют блестящие озёра в высокогорных долинах. По берегам этих жидких озёр из свинца и висмута вырастают металлические цветы изумительной красоты. Я вам подарю такой цветок – у меня их целая коллекция».

Дзинтара усмехнулась:

– Возникнет ли в будущем венерианский город, описанный в фантастической книге? Это зависит от нас, землян. Вернее, от вас – молодых людей и от будущего, которое вы создадите.

– А электрические драконы не нападут на летающий город? – поинтересовалась Галатея.

– Нет, – улыбнулась Дзинтара. – В мире нет таких драконов, которых не мог бы победить разумный человек.

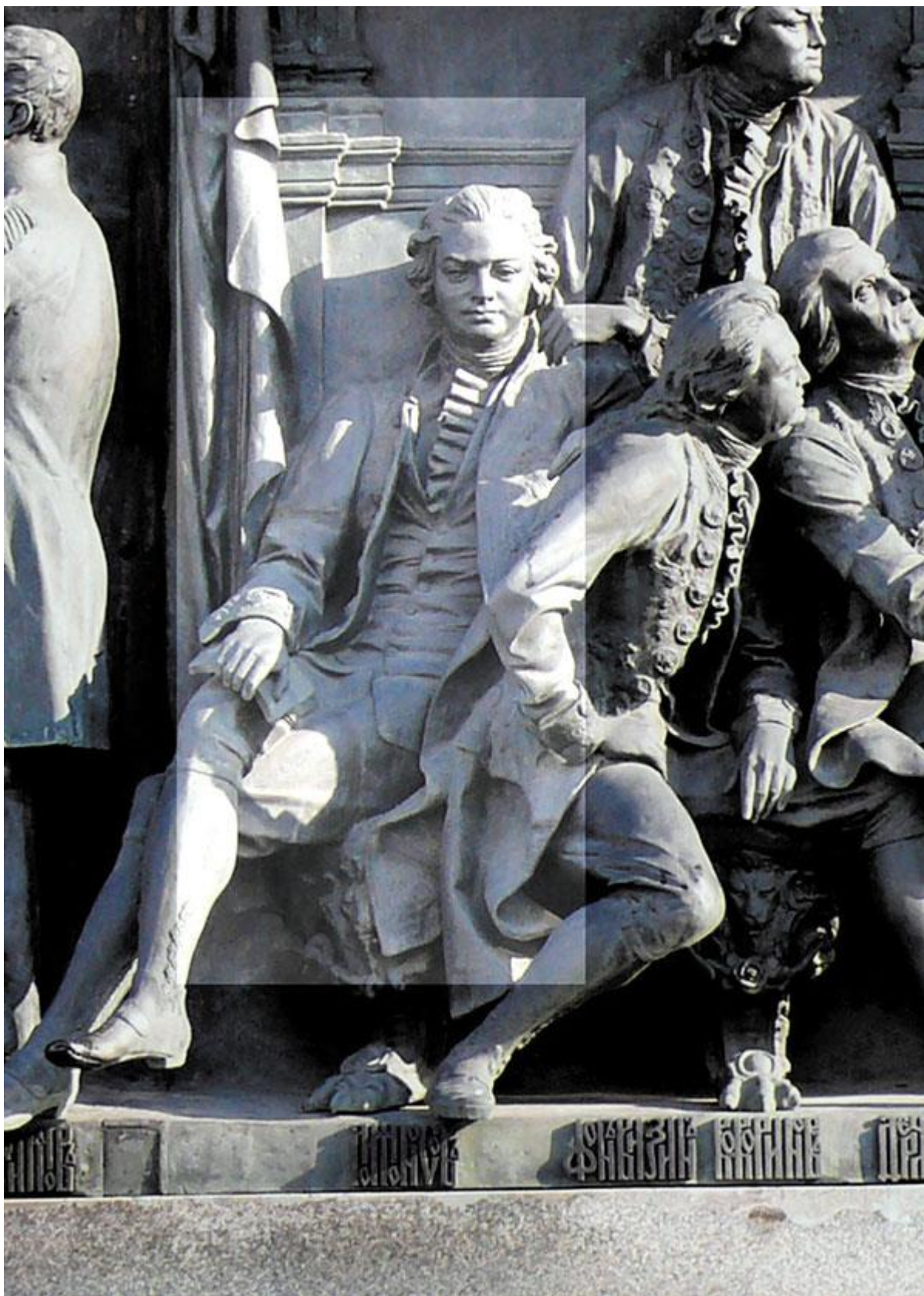
### Примечания для любопытных

**Леонид Васильевич Ксанфомалити** (р. 1932) – видный советский и российский планетолог, исследователь Марса, Венеры и кометы Галлея. Высказал предположения о молниях и активных вулканах на Венере.

**Кристофер Рассел** – видный американский исследователь, осуществивший обширную программу по исследованию молний Венеры на основе данных американских межпланетных станций «Пионер-Венера».



Вклейка



Михаил Ломоносов на памятнике «1000-летие России» в Великом Новгороде. Скульпторы М. О. Микешин, И. Н. Шредер, архитектор В. А. Гартман. *Фото из Википедии*





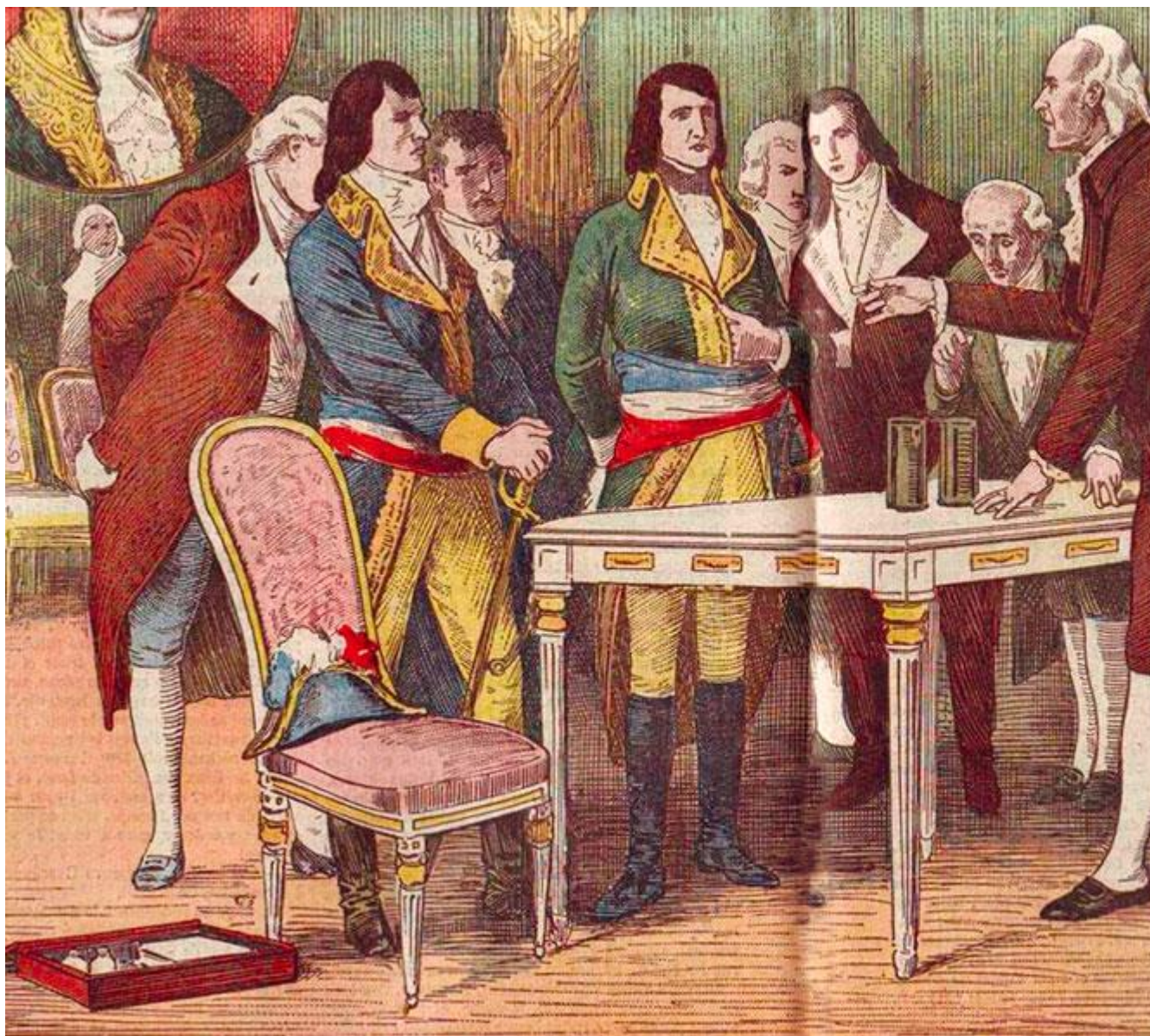


Бенджамен Франклин извлекает электричество с неба. Картина Бенджамена Уэста, 1816 год. Филадельфийский музей искусства. *Фото из Википедии*



Озеро Лаго-ди-Комо, на берегу которого родился Алессандро Вольты. *Фото из Википедии*



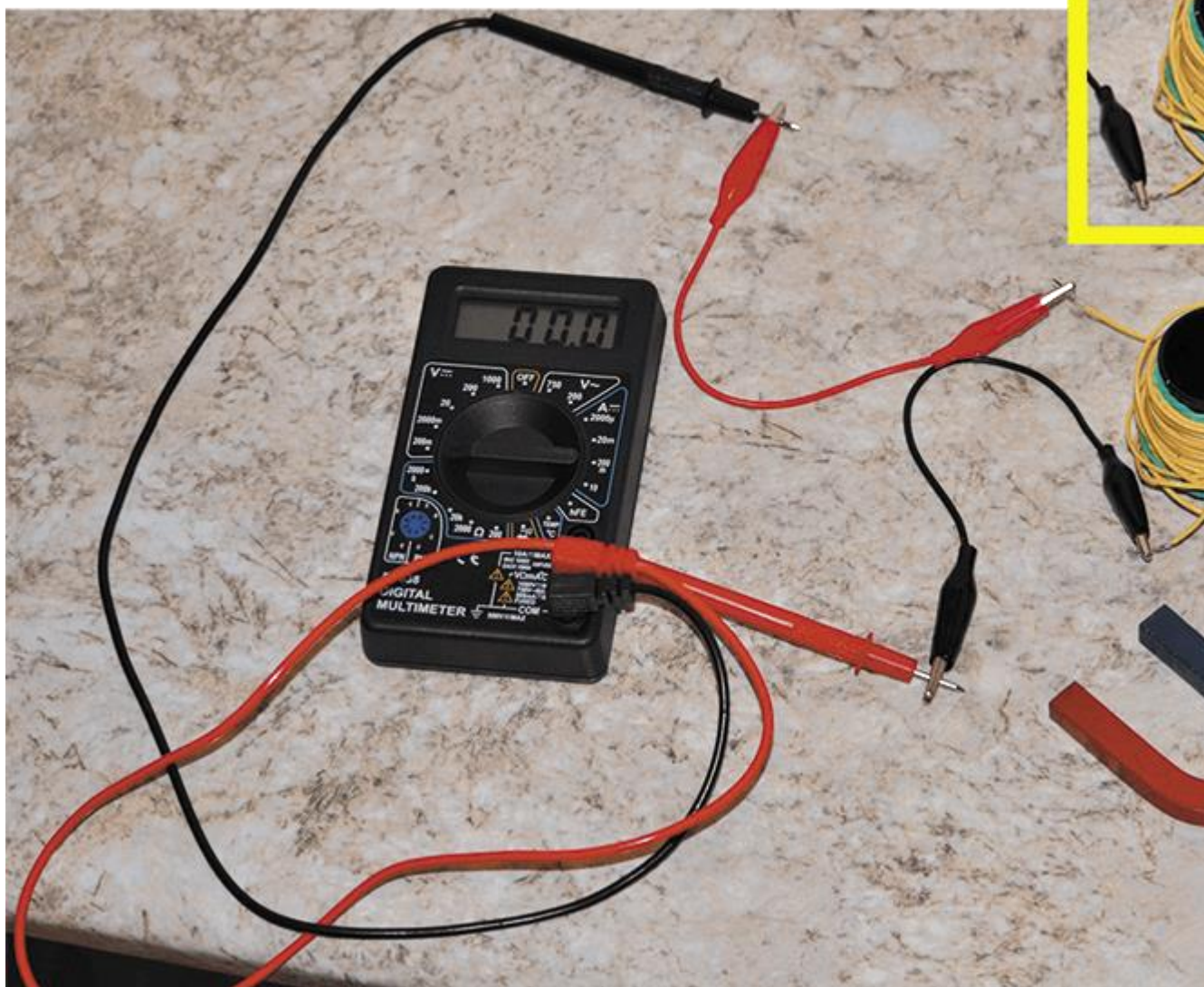


Алессандро Вольта показывает электрический «вольтов столб» императору Наполеону.  
Фото гравюры с сайта <http://engineeringhistory.tumblr.com>

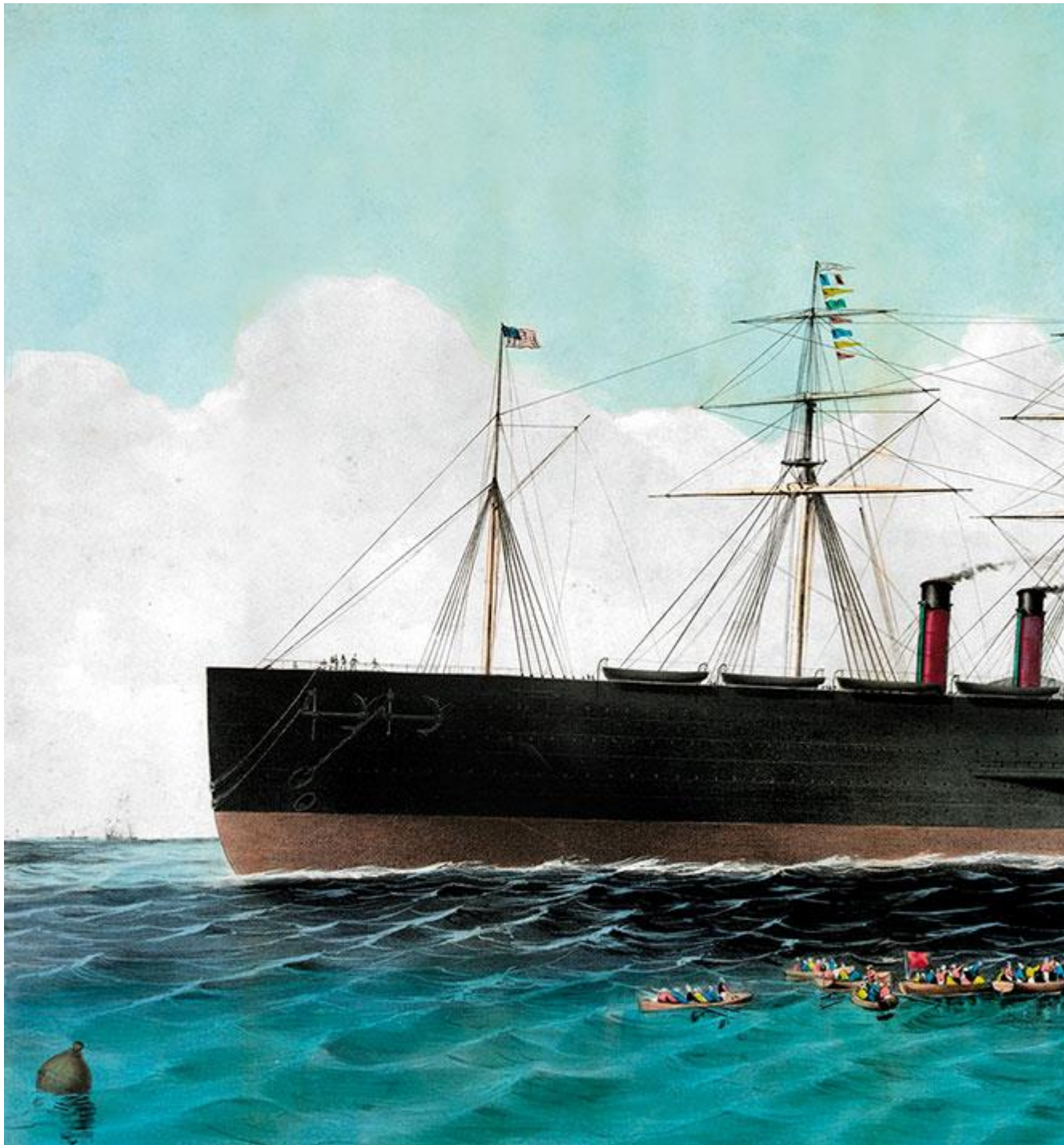


Портрет молодого Майкла Фарадея. Художник Томас Филипс, 1841–1842. Фото из *Википедии*



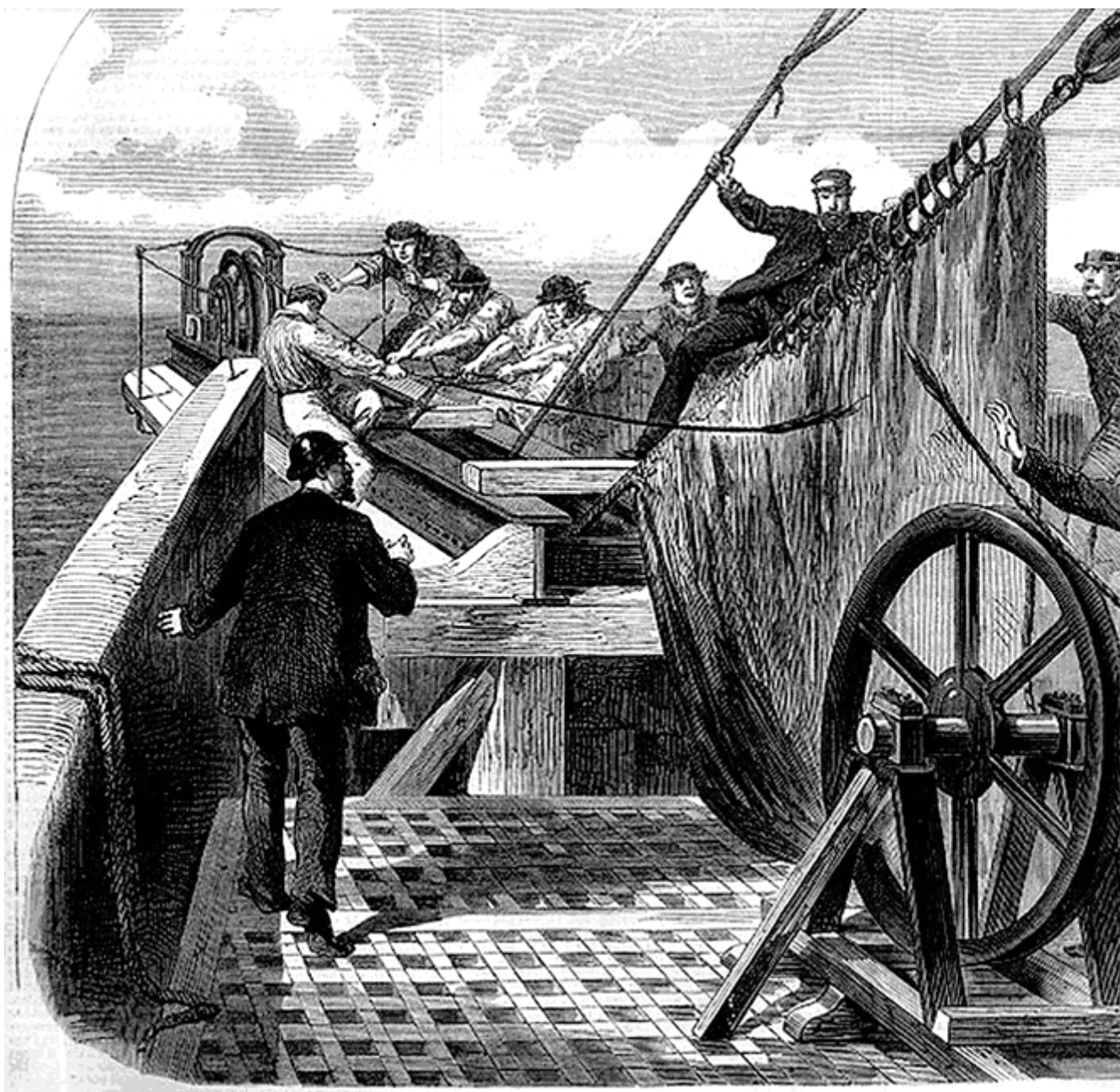


Демонстрация электромагнитной индукции, открытой Фарадеем. Магнит, вставляемый в катушку (на врезке), вызывает появление электрического тока в цепи. *Опыт и фото: Владислав Сыщенко*



Гигант XIX века: корабль «Грейт Истерн», который из пассажирского лайнера превратился в прокладчика трансатлантических кабелей. Литография Чарльза Парсонса, 1858 год. *Фото из Википедии*





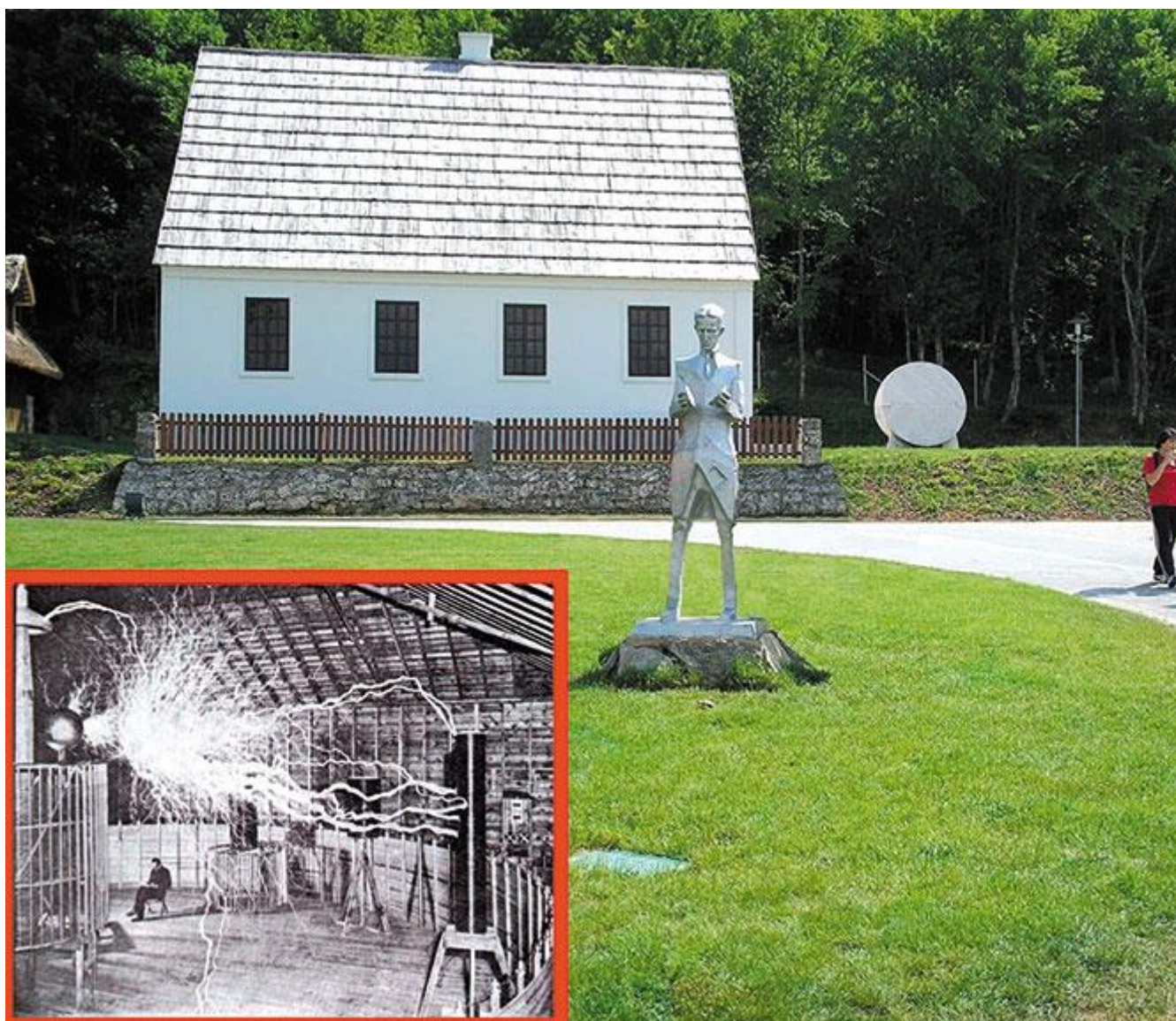
Драматический момент на палубе «Грейт Истерн», когда трансатлантический кабель оборвался и ушёл под воду. Гравюра 1865 года. Из Википедии



Английская монета в два фунта, выпущенная в 2001 году в честь 100-летия первой трансатлантической радиопередачи, осуществленной Маркони. *Фото из Википедии*

На врезке: Маркони демонстрирует свой беспроволочный телеграф в 1901 году. *Фото из Википедии*

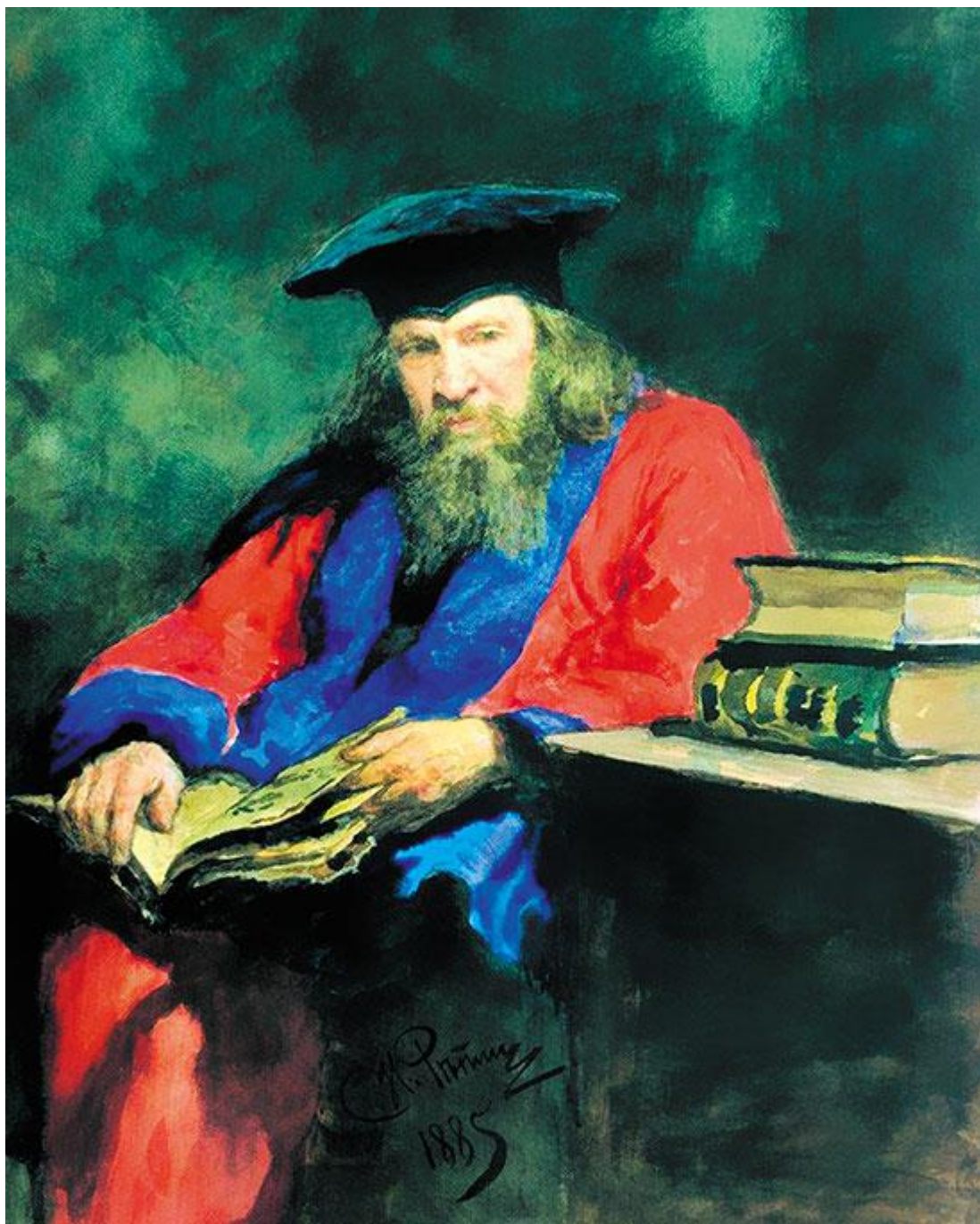




Дом-мемориал Теслы в Смиляне (ныне Хорватия). *Фото из Википедии.*

На врезке: Тесла в 1899 году проводит свои эксперименты с приручёнными семиметровыми молниями. Фото получено многократной экспозицией – с молниями и с самим Теслой отдельно. *Фото Дикинсона Аллея из Википедии*



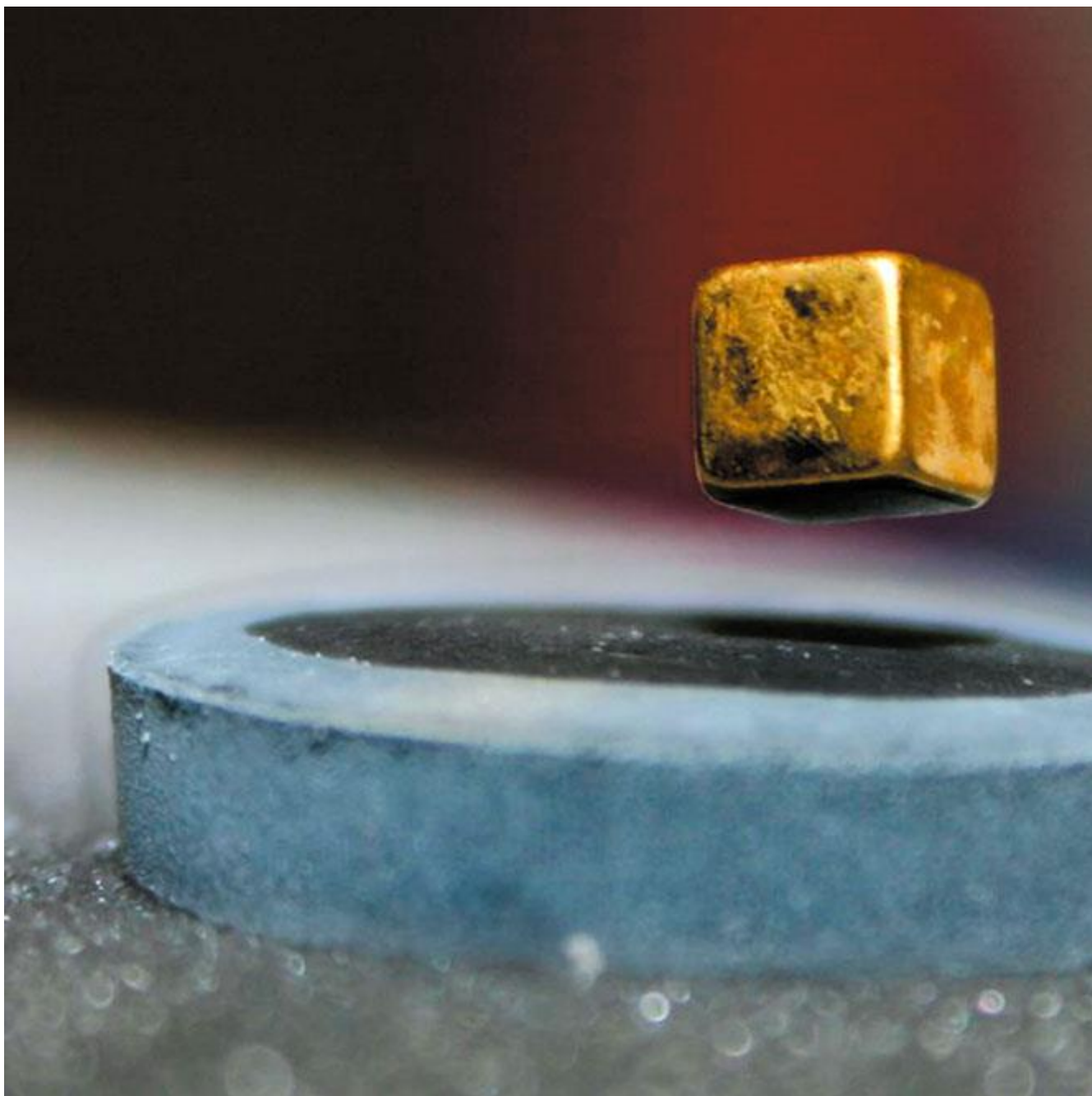


Д. И. Менделеев на картине Ильи Репина, 1885 год. Третьяковская государственная галерея. Фото из Википедии





Джефферсоновская лаборатория Гарвардского университета. Первое в мире здание, у которого с помощью эффекта Мёссбауэра померили разницу в скорости течения времени на верхнем и нижнем этажах. *Фото из Википедии*

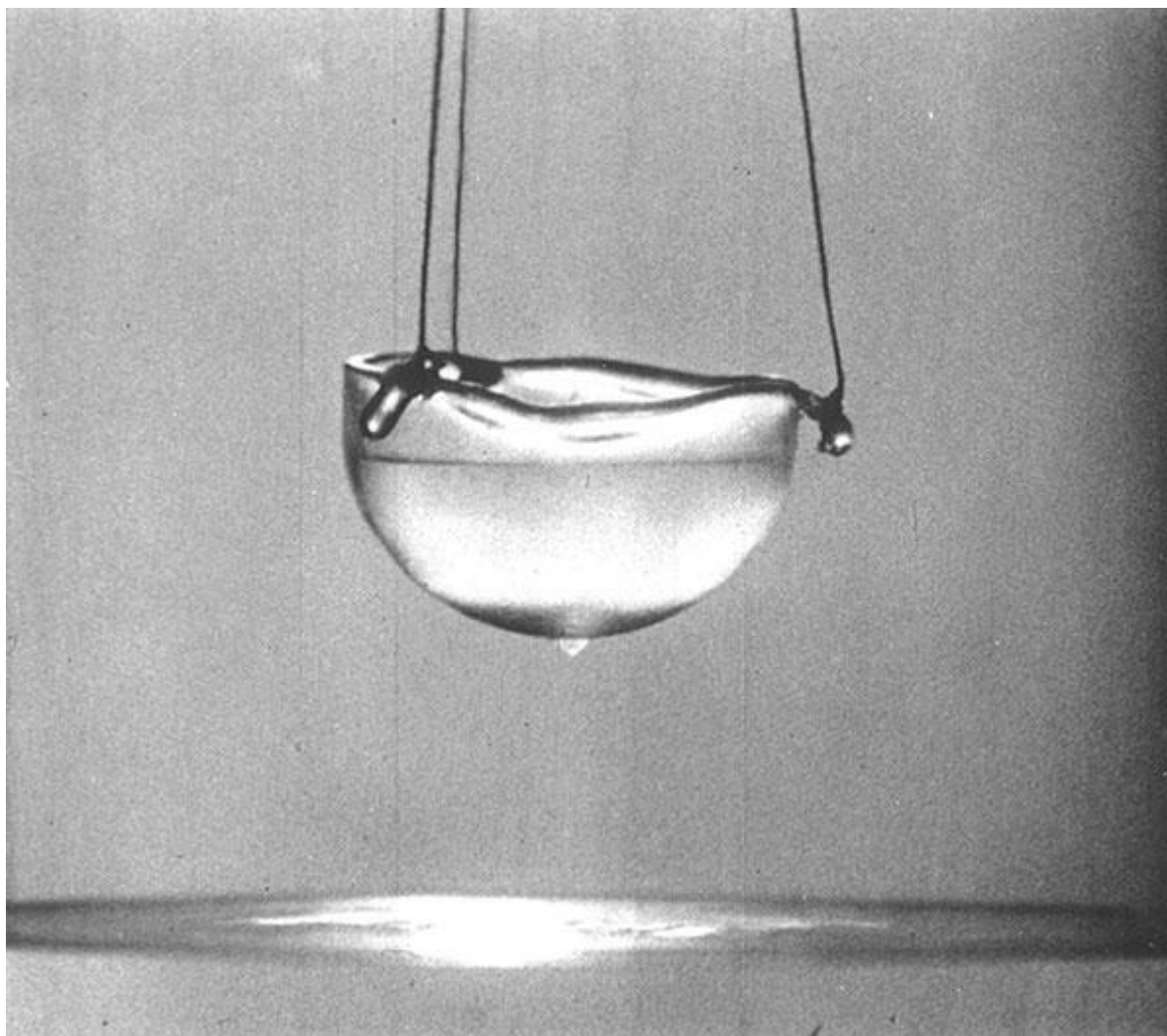


Левитация магнита над высокотемпературным сверхпроводником, охлаждённым до  $-200$  градусов Цельсия. Фото Петера Нуссбаумера





Портрет Петра Капицы и Николая Семёнова, двух будущих нобелевских лауреатов.  
Художник: Борис Кустодиев, 1921 год. *Фото из Википедии*



Сверхтекучий гелий постепенно выбирается из плошки, собирается в каплю на её дне — и капает вниз, пока вся плошка не опустеет. *Фото Альфреда Лейтнера из Википедии*



Советский механический телевизор «В-2» с диском Нипкова в экспозиции музея нижегородской радиолaborатории. *Фото из Википедии*

На врезке: первое известное изображение, полученное Дж. Бэрдом с помощью механического телевизора. На экране – его деловой партнер Оливер Хатчинсон. *Фото из архива Смитсоновского института*

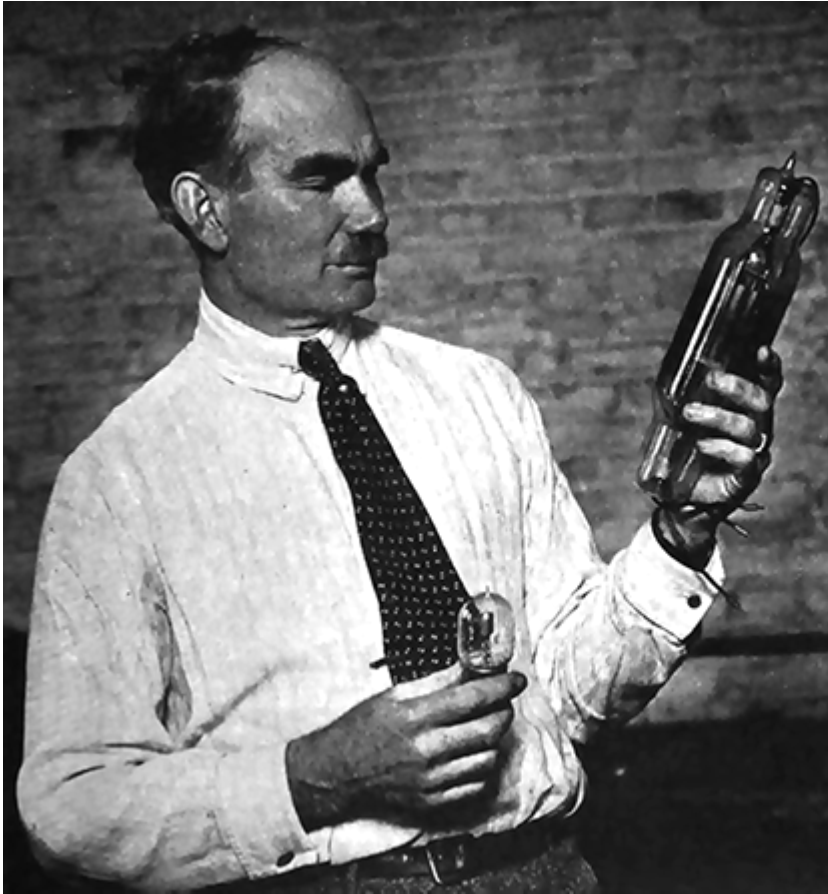


Изобретатель электронного телевидения Владимир Зворыкин демонстрирует в 1934 году свой телевизор симпатичной телезрительнице Милдред Бирт. *Фото из архива Смитсоновского института*

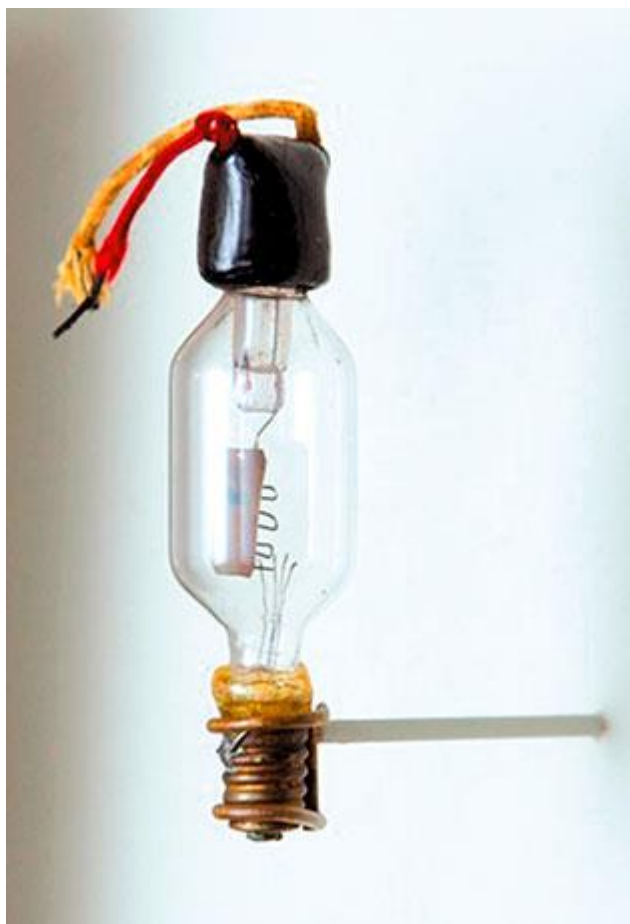




Обложка журнала от 1928 года, которая обещает скорое распространение телевизоров, подобных нарисованному. Обещание оказалось ненадёжным: первый похожий телевизор (справа внизу) RSA 630-TS появился в массовой продаже только в 1946–47 годах. Фото из Википедии



Справа: Фредерик Гутри, открыватель диода в виде вакуумной лампы. Слева: Ли де Форест, первый изобретатель вакуумного триода, который он держит в руках. 1908 год.  
*Фото из Википедии*



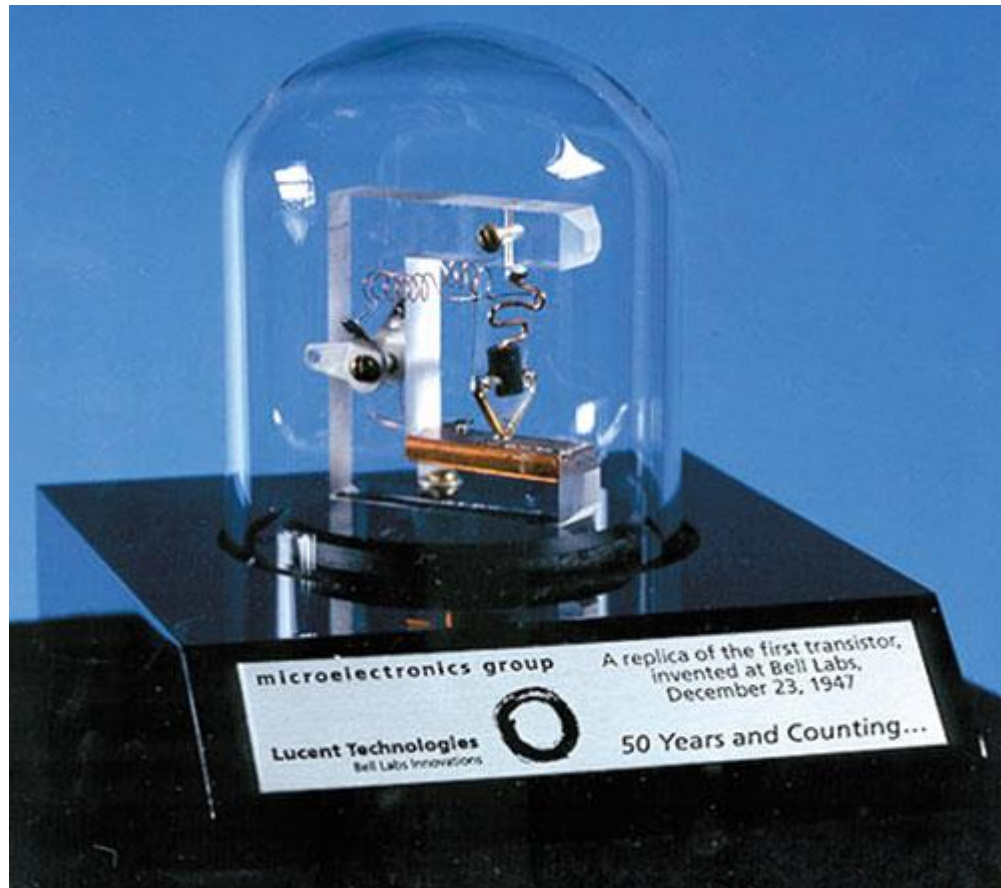
Изображение первого триода де Фореста. Фото Грегори Максвелла из Википедии



Троица главных создателей полупроводникового триода в лаборатории Белла: Джон



Бардин, Уильям Шокли и Уолтер Браттейн (слева направо). *Фото 1948 года (из Википедии)*

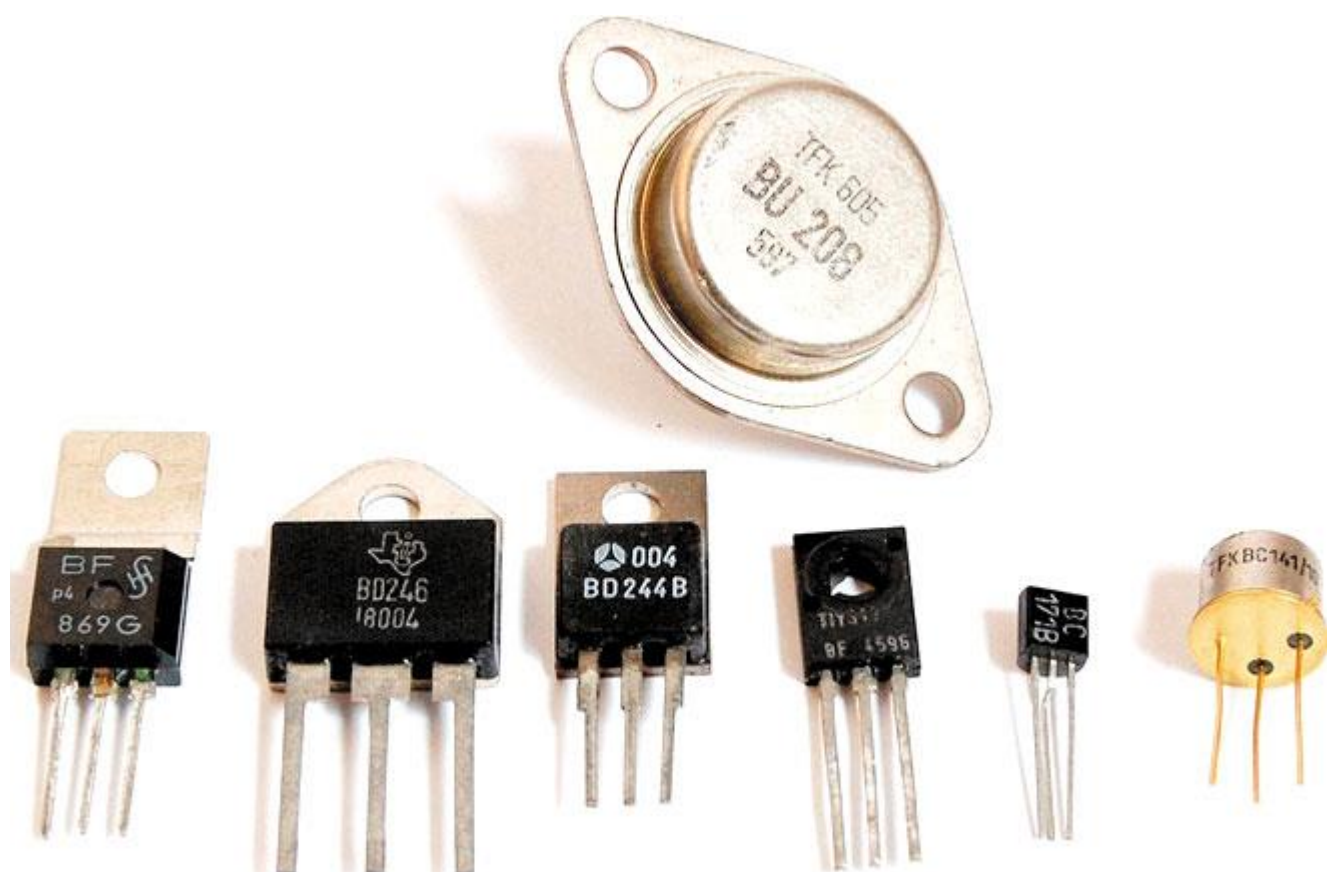


Созданный ими транзистор или первый полупроводниковый триод. *Фото из Википедии.*

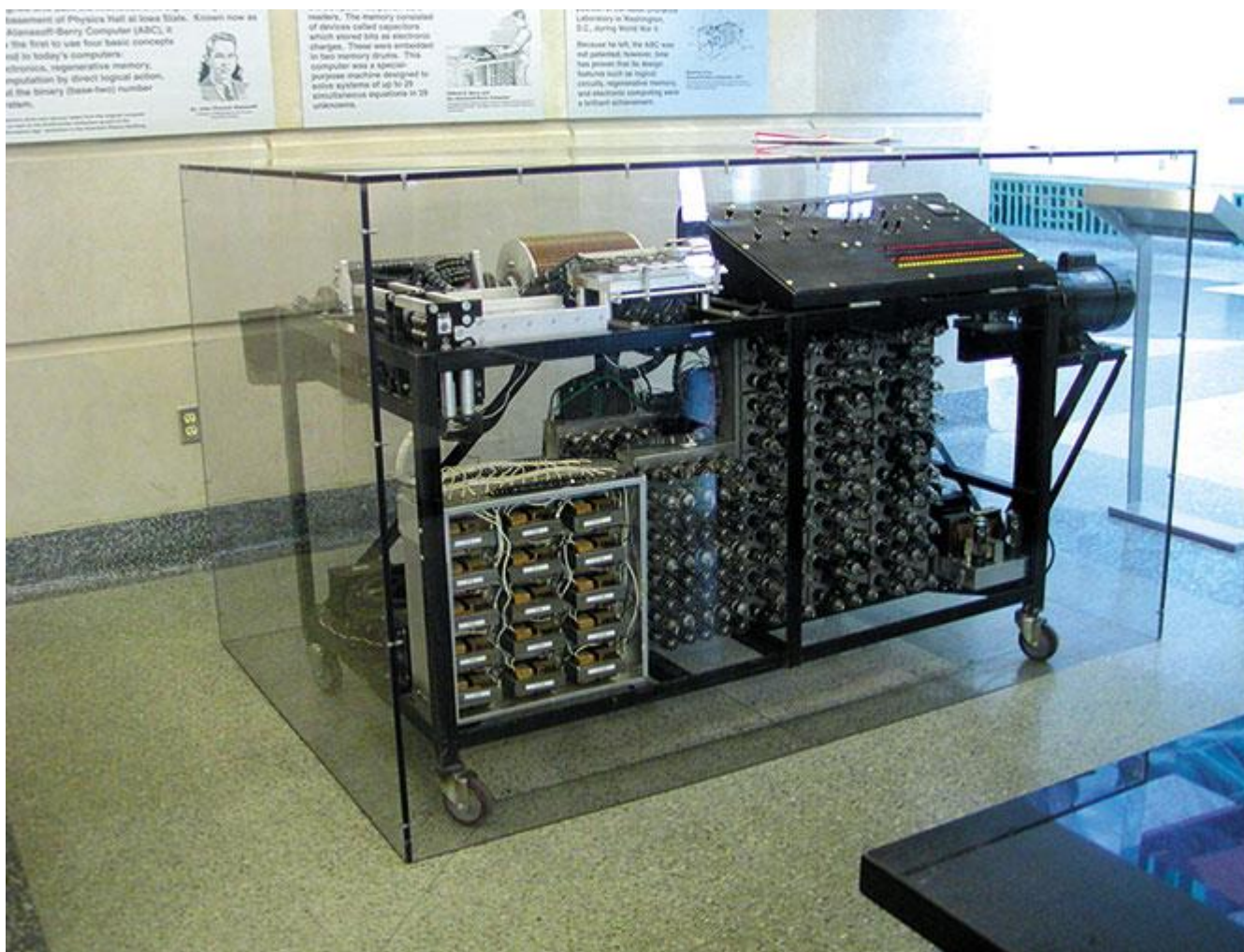


Полупроводниковый диод (полупроводник – это тёмный квадратик слева). *Фото из Википедии*

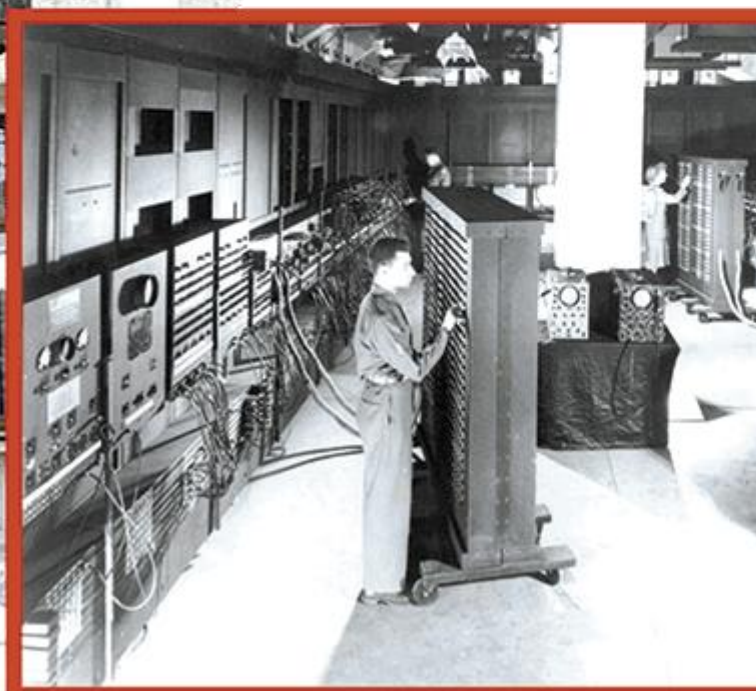




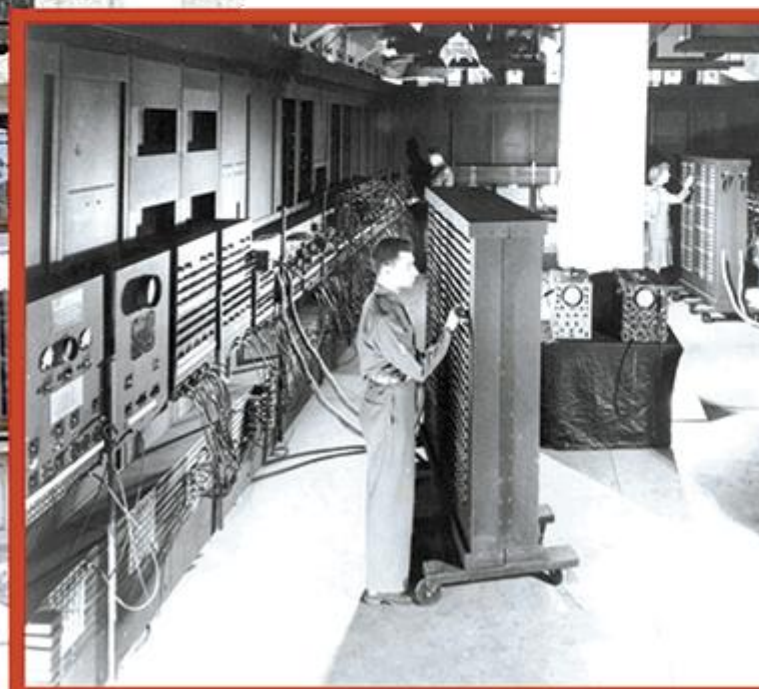
Современные транзисторы. Фото Бенедикта Сидла из Википедии



Первый в мире электронный компьютер Атанасова – Берри. Копия оригинальной машины, установленная в 1997 году в Дурхам-центре университета штата Айова. Фото из Википедии

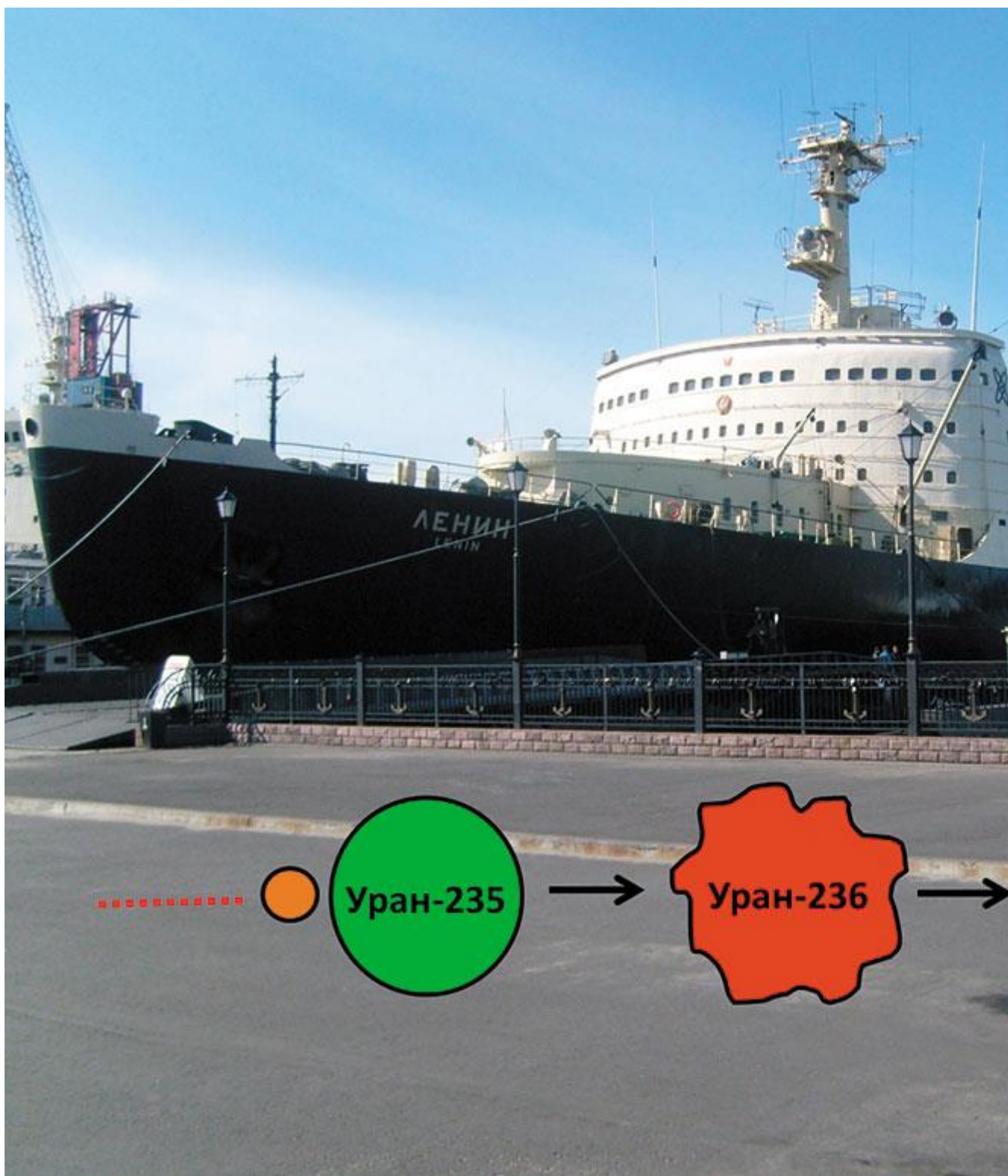






Памятник Джону Атанасову в Софии, столице Болгарии. Скульптор: Валко Ценов.  
*Фото Николая Ангелова из Википедии*

На врезке – первый активно используемый электронный компьютер «ЭНИАК». *Фото армии США (из Википедии)*



Советский ледокол – первое в мире судно на атомной энергии. Сейчас он стал музеем в Мурманске. *Фото из Википедии*

Ниже показана реакция распада ядра урана-235, вызванная попаданием нейтрона

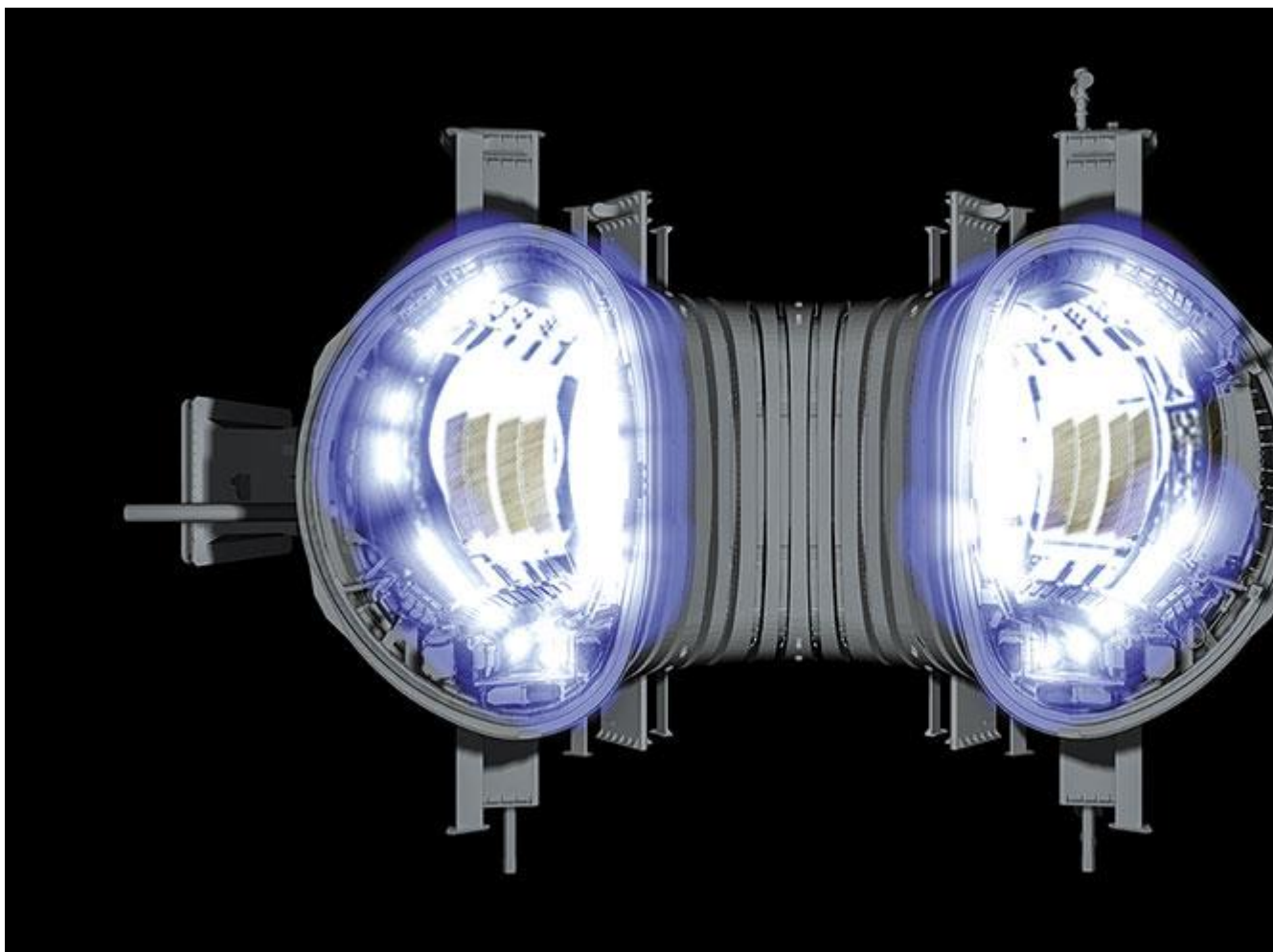




Памятник академику Игорю Курчатову в городе Челябинске. *Фото автора*

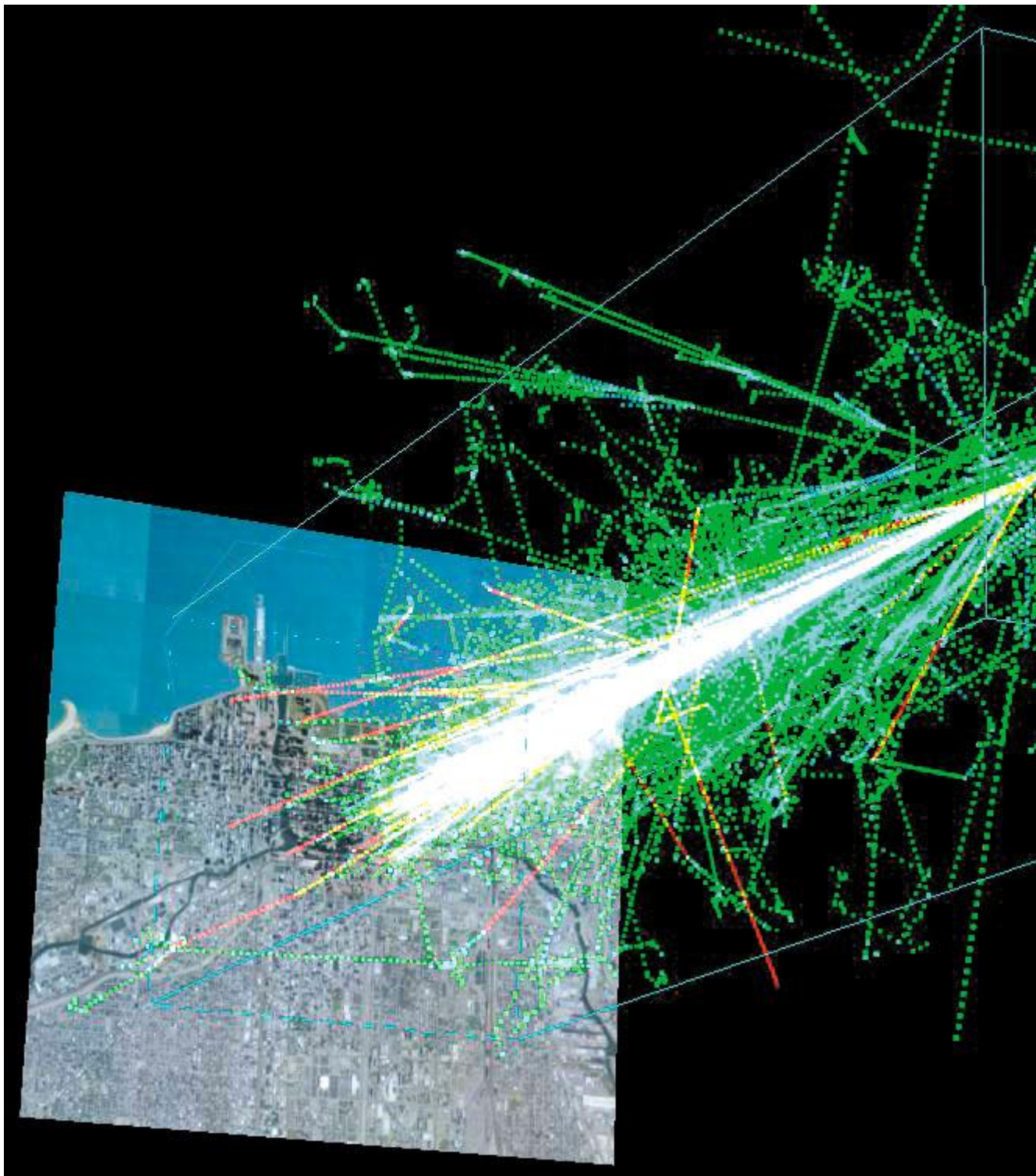


Академики и нобелевские лауреаты: Андрей Сахаров (слева, фото В. Федоренко, РИА «Новости») и Игорь Тамм. *Фото с сайта Нобелевского комитета*

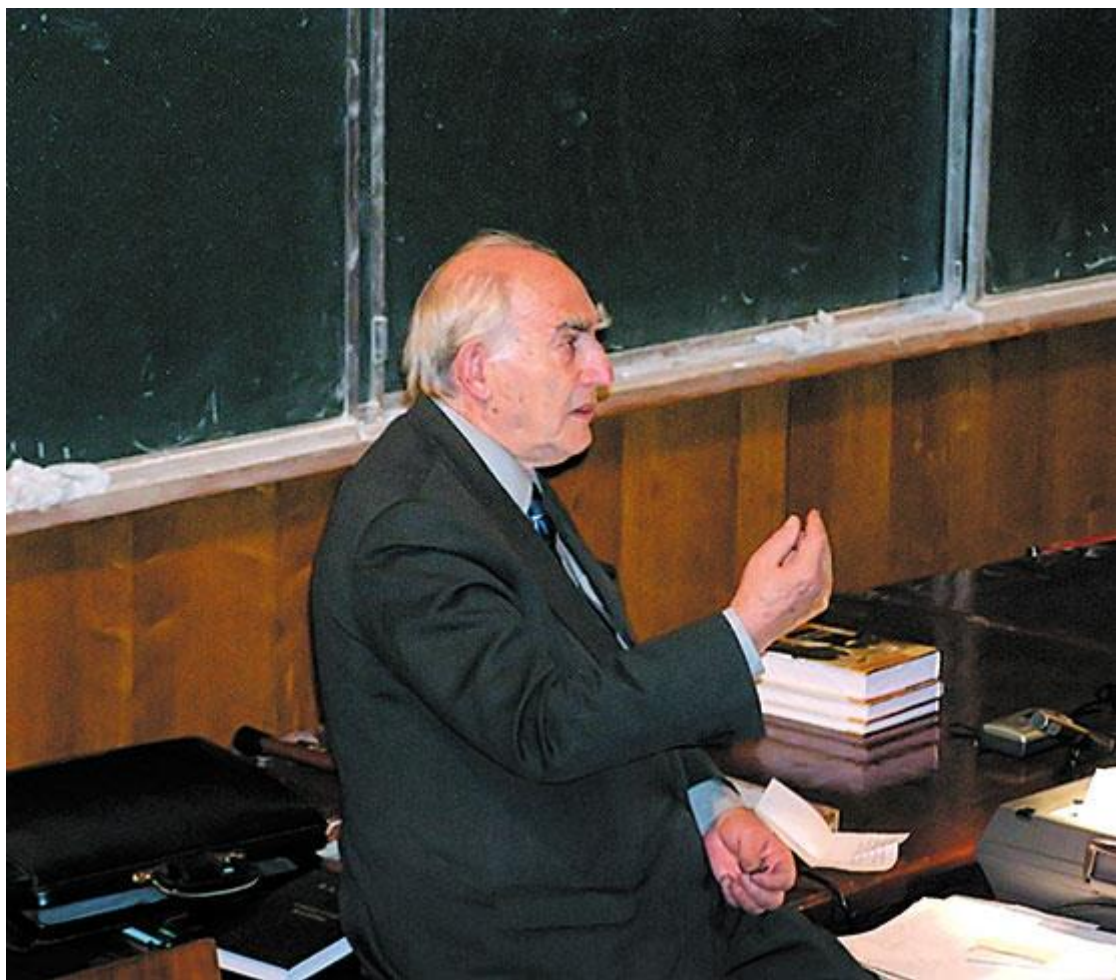


Компьютерная реконструкция свечения плазмы в европейском токамаке ITER. Фото с сайта <https://www.iter.org>



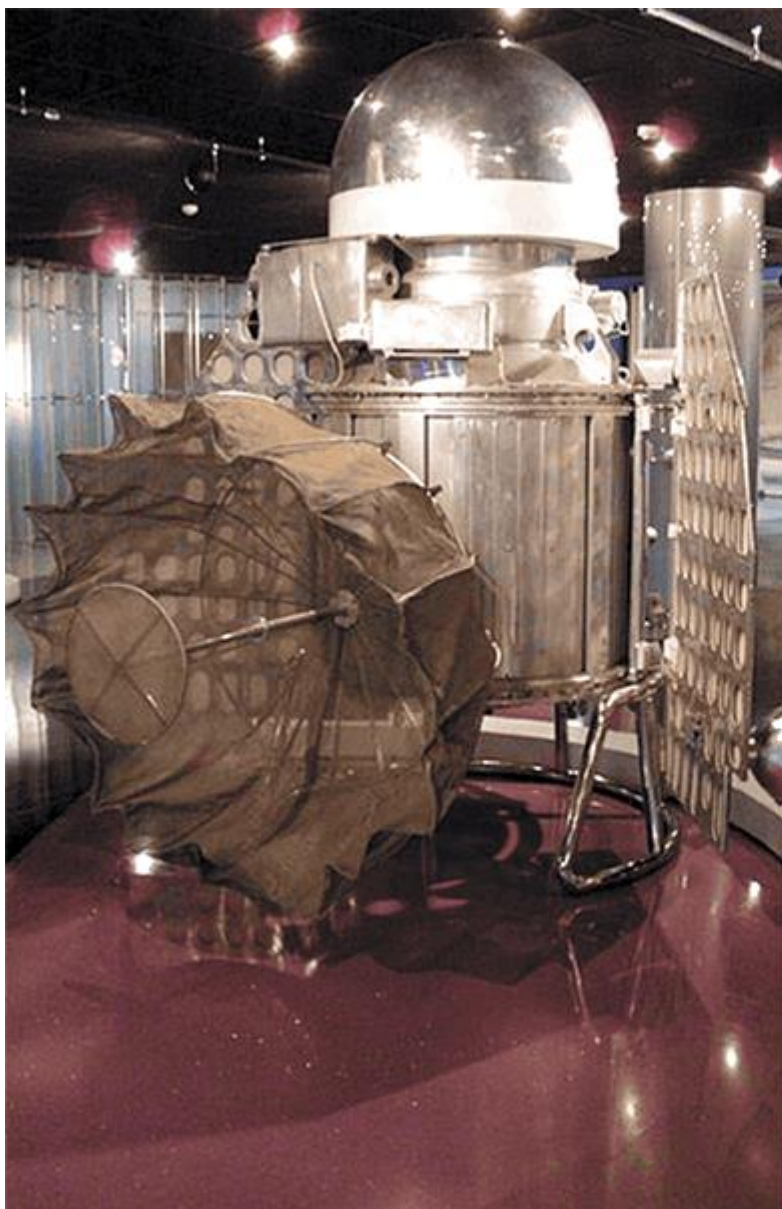


Компьютерная модель широкого ливня космических лучей, возникшего от удара об атмосферу на высоте 20 км одного протона с энергией в один тэв (триллион электронвольт). Изображение прибрежного города имеет размер  $8 \times 8$  км. *Фото из Википедии*

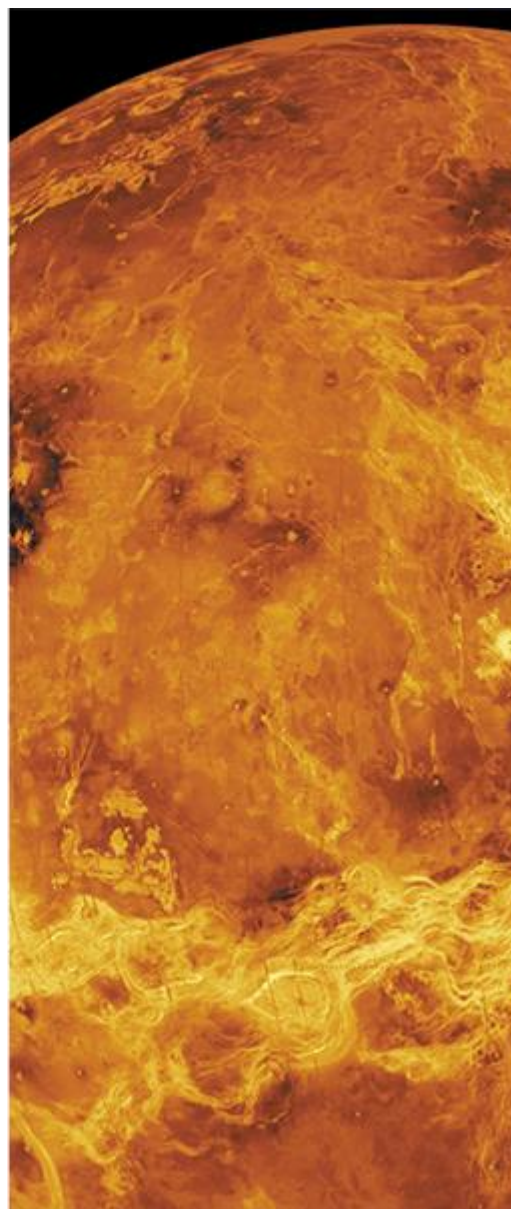


В. Л. Гинзбург читает нобелевскую лекцию в МГУ. 2004 год. *Фото из Википедии*





Слева: Копия космической станции «Венера-1» в музее космонавтики (Москва). *Фото из Википедии*



Справа: Радарная карта Венеры, полученная станцией «Магеллан». *Фото: NASA/JPL*



Редкое фото красных спрайтов – молний, которые бьют из грозовых туч вверх до 130 километров. Яркие белосиние области вызваны вспышками обычных молний, бьющих вниз. Желтые пятна – свет городов. Зеленоватое свечение отмечает верхние слои атмосферы. На левом снимке видна Луна. *Фото сделано космонавтами NASA с борта космической станции*