

ЗАМЕТКИ ПО СОВЕТСКОЙ ИСТОРИИ ФИЗИКИ

Удивительно, но в школьных учебниках по физике до сих пор сохранились без больших изменений некоторые идеологические штампы советских времен. Следуя в общем правильной установке отмечать заслуги отечественных ученых в то время, авторы учебников по физике необоснованно "являли из праха" зачастую примитивные эксперименты, теории и разработки ряда отечественных ученых, которые не играли сколько-нибудь существенной роли в развитии физики и техники. В то же время имена ученых, оказавшихся за границами СССР, репрессированных или "классово чуждых" незаслуженно замалчивались. При переиздании учебников в нашей республике эта практика по инерции продолжается до сих пор. Школьники и студенты, как правило, смостоительно не в состоянии разобраться в действительном месте отдельных событий и личностей в истории физики. У них поэтому создается искаженное, отличающееся от объективного и признанного во всем мире представление о роли некоторых ученых в развитии физики и процессах развития науки и ключевых технологий – основе цивилизации.

1. ИЗОБРЕТЕНИЕ ПАРОВОЙ МАШИНЫ

Как известно, создание паровой машины, послужившее основой промышленной революции, происходило в Англии. Это был длительный, постепенный процесс внесения мелких усовершенствований в конструкцию, обычный при создании любых машин. Все началось с водоподъемных машин Томаса Северина 1698 г. и Томаса Ньюкомена 1705 г. Более совершенную машину с кривошипно-шатунным механизмом для вращения колеса Джеймс Уатт запатентовал только в 1784 г. В Лондоне в музее науки имеется специальный зал, где собраны эти громоздкие, неуклюжие машины с огромными цилиндрами, рычагами и колесами, создаваемые различными изобретателями на протяжении около 100 лет.

Созданию машины Северина предшествовало изобретение клапана, автоматически поддерживающего постоянное давление в паровом котле. Клапан такого типа используется в современных кастрюлях-скороварках. До создания этого изобретения паровые котлы взрывались и были опасными устройствами. Паровая машина Северина предназначалась для откачки воды из неглубокой угольной шахты и работала по принципу колодца "журавль". Она состояла из парового котла, соединенного трубой с краном с цилиндром. Поршень в цилиндре был соединен с рычагом, к концу которого подвешивалась бадья для воды, опускавшаяся и поднимавшаяся из колодца угольной шахты. Когда под действием давления пара поршень достигал верхней точки, кран подачи пара закрывали и открывали другой кран для выпуска пара из цилиндра, при этом бадья под действием силы тяжести опускалась в шахту. Для открывания и закрывания кранов нанимали малолетних мальчишек. Одному сообразительному мальчику надоела монотонная работа, и он соединил веревочками ручки кранов с рычагом машины. При этом краны стали открываться

и закрываться в верхнем и нижнем положении рычага автоматически. Имя этого мальчишки, придумавшего механическую обратную связь, ставшую обычным элементом машин, осталось неизвестным. Таких усовершенствований потребовалось великое множество, пока не были созданы надежно работающие машины.

У читателя школьного учебника [1] может создаться ошибочное впечатление, будто озарения российских умельцев (Ползунова, паровая машина которого в 1765 проработала 43 дня, и крепостных крестьян отца и сына Черепановых, построивших в 1834 г. первый в России паровоз) внесли какой-то вклад в процесс создания паровой машины. На самом деле паровая машина – продукт коллективного творчества: в следующем поколении машин использовалась предыдущая конструкция, а вносимые улучшения иногда были настолько очевидными, что были доступны ребенку. Кстати говоря, и теория тепловых машин (расчеты цикла Карно) была создана значительно позже, в 1824 г., и никакого влияния на создание паровых машин не оказала. Работы российских изобретателей Ползунова и Черепановых в Англии были неизвестны. Их машины, в сущности, были единичными опытными образцами и надежно работать принципиально не могли. Точно так же в наше время невозможно создать современный автомобиль, не имея опыта разработки многих поколений предшествующих промышленных образцов такой техники.

2. ФОТОЭФФЕКТ. ОТКРЫТИЕ ПОСТОЯННОЙ ПЛАНКА. ИЗМЕРЕНИЕ ЗАРЯДА ЭЛЕКТРОНА

В [1] написано коротко и ясно: фотоэффект изучен А.Г.Столетовым. Обратимся, однако, к статье самого А.Г.Столетова, опубликованной в 1889 г. [2]. В начале статьи Столетов пишет, что он повторяет опыты Герца, Видемана и Гальвакса. Столетов не знал о существовании электронов, и поэтому его работа содержит чисто качественное описание закономерностей актино-электрического действия света (так он называл фотоэффект). Результаты его опытов сильно зависели от многих случайных факторов, например, чистоты поверхностей и выбора применяемых в установке материалов. Математических соотношений, описывающих фотоэффект, Столетову установить не удалось, а, как известно, настоящая физика начинается там, где проводят количественные измерения. Тот факт, что фотоэффект для металлов приводит к появлению свободных частиц (электронов), аналогичных катодным лучам, был установлен Ф.Ленардом (1862 – 1947) в 1900 г. За исследования катодных лучей этот немецкий ученый, работавший ранее ассистентом у Г.Герца (который и открыл фотоэффект), получил Нобелевскую премию в 1905 г.

Таким образом, нельзя приписывать Столетову приоритет в исследовании фотоэффекта. Основные закономерности фотоэффекта были исследованы многими учеными и до и после Столетова. Труды Столетова ничем особенным не выделяются из ряда аналогичных, чисто эмпирических исследований, перечень которых можно найти в обзоре 1913 г. [3].

По выражению Макса Борна, "эксперимент вообще ничего не значит, пока он не интерпретирован теорией". Решающий шаг в изучении фотоэффекта был сделан в точных и совершенных экспериментах Р.Милликена (1868 – 1953) [4], который первым доказал справедливость формулы Эйнштейна, связывающей кинетическую энергию фотоэлектрона с энергией кванта света и работой выхода металла фотокатода. Милликен установил пропорциональность максимальной кинетической энергии фотоэлектронов частоте возбуждающего света. Используя найденное им самим в других известных экспериментах значение заряда электрона, он смог определить величину постоянной

Планка. Ее значение оказалось в согласии с величиной, вычисленной Планком независимым методом на основании законов излучения абсолютно черного тела. Таким образом, Милликен установил связь фотоэффекта с фундаментальными физическими константами. За эти исследования в 1923 г. ему была присуждена Нобелевская премия. Как видим, заслуги Столетова в действительности не столь значительны, как их описывают в учебниках. Он один из первых исследователей фотоэффекта.

Магнитное поле электрического тока, как известно, обнаружил в 1820 г. Г.Эрстед (1777 – 1851). Спустя почти сто лет, в 1911 г., А.Ф.Иоффе (1880 – 1960) также с помощью магнитной стрелки наблюдает магнитное поле тока свободных электронов. Собственно говоря, большого смысла в постановке такого опыта уже не было: основные законы магнетизма уже много лет как установлены и обобщены в уравнениях Максвелла. Однако в школьном учебнике [5], вопреки всякой логике, делается парадоксальный вывод: "...таким образом, опыты Эрстеда и А.Ф.Иоффе (?) доказали существование магнитного поля вокруг движущихся зарядов". Этот эпизод в школьный учебник перенесен из курса общей физики Фриша и Тиморевой [6].

В опытах Дж.Дж.Томсона (1856 – 1940) 1897 г., приведших к открытию электрона, как известно, измерялось отклонение свободных движущихся электронов электрическим полем. При этом можно измерить только отношение заряда электрона к его массе. Опыты по прямому измерению заряда электрона были выполнены в 1906 – 1911 гг. Р.Милликеном. Опыты, аналогичные опытам Милликена, выполнялись А.Ф.Иоффе в 1913 г. Это дало "основание" авторам школьных учебников писать: "...Таким образом, в опытах Милликена и Иоффе [7], или даже Иоффе и Милликена [8], был измерен заряд электрона."

Еще одно из достижений А.Ф.Иоффе, не требующее комментариев ввиду очевидности и, тем не менее, приведенное в учебнике: кристаллы, не имеющие микротрещин, значительно прочнее кристаллов с трещинами [10]. Складывается впечатление, что без упоминания об А.Ф.Иоффе у нас не публикуется ни один учебник по физике.

В Британской энциклопедии [11] А.Ф.Иоффе и А.Г.Столетов не упоминаются. Зато есть фамилии других российских физиков: князя Б.Б.Голицына (1862 – 1916), пионера исследований землетрясений и создателя сейсмографа Е.К.Завойского (1907 – 1976), открывшего в 1944 г. электронный парамагнитный резонанс, и многих других русских ученых и инженеров. В "Советском энциклопедическом справочнике" [12] написано, что "...акад. А.Ф.Иоффе – один из организаторов советской науки, труды по прочности, пластичности, электропроводности твердого тела". Достижения А.Ф.Иоффе, описанные в школьных учебниках, здесь даже не упоминаются. Странно, но сосуществуют две противоречивые версии: одна – для специалистов, приведенная выше, а другая – для школьных учебников, в соответствии с которой акад. А.Ф.Иоффе – один из основоположников физики, портрет которого помещают рядом с портретами великих физиков.

3. ИЗОБРЕТЕНИЕ РАДИО

Если приведенные в учебниках по физике заслуги А.Ф.Иоффе в литературе не обсуждаются, то другой распространенный в нашем отечестве миф – "изобретение радио А.С.Поповым" – до сих пор дискутируется [13,14]. Александр Степанович Попов (1859 – 1906) действительно воспроизводил и совершенствовал, как и многие другие, опыты Генриха Рудольфа Герца (1857 – 1894) по передаче и приему электромагнитных волн, называемых

тогда "волнами Герца". Герц нашел простой способ генерирования и регистрации электромагнитных волн путем использования излучателя и приемника в виде диполя (двух металлических стержней, разделенных искровым промежутком), названного вибратором Герца. При проведении этих опытов, как известно, Герц первым обнаружил и фотоэффект. Герц умер совсем молодым, не успев завершить свои исследования. Однако сразу же опыты с волнами Герца вошли в моду. Ими начало заниматься большое число физиков, включая даже самого Э. Резерфорда.

В 1895 г. в связи с годовщиной смерти Г.Герца появилась брошюра, содержащая описание его экспериментов. Ознакомившись с этой брошюрой, А.С.Попов, будучи прекрасным инженером-электриком (он, в частности, устраивал электрическое освещение для Нижегородской ярмарки), решил поставить лабораторную работу для демонстрации волн Герца студентам. В ходе этой работы выяснилось, что его аппаратура может служить в качестве "грозоотметчика", а при некотором усовершенствовании – и для передачи сообщений с помощью электрического звонка и азбуки Морзе.

Попов обнародовал результаты своей реализации опыта Герца на заседании российского физико-химического общества 7 мая 1895 г. Слова, которые он передал по радио на расстояние около 100 м во время демонстрации своего устройства: "Генрих Герц", подтверждают безусловное признание самим Поповым решающего вклада этого ученого в создание радиосвязи. Естественно, Попов внес в аппаратуру Герца некоторые усовершенствования (вероятно, патентоспособные в то время). Это и дало основания некоторым российским авторам заявлять о приоритете А.С.Попова в "изобретении" радио. Однако А.С.Попов вообще не является изобретателем. Патентов на радио он не подавал, претендовать же на первенство в высказывании самой идеи радиосвязи он не мог, так как его опыты – повторение опытов Герца. Именно в опытах Герца фактически впервые и были осуществлены передача и прием радиоволн.

После работ Герца сама идея радио патентоваться уже не могла. А.С.Попов патентов не подавал и, следовательно, не может считаться изобретателем... Первый в мире патент на радиоустройство N 12039, полученный Г.Маркони в Великобритании 2. 06. 1896 г., называется "Усовершенствования в передаче электрических импульсов и сигналов и в аппаратуре для этого".

В 1901 г. Попову удалось осуществить радиосвязь на расстояние 150 км, тогда как в том же году Маркони передавал радиосообщения уже через Атлантический океан. Маркони доказал, что, используя отражение радиоволн от ионосферы Земли, можно осуществить радиосвязь между любыми точками Земного шара. Мировое признание и Нобелевскую премию по физике за создание устройств и исследования по радиосвязи получили в 1909 г. Г.Маркони и К.Браун. Карл Фердинанд Браун (1850 – 1918) – создатель электронного осциллографа (называемого вначале трубкой Брауна), кристаллического детектора и нескольких типов антенн.

Таким образом, А.С. Попов не изобретатель, а один из пионеров в исследованиях по радиосвязи. Ни Попов, ни Маркони никогда не претендовали и не могли претендовать на приоритет в самой идее радиосвязи: они просто технически совершенствовали опыт Герца и честно это признавали.

Гуглиелмо Маркони (Guglielmo Marconi, 1874 – 1937) – пример человека, посвятившего всю свою жизнь одному делу – радио. Свой патент Маркони получил в 22 года, будучи еще студентом, и всю свою дальнейшую жизнь он связал с радио. Он предложил и запатентовал способы дальней радиосвязи с помощью длинных радиоволн и отражения от ионосферы Земли, использование

колебательных контуров в приемнике и передатчике и многие другие усовершенствования.

Идея радио в конце прошлого века буквально носилось в воздухе и не случайно пришла в голову даже еще не доучившемуся студенту Маркони после ознакомления с работами Герца. В 1898 г. в Германии и Франции уже работали линии беспроволочного телеграфа, созданные независимо разными группами ученых.

Об А.С. Попове никто особенно и не вспоминал до 7 мая 1945 года, когда в Большом театре в Москве в присутствии членов сталинского политбюро, Академии наук СССР и дочери А.С.Попова состоялось торжественное собрание, посвященное "всемирно-историческому событию" – "50-летию изобретения радио А.С.Поповым". Тогда и было предложено день 7 мая праздновать как "День радио". Таким образом был установлен пропагандистский штамп, воспроизводимый до сих пор в некоторых школьных учебниках.

Идея использовать волны Герца для радиосвязи, вообще говоря, является не научным открытием, а техническим предложением, поэтому и возникла формулировка: "Попов – изобретатель радио". После этого торжественного собрания пытаться объективно исследовать историю радио в СССР было невозможно.

В СССР в 50-е годы был выпущен кинофильм об А.С.Попове, который недавно показывался и по телевидению, в котором Маркони представлен как проходимец, укравший у гениального Попова идею радиосвязи. На самом деле Маркони очень уважал Попова и даже называл его "отцом беспроволочного телеграфа". Однако правда в том, что Маркони быстрее Попова и других удалось создать более совершенные радиоустройства.

4. ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

Нет необходимости подробно говорить о центральном месте электроники в современном мире. Электроника – это технологии, использующие движение электронов и управление этим движением в практических целях. Несомненно, история развития этой области техники заслуживает изложения в учебниках. Однако, например, в учебнике [9] история электроники почему-то ограничивается упоминанием об А.Ф. Иоффе, "...работы которого получили мировое признание... и который предвидел в свое время грядущий расцвет полупроводниковой электроники".

В истории развития электроники можно выделить несколько этапов. В начале электронные приборы создавались на основе вакуумных ламп. В 1904 г. английский ученый Джон Флеминг запатентовал первую электронную вакуумную лампу – диод, а в 1906 г. Ли Форест создал вакуумный триод – усилительную лампу. Эти изобретения позволили создать радиоустройства, передающие речь и музыку за счёт модуляции и детектирования непрерывных радиоволн. Поэтому Форест считал себя "отцом радио". Электронные лампы непрерывно совершенствовались и на протяжении 50 лет были основными элементами для детектирования, выпрямления, усиления и генерирования электрических колебаний.

Эра полупроводниковой электроники началась фактически после создания Бардиным, Брэттоном и Шокли германиевого полупроводникового транзистора (Нобелевская премия по физике 1956 г.). Полупроводниковые диоды были известны намного раньше. Быстрое вытеснение электронных ламп полупроводниковыми приборами началось в 60-е годы после создания кремниевой технологии изготовления таких приборов. Свойства германиевых полупроводниковых приборов сильно зависят от температуры, поэтому

приборы на их основе работали ненадежно, а приборы на основе кремния могут работать при температуре до 200° С.

Первые интегральные полупроводниковые схемы были созданы Дж. Килби на фирме "Техас инструментс" в 1958 г. В 1960 г. такие схемы включали 10 транзисторов. В 1970 г. на фирме "Intel" были созданы микросхемы, содержащие 1000 элементов, микропроцессор и цифровая схема памяти. В 1990 г. эта фирма выпускала микросхемы, содержащие уже 20 млн. элементов.

Современное производство интегральных микросхем включает более 200 ключевых технологических процессов. Оно создавалось и совершенствовалось трудами тысяч инженеров и ученых на протяжении десятков лет. По-видимому, время ученых-одиночек в области современных технологий закончилось, и в большинстве случаев очень трудно назвать ученых, внесших решающий вклад в создание устройств современной техники. Например, полагают, что существование в полупроводниковых материалах частиц (дырок), переносящих положительный заряд, одним из первых отметил В.Шоттки (1886 – 1976) в 1929 г.; он же изобрел и диод Шоттки типа металл-полупроводник. Однако в настоящее время промышленностью выпускается около 50 тысяч видов полупроводниковых диодов.

По-видимому, решающий вклад в технологию создания недорогих полупроводниковых переключющих устройств и элементов памяти, используемых в изготовлении кремниевых интегральных микросхем, внес американский ученый Ф.Андерсен (Нобелевская премия 1977 г.) совместно с Дж. Ван Флеком и Г. Моттом, которые внесли большой вклад в изучение поведения электронов в твердых телах.

В развитие полупроводниковой электронной техники, несомненно, мог бы внести существенный вклад российский ученый Олег Владимирович Лосев (1903 – 1942), создавший еще в 1922 г. полупроводниковый приемник и открывший ряд явлений в кристаллических полупроводниках. Однако этот выдающийся ученый погиб во время войны.

5. ОСВОЕНИЕ КОСМОСА

В начале нынешнего века в России работала целая плеяда выдающихся ученых и инженеров в области аэродинамики и самолетостроения: Николай Евграфович Жуковский (1847 – 1921), Сергей Александрович Чаплыгин (1869 – 1942), Игорь Иванович Сикорский (1889 – 1972), Андрей Николаевич Туполев (1888 – 1972) и другие. Не случайно в 1913 г. в России был создан самый большой в мире четырехмоторный самолет "Илья Муромец". Научная школа Н.Е.Жуковского, работавшая в ЦАГИ – аэрогидродинамическом институте, организованном в 1918 г., воспитала выдающихся инженеров, которые обеспечили затем высокий уровень работ в СССР в освоении космоса и в авиации.

Первым из ученых, научно обосновавших возможность полетов за пределы земной атмосферы в космос с помощью реактивных аппаратов, был К.Э. Циолковский (1857 – 1935). Судьба К.Э.Циолковского во многом трагична и вызывает уважение. Он – пример человека, всю свою жизнь отдавшего науке, несмотря на то, что условий для занятий наукой у него не было. Он в детстве потерял слух и не получил систематического образования. Сдав экстерном экзамен, почти всю жизнь работал учителем физики и математики. Живя с семьей в бедности в провинциальной Калуге на скудную учительскую зарплату, он в сарае своего дома проводит эксперименты с аэродинамической трубой. Работая в отрыве от мировой науки, он заново открывает уравнение состояния идеального газа, и о том, что это соотношение известно уже 25 лет, узнает из рецензии на посланную им в журнал статью. От нужды и депрессии

покончил с собой сын Игнатий. Разработанный Циолковским проект цельно-металлического дирижабля отвергается. Во время паводка на Оке гибнет лаборатория. В конце жизни Циолковский обращается к космическим проектам и фантастической "космической философии", в соответствии с которой человечество вырвется в околосолнечное и межзвездное космическое пространство, а сами люди будут трансформированы в существа, черпающие энергию для своего существования непосредственно от Солнца.

Решение сравнительно несложной математической задачи движения тела с переменной массой, каковой является ракета, позволило Циолковскому получить выражение, связывающее исходную массу ракеты m_0 с массой этой ракеты m , приобретшей скорость v , и со скоростью истечения газов реактивного двигателя v_0 : $m_0/m = \exp(v/v_0)$. Это соотношение называется формулой Циолковского, из которой следует экспоненциальный рост начальной массы ракеты при увеличении ее конечной скорости. Для преодоления этой проблемы Циолковский рассмотрел возможность использования многоступенчатых ракет.

При ознакомлении с биографией К.Э.Циолковского напрашивается аналогия с Николаем Ивановичем Кибальчицем (1853 – 1881). Приговоренный к повешению за покушение на царя, в тюремной камере Кибальчич составляет проект космического реактивного летательного аппарата. Воистину в природе русского человека при любых обстоятельствах пытаться решать мировые проблемы!

В 60-е годы, когда космическая гонка США и СССР превратилась в предмет большой политики, имя, по выражениям газетчиков, "основоположника космонавтики", "калужского мечтателя", "гениального самоучки" К.Э.Циолковского, который, несомненно, первым в мире научно исследовал возможность космических полетов, использовалось как козырь в идеологической борьбе. При этом возник другой перекокс: советские люди очень мало знают об ученых и инженерах, работавших над этой проблемой на Западе.

Ракеты известны с глубокой древности. Пороховые ракеты использовались в войнах в Китае и Индии еще в X веке. В Англии усовершенствованием пороховых ракет занимался Вильям Конгрейв (1772 – 1828). Для точно управляемого полета большой ракеты двигатели на твердом топливе оказались непригодными. В Америке отцом современного ракетостроения считают Роберта Годдарда (1882 – 1945) – профессора, занимавшегося проблемой достижения максимальных высот. В 1926 г. им была испытана первая ракета на жидком топливе.

Не зная о работе Циолковского, опубликованной в 1903 г., немецкий ученый Герман Оберт (1894 – 1989) в 1923 г. издает книгу "Ракета в межпланетном пространстве", а в 1929 г. – "Пути к космическому полету", где он приходит к тем же выводам, что и Циолковский. В 1931 г. недалеко от Берлина им испытывалась первая немецкая ракета. На работы по ракетам для военных применений фашистское руководство Германии выделило большие средства. В Пенемюнде был создан ракетный центр. Техническим руководителем разработок был Вернер фон Браун, до этого бывший ассистентом у Оберта. Разработанная под руководством фон Брауна к концу войны ракета V-2 (ФАУ-2) на жидком топливе имела стартовую массу 13 тонн и могла доставлять 900 кг взрывчатки на расстояние 350 км. Там же разрабатывалась межконтинентальная ракета для обстрела Америки через Атлантический океан и Уральских городов в России. После войны немецкие разработки были использованы в США и СССР. Фон Браун оказался в США, куда вывезли и оборудование базы в Пенемюнде. Под руководством фон Брауна в США были созданы ракеты

типа "Юпитер" и "Сатурн". Во время гонки вооружений на ракетные разработки были выделены фантастические средства. Сравнительно быстрое освоение космоса в значительной мере связано с военными разработками, которые осуществлялись многотысячными коллективами инженеров. В СССР, как известно, эти работы велись под руководством С.П.Королева, и в 60-е годы СССР опережал США в области ракетной техники и освоения космоса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, мы видим, что изложение некоторых вопросов истории физики и техники в учебниках советского периода требует критического переосмысления, чего, как ни странно, до сих пор не сделано.

Необходимо также восстанавливать незаслуженно замалчиваемые имена российских ученых 20 века, сделавших признанные в мире научные открытия, создавших иногда целые пионерские направления в науке и технике. Их имена по идеологическим причинам замалчивались и по инерции продолжают редко упоминаться до сих пор. Это Георгий Антонович Гамов (1904 – 1968), автор идеи "Большого взрыва" – основе современных представлений о Вселенной. Он же сделал первые расчеты генетического кода и создал теорию альфа-распада. Другой эмигрант – Владимир Кузьмич Зворыкин (1889 – 1982) – изобретатель, внесший решающий вклад в развитие телевидения. В историю физики за открытие эффекта Шубникова-де Гааза вошел репрессированный и погибший в заключении Лев Васильевич Шубников (1901 – 1945). "Опальными" учеными были Дмитрий Сергеевич Рождественский (1876 – 1940) (исследования по дисперсии света, "крюки Рождественского") и Владимир Александрович Фок (1898 – 1974) (релятивистская квантовая теория). Наконец, следует вспомнить и Александра Ивановича Садовского (1859 – 1923), открывшего эффект Садовского: перенос светом момента количества движения.

Идеологические штампы удивительно живучи. Можно многократно писать, что А.С.Попов не изобретал радио, а А.Ф.Иоффе и А.Г.Столетову не удалось сделать выдающихся открытий в физике, все равно много людей будут верить тому, что они в детстве, как из библии, почерпнули из школьного учебника. Россия и СССР были ведущими научными державами в мире, и мы можем с полным основанием гордиться достижениями многих отечественных ученых, поэтому снова воспроизводить в учебниках мифы о "великих ученых-соотечественниках" для домашнего применения нет никакой необходимости.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Шахмаев Н.М.* и др. Физика, 11. – М.: Просвещение, 1991. – С. 161 – 163.
2. *Столетов А.Г.* Актинометрические исследования: Собр. сочинений. – М.; Л., 1939. – Т.1.
3. *Pohl R., Pringsheim P.* Philosophical Magazin, **26**, 1017 – 1024 (1913).
4. *Millikan R.A.* Physical Review, **7**, 355 – 388 (1916).
5. *Перышкин А.В., Родин Н.А.* Физика, 8. – М.: Просвещение, 1989. – С. 61 – 62.
6. *Фриш С.Э., Тиморева А.В.* Курс общей физики. – М., 1958. – Т.2. – С. 369.
7. *Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б.* Физика, 10. – М.: Просвещение, 1990. – С. 110.
8. *Кикоин А.К.* и др. Физика, 10. – М.: Просвещение, 1992. – С. 142, 218.
9. *Кикоин А.К.* и др. Физика, 10. – М.: Просвещение, 1992. – С. 235.
10. *Сивухин Д.В.* Общий курс физики. – М.: Наука, 1990. – Т. 2. – С. 573.
11. Enciklopedia Britanica 1997, CD ROM.
12. Советский энциклопедический словарь. – М.: Сов. Энциклопедия, 1986. – С. 132.
13. *Романов А.И.* Радиотехника. – 1998. – Т. 5. – С. 32.
14. Europhysics News. 28/4. 1997. – С. 119 – 123.