

М.И. Баранов

**АНТОЛОГИЯ ВЫДАЮЩИХСЯ ДОСТИЖЕНИЙ В НАУКЕ И ТЕХНИКЕ.
ЧАСТЬ 5: ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**

Наведено короткий нарис з усесвітньої історії науково-технічного становлення і початкового етапу розвитку електротехніки.

Приведен краткий очерк из всемирной истории научно-технического становления и начального этапа развития электротехники.

ВВЕДЕНИЕ

Современная жизнь для человека немыслима без использования им в быту и производстве различных устройств, приборов и машин (например, телефона, радиоприемника, телевизора, компьютера, холодильника, электродвигателя, электрогенератора и др.), в основе функционирования которых лежит электричество и его неотъемлемая часть – электрический ток, представляющий собой направленное движение зарядов. Термин "электричество" в физику был введен в 1600 году лейб-медиком английской королевы Елизаветы и английским физиком Уильямом Гильбертом (1544-1603 гг.) в его научном труде "О магните, магнитных телах и о большом магните – Земле. Новая физиология" [1, 2]. В этой большой и важной для будущего раздела физики – электромагнетизма работе У. Гильберт первым дал правильное объяснение поведению магнитной стрелки в компасе, являющимся одним из выдающихся изобретений человечества. Он указывал на то, что конец магнитной стрелки не влечется к небесному полюсу (как считали до него), а притягивается полюсами большого земного магнита. В современном понимании физические основы работы этого простого и важного в технике навигации прибора заключаются во взаимодействии магнитной стрелки компаса и постоянного магнитного поля Земли. Кроме того, здесь У. Гильберт изложил результаты своих более 600 опытных наблюдений, в том числе и по усилению магнитного действия железным стержнем, которое правильно объяснил намагничиванием железа [1, 2]. Он показал, что при механическом разламывании одного магнита на две части всегда получаются два магнита с двумя полюсами и разделение двух магнитных полюсов невозможно. Впервые установил, что железные предметы под воздействием магнита приобретают магнитные свойства и пришел к идее наведения их в телах. Изучая магнитные свойства намагниченного шара с помощью магнитной стрелки, пришел к выводу о том, что эти свойства соответствуют магнитным свойствам Земли. Шаг вперед сделал У. Гильберт и в изучении электростатических явлений: он экспериментально установил, что свойством притяжения к себе легких предметов после натирания мехом или шерстью обладает не только янтарь, но и алмаз, сапфир, горный хрусталь, сера, сургуч и стекло. Эти вещества (физические тела) он назвал "электрическими", то есть подобными янтарю. Все другие тела, в том числе и металлы, которые не обнаруживали подобных свойств, он назвал "неэлектрическими". Считается, что именно У. Гильберт является основоположником науки об электричестве [1, 3]. До его работ в этой области учение об электричестве оставалось практически на уровне знаний Фалеса Милетского (VI век до н. э.), впервые открывшего электрические свойства натертого мягкой тканью янтаря. Так в физическую науку вошел термин "электричество". Данное электричество для его дальнейшего практического применения необходимо было, прежде

всего, исследовать: узнать его основные свойства и определить результаты его действия на различные физические тела. Для этого исследователям электричества были нужны его источники (искусственные генераторы электрических зарядов), накопители созданных электрических зарядов (устройства для их сбора и хранения), приборы для регистрации полученных электрических зарядов и измерения последствий их влияния (воздействия) на окружающие тела.

1. ИЗОБРЕТЕНИЕ ПЕРВЫХ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

Первый искусственный накопитель электрических зарядов (электричества) был изобретен в 1745 году голландским физиком Питером Мушенбруком (1692-1761 гг.), работавшим в знаменитом европейском просветительском и научном центре – Лейденском университете [1, 2]. Данный накопитель (аккумулятор) электричества вошел в историю развития физики и электротехники как "лейденская банка" (рис. 1).

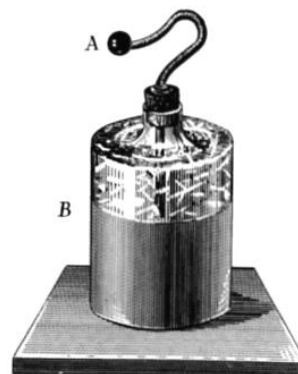


Рис. 1. Внешний вид первой "лейденской банки" – накопителя (аккумулятора) электрических зарядов [3]

Он представлял собой конденсатор цилиндрической формы (отсюда и закрепилось за ним понятие указанной "банки"), состоящий из наружного тонкостенного металлического электрода В, нанесенного на внешнюю цилиндрическую поверхность тонкостенного стеклянного корпуса, и внутреннего сплошного цилиндрического электрода – металлического стержня А с гибким выводом, коаксиально расположенного относительно наружного полого электрода В [3]. Подаваемые на один из этих потенциальных металлических электродов "лейденской банки" (обычно на электрод А) от внешнего источника (например, от предварительно электризованной трением стеклянной палочки или трубочки, обладающей в итоге электрическим потенциалом положительной полярности) свободные электрические заряды сосредотачивались на их обращенных друг к другу цилиндрических поверхностях. Вызвано это было тем, что появление на одном из электродов "лейденской банки" свободного электрического заряда положительной (отрицатель-

ной) полярности в соответствии с законом электростатической индукции [4, 5], открытым опытным путем в 1729 году английским физиком Стивеном Грэйом (1666-1736 гг.), вызывало появление наведенного электрического заряда противоположной полярности на ее другом электроде. Кстати, термин "электростатическая индукция", обозначающий наведение электрических зарядов разного знака (положительного или отрицательного) на противоположных участках поверхности металлического проводника, внесенного в электростатическое поле другого электрически заряженного проводника, в науку об электричестве был введен великим английским физиком Майклом Фарадеем (1791-1867 гг.) [4, 6]. Возникающее в результате таких электрофизических процессов в "лейденской банке" (процессов зарядки одного электрода и наведения из-за этого зарядов на ее другом электроде) результирующее электростатическое поле между ее цилиндрическими электродами было способно накапливать (запасать) электрическую энергию. Величина этой энергии в "лейденской банке" определялась электрической емкостью между изолированными друг от друга металлическими электродами и разностью их электрических потенциалов. Здесь следует напомнить читателю о том, что первую научную классификацию электрических зарядов выполнил французский физик Шарль Дюфэ (1698-1739 гг.), который в 1733 году установил два вида электричества – "стеклянное" и "смоляное" и открыл два рода электрического взаимодействия электричества (зарядов) – притяжение и отталкивание [1, 2]. Позже великим американским физиком и государственным деятелем Бенджамином Франклином (1706-1790 гг.) эти два вида электричества были соответственно названы "положительным" и "отрицательным" электричеством. Интересно отметить, что Б. Франклин при этом исходил из понятия "электрического флюида" одного вида (унитарная теория электричества Франклина) [1, 2, 4]. Избыток "электрического флюида" в теле, согласно его описательной унитарной теории электричества, обуславливал положительный ("+") электрический заряд этого тела, а недостаток – отрицательный ("–") электрический заряд тела. Добавим к этому то, что в 1759 году английский физик Роберт Симмер (1707-1763 гг.) разработал описательную теорию, согласно которой в любом физическом теле имеется одновременно два вида электричества – положительное ("+") и отрицательное ("–") электричество (дуальная теория электричества Симмера) [1, 4]. Согласно современным физическим воззрениям знак электрического заряда тела (положительный "+" или отрицательный "–") определяется соответственно недостатком или избытком на его поверхности свободных электронов, элементарный отрицательный заряд e_0 которых равен $1,602 \cdot 10^{-19}$ Кл [7]. Поэтому физически достоверно можно говорить о том, что "электрическую материю" или "атомы электричества", в качестве которых в земной природе выступают свободные электроны [8], накапливает в избытке отрицательно заряженное тело. Качественным аналогом этим электрическим терминам из области электростатики и электродинамики может служить измененное понятие Б. Франклина для положительного "электрического флюида" на своеобразный отрицательный "электрический флюид" или "электронный газ". Именно поверхностная плотность этих электрических зарядов (свободных электронов) на физическом теле с заданной и неизменной величиной и геометрической формой его наружной поверхности определяет уровень скопившегося на нем электростатического заряда и соответственно уровень напряженности электрического поля вблизи этого тела.

Физически правильно объяснив действие "лейденской банки", Б. Франклин в 1749 году изобрел первый в мире плоский конденсатор, запасующий электрическую энергию [1, 2]. Данный вид простейшего конденсатора с плоскими металлическими обкладками состоял всего из двух параллельных и прижатых друг к другу тонких медных пластин, разделенных между собой тонкой стеклянной прослойкой. В настоящее время существенно усовершенствованная конструкция такого типа электрического конденсатора нашла широкое применение в электротехнике и высоковольтной импульсной технике [9, 10].

2. ИЗОБРЕТЕНИЕ И СОЗДАНИЕ ПЕРВЫХ ЭЛЕКТРИЗАЦИОННЫХ МАШИН И АППАРАТОВ

Для проведения достаточно сложных и длительных физических опытов с электричеством его исследователям были нужны достаточно мощные и сравнительно быстро подготавливаемые к работе генераторы и накопители электрических зарядов. На смену заряжаемых трением об сухую шелковую ткань стеклянных цилиндрических палочек (стержней) и трубочек пришли электризационные машины английского физика-экспериментатора Франсиса Гауксби (1666-1713 гг.) и английского механика Джессе Рамсдена (1735-1800 гг.). Первая из них (рис. 2), разработанная в 1706 году, имела в своем составе электрически заряжаемый за счет трения вращающийся стеклянный шар [3, 4].

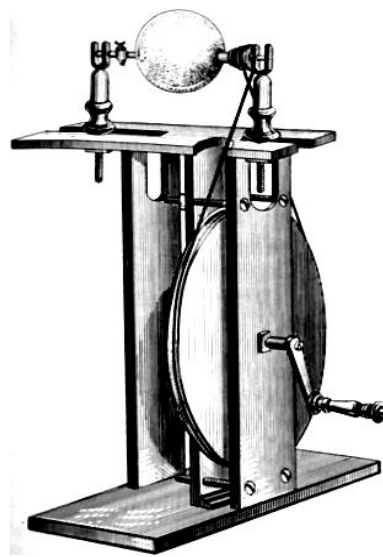


Рис. 2. Электризационная машина Гауксби со стеклянным шаром [3]

Вторая машина (рис. 3), созданная в 1766 году, содержала механически вращаемые и электрически заряжаемые трением стеклянные диски [3, 4]. Успехи в области электростатики и электризации физических тел, достигнутые многими учеными-электрофизиками в США (например, Б. Франклином), Германии (например, Георгом Бозе), Англии (например, Р. Симмером), Италии (например, Алессандро Вольтой) и России (например, Георгом Рихманом и Францем Эпинусом), способствовали изобретению во второй половине 18-го столетия электрофорной машины (электрофора) – искусственного генератора электростатического электричества, основанного на практическом использовании в электротехнике физического явления электростатической индукции [1, 4].

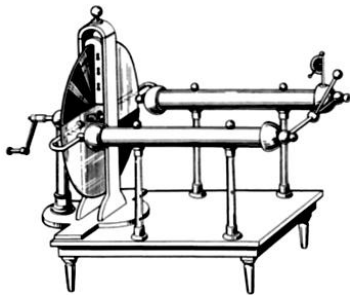


Рис. 3. Электризационная машина Рамдена со стеклянными дисками [3]

Заметим, что согласно истории физики российский ученый Франц Эпинус (1724-1802 гг.), существенно развивший физические взгляды Б. Франклина на электричество, оказался вторым после известного российского физика Георга Рихмана (1711-1753 гг.), трагически погибшего при исследованиях атмосферного электричества, профессиональным электрофизиком в Петербургской Академии наук [1, 2, 4].

Изобретение электрофора, содержащего не менее двух изолированных от земли электродов и вырабатывающего статическое электричество за счет указанного выше явления электростатической индукции, датируется 1775 г. Великая честь и приоритет в создании этого важного изобретения в области электричества принадлежат выдающемуся итальянскому физики Алессандро Вольте (1745-1827 гг.) [3]. На рис. 4 приведен общий вид электрофора Вольты [1, 3].



Рис. 4. Электрофор Вольты [3]

Необходимо указать, что в электрофоре один из электродов выполняется из диэлектрического материала с развитой поверхностью (как правило, плоской), а другой, с которого снимаются наведенные электрические заряды, – из блочного (литого) или листового металла. Диэлектрический электрод электрофора путем механического натирания (за счет трения об мягкую ткань) его поверхности, обращенной к одной из поверхностей рядом расположенного с ним металлического электрода (как правило, плоской конфигурации), приобретает электрический заряд той или иной полярности.

Данный заряд диэлектрического электрода практически не расходуется. Он служит только для разделения через изоляцию электрических зарядов в находящейся рядом с диэлектрическим электродом (как правило, закрепленном над ним на диэлектрических растяжках) плоском металлическом электроде. Данное разделение электрических зарядов в плоском металлическом электроде, изолированном от заряженного плоского диэлектрического электрода, осуществляется за счет указанного выше явления электростатической индукции в двухсвязной системе физическим

тел. Вот почему изобретенный в Италии электрофор часто называли "electroforo perpetuo" (в переводе с латинского языка – "вечный электроноситель") [1, 3]. Россия, как известно из истории, всегда славилась своим максимализмом, в том числе и в области техники. Согласно [4, 11] в 1776 г. электрофор небольших размеров был в австрийской столице г. Вене приобретен Петербургской Академией наук (сокращенно ПАН, в дальнейшем Российской Академией наук – РАН) для своего физического кабинета. В том же году знаменитый русский механик этой известной во всем мире ПАН И.П. Кулибин (1735-1818 гг.) по указанию российской императрицы Екатерины II изготовил самый большой в мире по своим размерам электрофор. В 1777 г. разработанная конструкция и работа этого "царь-электрофора" были описаны в научных трудах ПАН [4, 12]. Он состоял из двух прямоугольных пластин-электродов с закругленными краями и плоскими рабочими поверхностями. Нижний неподвижный диэлектрический электрод в плане имел размеры $2,7 \times 1,4 \text{ м}^2$ [4, 11]. На его изготовление было израсходовано 74 кг сосновой смолы и 32 кг сургуча. Верхний подвижный металлический электрод, подвешенный над нижним диэлектрическим электродом на сухих шелковых веревках, поднимался и опускался посредством системы блоков. Зарядив нижний диэлектрический электрод путем натирания (трения) сухой мягкой тканью его плоской рабочей поверхности и приблизив к нему верхний металлический электрод также с двумя плоскими и противоположно расположенными рабочими поверхностями, исследователи электрических явлений добивались разделения электрических зарядов противоположной полярности на плоских противоположных поверхностях верхнего металлического электрода. Прикоснувшись заземленным металлическим проводом к верхней плоской поверхности этого металлического электрода, они отводили заряд одной полярности его приповерхностных слоев в землю. В результате таких действий верхний металлический электрод оказывался электрически полностью заряженным. Причем, электрический потенциал его наружных поверхностей оказывался противоположного знака относительно знака электрического заряда нижнего диэлектрического электрода. Проявлявшая интерес к электричеству российская императрица, ее придворные и ученые-электрофизики любовались проявлением электричества (огромными сверкающими искрами) при разряде верхнего заряженного описанным путем плоского металлического электрода электрофора на землю.

3. ИЗОБРЕТЕНИЕ И СОЗДАНИЕ ПЕРВЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

Первым источником постоянного электрического тока в мировой истории электричества стал гальванический "Вольтов столб", первая действующая лабораторная модель которого была построена в 1800 г. [1, 2]. На рис. 5 приведен внешний вид такой исторической модели "Вольтова столба" [3]. Назван он был в честь знаменитого автора этого выдающегося изобретения в истории человечества – итальянского физика Алессандро Вольты. В истории физики считается, что именно с изобретения этого "Вольтова столба" и берет свое начало новая эпоха в развитии человечества – эпоха электричества. В 19-ом столетии (в физике оно получило название века электричества) еще на "заре" наступления этой эпохи, когда электротехника выделилась из области физики в самостоятельную

отрасль науки, знаменитый французский физик Франсуа Араго (1786-1853 гг.) написал следующее [1, 2]: "«Вольтов столб» был самым замечательным прибором, когда-либо изобретенным людьми, не исключая телескопа и паровой машины". В ходе своих многолетних экспериментальных исследований в период с 1794 по 1800 годы А. Вольта установил [1, 13], что если взять две круглые тонкие металлические пластины (например, из меди или цинка) и разделить их тонкой суконной прокладкой или бумажным картоном, пропитанным жидким электролитом (например, раствором поваренной соли или нашатыря), то такое простейшее электротехническое устройство способно вырабатывать на его крайних электродах электрические заряды и потенциалы определенной полярности, а при их (электродов) замыкании на внешнюю электрическую цепь, состоящую из проводников, оно (это устройство) будет являться источником гальванического (постоянного) электрического тока (рис. 6).

Следует заметить, что А. Вольта разделил проводники любой электрической цепи на два основных класса [2]: первый класс – твердые металлы и второй класс – проводящие жидкости (электролиты). А. Вольта в свое время написал [2]: "Если проводник второго класса находится в середине и соприкасается с двумя проводниками первого класса из двух различных металлов, то вследствие этого возникает электрический ток того или иного направления".



Рис. 5. Внешний вид исторического образца первого в мире источника постоянного электрического тока – гальванического "Вольтова столба", ставшего музейным экспонатом (Италия) [3]

В первом "Вольтовом столбе", состоящем всего из 30 пар круглых медных и цинковых пластинок, разделенных смоченными в солевом растворе суконными прокладками, было использовано вертикальное размещение его элементов (см. рис. 5, 6). По настоятельному предложению самого А. Вольты данное простейшее электротехническое устройство, вырабатывающее постоянный электрический ток, было названо "гальваническим элементом" в честь знаменитого итальянского ученого-физиолога Луиджи Гальвани (1737-1798 гг.), первым открывшего физиологическое действие электрического тока на биологические объекты (например, на лапки лягушки [2]). Соответственно и постоянный электрический ток, вырабатываемый таким "гальваническим элементом", получил в дальнейшем название "гальванического тока". Здесь интересно и важно отметить то обстоятельство, что А. Вольта при описании результатов своих электрических опытов, связанных как с действием на мышцы лягушки электричества (в ходе этих опытов он значительно развил исследования

своего выдающегося соотечественника Л. Гальвани по "животному" электричеству), так и изобретением своего "гальванического элемента" – "Вольтова столба" (сам первоначально он называл его "электрическим органом" [2]), уже пользовался таким электротехническим термином как "замкнутая цепь электрического тока".

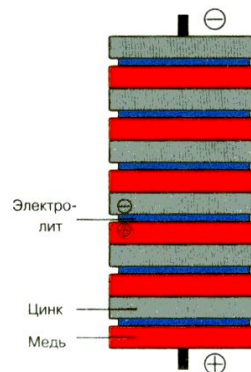


Рис. 6. Схематическое устройство первого гальванического "Вольтова столба" [13]

При описании физического механизма действия электричества на биологические объекты А. Вольта писал [2]: "Я убежден, что все действие электричества возникает первоначально вследствие прикосновения металлов к какому-либо влажному телу или к самой воде. В силу такого соприкосновения электрический флюид гонится в это влажное тело или в воду от самих металлов – от одного больше, от другого меньше. При установлении непрерывного сообщения между соответствующими проводниками этот флюид совершает постоянный круговорот". Требуется заметить, что во время научно-технической деятельности А. Вольты такой элементарный носитель отрицательного электричества в проводниках как электрон открыт еще не был (его открытие было совершено выдающимся английским физиком Джоозефом Томсоном (1856-1940 гг.) лишь в 1897 году [1, 2]). Поэтому ничего удивительного нет в том, что А. Вольта при описании протекания постоянного электрического тока в проводниках замкнутой цепи "гальванического элемента" пользовался, как и Б. Франклин, принятым на тот период состоянием физической науки понятием "электрического флюида". Удивительно, по мнению автора, здесь состоит в другом и именно в том, что в золотой век электричества (в указанный 19 век – век установления основных законов электричества), когда еще не было достоверно экспериментальным путем установлено микроскопическое строение вещества (в том числе его атомов и молекул) и соответственно окружающей нас разнообразной материи, пионеры-академики научного исследования электрических явлений в природе (в их академическом ряду был и выдающийся итальянский физик А. Вольта) обладали потрясающей научной интуицией, позволявшей им в целом физически правильно, глядя с наших современных научных вершин, объяснять те или иные электрофизические процессы, протекающие в макроскопических телах. Физические принципы, заложенные А. Вольтой при изобретении им своего "Вольтова столба", в дальнейшем получили свое логическое развитие при создании более мощных генераторов электрического тока [1, 9, 10, 13]. Поэтому само собой естественным и закономерным выглядит тот важный научно-исторический факт, что единице электрического напряжения благодарное человечество

во за великий научный вклад в теорию и практику электричества присвоило имя выдающегося итальянского физика А. Вольты – **Вольт** (сокращенно **В**).

На рис. 7 приведен общий вид первого гальванического химического элемента с деполяризатором, устойчиво вырабатывающего постоянный электрический ток и изобретенного в 1836 г. английским ученым Джоном Даниэлем (1790-1845 гг.). Данный гальванический элемент содержал коаксиально размещенные медные *T* и цинковые *Z* цилиндрические электроды [3]. Заметим, что гальванические элементы Даниэля на электрическое напряжение в единицы вольт были успешно использованы выдающимся российским физиком Эмилием Ленцем (1804-1865 гг.) при установлении им в 1842 году фундаментального закона теплового действия электрического тока (закон Джоуля – Ленца) [1, 2]. Отметим, что в 1839 г. Дж. Даниэль от электрической батареи, собранной из 70-ти последовательно-параллельно соединенных между собой указанных гальванических элементов, получил весьма интенсивную электрическую дугу [3].

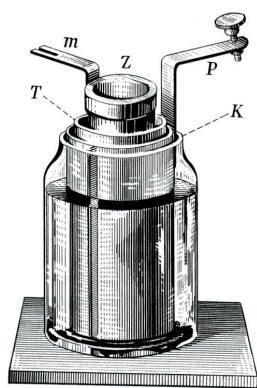


Рис. 7. Внешний вид гальванического химического элемента Даниэля [3]

4. ИЗОБРЕТЕНИЕ ПЕРВЫХ КРУТИЛЬНЫХ ВЕСОВ

Выдающийся французский физик и военный инженер Шарль Кулон (1736-1806 гг.) в 1781 г., исследуя кручение шелковых и металлических нитей, установил законы их упругого кручения. При этом он, в частности, определил, что сила закручивания нити зависит от материала, из которого она сделана, и что она пропорциональна углу закручивания и четвертой степени диаметра нити, а также обратно пропорциональна длине нити [1, 3]. Исходя из этих закономерностей, Ш. Кулон в 1784 г. изобрел (построил) физический прибор для измерения механической силы – крутильные весы [1, 14]. С помощью данных весов (рис. 8) он в 1785 г. экспериментально установил основной фундаментальный закон электростатики – закон Кулона [1, 3, 7]. Согласно рис. 8 конструкция крутильных весов содержала вертикальную нить, на которой был подвешен легкий уравновешенный рычаг. Измеряемые в этих весах силы (в том числе и электрические от действия зарядов) действуют на концы этого рычага. Из-за действия этих сил рычаг весов поворачивается в горизонтальной плоскости. Стрелка на конце рычага указывает на круговой циферблат величину измеряемой силы. Важно отметить, что французский физик Ш. Кулон заложил основы магнитостатики. В 1785 г. он сконструировал один из первых магнитометров. Выдвинул гипотезу явления магнетизма, согласно которой магнитные свойства физических тел связаны с их молекулами. Предположил, что в процессе намагничивания каждая

молекула физического тела становится поляризованной. В 1788 г. он распространил указанный выше закон взаимодействия точечных магнитных полюсов. В знак его больших научных заслуг перед человечеством в области электричества международное научное сообщество присвоило единице электрического заряда имя французского физика-экспериментатора Ш. Кулона – **Кулон** (сокращенно **Кл**).

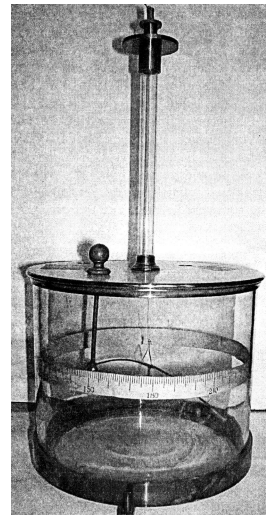


Рис. 8. Весы Кулона 19-го столетия, хранящиеся в настоящее время в музее физической техники и эксперимента при Томском политехническом университете (Россия) [14]

5. ИЗОБРЕТЕНИЕ МАГНИТНОГО КОМПАСА

Считается, что первый магнитный компас (название этого прибора произошло от итальянского слова "compasso" – "прибор для ориентирования относительно сторон горизонта" [15]) был изобретен в Китае примерно в 1000 г. до н. э. [16]. Первые магнитные компасы содержали легкие продолговатые магнитные тела, плавающие в изоляционном (например, фарфоровом) сосуде с водой и ориентирующиеся своими краями вдоль земного магнитного меридиана. Благодаря этому выдающемуся изобретению, прежде всего, китайские мореплаватели получили в край необходимое техническое средство для навигации. На рис. 9 приведен общий вид реконструкции старинного, но существенно усовершенствованного китайского компаса, уже содержащего в своем немагнитном корпусе магнитную стрелку, вращающуюся на острие в центре круга (лимба). Магнитный компас явился простейшим типом компаса, надежно указывающего направление географических сторон земного света.



Рис. 9. Внешний вид старинного китайского магнитного компаса [16]

6. ИЗОБРЕТЕНИЕ ПЕРВЫХ МОЛНИЕОТВОДОВ

В истории физики принято, что изобретателем первого молниеотвода считается великий американский физик Бенджамин Франклин [1, 2]. Именно он впервые высказал, а затем экспериментально с помощью своего знаменитого опыта в воздушной предгрозовой атмосфере с воздушным змеем доказал гипотезу, что молния представляет собой длинный электрический разряд на землю наэлектризованных туч. В 1750 г. Б. Франклин на основе результатов своих исследований в области искусственного (созданного человеком) и естественного (атмосферного) электричества изобрел свой первый молниеотвод – простое устройство, предназначенное для надежной защиты зданий и технических сооружений от воздействия молнии [1, 2]. Данное устройство представляло собой вертикально установленный длинный заостренный вверху металлический стержень, возвышающийся над защищаемым объектом и хорошо электрически соединенный с землей. Имеются отдельные исторические данные, свидетельствующие о том, что еще в древнем Китае по углам жилых домов китайцев над их крышами устанавливались драконы-молниеотводы с обращенными к небу их литыми металлическими языками-жалами, соединенными со спускающимися вниз и расположенными внутри них (драконов) металлическими сердечниками (стержнями), нижние концы которых были глубоко закопаны в землю [17].

7. ИЗОБРЕТЕНИЕ И СОЗДАНИЕ ПЕРВОЙ МОЩНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ БАТАРЕИ

Первая мощная электрическая батарея была построена в 1802 году знаменитым российским физиком Василием Владимировичем Петровым (1761-1834 гг.) на кафедре физики Санкт-Петербургской Медико-хирургической академии [1, 2]. Эта батарея содержала 2100 горизонтально расположенных в четырех сухих деревянных ящиках гальванических элементов, каждый из которых состоял из тонких медного и цинкового кружков диаметром 38 мм, разделенных между собой тонкой картонной прокладкой, пропитанной нашатырем. Каждые десять таких элементов стягивались между собой и образовывали секцию. Все секции затем при помощи медных скоб последовательно соединялись друг с другом и отделялись от деревянного корпуса батареи сургучом. Общая длина созданной В.В. Петровым электрической батареи составляла 12 м. Испытываемые на данной батарее тела (объекты испытаний) размещались на деревянном столике со стеклянными ножками (для изоляции от земли). В мае 1802 г. В. Петровым с помощью этой батареи была впервые в мире открыта электрическая дуга [1, 2].

8. ИЗОБРЕТЕНИЕ И РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Первая лабораторная модель электрического трансформатора, предназначенная для исследования индуцирования электрического напряжения и соответственно импульсного электрического тока (токавого "броска") во вторичной обмотке при замыкании (размыкании) электрической цепи первичной обмотки, подключенной к гальванической батарее постоянного напряжения, была создана в 1831 г. английским физиком М. Фарадеем [1, 6]. В этой электротехнической модели М. Фарадеем был применен железный сердечник в виде кольца (тора), на который с диаметрально противоположных сторон были намотаны две изолированные друг от друга и от сердечника обмотки. Первичная обмотка при этом была соединена че-

рез механический коммутатор с источником постоянного тока, а вторичная – с гальванометром для фиксации токового "броска". Исторически такая модель фактически электрического трансформатора была названа "кольцом Фарадея" [1, 6]. Считается, что именно эта лабораторная модель М. Фарадея является первой в мире моделью электрического трансформатора. В 1851 г. немецкий изобретатель Генрих Румкорф (1803-1877 гг.) создал индукционную катушку ("катушку Румкорфа"), являющуюся по существу высоковольтным электрическим трансформатором [3]. Катушка Румкорфа позволяла генерировать токи высокой частоты. С помощью данной катушки и ее выходного электрического напряжения амплитудой в десятки киловольт Г. Румкорф получал в воздухе электрические искры длиной до 0,5 м. Определенные успехи в разработке трансформаторов были сделаны в 1887 г. американским инженером Джорджем Вестингаузом (1846-1914 гг.) [1, 3]. В разработке и усовершенствовании электрических трансформаторов выдающихся успехов добился гениальный хорватско-американский электротехник Никола Тесла (1856-1943 гг.), который в 1891 г. изобрел высокочастотный резонансный трансформатор ("трансформатор Теслы") [1-3]. На рис. 10 приведен общий вид трансформатора Теслы, используемого им в 1899 г. при генерировании в высокогорной Колорадской научной лаборатории (США) импульсов электрического напряжения мегавольтного диапазона [1, 2]. Данные импульсы напряжения в конце 19-го столетия Н. Теслой применялись для формирования и исследования в воздушной атмосфере длинных гроздовых электрических разрядов. В 1890 г. работавшим в Германии выдающимся российским электротехником Михаилом Доливо-Добровольским (1862-1919 гг.) был изобретен трехфазный электрический трансформатор переменного тока с параллельными магнитными стержнями (магнитопроводами), размещенными в одной плоскости [2, 13]. Данная конструкция трехфазного трансформатора с замкнутым магнитопроводом броневго типа оказалась настолько удачной, что она практически без принципиальных изменений применяется в низко- и высоковольтной технике и электроэнергетике разных стран мира и по сей день.



Рис. 10. Внешний вид мощного высоковольтного резонансного трансформатора Теслы (на стуле рядом с трансформатором и искрами сидит сам автор этого изобретения) [2, 3]

На рис. 11 показан общий вид современного трехфазного трансформатора небольшой мощности, в котором применяются физические идеи и технические решения М. Доливо-Добровольского еще 19-го века.

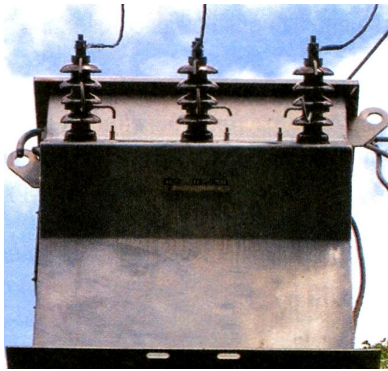


Рис. 11. Внешний вид понижающего трехфазного трансформатора переменного тока, установленного в полевых условиях на опорах линии электропередачи [13]

На рис. 12 приведен общий вид выемной высоковольтной электрической части современного мощного трехфазного трансформатора переменного тока, обычно работающей в жидкой изоляционной среде охлаждаемого естественным или принудительным путем трансформаторного масла [2, 9, 18]. В данном трансформаторе также с успехом были применены пионерские технические идеи выдающегося российского электротехника М. Доливо-Добровольского. Мощные трехфазные трансформаторы конструктивного исполнения, показанного на рис. 12, в настоящее время находят широкое применение на электрических подстанциях (рис. 13), осуществляющих соответствующее преобразование переменного электрического напряжения (тока) под разнообразные требования широкого числа потребителей электроэнергии.



Рис. 12. Внешний вид внутренней выемной электрической части современного мощного трехфазного электрического трансформатора переменного тока [13]



Рис. 13. Внешний вид оборудования современной мощной подстанции, преобразующей электроэнергию в соответствии с требованиями ее различных потребителей [13, 18]

9. ИЗОБРЕТЕНИЕ И РАЗРАБОТКА ПЕРВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Первая лабораторная модель электродвигателя была создана в 1821 г. английским физиком Майклом Фарадеем [3, 6]. Первую практическую модель электродвигателя с круговым вращением вала (якоря или

ротора двигателя) в 1834 г. создал известный российский электротехник Борис Якоби (1801-1874 гг.) [3, 6]. В 1859 г. итальянским физиком и изобретателем Антонио Пачинотти (1841-1912 гг.) был построен электродвигатель с кольцевым зубчатым якорем, а в 1860 году – двигатель постоянного электрического тока с коллектором ("кольцевой электродвигатель Пачинотти"), общий вид которого приведен на рис. 14. При этом А. Пачинотти была показана возможность его преобразования в динамомашину постоянного тока [3]. Важным прогрессивным шагом в развитии электромашин стало изобретение в Германии в 1890 году талантливым российским электротехником М. Доливо-Добровольским трехфазного асинхронного электродвигателя переменного тока, содержащего распределенную по статору обмотку и короткозамкнутую обмотку ротора [3, 6]. Этот тип электродвигателя с рядом существенных усовершенствований сейчас является основной составной частью широкой промышленной номенклатуры электродвигателей. Кроме того, М. Доливо-Добровольский разработал (изобрел) и поныне широко используемые в силовом электромашиностроении электрические схемы включения фазных обмоток электродвигателей и электрогенераторов "звездой" и "треугольником" [3].

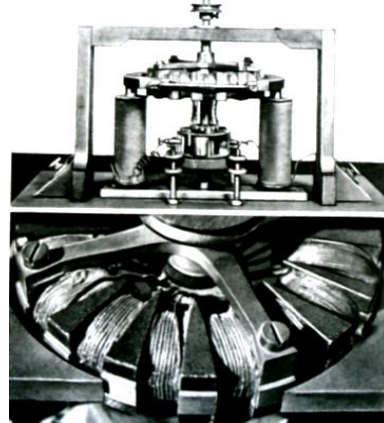


Рис. 14. Кольцевой электродвигатель Пачинотти [3]

Много прогрессивных разработок в области создания многофазных (преимущественно двухфазных) электродвигателей совершил гениальный хорватско-американский электротехник Н. Тесла, открывший в 1888 году независимо от итальянского физика и электротехника Галилео Феррариса (1847-1897 гг.) явление вращающегося магнитного поля [2, 3]. В 1888 г. Г. Феррарисом был сконструирован электрический мотор (электродвигатель), в котором (рис. 15) уже использовалось вращающееся магнитное поле.

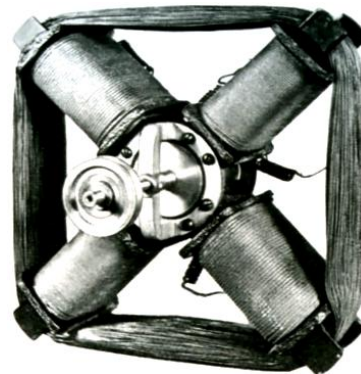


Рис. 15. Внешний вид электромотора Феррариса [3]

10. ИЗОБРЕТЕНИЕ И РАЗРАБОТКА ПЕРВЫХ ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРОВ

В 1831 г. М. Фарадеем на основе открытого им в том же году фундаментального закона электромагнитной индукции [1, 6, 19] была разработана и создана в "металле" первая модель униполярного электрогенератора, работа которого основывалась на круговом движении плоского металлического проводника (диска) вокруг полюсов стального магнита с постоянным магнитным полем. Со временем эта конструкция униполярного электрогенератора М. Фарадеем была усовершенствована и в ней вместо обыкновенного постоянного магнита появился уже электромагнит постоянного тока (постоянный магнит снаружи был окружен витками катушки с постоянным электрическим током). На рис. 16 приведен внешний вид такой модели электрогенератора того далекого для нас времени (так называемого "диска Фарадея"). Из данных рис. 16 видно, что в электрогенераторе Фарадея (униполярной динамомашине) между жестко закрепленными полюсами электромагнита в вертикальной плоскости на горизонтальной оси вращался тонкий медный диск. Скользящие контакты у периферии и центра этого вращающегося диска снимали возникающее на диске электрическое напряжение и отводили генерируемый при круговом вращении диска данного электрогенератора радиальный постоянный электрический ток к внешней цепи, содержащей электрическую нагрузку (например, гальванометр) [1, 6].

В 1832 г. французский изобретатель Ипполит Пикси (1808-1835 гг.) построил первый в мире генератор переменного тока, использующий закон электромагнитной индукции, открытый в 1831 г. английским физиком М. Фарадеем [1, 6, 7]. На рис. 17 представлен общий вид созданного И. Пикси генератора переменного тока. Используя коммутатор великого французского физика Андре Ампера (1775-1836 гг.), кстати введшего в теорию электричества термин "электрический ток", или созданный им самим в 1832 году коллектор для выпрямления переменного электрического тока, он (И. Пикси) во внешней электрической цепи показанного на рис. 17 генератора мог получать и постоянный электрический ток [3].



Рис. 16. Внешний вид исторического образца знаменитого "диска Фарадея" – первого в мире униполярного электрического генератора, хранящегося сейчас в музее Британского Королевского института (Англия) [6]

В 1833 г. Риччи в электромашину генераторного типа был введен коллектор и применен постоянный магнит с токовой обмоткой – электромагнит [20]. Из-

вестный немецкий электротехник и изобретатель Вернер Сименс (1816-1892 гг.) в 1867 г. независимо от Риччи (его разработки были ему не известны) предложил заменить в индукционных электрических машинах стальные магниты на электромагниты [3]. В. Сименсом также в 1867 г. независимо от других электротехников (А. Йедлика и Ч. Уитстона) был разработан электрогенератор с самовозбуждением [1, 3].

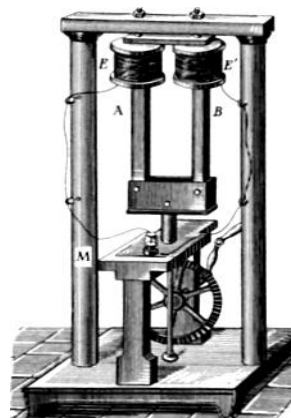


Рис. 17. Магнитоэлектрический генератор Пикси [3]

В 1869 г. известный французский электротехник и изобретатель Зеноб Грамм (1826-1901 гг.) изобрел кольцевой якорь для электрической машины, обеспечивающий получение постоянного электрического тока в созданной им электромашине ("машине Грамма"), общий вид которой приведен на рис. 18 [3].

Кроме того, французский умелец-изобретатель З. Грамм прославился созданием в 1871 г. генератора постоянного тока ("машины с кольцом Грамма"), а также постройкой в 1877 г. генератора переменного электрического тока с кольцевым якорем.



Рис. 18. Электрическая машина Грамма [3]

В 1873 г. немецкий электротехник Фридрих Хефнер-Альтенек (1845-1904 гг.) заменил кольцевой якорь в динамомашине на изобретенный им барабанный якорь, существенно упростивший ее конструкцию в целом и позволявший сравнительно легко увеличивать ее мощность [3]. Отметим, что подобная электрическая машина практически и стала прототипом для современных электрогенераторов [1, 6]. В 1888 году выдающимся российским электротехником М. Доливо-Добровольским в Германии был построен первый электрогенератор трехфазного переменного тока с вращающимся магнитным полем, основные принципиальные электротехнические идеи и решения которого и поныне широко используются во всем мире в теории и практике электрических машин [1, 3].

11. ИЗОБРЕТЕНИЕ И СОЗДАНИЕ ПЕРВОЙ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Первые электростанции, содержащие подсоединенные к паровой машине с турбиной электрогенераторы, были предназначены для снабжения электроэнергией отдельных объектов (например, предприятий и жилых домов), расположенных вблизи этих станций. Со временем в электроэнергетике возникла проблема передачи электрической энергии от ее производителя (электростанции) к ее потребителям, размещенным на удаленных территориях. Исторически так сложилось, что данный вопрос остро возник перед организаторами Международной электротехнической выставки, проводимой в 1891 г. в немецком городе Франкфурте. Для энергообеспечения этой выставки, целью которой была как раз демонстрация передачи и распределения электроэнергии в различных электросхемах ее потребителей, был срочно необходим достаточно мощный источник электрической энергии. Место проведения выставки было расположено не так недалеко (всего в 170 км) от немецкого города Лауфен, в котором была техническая возможность быстрого сооружения такого источника электроэнергии – небольшой гидроэлектростанции [13]. За решение данного вопроса взялся известный российский электротехник М. Доливо-Добровольский, работавший тогда в немецкой электротехнической фирме "АЕГ" [2, 13]. За короткое время под руководством М. Доливо-Добровольского в Лауфене была построена небольшая гидроэлектростанция мощностью 300 л.с. (около 0,22 МВт [7]). Гидротурбина данной станции вращала вал (ротор) электротурбогенератора трехфазного переменного тока конструкции М. Доливо-Добровольского, указанной ранее в разделе 10. На рис. 19 приведен общий вид генераторного зала подобной электростанции в немецком городе Лауфен того исторического периода времени [13, 16].

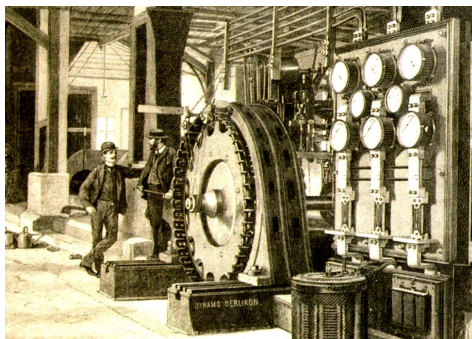


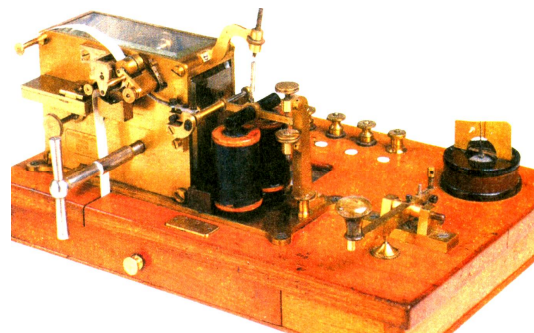
Рис. 19. Электрогенераторы в Лауфене периода 1891 г. (Германия) [13]

От установленных вблизи гидроэлектростанции в Лауфене двух повышающих электрических трансформаторов на выходное электрическое напряжение 15 кВ начиналась сооруженная по проекту уже не один раз нами упомянутого российского электротехника М. Доливо-Добровольского воздушная трехпроводная линия электропередачи (ЛЭП) длиной 170 км, заканчивающаяся во Франкфурте также двумя, но только понижающими электрическими трансформаторами. 25 августа 1891 г. от Лауфенской гидроэлектростанции и указанной ЛЭП на открытии Международной электротехнической выставки в городе Франкфурте одновременно вспыхнули электrolампочки накаливания в количестве около 1000 штук. Кроме того, в этот день посетителям этой электротехнической выставки был продемонстрирован искусственный водопад высотой 10 м, приводимый в дейст-

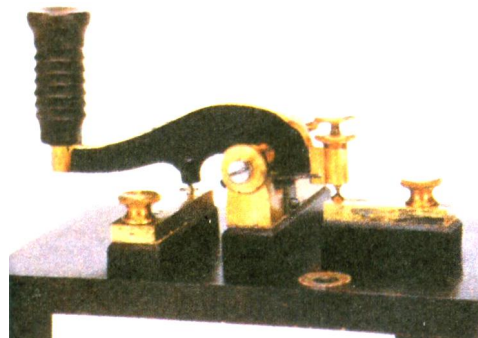
вие трехфазным асинхронным электродвигателем переменного тока конструкции все того же М. Доливо-Добровольского, указанной выше в разделе 9 [13].

12. ИЗОБРЕТЕНИЕ И РАЗРАБОТКА ПЕРВЫХ АППАРАТОВ ПРОВОДНОГО ТЕЛЕГРАФА

Первыми были созданы аппараты проводного "стрелочного телеграфа", в которых при нажатии оператором клавиш и при прохождении по цепи электрического тока поворачивались соответствующие магнитные стрелки, положения которых и укрепленных над ними бумажных флажков отвечали определенным буквам и цифрам [13, 21]. Вначале в 1835 г. такой "стрелочный телеграф" был изобретен российским ученым Павлом Шиллингом, а затем в 1837 г. стрелочный телеграфный аппарат Шиллинга был усовершенствован английским изобретателем Уильямом Куком, аппарат которого давал уже возможность передавать по воздушной телеграфной линии отдельные буквы, из которых складывались слова. Для применения телеграфа в качестве надежного средства связи требовались аппараты, способные записывать передаваемую информацию. Такой телеграфный аппарат с самопишущим устройством был создан в 1837 г. американским изобретателем Сэмюэлем Морзе (1791-1872 гг.) [3, 13]. В телеграфном аппарате Морзе передача и прием информации осуществлялись при помощи разработанного им универсального кода, ставшего вскоре международным "языком" связи. Каждая буква в этом коде ("азбуке Морзе") была закодирована в виде последовательности длинных ("тире") и коротких ("точка") электрических сигналов. Телеграфист на одном конце линии выстукивал эти сигналы с помощью специального ключа (рис. 20,б), а на ее другом конце и приемном аппарате (рис. 20,а) эти сигналы и соответственно указанные значки ("тире" и "точки") наносились на подвижную узкую бумажную ленту и потом расшифровывались оператором телеграфной станции.



а



б

Рис. 20. Приемник (а) и ключ (б) проводного электротелеграфа американского изобретателя Морзе [13]

Первая воздушная телеграфная линия длиной 64 км была проложена в 1839 г. между американскими городами Вашингтоном и Балтимором [3, 13]. Первая телеграмма С. Морзе по этой проводной линии связи содержала следующие слова из Библии [21]: "*Чудны дела твои, Господи*". Отметим, что известный российский электротехник, академик (с 1848 года) Петербургской Академии наук Б. Якоби много сил отдал становлению проводной электротелеграфии в России [1, 21]. Начало этих электротехнических работ Б. Якоби ознаменовалось проведением под его руководством в 1841 г. первого российского электрического телеграфа между Зимним дворцом и Главным военным штабом в Петербурге.

В 1847 г. известным немецким электротехником и изобретателем В. Сименсом совместно с его немецким компаньоном С.И. Гальске был получен прусский патент на электрический телеграф, который был вскоре внедрен ими при сооружении в России телеграфной линии Петербург-Севастополь [1, 3]. В дальнейшем многие изобретатели мира активно работали над созданием в области проводного электрического телеграфа буквопечатающих аппаратов, способных записывать целые слова и предложения. В 1854 г. такой аппарат был сконструирован английским физиком и изобретателем Дэвидом Юзом (1831-1900 гг.) [3]. В 1912 г. в Германии был создан аппарат проводной телеграфии (рис. 21) с высокой скоростью передачи (до 100 знаков в минуту) [3, 13].

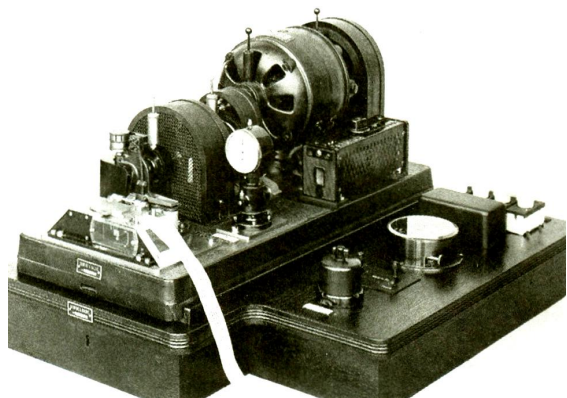


Рис. 21. Быстропечатающий проводной телеграфный аппарат начала 20-го века [13]

Телеграфный аппарат с проводной линией связи согласно рис. 21 был оснащен уже бумажной перфорированной лентой. Данный немецкий аппарат проводного телеграфа стал основой для улучшения европейской сети электросвязи в начале 20-го столетия.

13. ИЗОБРЕТЕНИЕ И СОЗДАНИЕ ПЕРВЫХ ТЕЛЕФОННЫХ АППАРАТОВ

С изобретением проводного электротелеграфа определенным образом была решена задача передачи на дальние расстояния письменной информации. Тем не менее, общество остро нуждалось в таком средстве связи, которое было бы способно передавать на большое расстояние живой звук (например, человеческий голос или музыку). В 1876 г. американским изобретателем Александером Беллом (1847-1922 гг.) был создан телефонный аппарат, преобразующий звук в электрические сигналы, передаваемые по проводной линии [3, 13]. На рис. 22 приведен общий вид, а на рис. 23 – продольное сечение телефонной трубки Белла.

В 1917 г. Э. Венте предложил конденсаторный микрофон, а в 1924 г. немецкими физиками Э. Герлахом и В. Шоттки был разработан ленточный микрофон. Широко известный динамический катушечный микрофон для телефона был изобретен в 1931 г. Э. Венте и А. Тэрасом [3]. Первая в мире телефонная станция начала работать в 1878 г. С этого времени такие станции в больших количествах стали появляться почти во всех странах мира. Сначала эти станции обслуживали операторы-телефонисты. С 20-х годов прошлого столетия им на смену пришли автоматические телефонные станции (всем нам знакомые АТС), которые принимали, обрабатывали и передавали в автоматическом режиме по проводным телефонным линиям абонентов электрические сигналы напряжением до 30 В. Первый трансатлантический подводный телефонный кабель общей длиной около 4000 км, соединяющий Шотландию и Канаду, был успешно проложен только в 1956 г. [8, 22]. Для этого специалистам пришлось решить многие сложные электротехнические задачи (например, создать надежный подводный многожильный кабель и обеспечить поддержание передаваемых по кабелю быстро затухающих по его длине телефонных электрических сигналов на необходимом уровне).



Рис. 22. Телефонный аппарат Белла конца 19-го века [13]

Несмотря на широкое использование в настоящее время сотовой радиосвязи, проводные электрические сети традиционного стационарного телефона, восходящего к изобретению А. Белла, до сих пор остаются актуальными и востребованными людьми.

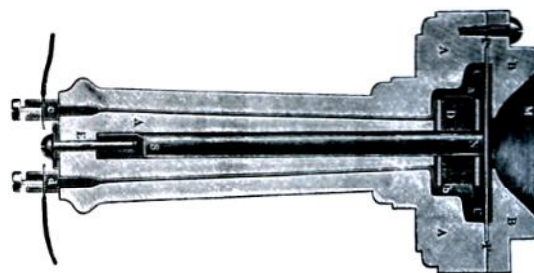


Рис. 23. Продольное сечение телефонной трубки Белла [3]

Необходимо заметить, что применение в проводной телефонии новых технологий (например, оптоволоконного кабеля, имеющего огромную пропускную способность по передаваемой информации [13]) делает ее конкурентоспособной по сравнению с новыми известными ныне в мире средствами связи.

14. ИЗОБРЕТЕНИЕ И РАЗРАБОТКА ПЕРВЫХ АППАРАТОВ РАДИОСВЯЗИ

Изобретение беспроводной электросвязи (радиосвязи) считается в мировой истории науки и техники наиболее значительным техническим достижением

начала 20-го столетия. В основе наиболее современного средства связи оказались результаты исследования двух выдающихся специалистов мира в области электро- и радиотехники – русского физика Александра Попова (1859-1906 гг.) и итальянского инженера Гульельмо Маркони (1874-1937 гг.). А. Попов в 1894 г. по аналогии с излучателем электромагнитных волн Г. Герца ("вибратором Герца") на основе указанной ранее высоковольтной индукционной катушки Румкорфа создал искровой генератор электромагнитных колебаний и когерер (этот термин происходит от латинского слова "*cohaerentia*" – "сцепление" [15]) – устройство, чувствительное к воздействию волн электромагнитного поля [2, 3]. В том же году он изобрел первую приемную проволочную радиоантенну (вертикально расположенный медный провод длиной 2,5 м) и радиоприемник (рис. 24), которые чутко реагировали на электрические разряды в воздушной атмосфере (на сильноточные грозовые разряды) [2, 3].



Рис. 24. Радиоприемник Попова конца 19-го века [13]

Этот радиоприемник-грозоотметчик явился первой в мире приемной радиостанцией. 7 мая 1895 г. А. Попов продемонстрировал работу своего грозоотметчика (радиоприемника) на заседании Русского физического общества и высказал идею о возможности применения данного грозоотметчика для передачи быстрых электромагнитных колебаний на расстояние [2, 3]. В 1896 г. А. Поповым на основе созданных им радиопередатчика и радиоприемника было сконструировано первое устройство для беспроводной телеграфии, с помощью которых можно было осуществлять радиопередачу и радиоприем с применением известного кода Морзе. Первая в мире радиограмма, переданная 24 марта 1896 г. всего на расстоянии 250 м в Петербурге с помощью изобретенного А. Поповым радиотелеграфа, содержала всего два слова – "*Генрих Герц*" [2, 3]. Г. Маркони 2 июля 1897 г. был получен английский патент на радиотехнический прибор (рис. 25) для передачи и приема радиоимпульсов, закрепляющий за ним приоритет в деле изобретения беспроводной электросвязи – радиосвязи [1, 2]. Отметим, что на первом этапе своих работ в области беспроводного телеграфа Г. Маркони в радиоприемнике применил электрическую схему, которая полностью соответствовала схеме А. Попова. В своем первом радиосообщении через Атлантический океан Г. Маркони передал и принял всего одну букву *S*, которая в азбуке Морзе соответствовала трем точкам. Чтобы поймать этот короткий радиосигнал в 1901 г., ему пришлось воспользоваться проволочной антенной длиной 122 м, один конец которой был поднят вертикально вверх при помощи воздушного шара [13]. Первый и действительный изобретатель радио, рус-

ский ученый-физик А. Попов своего выдающегося радиотехнического открытия, связанного с практическим применением электромагнитных волн для беспроводной связи на малые и дальние расстояния, не патентовал ни в России, ни за рубежом. Г. Маркони добился значительного развития и широкого практического применения в мире нового беспроводного способа электросвязи (радиосвязи).



Рис. 25. Беспроводный телеграф (радиотелеграф) Маркони конца 19-го века (возле телеграфного аппарата сидит один из авторов этого выдающегося изобретения) [13]

Следует отметить, что немецким физиком Карлом Брауном (1850-1918 гг.) в 1898 г. был изобретен колебательный контур большой емкости и с малым затуханием ("цепь Брауна"), нашедший широкое применение в радиотехнике [3]. В 1900 г. он предложил разделить в радиопередатчике антенну и искровой разрядник, что привело к существенному улучшению его излучающих характеристик. К. Брауном в 1913 г. была изобретена применяемая и сейчас рамочная антенна. В 1909 г. Г. Маркони совместно с К. Брауном за пионерскую роль в развитии беспроводной телеграфии (радиотелеграфии) и распространении в мире радио как средства связи была присуждена Нобелевская премия по физике [1, 3].

16. ИЗОБРЕТЕНИЕ И СОЗДАНИЕ ПЕРВОЙ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ ТРУБКИ

В 1897 г. упомянутым выше немецким физиком К. Брауном была изобретена электроразрядная катодная трубка, в которой движением ускоренных продольным электрическим полем открытых в том же году Дж. Томсоном электронов управляло поперечное электрическое поле ("трубка Брауна") [2, 3]. На рис. 26 показан общий вид такой катодной трубки, ставшей в радиотехнике и радиоэлектронике первой осциллографической электронно-лучевой трубкой (ЭЛТ).

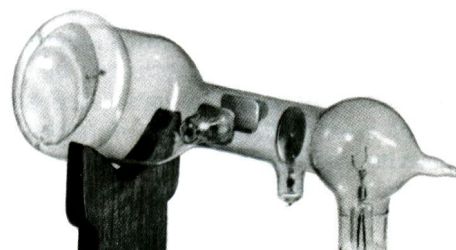


Рис. 26. Первая ЭЛТ конца 19-го века [3]

ЭЛТ с хорошо откачанным внутренним объемом и тонкостенным стеклянным корпусом сложной геометрической формы является по существу усовершенствованной крупногабаритной радиолампой с низковольтным горячим катодом (источником электронов) и высоковольтным холодным анодом

(металлизированная боковая часть трубки вблизи толстостенного экрана с люминофором) [1, 2]. ЭЛТ со временем стала содержать электрическую (отклоняющие плоские пластины, на которые подается переменное напряжение) и магнитную (цилиндрические катушки с переменным током) системы управления электронным лучом. Данные системы отвечали за отклонение электронного луча в горизонтальном и вертикальном направлениях и надежно обеспечивали строчную и кадровую развертку электронного луча. Существенно усовершенствованная по сравнению с первыми образцами катодной трубки ЭЛТ нашла широкое применение в осциллографах, радиолокационных и навигационных приборах, лучевых кинескопах телевизоров и дисплеях ПЭВМ. Сейчас долго послужившей научно-техническому прогрессу ЭЛТ серьезную конкуренцию составляют жидкокристаллические и плазменные экраны радиоэлектронных устройств, характеризующиеся по сравнению с ЭЛТ более высокими технико-экономическими показателями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кудрявцев П.С. Курс истории физики. – М.: Просвещение, 1974. – 312 с.
2. Баранов М.И. Избранные вопросы электрофизики: Монография в 2-х томах. Том 1: Электрофизика и выдающиеся физики мира. – Харьков: Изд-во НТУ "ХПИ", 2008. – 252 с.
3. Храмов Ю.А. История физики. – Киев: Изд-во "Феникс", 2006. – 1176 с.
4. Крыжановский Л.Н. Электростатическая индукция и электрофор в опытах XVIII в. // Электричество. – 1992. – №4. – С. 60-62.
5. Баранов М.И. Новый электрофизический подход по теоретическому обоснованию явления электростатической индукции в неподвижном металлическом проводнике // Электротехника и электромеханика. – 2010. – №2. – С. 27-32.
6. Баранов М.И. Майкл Фарадей и его научные заслуги перед человечеством // Электротехника и электромеханика. – 2009. – № 6. – С. 3-12.
7. Кухлинг Х. Справочник по физике / Пер. с нем. под ред. Е.М. Лейкина. – М: Мир, 1982. – 520 с.
8. Баранов М.И. Электроны и земная цивилизация // Электротехника и электромеханика. – 2009. – № 5. – С. 3-12.
9. Техника больших импульсных токов и магнитных полей / Под ред. В.С. Комелькова. – М.: Атомиздат, 1970. – 472 с.
10. Бржезицкий В.О., Исакова А.В., Рудаков В.В. та ін. Техніка і електрофізика високих напруг: Навч. посібник / За ред. В.О. Бржезицького, В.М. Михайлова. – Харків: НТУ "ХПИ". – Торнадо, 2005. – 930 с.
11. Ченакал В.Л. Электрические машины в России XVIII в. // Труды Института естествознания и техники. – 1961. – Том 43. – С. 50-111.
12. Électrophore perpétuel // Acta Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae. – 1777. – Pars. 1. – P. 70-71.
13. Скляренко В.М., Сядро В.В. Открытия и изобретения. – Харьков: Веста, 2009. – 144 с.
14. Постникова Е.И., Ларионов В.В., Лисичко Е.В. и др. Роль профессора Б.П. Вейнберга в развитии физики и техники в Сибири // История науки и техники. – 2010. – № 8. – С. 3-12.
15. Большой иллюстрированный словарь иностранных слов. – М.: Русские словари, 2004. – 957 с.
16. Климов А.А. Большая книга знаний. – Харьков: Веста, 2010. – 160 с.
17. Сикорский Г. Шляпка с громоотводом // Газета "Киевские Ведомости" от 2 октября 2008 г., С. 12.

18. Рассальский А.Н., Козик Н.Н., Левковский А.И. и др. Система мониторинга и управления для силовых трансформаторов // Новое в российской энергетике. – 2004. – № 6. – С. 24-30.

19. Баранов М.И. Электрофизический микромеханизм явления электромагнитной индукции в движущемся металлическом проводнике // Электричество. – 2010. – № 11. – С. 49-55.
20. Карцев В.П. Новеллы о физике. – М.: Знание, 1969. – 104 с.
21. Черников Ю.В. Электромагнитный телеграф Якоби // Электропанорама. – 2010. – № 11. – С. 54-56; 2010. – № 12. – С. 52-54.
22. Черников Ю.В. Создание трансатлантического подводного телефона // Электропанорама. – 2007. – № 12. – С. 81-84.

Bibliography (transliterated): 1. Kudryavcev P.S. Kurs istorii fiziki. – M.: Prosvveshenie, 1974. – 312 s. 2. Baranov M.I. Izbrannye voprosy `elektrofiziki: Monografiya v 2-h tomah. Tom 1: `Elektrofizika i vyduyachiesya fiziki mira. – Har'kov: Izd-vo NTU "HPI", 2008. – 252 s. 3. Hramov Yu.A. Istoriya fiziki. – Kiev: Izd-vo "Feniks", 2006. – 1176 s. 4. Kryzhanovskij L.N. `Elektrostatischeeskaya indukcija i `elektrofor v opytah XVIII v. // `Elektrichestvo. – 1992. – №4. – S. 60-62. 5. Baranov M.I. Novyj `elektrofizicheskiy podhod po teoreticheskomu obosnovaniyu yavleniya `elektrostatischeeskoj indukcii v nepodvizhnom metallicheskom provodnike // Elektrotehnika i elektromehaniika. – 2010. – №2. – S. 27-32. 6. Baranov M.I. Majkl Faradej i ego nauchnye zaslugi pered chelovechestvom // Elektrotehnika i elektromehaniika. – 2009. – № 6. – S. 3-12. 7. Kuhling H. Spravochnik po fizike / Per. s nem. pod red. E.M. Lejkina. – M: Mir, 1982. – 520 s. 8. Baranov M.I. `Elektrony i zemnaya civilizaciya // Elektrotehnika i elektromehaniika. – 2009. – № 5. – S. 3-12. 9. Tehnika bol'shih impul'snyh tokov i magnitnyh polej / Pod red. V.S. Komel'kova. – M.: Atomizdat, 1970. – 472 s. 10. Brzhezic'kij V.O., Isakova A.V., Rudakov V.V. ta in. Tehnika i elektrofizika visokih naprug: Navch. posibnik / Za red. V.O. Brzhezic'kogo, V.M. Mihajlova. – Har'kov: NTU "HPI". – Tornado, 2005. – 930 s. 11. Chenakal V.L. `Elektricheskie mashiny v Rossii XVIII v. // Trudy Instituta estestvoznaniya i tehniki. – 1961. – Tom 43. – S. 50-111. 12. Électrophore perpétuel // Acta Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae. – 1777. – Pars. 1. – P. 70-71. 13. Sklyarenko V.M., Syadro V.V. Otkrytiya i izobreneniya. – Har'kov: Vesta, 2009. – 144 s. 14. Postnikova E.I., Lariонов V.V., Lisichko E.V. i dr. Rol' professora B.P. Vejnberga v razvitii fiziki i tehniki v Sibiri // Istoriya nauki i tehniki. – 2010. – № 8. – S. 3-12. 15. Bol'shoj illyustrirovannyj slovar' inostrannyh slov. – M.: Russkie slovari, 2004. – 957 s. 16. Klimov A.A. Bol'shaya kniga znaniy. – Har'kov: Vesta, 2010. – 160 s. 17. Sikorskij G. Shlyapka s gromootvodom // Gazeta "Kievskie Vedomosti" ot 2 oktyabrya 2008 g., S. 12. 18. Rassal'skij A.N., Kozik N.N., Levkovskij A.I. i dr. Sistema monitoringa i upravleniya dlya silovyh transformatorov // Novoe v rossijskoj `energetike. – 2004. – № 6. – S. 24-30. 19. Baranov M.I. `Elektrofizicheskiy mikromehanizm yavleniya `elektromagnitnoj indukcii v dvizhushchemsya metallicheskom provodnike // `Elektrichestvo. – 2010. – № 11. – S. 49-55. 20. Karcev V.P. Novelly o fizike. – M.: Znanie, 1969. – 104 s. 21. Chernihov Yu.V. `Elektromagnitnyj telegraf Yakobi // `Elektropanorama. – 2010. – № 11. – S. 54-56; 2010. – № 12. – S. 52-54. 22. Chernihov Yu.V. Sozdanie transatlanticheskogo podvodnogo telefona // `Elektropanorama. – 2007. – № 12. – S. 81-84.

Поступила 21.01.2011

Баранов Михаил Иванович, д.т.н., с.н.с.
НИПКИ "Молния"
Национального технического университета
"Харьковский политехнический институт".
61013, Харьков, ул. Шевченко, 47
тел. (057) 707-68-41, e-mail: eft@kpi.kharkov.ua

Baranov M.I.
An anthology of outstanding achievements in science and technology. Part 5: Electrical engineering.
A brief outline from the global history of scientific and technological formation and the initial stage of electrical engineering development is given.
Key words – history, electrical engineering, scientific and technological formation.