

# ИсТ

АКАДЕМИЯ

СОВРЕМЕННЫХ

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ

ТЕХНОЛОГИЙ

**ИсТ** Исторические аспекты развития телекоммуникаций

**ИсТ.11** История телеграфа, телефона и радио до начала XX века  
(количество частей – 1, число страниц - 35)

# ИсТ.11

*Наука, ее открытия и завоевания, ее  
работники и герои – все это должно бы  
явиться достоянием поэзии. Эта область  
человеческой деятельности, может быть,  
более чем всякая другая достойна  
восхищения, изумления, пафоса.*

**Максим Горький**

В данной статье обсуждаются некоторые гуманитарные проблемы, связанные с развитием электросвязи, и показывается ее значение для развития общества. Вводится периодизация истории развития электросвязи. Представлен краткий обзор основных исторических событий, связанных с развитием в мире электросвязи.

### **1. Единство человечества**

Обращаясь к истории человечества можно заметить, что развитие нашей цивилизации всегда сопровождало усиление тенденций единения живущих на Земле людей. В давние времена роды объединялись в племена, племена в княжества, княжества в государства, а государства в империи. Нередко такое объединение происходило не добровольно - более слабые государства завоевывались более сильными.

Если политика империи сопровождалась развитием в ней промышленности и торговли, ростом благосостояния и культуры проживающего на ее территории населения, то она оказывалась устойчивой и могла существовать столетия, если же эта политика приводила к экономическому и политическому застою и культурной деградации, то империя распадалась.

С происходящим в мире в течение многих веков развитием промышленности и торговли взаимозависимость государств, расположенных в разных регионах земного шара, возрастала. В XX столетии во многих отраслях промышленное производство вместе с сырьевой базой превратилось в единый мировой комплекс. В докладе «За пределами роста», сделанном одним из участников прошедшей в 1995 году в Брюсселе конференции по организации всемирной информационной системы - Эймори Ловинсом, эта мысль была выражена в яркой и остроумной форме: *«...пишущая машинка, которой я сейчас пользуюсь, состоит, возможно, из деталей, изготовленных из алюминия Ямайки, железа Швеции, магния Чехословакии, марганца Габона, хрома Родезии, ванадия Советского Союза, цинка Перу, никеля Новой Каледонии, меди Чили... Вполне возможно, что эмаль содержит титан Норвегии, пластмасса сделана из нефти Ближнего Востока, переработанного с помощью американских редкоземельных катализаторов... В обрабатывающих станках использовался китайский вольфрам, а электроэнергия получалась при сжигании угля, добытого в Руре».*

Острые и жизненно важные проблемы, стоящие сегодня перед человечеством: парниковый эффект, разрушение озонового слоя в атмосфере, загрязнение окружающей среды отходами производства, перенаселение нашей планеты и т.д., приобрели глобальный характер и серьезно угрожают самому его существованию. Решение этих проблем может быть достигнуто только путем консолидированных усилий всех стран мира. Дальнейшее развитие Человеческой цивилизации в области промышленности, торговли, культуры и т.п. настоятельно требует объединение ресурсов государств всего мира.

Одним из примеров такого объединения является создание Евросоюза, в который сегодня входят 28 европейских стран, и ряд стран выразили желание стать его членами. Объединенная Европа имеет европарламент, разрабатывающий единые для европейских стран законы, связанные с экономической деятельностью, с созданием экологически чистых технологий производства разной продукции. В странах Европы введена единая валюта – евро, быстро ставшая одной из самых надежных валют мира. Гражданам Европы обеспечивается свободное перемещение по всей ее территории и возможность работать в любой из европейских стран и т.п.

Особо отметим факты, иллюстрирующие международное сотрудничество в области разработки техники электросвязи и развития телекоммуникаций. В Европе создан Европейский институт стандартизации (ETSI), в котором специалистами европейских стран совместно разрабатываются стандарты на системы связи и вещания. Ряд таких систем (например, системы сотовой связи стандартов GSM и UMTS, а также системы

наземного цифрового телевизионного вещания стандарта DVB-T), уже нашли широкое применение во многих странах за пределами Европы. Европейская организация СЕПТ – Конференция европейских почтовых и телекоммуникационных ведомств, разрабатывает для всех европейских стран единую техническую политику развития сетей связи, включая весьма важные вопросы использования радиочастотного спектра, от решения которых зависят возможности развития радиотехнологий.

Аналогичные межгосударственные объединения созданы и других регионах мира. Решения общих для всех стран проблем в области телекоммуникаций вырабатываются на Международных конференциях Международного союза электросвязи, основанного в 1865г. в Париже.

Будущее человечества напрямую зависит от того, смогут ли люди объединиться для решения своих проблем и действовать согласовано. Эта, очень верная мысль, была четко выражена еще в 30-х годах XX века Шоги Эффеди – руководителем Международного сообщества бахаи, одним из последователей учения Баха-Уллы: *«Объединение всего человечества является наивысшим критерием той стадии развития, к которой приближается человеческое сообщество. Единство семьи, племени, города-государства и страны исторически было осуществлено. Мировое единство – вот та цель, к которой стремиться обеспокоенное человечество. Создание наций завершилось. Анархия, присущая государственному суверенитету, нарастает. Мир, входя в эпоху зрелости, должен отбросить этот фетиш, признать единство и целостность человеческих взаимоотношений и утвердить раз и навсегда механизм, способный воплотить этот основополагающий принцип в жизнь».*

Создание единого мира зависит не только от руководителей государств, но и от конкретных людей, создающих своим трудом материальные и духовные ценности, на которых зиждется наша цивилизация. В создании условий, необходимых для объединения человечества в единое целое, особое место занимает развитие в мире телекоммуникации.

## **2. Значение электросвязи для развития общества**

Создание техники электросвязи в XIX веке стало мощнейшим катализатором прогресса всего человечества. Конец XX века стал началом наступления Информационной эры, в которой каждому человеку будет обеспечена возможность свободного доступа к всевозможным базам данных, содержащих информацию научного характера, произведения литературы, музыки, живописи, справочную информацию, касающуюся всевозможных сфер жизни, информацию политического характера, касающуюся мировой политики, управления государством, регионом, городом и т.п., бизнеса. В наступлении этой эры колоссальную роль сыграл прогресс в технике электросвязи.

Заметим, что возникновение Информационного общества предвидел еще в начале 20-х годов прошлого века наш знаменитый соотечественник академик В.И. Вернадский, разработавший концепцию становления на Земле ноосферы – сферы разума. Эта концепция предсказывала следующие коренные изменения на нашей планете, которые можно наблюдать уже сегодня:

- появление в глобальном масштабе реальной общности всего человечества, появившегося в результате развития мирового рынка, роста и совершенствования средств связи и транспорта,
- превращение человеческой деятельности в новый геологический фактор под влиянием достижений науки и техники, преобразующий течение многих процессов на нашей планете,
- превращение народных масс в активных творцов истории.

Важность электросвязи для развития всех сфер общественной и государственной деятельности сегодня является общепринятым положением во всем мире.

В нашей стране развитие электросвязи также является приоритетным направлением. Правительством 28 января 2002 года была принята Федеральная целевая программа «Электронная Россия». Ее цель – *«создание условий для развития демократии, повышение эффективности функционирования экономики, государственного управления и местного самоуправления за счет внедрения и массового распространения информационных и коммуникационных технологий, обеспечения прав на свободный поиск, получение, передачу, производство и распространение информации, расширения подготовки специалистов по информационным и коммуникационным технологиям и квалифицированных пользователей»*.

На протяжении всей истории нашей цивилизации влияние телекоммуникации на развитие ее культуры, науки и экономики все время возрастало. Сегодня невозможно себе представить современное общество без телефона, радио, телевидения, спутниковой и оптической связи. Индустрия телекоммуникаций составляет заметную часть индустрии развитых стран мира. Телекоммуникационные приборы стали бытовыми и ими ежедневно пользуются миллиарды живущих на Земле людей.

Следует отметить, что, хотя попытки создания средств связи, работа которых основана на электрических явлениях, предпринимались с середины XVII столетия, технология электросвязи появилась сравнительно недавно. Ее начало можно отсчитывать с 1832г., когда российским ученым бароном Павлом Львовичем Шиллингом был создан первый в мире электромагнитный телеграфный аппарат, основанный открытиях за несколько лет до этого законах электромагнетизма.

С развитием нашей цивилизации потребности человечества в обмене информацией постоянно возрастали. За прошедшие годы колоссально выросли объемы передаваемых по линиям связи сообщений. Это можно проиллюстрировать следующим образом. Если первые аппараты электромагнитного телеграфа могли передавать сигналы со скоростью около одного бит/с, то в современных системах связи обычная скорость передачи сигналов больше указанной в миллионы и даже миллиарды раз. Сегодня она составляет десятки и даже сотни Мегабит/с, а в оптической связи достигнута скорость в Терабит/с. В первых системах связи по одной линии (затраты на строительство которой были весьма значительны) в одном направлении можно было передать сигналы только одного телеграфного аппарата. В настоящее время разработаны технологии, позволяющие по одной оптической линии связи передавать десятки тысяч телевизионных программ. Потребности в передаче информации все годы постоянно возрастали. Особенно быстро они стали расти после создания «всемирной паутины» - сети Интернет.

Сегодня совершенствование техники электросвязи продолжается очень быстрыми темпами. Развитие электросвязи привело к появлению таких новых в обществе направлений деятельности, как электронная торговля товарами, билетами на разные виды транспорта, на зрелищные мероприятия и т.п., развивается электронное образование, во многих странах создаются общедоступные электронные библиотеки, разного рода музеи, как художественные, так и технические. Все это открывает для любого живущего на Земле человека огромные возможности для общения с другими людьми, живущими в разных регионах земного шара, и доступа ко всему культурному наследию Человечества, созданному за всю его историю. Электросвязь оказывает огромно влияние на развитие экономики и промышленности.

История электросвязи является важным научным направлением, которое не только позволяет сохранить память об ее творцах, а также научных и технических достижениях в этой области техники в прошлом, но и, выявляя влияние электросвязи на глобальные процессы развития нашей цивилизации, позволяет определить стратегию развития этого направления техники в будущем.

В электросвязи возникло огромное количество разных (однако тесно взаимосвязанных) научных и инженерных направлений. Это законы распространения радиоволн и антенная техника, методы передачи и приема сообщений, техника коммутации, теория связи и многое другое. Занимаясь отдельными направлениями электросвязи, специалистам трудно составить синтетическое представление об электросвязи в целом как о важнейшем направлении современной техники. История электросвязи позволяет сформировать такое представление, понять закономерности ее

развития, в том числе, и на современном этапе. А ведь понимание этих закономерностей необходимо любому специалисту для плодотворной созидательной работы. Недаром великий русский писатель Лев Николаевич Толстой считал, что *«наука раскрывается через ее историю»*.

История электросвязи является средством активного освоения ее современных научных и технических достижений, прогнозирования путей ее развития и (что очень важно для общества) формирования на основе таких прогнозов государственной политики, определяющей развитие электросвязи в стране.

### **3. История науки и техники и духовное и моральное развитие личности**

Однако значение истории важно не только с чисто утилитарных позиций. Знание истории делает человека более мудрым и человечным, так как история учит истинному уважению к напряженному созидательному труду тех людей, с именами которых связано развитие электросвязи. Благодаря их самоотверженной работе за последние 100 – 150 лет коренным образом изменились условия жизни людей на Земле. Сам строй жизни созидателей является ярким примером благой жизни. Недаром Альберт Эйнштейн не раз говорил, что выдающиеся ученые оказывают воздействие на современников и последующие поколения не столько своими интеллектуальными достижениями, сколько нравственным влиянием.

Очень важно также и то, что знание истории повышает культурный уровень всего общества. Ведь нельзя представить себе крупного музыканта, художника или писателя, которые не знали бы произведения своих предшественников. Художники специально годы тратят на поездки по музеям, в которых они изучают технику мастеров прошлого. Только овладев всем арсеналом средств и приемов, созданных предшественниками, можно приступить к собственным творческим поискам. Аналогичным образом дело обстоит и в инженерной деятельности. Поэтому знание истории науки и техники является необходимой предпосылкой для успешной творческой работы ученого и инженера, а само творчество представляет собой высшее проявление сущности человеческой личности.

Академик В.И. Вернадский, которому принадлежат замечательные работы по истории естествознания и техники, так оценивал ее значение: *«История науки, философии и техники является не только областью знаний, имеющей огромное значение для выяснения истины, ее изучение необходимо и для правильной оценки современного знания и техники, и для создания столь необходимой, особенно у нас, преемственности научного творчества, осознанности значения и непрерывности научной работы в определенной области, имеющей корни в научной мысли страны. В то же время изучение этих*

*дисциплин ...единит вместе всех разрозненно работающих специалистов, как в области чистого, так и во всех отделах прикладного знания. Такое общение на общей работе само по себе является крупным достижением в культурной жизни страны». Вернадский писал, что: «История науки есть история мысли; человеческая мысль развивается и есть законы ее развития, так же как законы развития другого естественного явления. Задачей истории науки должно явиться: найти законы развития мысли, условия открытий, появления «гениев», внутреннего развития методов развития как методов научного мышления, так опыта и наблюдения».*

Знаменитый французский ученый - лауреат Нобелевской премии по физике Луи де Бройль, считал, что *«...история наук является частью общей системы наук о природе и обществе. Очевидно, что духовная, моральная или материальная культура какой-либо эпохи в весьма большой степени является следствием научных знаний этой эпохи и техники, которой она располагает. История этой эпохи будет обязательно неполной, если не изучается ее наука и техника».* История наук как часть культуры позволяет лучше понять эволюцию и борьбу идей, почувствовать динамику науки, внутреннюю логику ее развития.

История наук показывает науку в процессе непрерывного развития. Современная наука является лишь временной ступенькой научного прогресса. Каждый успех, каждое открытие ставит больше новых проблем, чем решает их. По мнению лауреата Нобелевской премии академика РАН В.Л. Гинзбурга, *«...как ни интересна наука сама по себе, изучение ее истории объективно особенно важно и оправдано, как мне кажется, как раз с целью, отправляясь от прошлого к настоящему, «заглянуть» в будущее, в какой-то мере предвидеть это будущее».*

#### **4. Основа техники электросвязи – физика**

Техника электросвязи основана на учении об электрических явлениях. В самый начальный период развития электросвязи были установлены важнейшие физические законы, создавшие в XIX веке возможность развития телеграфной и телефонной связи, а затем развития радиосвязи. К концу этого века были созданы научные предпосылки электроники и возникли первые идеи, лежащие в основе квантовой физики, повлиявшие на развитие электросвязи только через много лет - в конце XX столетия.

Началом создания науки об электрических явлениях можно считать 1600г., когда в Англии была издана книга Уильяма Гильберта, в которой были систематизированы многие экспериментальные данные об известных к тому времени электрических и магнитных явлениях и даны их объяснения. За ней в течение почти 200 лет последовали многие исследования в области статического электричества и магнетизма. В 1784г. французом



Огюстом Кулоном были сформулированы первые количественные законы, определяющие взаимодействие электрических зарядов и магнитов.

Важной вехой в физике является 1800г., когда великий итальянский ученый Александр Вольта сконструировал первую в мире батарею, дающую постоянный электрический ток, названную позже вольтов столб. Появление источника постоянного электрического тока создало огромные возможности для изучения электрических явлений - новые открытия в этой области стали следовать одно за другим.

Ключевым моментом в истории физики явилось еще одно открытие, в результате которого развитие учения об электрических явлениях значительно ускорилось. Оно состоялось в 1820г., когда датскому ученому Христиану Эрстеду удалось обнаружить связь между электрическими и магнитными явлениями. В том же году во Франции Андре Мари Ампер опубликовал первую теоретическую работу по электродинамике. Через несколько лет в 1827г. немецким ученым Георгом Симоном Омом был открыт один из основных законов электротехники, определяющий зависимость между напряжением и током, текущим через сопротивление.

Огромный вклад в учение об электрических явлениях внес английский физик Майкл Фарадей, который является основоположником учения об электромагнитном поле. Теоретическое осмысление экспериментальных результатов Фарадея привело другого выдающегося английского ученого Джеймса Клерка Максвелла к созданию теории электромагнитного поля, носящей сегодня его имя. Фарадеем и Максвеллом было установлено, что природа электромагнитного излучения и света не отличаются.

Созданная Максвеллом теория в течение почти 20 лет не находила признания континентальных физиков в Европе, пока в 1888г. знаменитый немецкий физик Генрих Рудольф Герц не опубликовал результаты своих экспериментальных исследований, подтвердивших ее справедливость. Выполняя исследования, Герц попутно открыл важное явление внутреннего фотоэффекта, которое позже нашло широкое применение в системах телевидения. В том же году к исследованию этого явления приступил русский физик Александр Григорьевич Столетов.

Разработкой электродинамики Максвелла занимались многие ученые. Один из них – выдающийся английский ученый Оливер Хэвисайд, не только усовершенствовал теорию Максвелла, но и разработал на ее основе важную для электросвязи теорию длинных линий. Кроме того, он создал операционное исчисление – эффективный математический аппарат для исследования переходных процессов в электрических цепях, выдвинул для объяснения дальнего распространения радиоволн основополагающую гипотезу о

существования в верхних слоях атмосферы ионизированного слоя – ионосферы, отражаясь от которого радиоволны могут распространяться на многие тысячи километров.

Оптические явления привлекали внимание ученых с давних времен. В этой области работали такие выдающиеся ученые, как итальянец Франческо Мариа Гримальди, открывший в 1665г. явление дифракции света, голландский ученый Христиан Гюйгенс, выдвинувший в 1690г. представления о волновой природе оптического излучения. В 1704г. вышла книга «Оптика» корифея физики Исаака Ньютона, содержащая его знаменитые опыты по интерференции света на тонких пленках. В ней он выдвинул для объяснения своих опытов корпускулярную теорию света. Авторитет Ньютона надолго задержал развитие волновой теории света.

Только в 1801г. в Англии Томасом Юнгом с успехом была развита волновая теория. Во Франции фундаментальные результаты этой теории были получены Огюстеном Френелем в 1815г. Волновая теория распространения радиоволн прочно утвердилась в физике и является фундаментом для расчета систем передачи сигналов, как в проводных, так и в радиоканалах связи.

В 1900г. в физике произошла революция. Она связана с именем немецкого ученого Макса Планка – Нобелевского лауреата по физике. В конце этого года он опубликовал статью, в которой была выдвинута знаменитая гипотеза о том, что энергия электромагнитного излучения не является бесконечно делимой, но может распределяться только довольно большими количествами - квантами, которые нельзя дробить дальше. Эта статья открыла в физике новую область – квантовую теорию, приведшую в XX веке к таким новым открытиям, как лазеры – генераторы света, усилители света и др. Эти открытия нашли широчайшее применение в оптических системах связи,

В 1905г. появилась первая научная работа, в которой квантовая теория Планка была применена для объяснения закономерностей важного физического явления - внешнего фотоэффекта. Автором этой работы, которая позже была отмечена Нобелевской премией по физике, был Альберт Эйнштейн. Свою теорию он основал на предположении, что свет состоит из частиц – фотонов.

Выше отмечены лишь важнейшие за 400 лет, начиная с 1600г., открытия физиков, которые лежали в основе проектов и разработок систем электросвязи. Нередко эти проекты и разработки создавались вскоре после того, как были сделаны эти открытия. Однако иногда добытые новые знания находили практическое применение лишь через многие десятилетия. Подробно тема «Электросвязь и физика» обсуждается в первой главе данной книги. В ней показано, как исследователями добывались новые знания законов

природы, которые с неизбежностью вели к созданию новой техники, кардинальным образом изменившей в XIX и в XX столетиях жизнь людей на нашей Земле.

### **5. Создание первых государственных сетей семафорного телеграфа**

Потребность в срочной передаче сообщений на дальние расстояния возникла еще в глубокой древности. Для этой цели использовались, в частности, расположенные на высоких холмах костры, которые в ночное можно было видеть с большого расстояния. Однако создание подобных линий связи носило эпизодический характер.

Разветвленные государственные сети связи, охватывающие территории нескольких стран - линии семафорного телеграфа, стали создаваться лишь в конце XVIII века. Они были изобретены французом Клодом Шаппом и строились им самими или его последователями. Такие линии получили широкое распространение в Европе, Америке и во многих других странах. Подобные же идеи выдвигались и в других странах. В России известным русским изобретателем И.П. Кулибиным также была предложена система, аналогичная системе Шаппа. Однако практического применения она не получила.

С изобретением электромагнитного телеграфа, обладающего по сравнению с семафорным значительными техническими и эксплуатационными преимуществами, он постепенно вытеснил семафорный, и стал быстро совершенствоваться.

### **6. Этапы развития электросвязи**

Если в основу хронологии электросвязи положить развитие технологии, использовавшейся при создании систем передачи и приема сообщений, то в ее истории можно выделить несколько периодов.

Первый период простирается с древних времен до 1912г. Он может быть назван периодом электрических и электромеханических систем телекоммуникаций или доламповым периодом развития ее техники. Хотя патенты на изобретение 3-х электродной лампы, ставшей началом нового этапа развития электросвязи, были в 1906г. выданы в США Ли де Форестом, а в Германии Роберту фон Либену, только с 1912г. начинается широкое использование этого изобретения при создании техники электросвязи (усилителей, генераторов и т.п.). Данная книга целиком посвящена только этому периоду. История развития электросвязи после 1912г. будет освещаться в последующих книгах.

Второй период начинается с 1912г. Этот период может быть назван периодом электроники, так как в эти годы широчайшее распространение получают системы телекоммуникации, основные узлы которых построены с использованием электронных приборов разного назначения.

Третий период – период полупроводниковой электроники, начинается с изобретения в 1947г. в США транзистора Ульямом Шокли, Джоном Бардиным и

Уолтером Браттейном. Это выдающееся изобретение было отмечено в 1956г. Нобелевской премией по физике. Во многих узлах телекоммуникационных систем транзисторы заменили электронные лампы, сделав аппаратуру гораздо более компактной и надежной, снизив ее энергопотребление. С помощью полупроводниковой техники стало возможным реализовывать весьма сложные алгоритмы обработки передаваемых и принимаемых сигналов, создавать системы, в которых применялись устройства с большим объемом памяти, использовать в системах сложные методы кодирования и декодирования сигналов, позволявшие как увеличить пропускную способность каналов связи, так и помехоустойчивость приема переданных сигналов.

Начало четвертого периода относится к 1953г. и его можно назвать периодом квантовой и оптоэлектроники. В начале этого периода отечественными учеными академиками Николаем Геннадьевичем Басовым, Александром Михайловичем Прохоровым, и, независимо, американским ученым Чальзом Таунсом и его сотрудниками были созданы первые мазеры. Это изобретение в 1964г. также было отмечено Нобелевской премией по физике. В этот же период (1960г.) американский ученый Теодор Мейман создал первый рубиновый лазер. Используя эти устройства, в конце 60-х годов стали создаваться компактные атмосферные линии оптической связи, работающие в оптическом диапазоне частот и обеспечивающие высокоскоростную передачу сигналов на небольшие расстояния. В конце 70-х годов прошлого века начался промышленный выпуск оптического волокна, имевшего малое удельное затухание (в дБ/км) передаваемого по нему оптического сигнала. Разработка технологии производства оптического волокна с малым удельным затуханием связана с именами английских ученых Чарльза Као и Чарльза Хокхэма и американских ученых Роберта Маурера, Питера Шульца и Дональда Кека. В этот же период академиком Ж.И. Алферовым были выполнены пионерские исследования в области физики и техники полупроводников, за которые ему в 2000 г. была присуждена Нобелевская премия. Эти исследования легли в основу создания первых отечественных транзисторов, фотодиодов, мощных германиевых выпрямителей, лазеров на основе двойных гетероструктур и другой электронной техники.

В настоящее время мы стоим на пороге пятого периода развития техники электросвязи, основанной на использовании нанотехнологии.

## **7. Основные вехи развития электросвязи до 1912 года**

### **7.1. Развитие телеграфной техники**

Одна из первых попыток создать средство связи с использованием электричества относится ко второй половине XVIII века, когда Лесаж в 1774г. построил в Женеве электростатический телеграф. В 1798г. испанский изобретатель Франциско де Сальва

создал собственную конструкцию электростатического телеграфа. Позднее, в 1809г. немецкий учёный Самуил Томас Земмеринг построил и испытал электрохимический телеграф. В 1816г. английский изобретатель Фрэнсис Рональдс выдвинул идею синхронного телеграфа. Эта идея сегодня общепринята и применяется во многих системах передачи сигналов. Им же были выдвинуты и апробированы ряд важных идей создания кабельных линий связи.

Честь создания первого в мире электромагнитного телеграфа принадлежит российскому учёному Павлу Львовичу Шиллингу, который провел публичную демонстрацию работы своего аппарата 21 октября 1832 года. Этот момент истории целесообразно считать началом развития электросвязи.

Впоследствии электромагнитный телеграф был построен в Германии — Карлом Гауссом и Вильгельмом Вебером (1833г.), в Великобритании — Куком и Уитстоном (1837г.), а в США в 1837г. электромагнитный телеграф запатентовал Самуель Морзе.

Телеграфные аппараты Шиллинга, Гаусса-Вебера, Кука-Уитстона относятся к электромагнитным аппаратам стрелочного типа, в то время как аппарат Морзе являлся первым электромеханическим пишущим аппаратом. Система Морзе быстро завоевала ведущие позиции во всех странах мира. Большой заслугой Морзе является изобретение весьма эффективного неравномерного телеграфного кода, где буквы алфавита были представлены комбинацией точек и тире (код Морзе).

В России работы П.Л. Шиллинга продолжил Б.С. Якоби, построивший в 1839 году пишущий телеграфный аппарат, а позднее, в 1850 году, — буквопечатающий телеграфный аппарат.

Значительную роль в создании и развитии, как телеграфной техники, так и строительства линий телеграфной связи в Европе и Азии сыграл в XIX веке немецкий ученый и изобретатель Вернер Сименс.

В 1855г. американский изобретатель Дэвид Эдвард Юз запатентовал первый в мире синхронный буквопечатающий телеграф, позволявший передавать телеграфные сигналы с большой скоростью и получивший широкое распространение в Европе. Этот аппарат применялся в телеграфии вплоть до 30-х годов XX века.

Важными вехами в развитии телеграфной техники сыграли изобретения скоростного автоматического метода передачи телеграмм с помощью перфоленты (Уитстон – 1867г., Крид – 1902г.) и телетайпа - старт-стопного телеграфного аппарата (Чарльзом Крумом и Говардом Крумом – 1906г.).

## 7.2. Создание кабельной техники

В середине 30-х годов XIX века в России П.Л. Шиллингом были выполнены обширные эксперименты по созданию надежных кабельных линий связи. Эти работы после его смерти были продолжены академиком Российской академии наук Якоби.

Важным для начального периода развития проводной связи явилась установленная немецким ученым Карлом Штейнгелем в 1838г. возможность осуществлять телеграфную связь по линии, имеющей только один провод, в качестве второго использовалась земля. При строительстве телеграфных линий это давало существенную экономию средств.

Уитстон является инициатором создания первой в мире подводной кабельной линии между Англией и Францией, которая была построена и введена в эксплуатацию в 1851г.в братьями Джоном и Джекобом Бретт.

Выдающийся немецкий инженер-электрик Вернер Сименс стал в 1847г. использовать каучук «гуттаперчи» для изоляции телеграфных кабелей. Эта технология нашла широкое применение при создании подземных и подводных кабельных телеграфных линий связи во многих странах мира, в том числе при прокладке таких линий через Средиземное море и между Европой и Индией.

Огромное значение для развития электросвязи в мире имело создание под руководством американского бизнесмена Сайруса Филда первой трансатлантической телеграфной линии, соединившей в 1866г. Северную Америку с Европой.

Выполненные в 1892г. выдающимся английским ученым Оливером Хевисайдом теоретические работы, а также теоретические и практические работы сербского ученого и инженера Михайло Пупина, жившего и работавшего в США, позволили расширить полосу частот кабельных линий связи и существенно увеличить их протяженность. В 1894г. началось широкое внедрение разработанной Пупином технологии в практику строительства кабельных линий связи.

### **7.3. Методы уплотнения линий связи**

Важным направлением развития техники электросвязи явились создание учеными и инженерами в XIX веке методов уплотнения линий связи, значительно увеличивших эффективность их использования и сокративших стоимость передачи по ним сообщений.

Первый такой метод - метод дуплексной передачи сообщений по одной линии связи, был предложен в 1853г. чешским электриком Франтишекком Петржиной и австрийским механиком Юлиусом Гинтлем. Этот метод был усовершенствован Сименсом в 1854г., который применил на концах линии связи дифференциальный мост Уитстона. В 1858г. российский изобретатель Зелиг Слонимский предложил систему квадруплексного телеграфирования, обеспечивающую возможность одновременной передачи двух пар телеграмм друг другу навстречу по одному и тому же проводу. Подобная же система была

предложена Томасом Альва Эдисоном и Джорджем Прескоттом в США в 1874г., где она получила очень широкое применение, давая дополнительный доход в миллионы долларов от повышения эффективности использования проводных линий связи.

В XIX веке были предложены два метода уплотнения каналов связи – частотное и временное. Эти методы широко применяются во всех современных системах связи.

В 1860г. французским изобретателем Эдмондом Лабордом была впервые предложена идея частотного уплотнения телеграфной линии связи, когда по одной линии связи на нескольких несущих частотах одновременно передаются несколько разных сообщений. Тогда же была сделана первая попытка ее реализации. Над созданием такой системы уплотнения работали российский изобретатель Григорий Иванович Морозов, американские изобретатели Элайша Грей и Александр Белл. Однако данная идея стала широко применяться только в XX веке, когда в технике электросвязи стали использоваться электронные лампы.

Идея временного уплотнения телеграфной линии связи, когда по одной линии связи разные сообщения передаются поочередно в своем временном интервале, была выдвинута изобретателем Фарменом в 1853г. Реализовать эту идею удалось Эмилю Бодо, получившему в 1874г. патент на первый практически пригодный двухкратный аппарат временного телеграфирования. Бодо создал также принятый впоследствии повсеместно равномерный пятизначный телеграфный код (код Бодо).

#### **7.4. Развитие телефонной связи**

Телефонная связь является одним из важнейших видов электросвязи. Услугами этого вида связи сегодня пользуются более половины населения Земли. Идеи создания систем связи, по которым можно было бы передавать звуковые сигналы (голос, музыку) выдвигались многими изобретателями - французом Шарлем Бурселем, немцем Иоганном Рейсом, американцами Элайша Греем и Антонио Меуччи. Однако начало развития в мире этого вид связи неразрывно связано с именем канадца Александра Белла, который 17 марта 1876г. получил патент на устройство телефонной связи.

После получения патента и серии судебных процессов, на которых многими оспаривался приоритет Белла в изобретении телефонной связи, в конце 1879г. была основана знаменитая компания «Bell Telephon Co.» - впоследствии одна из крупнейших телекоммуникационных компаний мира «АТ&Т». Развитие телефонной связи во всем мире происходило очень быстро.

В совершенствовании телефонной связи принимали участие очень многие ученые и изобретатели: Дэвид Эдвард Юз, изобретший угольный микрофон, Эдисон, применивший для усиления электрических сигналов и увеличения дальности действия телефонной связи

включение в микрофонную цепь индукционной катушки, повышающей напряжение, российский изобретатель Павел Михайлович Голубицкий, сконструировавший многополюсный микрофон, способный обеспечить телефонную связь на дальние расстояния и др.

На основе телефона в 1881г. французский изобретатель Клемент Адер создал первую в мире систему проводного вещания, получившую широкое развитие в XX столетии.

Быстрое развитие в городах обширных сетей телефонной связи потребовало создание коммутационных станций, через которые можно было бы соединить любых двух абонентов сети. Первый ручной коммутатор, обеспечивающий соединение оператором любых двух абонентов через центральную станцию, сконструировал в 1877г. венгерский инженер Тидавар Пушкаш. Вскоре в 1878г. фирма «Bell Telephon Co.» открыла в городе Нью-Хевене, расположенном между Бостоном и Нью-Йорком, первую в мире телефонную сеть общего пользования.

Первая автоматическая декадно-шаговая телефонная станция, получившая весьма широкое распространение в XX веке, была создана в 1889г. американским изобретателем Алмоном Брауном Струоджером. В 1892г. в городе Ла-Порте (штат Индиана, США) компанией, созданной Струоджером, была запущена в эксплуатацию первая в мире автоматическая коммутационная станция.

К концу XIX века в мире действовали три крупные компании, выпускающие телефонное оборудование и строящие телефонные сети в разных странах мира: «Международная компания Белла», «Сименс и Гальске» и «Эрикссон» - компания, созданная шведским инженером и предпринимателем Ларсом Магнусом Эрикссоном.

### **7.5. Развитие факсимильной связи и телевидения**

Первый факсимильный аппарат сконструировал и запатентовал в 1843г. шотландский физик и изобретатель Александр Бэн. Прошло немало времени, пока системы факсимильной связи стали широко применяться на практике.

Первую практическую систему - «Пантелеграф», которая применялась для передачи факсимильных сообщений, изобрел в 1860г. итальянский профессор физики Джованни Казелли. В 1863г. она использовалась для передачи факсимильных сигналов между Парижем и Лионом. В 1866г. Казелли установил свои аппараты в Москве и в Петербурге. Опыт их эксплуатации показал, что они обеспечивали высокое качество передачи документов. Однако из-за весьма высокого тарифа эксплуатация этой системы прекратилась в 1870г.



Известный американский изобретатель Элайша Грей на Международной ярмарке в Чикаго в 1893г. продемонстрировал свой факсимильный аппарат, в котором впервые принятое изображение фиксировалось не на специальной, а на обычной бумаге.

Первый оптоэлектрический факсимильный аппарат был изобретен в 1881г. британским физиком Шелфордом Бидвеллом. В 1902г. оптоэлектрическую систему факсимильной связи - телеавтограф, пригодную для практического использования, сконструировал немецкий профессор Артур Корн. Эта система получила широкое распространение и на ее основе в 1910 году была создана фототелеграфная сеть, работавшая по существовавшим линиям телефонной связи между Парижем, Лондоном и Берлином, а также между Берлином и Стамбулом.

Опыт, накопленный при разработке факсимильных систем: методы построчной развертки изображения, преобразование оптического изображения в электрический сигнал и т.п., стимулировал изобретательскую мысль к выдвижению идей по созданию систем передачи на расстояние движущихся изображений – телевидения.

В последней четверти XIX века было выдвинуто много проектов подобных систем. Первый проект создания телевизионной системы разработал в 1878г. Адриано де Пайва - профессор физики Политехнического института португальского города Порту, изложив ее в первой в истории телекоммуникаций книге, специально посвященной телевидению «Электрическая телескопия».

В главе VI данной книги рассказывается о других проектах телевизионных систем, которые выдвигались в XIX веке учеными и изобретателями разных стран. По некоторым из них были собраны опытные установки, однако практически интересного решения данной задачи найти в те годы изобретателям не удавалось.

Важным шагом на пути создания телевизионных систем явилось изобретение немецкого студента Пауля Нипкова. В 1883г. он создал названный позже его именем диск, с помощью которого решалась проблема разложения передаваемых изображений на отдельные элементы. Этот диск стал одним из основных элементов систем механического телевидения, работа над созданием которых в XX веке велись во многих странах мира в течение почти 30 лет. В 1889г. Вейлером был предложен другой метод развертки изображения – так называемое зеркальное колесо. Этот метод также использовался в первых системах механического телевидения.

В самом конце XIX века (1899г.) в России Александром Аполлоновичем Полумордвиновым был предложен первый проект механической системы передачи цветных изображений. Однако этот проект практического воплощения не получил.

Трудности, с которыми сталкивались инженеры при создании систем механического телевидения, привели российского ученого Бориса Львовича Розинга к идее создания системы электронного телевидения. Он предложил в приемниках ТВ сигналов вместо диска Нипкова использовать электронно-лучевую трубку, созданную немецким физиком Брауном. К экспериментальным исследованиям по созданию системы электронного телевидения Розинг приступил в 1902г. Именно электронные системы сделали возможным в XX веке широчайшее развитие в мире систем передачи телевизионных изображений.

В 1908г. шотландским инженером А.А. Кемпбеллом Суинтоном был разработан проект полностью электронной системы передачи и приема телевизионных сигналов, который, однако, реализован не был.

### **7.6. Первые системы видео- и звукозаписи**

Устройства памяти, позволяющие запоминать изображения и звуки, играют большую роль в телерадиовещании и в других областях электросвязи.

Возможность записи на специальную бумагу изображений появилась тогда, когда были открыты светочувствительные материалы, изменяющие свой цвет под действием падающего на них света. Эта техника – фотография, сегодня поучила массовое распространение и является, с одной стороны, одним из видов изобразительного искусства, а с другой – одним из инструментов познания окружающего нас мира. Фотография применяется в физике и астрономии, в археологии и биологии, фиксируя изображения явлений и видов, которые изучаются этими науками. Основы техники фотографии были заложены в середине XIX века известными изобретателями Жозефом Нисефором Ньепсом, Луи-Жаком Манде Дагером и Вильямом Фоксом Генри Тальботом.

Кино стало видом искусства, имеющим, по сравнению с театром, ту особенность, что оно может быть просмотрено через много лет после того, как оно было снято. Техника кино также находит применение в научных исследованиях. Начало кино – это цепь людей и событий, начавшаяся с момента первых экспериментов по демонстрации изображения. В 1895-1896 годах были изобретены аппараты, сочетающие в себе все основные элементы кинематографа: во Франции - «синематограф» братьев Л. и О. Люмьер (1895г.) и «хронофотограф» Ж. Демени (1895г.); в Германии – «биоскоп» М. Складановского (1895г.) и др.

Первый проект технического средства для записи и воспроизведения звука был предложен французским ученым Шарлем Кро, который описал и представил его в Академию наук в 1877г. В Академии его идея поддержки не получила, и его имя и идея оказались почти забытыми.

Честь создания в конце 1877г. первого устройства звукозаписи и звуковоспроизведения принадлежит американскому изобретателю Эдисону, давшего ему название фонограф. Создание фонографа явилось для современников сенсацией, и он применялся для записи и воспроизведения звука длительное время - вплоть до 1929г.

В 1887г. немецкий изобретатель Эмиль Берлинер разработал аппарат для воспроизведения звука – граммофон. Этот аппарат оказался гораздо более совершенным в сравнении с фонографом Эдисона и постепенно вытеснил его с рынка. Граммофонные пластинки выпускались до 70-х годов XX века.

В конце XIX века в 1898г. был предложен еще один метод записи звука, который получил в XX веке очень широкое развитие - магнитная запись. Этот метод предложил датчанин Вальдемар Паулсен. В 1904г. на основе этого метода был создан первый автоответчик, который начал применяться на телефонных станциях для ответов на обращения клиентов и объявления счетов за пользование услугами. Широкое распространение магнитофоны получили во второй половине XX века.

### **7.7. Начало развития систем беспроводной связи**

Прокладка проводных линий связи требовала огромных затрат. Начиная с 30-х годов XIX века и до начала XX века, многие изобретатели в разных странах мира пытались создать системы передачи электрических сигналов, которые не требовали бы прокладки проводов. Большая часть таких систем работала, используя электростатическую или магнитную индукцию. При этом были достигнуты дальности передачи сигналов, достигающие до 18 км.

Подобные эксперименты были выполнены в США, в Англии и в некоторых других странах. В экспериментах на берегах Вашингтонского канала в 1842г. Морзе достигнул дальности телеграфирования 1,6 км. Профессор Гардвардского университета Тробриндж в 1880г. впервые в мире использовал для приема телеграфных сигналов телефон и достиг надежной связи на довольно значительное расстояние. Профессор колледжа Тафта в Бостоне Амос Долбейр создал в 1880г. систему электростатического телеграфа, применив в ней высокоподнятые над землей антенны. Свои эксперименты он вел более 15 лет, и ему удалось достигнуть дальности телеграфирования на 18 км.

В 1891г. Эдисон запатентовал беспроволочный телеграф, действовавший на принципе электромагнитной индукции. Он был предназначен для связи между берегом и кораблем, а также для связи движущегося поезда со станциями. В следующем году Главный инженер Британского почтового ведомства Вильям Присс, используя индукционную связь, передал сигналы через Бристольский канал на расстояние свыше 5 км, а в 1895г. он установил связь между Обэном и островом Мэлл.

Значительный исторический интерес представляют пионерские опыты американского изобретателя Махлона Лумиса, который в 1866г. организовал первую линию радиосвязи протяженностью более 20 км. В 1872г. он получил первый в мире патент на систему передачи сигналов с помощью радиоволн. Опыты Лумиса опередили время но, к сожалению, после его смерти полученные им результаты были преданы забвению.

После того, как Герц экспериментально доказал справедливость теории Максвелла и существования радиоволн, ряд физиков выполнили исследования, которые вплотную подвели к изобретению радиосвязи.

Во Франции в 1891г. Эдуард Бранли открыл эффект существенного снижения сопротивления железных опилок, заполнявших стеклянную трубку, при воздействии на нее импульса электромагнитного излучения, создав тем самым чувствительный детектор радиоволн. В Италии профессор физики Аугусто Риги усовершенствовал прибор Румкорфа, который на начальном этапе развития радиотехники использовался многими физиками в качестве искрового передающего устройства.

Исключительно важные для развития радиотелеграфной связи эксперименты выполнил в 1894г. британский физик Оливер Джозеф Лодж. Используя усовершенствованный прибор Бранли, названный им «когератор», он создал установку, с помощью которой можно было обнаружить влияние возникшей в передатчике искры на расстоянии около 40 м. Для восстановления чувствительности трубки Бранли в своей установке Лодж применил декогератор – механическое устройство, периодически встряхивающее когерер и восстанавливающее его чувствительность. Опыты Лоджа были опубликованы и стали широко известны. Их повторяли многие физики. В Индии их повторил знаменитый физик Джагадиш Чандра Бозе в 1895г., осуществив передачу команд с помощью радиоволн на расстояние до 1,5 км. В 1896г. свои опыты он демонстрировал в Лондоне.

### **7.8. Пионерские работы по созданию систем беспроводной связи**

К пионерам создания систем беспроводной связи, которые внесли огромный вклад в ее развитие, следует отнести четверых выдающихся ученых и изобретателей: серба Никола Тесла, русского Александра Степановича Попова, итальянца Гульельмо Маркони и немца Карла Фердинанда Брауна.

*Никола Тесла* принадлежат многие пионерские изобретения, нашедшие широкое применение в радиотехнике в первый период ее развития. Он был, по-видимому, первым, кто с самого начала отчетливо понимал значение применения резонансных электрических цепей в беспроводной связи, и широко использовал их при разработке, как

устройств передачи, так и устройств приема радиосигналов. Им были предложены такие важные элементы первых радиосистем, как резонанс-трансформатор, дуговые генераторы и электрические машины, вырабатывающие высокочастотные колебания. Он был предтечей применения методов синхронного, гетеродинного и регенеративного приема сигналов, получивших в радиотехнике широкое применение в последующие годы. К числу его выдающихся достижений относится создание первой в мире телеавтоматической системы, с помощью которой он мог дистанционно управлять движущимися объектами. Работу этой системы он продемонстрировал в 1898г., управляя лодкой, находящейся от него на расстоянии 1,5 км. По командам, передаваемым им по радио, лодка совершала разные маневры: двигалась вперед и назад, разворачивалась, останавливалась, на ней зажигались и выключались огни.

*Александр Степанович Попов*, узнав об опытах Лоджа, тут же приступил к самостоятельным экспериментальным исследованиям, и в начале 1895г. создал «прибор для обнаружения и регистрирования электрических колебаний» – первый радиоприемник. Попов внес важное усовершенствование в установку Лоджа, создав в ней дополнительную электрическую цепь, автоматически осуществлявшую операцию декогерирования. Работу своего устройства он продемонстрировал 7 мая этого же года на заседании Русского физико-технического общества и вскоре опубликовал полученные результаты. Прибор Попова почти сразу же нашел практическое применение для изучения характера атмосферных помех. В 1897г. на кораблях Балтийского флота по программе испытаний, подготовленной Поповым, начались эксперименты по практическому применению радиосвязи, в ходе которых совершенствовались как приемная, так и передающая части оборудования.

Осенью 1899г. из-за навигационной ошибки в Финском заливе у острова Гогланд сел на мель броненосец «Генерал-адмирал Апраксин». Для координации работ по спасению броненосца необходимо было создать линию связи между островом и материком протяженностью 45 км. С помощью оборудования, разработанного А.С. Поповым, эта задача была успешно решена.

В этом же году сотрудники А.С. Попова П.И. Рыбкин и Д.С. Троицкий обнаружили, что прием телеграфных сигналов на слух значительно увеличил чувствительность приемника. На основе этого явления Попов разработал новую схему «телефонного приемника депеш», который был запатентован им в России, Франции и Англии. Исследования Попова были широко известны в Европе. На Всемирном электротехническом конгрессе в Париже в 1900г. его работы были отмечены золотой

медалью. В 1901г. в опытах по применению беспроводной телеграфии по системе Попова между кораблями в Черном море радиосвязь была установлена на расстоянии 150 км.

Попов внес определенный вклад в создание отечественной радиопромышленности, В 1900г. при его активном участии было создано первое в России радиотехническое предприятие «Крондштатские радиомастерские». По инициативе Попова во Франции фирмой Эжена Дюкрете – фабриканта физических приборов, для военно-морского флота России стали выпускать радиостанции, построенные по системе Popoff-Ducretet-Tisso.

В 1901г. Попов, как крупный ученый, был приглашен в качестве профессора на кафедру физики в Петербургский электротехнический институт, а в 1905г. он был избран ректором этого института.

*Гульельмо Маркони* сыграл особо значительную роль в развитии радиосвязи и вещания в мире. Он начал свои первые опыты по практическому использованию электромагнитных волн в 1895г. В 1896г. Маркони приехал в Англию и подал в Британское патентное ведомство заявку на «усовершенствования в передаче электрических импульсов и сигналов и аппаратуре для этого». Патент на свое изобретение Маркони получил в июле 1897г. Сразу же после получения патента он основал «Компанию беспроволочного телеграфа и сигналов». В 1900г. она была преобразована в «Компанию беспроволочного телеграфа Маркони».

Фирма Маркони постоянно совершенствовала выпускаемое оборудование с учетом последних достижений в области радиотехники. Дальность действия выпускаемых фирмой станций постоянно увеличивалась. В 1899г. им была построена первая международная радиолиния через пролив Ла-Манш протяженностью около 60 км. В январе 1901г. ему удалось достигнуть дальности радиосвязи 290 км, а к концу этого же года он предпринял успешный эксперимент по передаче радиосигналов между Англией и Америкой на огромное расстояние в 3500 км. Этот эксперимент послужил началу открытия нового механизма распространения радиоволн путем их отражения от верхних ионизированных слоев атмосферы, который после освоения ламповой техники стал широко использоваться во всем мире при создании линий дальней связи на коротких волнах.

Фирма Маркони широко развернула деятельность по промышленному выпуску радиооборудования и способствовала быстрому внедрению систем радиосвязи во всем мире. Она выпускала аппаратуру для береговых и судовых станций. Береговые маяки фирмы Маркони, установленные вдоль побережья Англии и Америки, обеспечивали безопасность плавания судов. В первом десятилетии XX века многими странами мира,

включая Россию, большая часть радиооборудования гражданского и военного назначения приобреталась у фирмы Маркони.

В 1907г. фирмой «Маркони» была открыта первая в мире коммерческая линия беспроводной связи, осуществляющая регулярную радиосвязь между Европой и Америкой. В 1919г. в США была создана фирма «Marconi Wireless Telegraph Company of America» (позже она стала называться «Radio Corporation of America - RCA»), сыгравшая ключевую роль в развитии радиопромышленности в США. В 1921г. фирмой Маркони была построена первая коммерческая вещательная станция, ведущая регулярные радиопередачи. В 1924г. этой фирмой была построена Имперская сеть беспроводной связи, связавшая Англию с Канадой, Австралией, Южной Африкой и Индией. В 1927г. этой фирмой была развернута международная сеть коммерческих коротковолновых телеграфных связей, а в 1934г. ею была продемонстрирована возможность применения метровых волн для навигации в открытом море. В этом же году Маркони основал в Англии фирму «The Marconi-EMI Television Co. Ltd.», которая приступила к выпуску приемного и передающего оборудования для телевизионных систем.

*Карл Браун* – знаменитый немецкий физик, которому принадлежат несколько основополагающих изобретений в области передающей и приемной техники. Он существенно усовершенствовал искровые передатчики, применив избирательный контур с искровым промежутком, индуктивно связанный с передающей антенной. Это позволило значительно увеличить протяженность радиолинии. Изобретенная им электроно - лучевая трубка широко применялась в XX веке в измерительной технике, в телевидении и радиолокационной технике. Браун один из первых стал разрабатывать направленные антенны. Он - один из основателей фирмы «Телефункен». В начале XX столетия эта фирма была основным конкурентом фирмы Маркони.

В 1909г. заслуги Маркони и Брауна в создании и внедрении техники беспроводной связи получили всемирное признание и были отмечены присуждением им Нобелевской премией по физике.

### **7.9. Развитие радиотехники до 1912г.**

До начала широкого применения ламповой техники (1912г.) в технике радиосвязи были сделаны ряд важных изобретений, которые стали основой ее дальнейшего развития. Эти изобретения были направлены на совершенствование приемных устройств путем повышения их чувствительности и избирательности. В области передающей техники усилия были направлены на повышение мощности передатчиков и уменьшения полосы частот передаваемых сигналов. Последнее привело к постепенному переходу от искровых передатчиков к передатчикам, использующим непрерывное излучение. В этот же период

были установлены некоторые закономерности распространения радиоволн на дальние расстояния и выдвинуты новые представления о физических закономерностях распространения радиоволн в ионизированной среде. Кроме того, были изобретены первые направленные антенны и начато создание теории, объясняющей работу антенных устройств.

Важным достижением этого периода явились успешные попытки передачи по радио человеческой речи. Это привело позже к созданию систем радиотелефонирования и звукового вещания.

**Совершенствование приемных устройств.** Когерер, который применялся в первых приемниках радиосигналов Лоджем, Поповым и Маркони, был весьма ненадежным устройством. Чувствительность приемников с когерером была низкой. Многими изобретателями были предложены разные виды более надежных самовосстанавливающихся когереров, которые делали совершенно ненужной примененную в первых приемниках Попова и Маркони электрическую цепь для их встряхивания.

В 1897г. Эрнстом Резерфордом была обнаружена возможность создания высокочувствительного магнитного детектора, в котором обнаружение радиосигналов осуществлялось на слух с помощью телефона. Такой детектор был создан фирмой Маркони и применялся в выпускаемой ею аппаратуре. Он, в частности, был применен для обнаружения сигналов на первой трансатлантической сверхпротяженной линии радиосвязи длиной 3500 км.

На основе эффекта, обнаруженного сотрудниками Попова П.Н. Рыбкиным и Д.С. Троицким в 1901г., Попов запатентовал высокочувствительный «телефонный приемник депеш» для приема радиосигналов путем их прослушивания.

Еще в 1874г. немецкий физик Карл Браун обнаружил, что электрическая проводимость некоторых металлических сульфидов меняется в зависимости от направления, в котором через них проходит ток. Это явление послужило основой создания кристаллических детекторов.

Первым (1901г.) такой детектор предложил применить в приемнике Бозе, а позже (1906г.) эту идею реализовал американский инженер Данвуди. Ключевым в радиотехнике явилось изобретение в 1904г. Джоном Флемингом первой электронной лампы с накаливаемым катодом – диода, который стал применяться в качестве детектора. В 1906г. Ли де Форестом и Робертом фон Либеном была изобретена 3-х электронная лампа - триод, которая до 1912г. также использовалась только как детектор радиосигналов. Электронная



аппаратура, в которой триод применялся для создания усилителей сигналов и генераторов электрических колебаний, стала выпускаться только после 1912г.

Применение резонансных контуров для повышения избирательности приемных и передающих устройств было предложено Тесла (1897г.), Лоджем (1898г.) и Маркони (1899г.). Заслугой Маркони является налаживание массового выпуска приемного оборудования, в котором избирательные цепи использовались для одновременного приема нескольких станций, работающих в разных частотных каналах.

Для повышения чувствительности приемника важное значение имело применение в нем «джиггера» - высокочастотного трансформатора, что увеличило дальность надежной связи с 30 до 85 миль (патент Маркони 1899г.). Другой метод для повышения чувствительности приемника предложил немецкий инженер Арнольд Слаби, указавший способ включения когерера в пучность напряжения в антенне.

Идеи трех важнейших методов приема сигналов: гетеродинного, синхронного и регенеративного, впервые были выдвинуты Тесла в 1899г. Все они нашли широкое практическое применение только после того, как получила развитие ламповая техника. Однако гетеродинный прием стал использоваться для приема сигналов незатухающих колебаний еще в начальный период развития радиотехники. Он был реализован в устройствах, созданных после 1905г. известными специалистами Реджинальдом Фессенденом, Вальдемаром Паульсеном и др.

**Совершенствование передающих устройств.** В 1891г. Тесла изобрел резонанс-трансформатор - первый мощный источник радиоколебаний, в котором спектр ограничивался за счет применения резонансных цепей. Это устройство широко использовалось в искровых передатчиках, в том числе и тех, которые применяли Попов и Маркони.

Другое важное изобретение, позволившее заметно повысить излучаемую в пространство энергию сигнала и увеличить дальность линии беспроводной связи, было сделано в 1899г. немецким физиком Брауном. В устройстве Брауна разрядник был помещен в замкнутый колебательный контур, с которым антенна связывалась индуктивно при помощи высокочастотного трансформатора.

От режима работы разрядника, помещенного в колебательный контур существенно зависела мощность искровых передатчиков. Многие изобретатели работали над его усовершенствованием. Одно из первых и наиболее удачных решений этой задачи было предложено Тесла в 1896г. Он создал вращающийся разрядник, в котором искровой промежуток быстро увеличивался за счет того, что между неподвижными электродами вращался диск с радиальными зубцами, по очереди проходившими вблизи электродов.

Разряд происходил каждый раз, когда зубцы проходили рядом с электродами. Такие передатчики создавались многими фирмами, в том числе, фирмой Маркони. Их мощность доходила до 300 кВт.

Немецким инженером М. Вином в 1906г. был создан другой «многократный» разрядник, в котором разрядный промежуток был разделен на несколько автономных последовательно включенных зазоров. Он также применялся во многих искровых передатчиках.

Искровые передатчики имели ряд серьезных недостатков: широкий спектр излучаемого сигнала, затрудняющий работу нескольких станций в одном регионе из-за взаимных помех, низкий к.п.д. передатчиков и т.д. Поэтому инженеры искали пути их преодоления и пришли к идее создания передатчиков непрерывных колебаний.

В доламповый период развития радиотехники для таких передатчиков были созданы дуговые и машинные генераторы. Оба эти типа таких генераторов впервые были предложены Тесла. Идея создания дугового генератора электрических колебаний была доложена Тесла в лекции, которую он прочел в 1893г. в институте Франклина в Филадельфии. В 1900г. англичанин Дуддель построил первый пригодный для связи дуговой высокочастотный генератор. Датским инженером Вальдемаром Паульсеном в 1902г. были разработаны дуговые передатчики, получившие широкое распространение при создании мощных радиостанций длинных волн. Их мощность доходила до 1000 и более кВт. В России оригинальные мощные дуговые генераторы разрабатывал С.М. Айзенштейн.

Другим методом получения непрерывных (незатухающих) высокочастотных колебаний на начальном этапе развития радиотехники стало применение машин высокой частоты. В 1891г. Тесла получил патент на такую машину, мощность которой составляла 1 кВт. В 1906г. Реджинальд Фессенденом был создан машинный генератор мощностью 60 кВт, который был использован при создании радиостанции Бронд-Рок, работающей на частоте 50 кГц.

Значительный вклад в развитие передающей техники на основе машинных генераторов внес американский инженер Эрнст Александерсон, разработавший конструкции машинных генераторов с мощностью до 200 кВт. Генераторы Александерсона широко применялись на радиостанциях США, Англии, Швеции, Польши и в других странах. В Европе фирмой «Телефункен» выпускались машинные генераторы конструкции Георга фон Арко, имевшие мощность до 400 кВт. Фирма «Маркони» также выпускала машинные генераторы, разработанные ее сотрудником - английским инженером К. Франклиным. В России в конструировании оригинальных машинных

генераторов большую роль сыграл Валентин Петрович Вологдин. Машинные генераторы работали более стабильно, по сравнению с дуговыми, и имели более высокий к.п.д.

**Исследования в области распространения радиоволн.** В первый период развития радиосвязи не было ясного представления о влиянии условий распространения радиоволн на дальность связи.

В конце 1901г. Маркони решил поставить эксперимент по передаче сигналов с побережья южной Англии в Северную Америку, завершившийся блестящим успехом. Для объяснения его результатов были выдвинуты три гипотезы, требующие тщательного исследования. Эти гипотезы относились к разным механизмам распространения радиоволн. В исторической перспективе все они оказались верными и в их развитии участвовали многие ученые.

Оливер Хевисайд в Англии и Артур Кеннели в США в 1902 г. одновременно выдвинули гипотезу о существовании в атмосфере Земли на большой высоте ионизированного слоя, который способен отражать падающие на него радиоволны.

Авторами двух других гипотез были немецкий ученый Джонатан Ценнек и знаменитый английский физик Дж. Релей. Согласно гипотезе Ценнека на низких частотах вдоль Земли на сравнительно коротких наземных трассах до 200 км распространялись поверхностные радиоволны. Теория, основанная на основе гипотезе Ценнека - ученика Карла Брауна, была разработана в 1909 г. известным немецким физиком Арнольдом Зоммерфельдом.

Джон Релей предложил применить для объяснения дальнего распространения радиоволн теорию дифракции, учтя при этом сферичность поверхности земли. Решение этой сложной задачи удалось найти в 1918г. известному английскому математику Г. Ватсону.

Расчеты, основанные на обеих этих теориях, не согласовывались с экспериментальными данными, полученными на морских трассах большой протяженности. Следует однако отметить, что теории Зоммерфельда и Релея были в последующие годы развиты и нашли применение при создании методов расчета напряженности поля на наземных средневолновых и длинноволновых линиях связи сравнительно небольшой протяженности.

В США Л. Остин в 1909-1910гг. провел важные экспериментальные исследования распространения длинных волн над морем на радиоприемных линиях протяженностью 2000 км и нашел важную эмпирическую формулу для расчета зависимости напряженности поля от расстояния и длины волны. В 1918 г. Ватсон учел гипотезу Хевисайда – Кеннели и развил теорию распространения радиоволн между двумя проводящими сферами – земной

поверхностью и ионосферой, окружающей Землю. Из этой теории следовала формула, определяющая напряженность поля в месте приема сигналов, которая согласовывалась с эмпирической формулой Остина.

Первое теоретическое исследование распространения радиоволн в ионизированной среде выполнил знаменитый голландский физик Генрик Лоренц, получивший в 1909г. выражение для показателя преломления электромагнитных волн, распространяющихся в такой среде параллельно или перпендикулярно магнитному полю. Следующий шаг предпринял английский ученый Иклз. В 1912г. он вывел формулу, определяющую фазовую скорость и поглощения волн в ионосфере.

Интерес к ионосферному распространению радиоволн сильно возрос только после 1924г., когда радиолюбители установили возможность использования коротких волн для организации связи на дальние расстояния с использованием передатчика небольшой мощности.

*Создание антенной техники.* Высокоподнятые над землей антенны для осуществления беспроводной связи использовались в опытах и предлагались в патентах Лумиса, Доблеара, Эдисона и Теслы. Попов и Маркони в своих системах в качестве антенны также использовали антенны в виде вертикально подвешенных заземленных проводов.

Первые десятилетия для радиосвязи применялись почти исключительно длинные волны. Мощные станции работали на длинных волнах 10000-25000 м и их антенны имели очень высокие мачты 200-250 м. Для своего эксперимента по трансатлантической связи Маркони построил в 1901г. в Полдью антенну из многих длинных проводов, которые были закреплены вверху на 4-х башнях высотой 50 м и сходились внизу. Антенна имела вид опрокинутой пирамиды.

В начале XX века были разработаны три типа антенн длинных волн: Г-образная, Т-образная и зонтичная антенна, в которой применялись наклонные провода. Сложной оказалась проблема заземления - размещение в земле проводов, увеличивающих проводимость земли вблизи антенны и снижающих потери излучения сигнала. В 1910г. французскими инженерами на основании обширных экспериментов были разработаны рекомендации по проектированию системы заземления, позволяющие увеличить к.п.д. передающих длинноволновых станций.

Важным направлением в антенной технике, начало которому было положено в самом конце XIX века, стало создание антенн с направленным излучением. В 1899г. британский инженер С.Г. Браун и американский инженер Джон Стоун для создания направленных передающих антенн стали использовать две вертикальные антенны,

разнесенные на полволны. Подобную же идею выдвинул в 1900г. немецкий ученый Джонатан Ценнек. В 1904г. американский инженер Ли де Форест предложил в качестве направленной приемной антенны использовать рамочную антенну, а в 1905г. немецким ученым Карлом Брауном была создана направленная антенна, состоящая из трех вертикальных проводов, токи которых были сдвинуты по фазе.

В 1907г. Г. Пикар предложил для создания направленных антенн использовать комбинацию рамочной антенны и вертикального провода с кардиоидной диаграммой направленности. Такая антенна нашла широкое применение в системах пеленгации. В 1908г. в Германии Э. Беллини и А. Този изобрели знаменитую направленную гониометрическую антенну, которая и сегодня широко применяется в системах радиопеленгации.

Первое физически правильное теоретическое объяснение работы заземленной антенны было дано известным немецким инженером Слаби, рассматривавшим излучение расположенного над проводящей землей вертикального заземленного провода по принципу зеркальных изображений. Немецким ученым М. Абрагамом в 1898г. был разработан метод расчета сопротивления излучения такой антенны, позволявший определить излученную в эфир мощность сигнала и согласовать выход передатчика со входом антенны. В 1908г. Р. Рюденберг ввел важный параметр антенны – ее «действующую высоту», облегчивший расчеты энергетических параметров линий радиосвязи.

**Опытные передачи по радио звуковых сообщений.** Первым опыты по передачи с помощью радиоволн речи выполнил в 1899г. американский инженер-электрик Гринлиф Виттер Пикард, передав голосовые сообщения по радио на расстояние около 18 км. В 1900г. начал свои работы по созданию систем радиотелефонирования другой американский инженер Реджинальд Фессенден. В 1901г. он получил первый в мире патент на передачу сигналов радиотелефонии. В ноябре 1906г. Фессенден со своими коллегами провел первую успешную опытную передачу голосовых сигналов из США в Шотландию. В 1906г. в Германии Георг фон Арко также осуществил по радио передачу голоса на расстояние около 40 км.

### § 7.10. Социальные условия прогресса в области науки и техники

С историей науки и техники связана проблема создания в обществе благоприятных условий, при которых совершаются открытия или делаются изобретения. Для этого важно знать, как и почему было совершено то или иное открытие или изобретение, какие мотивы направляли мысль ученого и инженера, в чем состоял его подход к проблеме. Анализ исторических фактов показывает, что, как правило, открытия и изобретения являются

результатом интуитивной догадки, опирающейся на аналогии и сопоставления, результатом отступления от обычного хода рассуждений. Однако, чтобы делать сопоставления, нужно знать существующие представления и факты, а чтобы сравнивать пути исследования, нужно, чтобы они были изучены. Поэтому любое открытие является результатом длительного и кропотливого труда в процессе сбора фактов, проведения исследований и размышлений. Изучение истории науки, несомненно, должно способствовать воспитанию умения ставить эксперименты, наблюдать, созерцать и размышлять. Для истории значительный интерес представляют биографии ученых и инженеров.

След в науке и технике оставляет лишь тот человек, у кого есть талант, любовь к творчеству, охота к дерзновенным попыткам выйти за рамки существующих представлений, смелость перед признанными авторитетами, пусть даже чреватая иногда личными жертвами. Общество должно относиться к таким людям с особым вниманием, создавая необходимые условия для их работы и для внедрения в жизнь выдвигаемых ими идей и изобретений. Достижения творческих личностей необходимо должным образом оценивать.

Важным для истории является анализ влияния социальных условий в обществе. Изучение истории показывает, что там, где государство жестко контролирует творческую деятельность личности, как в сфере создания новой техники, так и в области бизнеса, прогресс техники и процесс внедрения новых технологий в жизнь общества существенно тормозится. На переднем крае технического прогресса оказываются, как показывает история, страны с демократической формой правления, страны, в которых гарантируется свобода творчества и созидательной деятельности, страны, в которых отсутствуют бюрократические препоны для изобретателей и они могут рассчитывать на поддержку общества и государства.

В главах 4 и 5 второй части книги анализируются данные о развитии электросвязи в мире и в России. Анализ показал, что развитых странах Запада (Германия, Англия, Франция, Швеция, США и некоторые другие) уже в XIX веке действовали такие законы, которые допускали общественную инициативу, а свобода творчества и предпринимательства не ограничивались. Поэтому ученые и инженеры, которые выдвигали оригинальные идеи и получали патенты на свои изобретения, имели возможность самостоятельно приступить к их реализации и, нередко, они добивались коммерческого успеха, а выпускаемая созданными ими фирмами продукция поставлялась во многие регионы мира. Ряд подобных фирм, созданных такими легендарными в области телекоммуникаций фигурами, как, например, Вернер Сименс, Ларс Эрикссон, Гульельмо

Маркони, Александр Белл, успешно работают на рынке телекоммуникаций уже более 100 лет, выпуская многие десятилетия самую совершенную технику электросвязи.

В XIX столетии строительство телеграфных и телефонных сетей в России осуществлялось, в основном, фирмами Сименса, Белла и Эриксона. Фирмы Сименса и Маркони играли основную роль в поставках в Россию станций беспроводной связи.

В России же, к сожалению, несмотря на то, что основополагающие изобретения - электромагнитный телеграф и беспроводная связь, были сделаны отечественными учеными П.Л. Шиллингом и А.С. Поповым, создать национальную промышленность, выпускающую телекоммуникационное оборудование, до начала 20-х годов XX века не удалось. Исключением являлось созданное в 1900г. при участии А.С. Попова маломощное государственное предприятие «Кронштадтская мастерская», выпускающее радиостанции, и частная фирма, созданная в 1908г. С.М. Айзенштейном, в 1910г. перешедшая под контроль фирмы Маркони. До революции в России практически вся промышленность, выпускающая телекоммуникационную технику, была создана иностранными фирмами.

Причиной такого положения вещей являлось то, что в России были установлены такие законы, которые предоставляли возможность бюрократическому аппарату жестко контролировать все сферы общественной жизни, в том числе и сферу изобретательства и предпринимательства. Со времени правления императора Николая I только государство имело право строить сети электросвязи. Отечественные изобретатели, как правило, поддержки на родине не находили и, нередко, для того, чтобы реализовать свои замыслы, вынуждены были уезжать за рубеж, а предпринимателям, располагающим финансовыми средствами, не удавалось преодолеть бюрократические и коррупционные барьеры, сооруженные властью, и открыть в стране свое собственное дело.

\*\*\*\*\*

*Мировая история – это в первую очередь  
этическая поэма об исключительных людях,  
чьи мысли и поступки, свойства характера,  
добродетели и победы, решали судьбу человечества.*

**Уистон Черчилль**

В период с 1600 по 1912гг. были открыты многие физические явления в области электричества и магнетизма, установлены их количественные закономерности, на основе которых началось развитие электросвязи. История электросвязи дает яркий пример взаимовлияние техники и научных знаний.

С одной стороны, на основе научных знаний, добытых несколькими поколениями ученых, была создана техника телеграфной, факсимильной и телефонной связи,

разработана технология создания протяженных кабельных линий связи, охвативших весь земной шар. Сеть телеграфной связи стала всемирной. В конце XIX века были изобретены системы беспроводной связи и, вскоре, была установлена возможность создания линий беспроводной связи протяженностью в тысячи км.

Радиосвязь также развивалась очень быстро. В результате в начале XX века была создана сеть береговых станций, существенно повысивших безопасность плавания морских судов, построены протяженные радиoliniии, в том числе и для международной связи.

С другой стороны практические задачи, возникающие при создании систем связи, приводили к новым научным открытиям. В качестве примеров можно указать на научные проблемы, связанные с распространением сигналов в кабельных линиях связи, над решением которых работали знаменитые английские ученые Вильям Томсон (лорд Кельвин) и Оливер Хевисайд, а также на проблемы, связанные с распространением радиоволн на дальние расстояния (как на трассах, проходящих как над поверхностью Земли, так и на трассах, в которых радиоволны распространяются в ионизированных слоях атмосферы), которыми занимались такие выдающиеся физики, как Анри Пуанкаре, лорд Релей, Арнольд Зоммерфельд, Гендрик Лоренц и Джонатан Ватсон.

В период, рассмотренный в данной книге, были впервые выдвинуты многие новые технические идеи создания систем многоканальной связи с частотным и временным уплотнением, которые обеспечивали бы передачу большого числа каналов по одной линии связи, телевизионных систем, эффективных методов приема и передачи сигналов и т.п.). Эти идеи, однако, нельзя было реализовать на имевшейся в то время технологической базе. Они получили полное развитие только в XX веке, когда стала создаваться техника электросвязи, основанная на применении электронных ламп.

История электросвязи выявляет значение личности в том колоссальном прогрессе, который за сравнительно короткое время (около 150 лет) произошел в этой важнейшей для человечества области науки и техники.

Все мировые религии, провозглашают, что каждый человек на Земле по своему предназначению является образом Всевышнего, основными атрибутами которого являются любовь и бесконечный потенциал творческой и созидательной энергии. Отсюда следует, что истинной целью жизни каждого человека является осознание своего предназначения и реализация данного ему свыше творческого потенциала на благо всего Человечества. Тем, кому это удастся, достигают того состояния, которое люди называют счастьем.



В области электросвязи основополагающие работы были выполнены людьми огромного творческого потенциала. При этом, специальность этих людей, которой они зарабатывали себе на жизнь, не редко никак не была связана с проблемами электросвязи. Обратившись к проблемам электросвязи, они, подчиняясь внутреннему импульсу, выдвигали новаторские идеи в данной области и, рискуя, порой, своим благополучием, все силы приложили к тому, чтобы претворить эти идеи в жизнь. Первый в мире электромагнитный телеграфный аппарат создал Павел Львович Шиллинг. Он был дипломатом и известным ученым – востоковедом. Изобретатель самого распространенного во всем мире в XIX веке телеграфного аппарата Самуэль Морзе в середине XIX века, когда он приступил к разработке своего изобретения, был очень популярным в США художником. Телефон изобрел Александр Белл, бывший по специальности логопедом и обучавший в своей школе речи глухих людей. Создатель первой практической автоматической коммутационной станции был Алмон Браун Строужер - владелец похоронного бюро в городе Канзас-Сити (США).

Что же могло двигать этими людьми, которые получили профессию, обеспечивающую им материальный достаток, успешно в ней проработали много лет, имели твердое положение в обществе, а некоторые заслужили признание и достигли широкой известности. Что могло заставить их столь резко изменить свою жизнь и, говоря словами Пастернака, «окунуться в неизвестность»? Конечно же, не жажда разбогатеть или прославиться. Некоторые из них выполняли свои разработки за свои личные сбережения и ограничивали себя во всем. Не все из них достигли мирового признания своих заслуг перед Человечеством и при жизни были должным образом вознаграждены за реализацию своих идей. Некоторые же, в силу разных причин, не смогли достичь триумфа при жизни, хотя их вклад в развитие электросвязи огромен.

Думается, что эти и очень многие другие люди, создававшие технику электросвязи, самозабвенно брались за труднейшие технические и научные проблемы потому, что они ясно понимали, какие блага их решение может принести Человечеству. Ради этого они были готовы пожертвовать всем. Они были не только великими тружениками, но и великими альтруистами. Возможно, их энтузиазм был порожден творческим восприятием новых научных открытий в области электротехники, поразивших их своей красотой и грандиозностью открывающихся перспектив создания техники электросвязи, развитие которой позволит кардинально изменить условия жизни людей и сделать их более счастливыми. Грандиозность таких замыслов вводила их в состояние творческого вдохновения и поэтому они не были обескуражены преследовавшими их неудачами. Их

поддерживала твердая вера в успех, и, игнорируя трудности и скептицизм многих своих современников, они направляли всю свою энергию на достижение поставленных целей.

Альберт Эйнштейна считал религиозным такого человека, «...который в наиболее доступной для него степени освободился от пут эгоистических желаний и проникся мыслями, чувствами и вдохновением, которые захватили его их сверхличными ценностями». С этой точки зрения многие пионеры в области электросвязи, без сомнения, были людьми глубоко религиозными. И, возможно, их жизнь и дела, оставшиеся Человечеству, свидетельствуют о том, что во Вселенной существует высший смысл человеческой жизни и существует бессмертие человеческой души, о котором так убежденно писал великий итальянский зодчий Микельанджело Буанароти:

*Я умер, подчиняясь естеству,  
В груди ж моей миллион душ совмещалось.  
Одна из них погасла, что за малость.  
Я в миллионах душ оставшихся живу.*

### Литература

1. Бернал Дж. Наука в истории общества, М.: Изд. иностранной литературы, 1956
2. Вернадский В.И. Размышления натуралиста (Научная мысль как планетарное явление), М.: «Наука», 1977
3. Вернадский В.И. Труды по всеобщей истории науки, М.: «Наука», 1988
4. Вернадский В.И. Философские мысли натуралиста, М.: «Наука», 1988
5. Ершова Т. Информационное общество – это мы, М.: Институт развития информационного общества, 2008
6. Моисеев Н.Н. Человек и ноосфера, М.: «Молодая гвардия», 1990
7. Моисеев Н.Н. Универсум. Информация. Общество, М.: «Устойчивый мир», 2001
8. Печчеи А. Человеческие качества, М.: «Прогресс», 1980
9. Пуанкаре А. О науке, М.: 1990
10. Пьер Тейяр де Шарден. Феномен человека, М.: «Устойчивый мир», 2001
11. Соломатин В.А. История науки, М.: «ПЕР СЭ», 2003
12. Шнейберг Я.А. История выдающихся открытий и изобретений (электротехника, электроэнергетика, радиоэлектроника), М.: Издательский дом МЭИ, 2009
13. Фейнберг Е.Л. Две культуры (Интуиция и логика в искусстве и науке), М.: «Век 2», 2003
14. Философия науки. Хрестоматия. (Общие проблемы познания. Методология естественных и гуманитарных наук.), М.: Изд. «Прогресс-Традиция», Московский психолого-социальный институт, изд. «Флинта», 2005

15. Фромм Э. Революция надежды, СПб: «Ювента», 1999
16. Яхнин Е.Д. Размышления о разуме, боге и будущем человечества, М.: Изд. АО «Х.Г.С.», 1997

:\lhj;uoh\kdbc F :