

Лекция 7. Радиотехническая отрасль, ее состав и значение для развития современного общества. Системы радиосвязи и радиовещания: телевизионные; радиолокационные; радионавигационные; радиотелеметрические; системы радиотелеуправления.

Радиотехника — наука, изучающая электромагнитные колебания и волны радиодиапазона, методы генерации, усиления, преобразования, излучения и приёма, а также применение их для передачи информации, часть электротехники, включающая в себя технику радиопередачи и радиоприёма, обработку сигналов, проектирование и изготовление радиоаппаратуры.

Радиотехника включает следующие разделы:

- Радиопередающие устройства
- Радиоприёмные устройств
- Радиолокация
- Радионавигация
- Телевидение
- Мультимедийные и связные системы
- Системы радиоуправления
- Системы радиоэлектронной борьбы

Применение

Радиотехника нашла применение в различных областях науки, таких как физика, астрономия, медицина, химия. Радиотехнические методы применяется в системах передачи данных, радиосвязи, радиовещании, телевидении, радиолокации, радионавигации, радио- управлению, системах автоматике и вычислительной техники.

Последние годы характеризуются бурным развитием средств радиосвязи, возрождением интереса к радиотехнологиям. Стремление к глобализации и персонализации, желание потребителей иметь связь в любом месте, в любое время и с любым человеком на планете вызвали появление сотовой радиосвязи с подвижными объектами, а совершенствование и удешевление схемотехники сделали экономически выгодным применение радиодоступа или, как сейчас говорят, решение проблемы «последней мили» на основе радиотехнологий.

Существенный скачок отмечается и в развитии таких традиционных радиотехнологий, как телевидение, радиовещание, радиорелейная связь. Так, например, разработаны принципы телевидения высокой четкости (ТВЧ), информационного телевидения и др.

Прогресс в области радиотехнологий достаточно широко освещается в литературе - в специальных журналах появляются статьи, издаются монографии.

Следует заметить, что в настоящее время достаточно трудно выделить области знаний, которые были бы необходимы для практической деятельности только специалистам проводной или же, наоборот, беспроводной связи. Особенно это относится к теоретическим вопросам.

Таким образом, радиотехнические устройства находят широкое применение в различных областях науки и техники. Все эти устройства *объединяет* одна общая особенность, связанная с тем, что в каждом из них происходит *работа с информацией путем передачи, приема и обработки электрических сигналов, в качестве которых выступают электромагнитные волны.*

Предметом электронной техники является теория и практика применения электронных, ионных и полупроводниковых приборов в устройствах, системах и установках для различных областей народного хозяйства. Гибкость электронной аппаратуры, высокие быстродействия, точность и чувствительность открывают новые возможности во многих отраслях науки и техники

Ра́дио (лат. *radio* — излучаю, испускаю лучи ← *radius* — луч) — разновидность беспроводной связи, при которой в качестве носителя сигнала используются радиоволны, свободно распространяемые в пространстве.

Принцип работы

Передача происходит следующим образом: на передающей стороне (в радиопередатчике) формируются высокочастотные колебания (несущий сигнал) определенной частоты. На него накладывается сигнал, который нужно передать (звука, изображения и т. д.) — происходит модуляция несущей полезным сигналом. Сформированный таким образом высокочастотный сигнал излучается антенной в пространство в виде радиоволн. На приёмной стороне радиоволны наводят модулированный сигнал в приемной антенне, он поступает в радиоприёмник. Здесь система фильтров выделяет из множества наведенных в антенне токов от разных передатчиков сигнал с нужной несущей частотой, а детектор выделяет из него модулирующий полезный сигнал. Получаемый сигнал может несколько отличаться от передаваемого передатчиком вследствие влияния разнообразных помех.



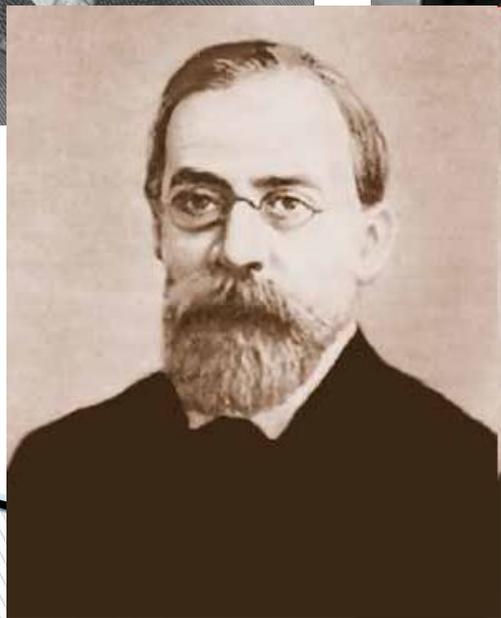
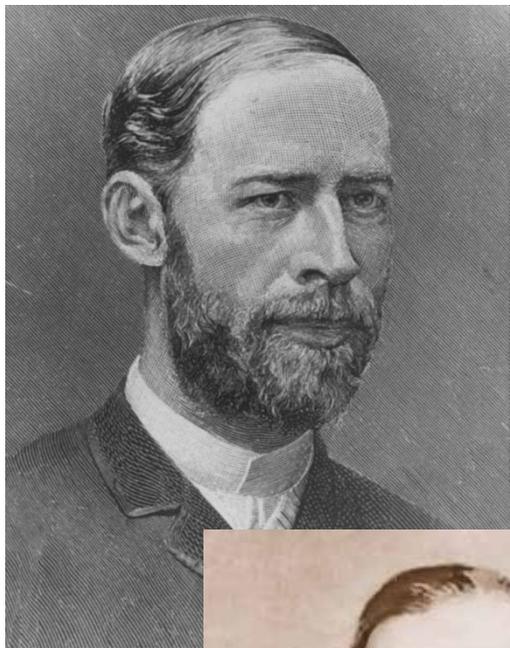
Аппаратное помещение радиовещательной станции, 1927 г.

Радиовещание («эфирное радиовещание», краткое: «эфир»), от «*радио*» + «*вещать*» (*сообщать*) — технология передачи по радио неограниченному числу слушателей речи, музыки и других звуковых эффектов или звуковой информации в радиоэфире, также в проводных сетях (проводное радиовещание) или в сетях с пакетной коммутацией (в компьютерных сетях — интернет-радио). Изначально термин произошёл от физического понятия «эфир», так как в начале XX века считалось, что распространение радиоволн происходит в таком эфире, и в дальнейшем распространилось на все способы широковещательной трансляции. Радиовещание является одним из основных средств оперативной информации, массовой агитации и пропаганды, просвещения населения. Характеризуется передачей сигнала по принципу «от одного — ко многим», то есть более чем одному слушателю, как правило — по заранее известному расписанию. В официальной документации также применяют термин «*радиовещание телевидения*», подразумевающее передачу аудиовизуальной информации.



Башня телерадиовещания
(Тронхейм, Норвегия)

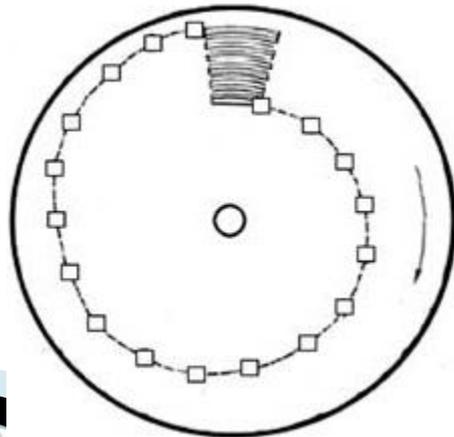
Первые этапы развития телевидения



Впервые явление фотоэффекта - освобождение электронов веществом под действием электромагнитного излучения, обнаружил немецкий физик Генрих Герц в 1887 году, а через год русский ученый Александр Столетов провел опыт, наглядно демонстрирующий это явление. В 1907 году русскому физику Борису Розингу удалось теоретически обосновать возможность получения изображения посредством электронно-лучевой трубки, разработанной ранее немецким физиком К. Брауном и даже удалось осуществить это на практике: он смог получить изображение в виде одной единственной неподвижной точки.

Диск Нипкова

Первой работающей телевизионной системой считается изобретение немецкого инженера Пауля Нипкова, сделанное еще в 1884 году. Конструкция положила начало созданию так называемого механического телевидения. Пауль Нипков изобрел диск, с помощью которого изображение преобразовывалось в электрические импульсы. Это был диск с определенным числом отверстий, расположенных по спирали, напротив которого устанавливался фотоэлемент, и свет попадал на фотоэлемент через этот диск.



Благодаря диску Нипкова, в 1925 году шведскому инженеру Джону Бэрду удалось впервые добиться передачи распознаваемых человеческих лиц. Несколько позже им же была разработана и первая телесистема, способная передавать движущиеся изображения.



Первое время развитие телевидения шло в двух направлениях - электронном и механическом. Причем развитие механических систем происходило практически до конца 40-х годов XX века, прежде чем было полностью вытеснено электронными устройствами. На территории СССР механические телесистемы продержались несколько дольше.



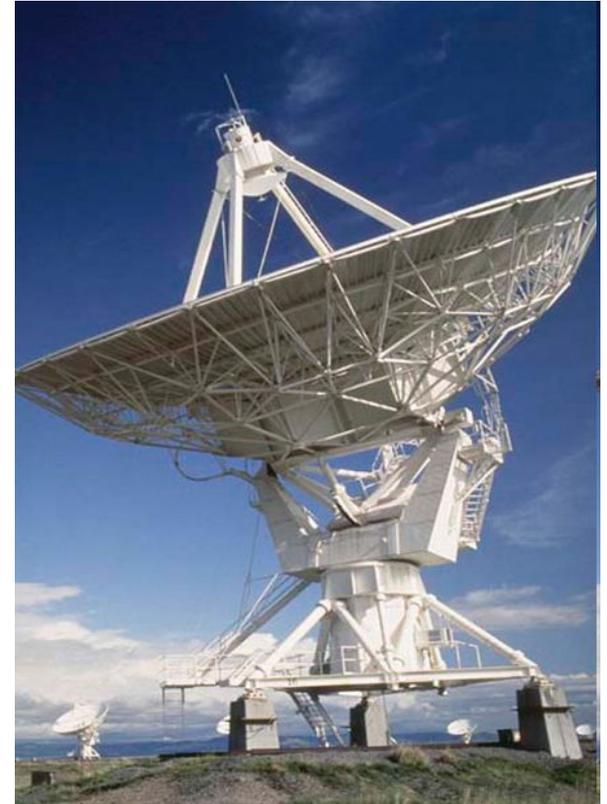
В конце 1936 года в американской научно-исследовательской лаборатории RCA, возглавляемой Зворыкиным, был разработан первый электронный телевизор, пригодный для практического применения. Несколько позже, в 1939 году, RCA представила и первый телевизор, разработанный специально для массового производства. Эта модель получила название RCS TT-5. Она представляла собой массивный деревянный ящик, оснащенный экраном с диагональю в 5 дюймов. Позже радиолампы были вытеснены полупроводниками.

Первый телевизор на основе полупроводников был разработан в 1960 году фирмой Sony. В дальнейшем появились модели на основе микросхем. Теперь же существуют системы, когда вся электронная начинка телевизора заключена в одну единственную микросхему.



Телевизионная камера на иконоскопе. Архив НИИТ

Современное телевидение



Сегодня качество вещания значительно возросло и стало цифровым. Сами телевизоры уже перестали восприниматься как «ящики», ибо появились плоские LCD и плазменные модели. Размеры экрана перестали измеряться парой десятков сантиметров. Телевидение стало нормой. К началу XXI века методы и принципы телевещания значительно изменились. Возникло кабельное и спутниковое телевидение.

Радиолокация.

Радиолокация, т. е. техника обнаружения при помощи радиоволн различных объектов и определения их координат, не является изобретением одного человека. Она развивалась благодаря труду многих тысяч людей, работа которых направлялась видными учеными.

Давно было известно, что энергия, распространяющаяся в форме радиоволн, отражается от объектов, находящихся на пути ее распространения. Но только настоятельная необходимость привела к созданию современных радиолокационных систем, работающих на использовании этого принципа.

Основной принцип

Все импульсные радиолокационные системы работают по принципу излучения коротких радиосигналов (называемых обычно импульсами) и измерения времени между моментами излучения такого сигнала и приема сигнала, отраженного от цели.

Поскольку скорость распространения радиоволн известна, то полученные таким образом данные позволяют вычислить дальность цели. Это вычисление производится автоматически, и окончательный результат (в километрах или метрах) указывается на индикаторе в наиболее удобной для практического использования форме. Направление на цель определяется (по крайней мере станциями, работающими на более длинных волнах) методами, существенно сходными с методами обычной радиопеленгации. На более коротких волнах эти методы еще проще и сводятся по существу к определению направления луча радиолокационной станции, падающего на цель и вызывающего отраженный сигнал. Этот метод аналогичен освещению цели лучом прожектора.

Применение радиолокации

Быстрое развитие радиолокации было вызвано угрозой войны, и первым назначением ее было предупреждение о приближении вражеских самолетов. Впоследствии, когда стало возможным получение повышенных точностей, развитие пошло по двум линиям. Одна из них состояла в дальнейшем усовершенствовании станций обнаружения, а другая — в стремлении получить более высокие точности хотя бы на небольших дальностях, чтобы иметь возможность точно наводить зенитные орудия на невидимые вражеские самолеты.

Наряду с этим шло развитие радиолокационных станций, выполняющих такую же роль по отношению к кораблям в море. Во многом разработка этих станций была легче, так как все надводные корабли находятся на уровне моря и задача обнаружения сводилась к определению двух координат вместо трех. Но близость цели к поверхности моря вводила осложнения, обусловленные отражением радиоволн от воды.

Первые радиолокационные станции были наземными, но вскоре были разработаны станции для установки на кораблях и самолетах, выполнявшие в основном такие же функции, но с некоторыми отличиями.

После окончания войны усилия, направленные на разработку радиолокационных станций военного назначения, следовало направить на использование радиолокации в мирных целях. Так как функции радиолокационной станции состоят в определении положения объекта в пространстве без активного участия со стороны этого объекта, то станция сама по себе не является специфически военной или гражданской.

В настоящее время одной из наиболее распространенных областей мирного применения радиолокации является использование радиолокационных станций на торговых судах. Было предложено несколько конструкций станций, предназначенных для этой цели. Судно, оборудованное радиолокационной станцией, может «видеть» ближнюю береговую линию (если она находится в зоне действия станции), а также другие суда и буи.

Другим, приобретающим все большее значение, применением радиолокации в мирных целях является установка радиолокационных станций в торговых портах. Такие станции позволяют администрации порта одновременно «видеть» положение всех судов в зоне порта даже при густом тумане. Получаемую таким путем информацию можно передавать по радио капитанам судов и другим заинтересованным лицам.

В авиации мирное использование радиолокации велось примерно в том же направлении, однако из-за больших размеров и веса радиолокационные станции нельзя применять на гражданских самолетах в такой же мере, как на торговых судах. В аэропортах, так же как и в морских портах, могут устанавливаться станции управления движением, позволяющие диспетчеру, находящемуся на контрольной вышке, определять положение всех самолетов в зоне радиусом в несколько километров вокруг аэродрома. Интересное дополнение к таким станциям составляет аппаратура, при помощи которой движущиеся объекты можно отличать от неподвижных.

Техническое развитие

Наряду с повышением точности, надежности, дальности действия, являющимся нормальным результатом технического прогресса, следует отметить постоянное стремление работать на все более и более коротких волнах. Первые радиолокационные станции работали на волнах длиной в несколько метров. Вскоре произошел переход на волны длиной 5—10 м, затем — около 1 м и т. д. до 10 и 3 см. Практически все новые радиолокационные станции работают на сантиметровых волнах.

Преимущество более коротких радиоволн состоит в сходстве их свойств со свойствами световых волн, что позволяет конструировать антенны, дающие остронаправленные лучи. Излучаемая такими антеннами энергия оказывается сконцентрированной в узких лучах. Кроме того, в значительной мере устраняются трудности, обусловленные отражением радиоволн от поверхности земли; луч можно направить так, что энергия почти не будет попадать на землю.

Переход на сантиметровые волны тормозился вначале из-за отсутствия удовлетворительно работающего мощного генератора колебаний таких частот, но эта трудность была преодолена изобретением в начале войны мощного многорезонаторного магнетрона. После этого началось быстрое развитие радиолокационных станций сантиметрового диапазона.

Радионавигация - совокупность операций по обеспечению вождения движущихся объектов (летательных аппаратов, судов и др.), а также по наведению управляемых объектов с помощью радиотехнических средств.

Радионавигация - научно-техническая дисциплина, рассматривающая принципы построения радиотехнических средств и разрабатывающая методы их использования применительно к решению задач вождения движущихся объектов по определённой траектории (маршруту) и вывода их в заданный район в заданное время.

При решении основной задачи навигации — определения местоположения объектов и навигационных элементов их движения — в радионавигации используют как специальные радиотехнические средства, так и применяемые в др. областях техники, например в радиолокации, радиовещании. Действие радионавигационных средств основано на использовании следующих важных особенностей распространения радиоволн; распространение радиоволн над поверхностью Земли происходит по кратчайшему (ортодромическому) расстоянию между пунктами излучения и приёма; скорость распространения постоянна; радиолучи, отражённый от ионосферы и падающий на неё, лежат в одной плоскости.

Радионавигационные средства подразделяют:

- по роду решаемых ими задач и полноте их решения — на радионавигационные устройства (радиопеленгаторы, в том числе радиокомпасы; радиодальномеры, радиомаяки и др.), обеспечивающие решение только частных навигационных задач, обычно — определение одной линии (поверхности) положения движущегося объекта, и радионавигационные системы, обеспечивающие решение сложных комплексных навигационных задач;
- по используемому диапазону радиоволн — в соответствии с регламентом радиосвязи; по параметру радиосигналов, используемому при измерении навигационных элементов (наиболее употребительный отличительный признак), — на амплитудный, фазовые, частотные, временные и комбинированные (амплитудно-временные, фазово-временные и т.п.);
- по методу определения линий положения — на угломерные (азимутальные), дальномерные (круговые) и комбинированные (например, угломерно-дальномерные, разностно-дальномерные);
- по количеству подвижных объектов, обеспечиваемых навигационной информацией, — на средства ограниченной и неограниченной пропускной способности.

Их также различают и по др. классификационным признакам, например выделяют автономные и неавтономные радионавигационные средства.

Применение радионавигационных методов и средств позволило увеличить точность прохождения маршрутов движущимися объектами и вывода их в заданный район, а также значительно повысить безопасность плавания судов и полётов самолётов в сложных метеорологических условиях.

Виды радионавигационных систем

Наземные радионавигационные системы

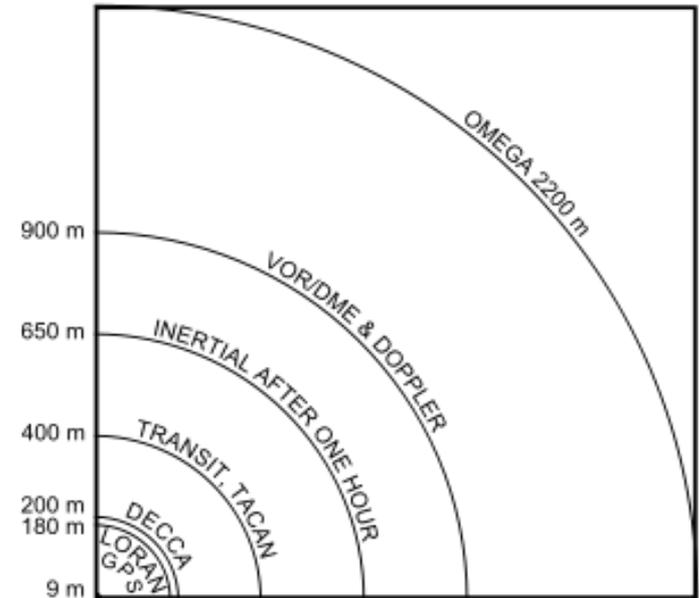
*ОНЧ (очень низкие частоты)

- Omega 🇺🇸
- RSDN-20 «Альфа» 🇷🇺

*НЧ (низкие частоты)

- Loran-C 🇺🇸
- Чайка 🇷🇺
- Decca 🇬🇧
- Consol 🇬🇧

ACCURACY OF NAVIGATION SYSTEMS
(2-dimensional)



•Спутниковые радионавигационные системы

- высокоорбитальные (высота орбиты порядка 35 тыс. км)
 - Бэйдоу 
- среднеорбитальные (высота орбиты порядка 20 тыс. км)
 - NAVSTAR (GPS) 
 - ГЛОНАСС 
 - «Галилео» 
- низкоорбитальные (высота орбиты порядка 1 тыс. км)
 - Transit 
 - «Циклон», «Цикада» 

Классификация

*по способу определения местоположения:

- угломерные;
- дальномерные;
- разностнодальномерные (гиперболические);
- комбинационные.

*по виду несущего информацию и измеряемого параметра радиосигнала.

Радиотелеметрия (от лат. radio — излучаю, греч. tele — вдаль, далеко, metreo — измеряю) — измерение физических величин на расстоянии с передачей результатов измерения по каналам радиосвязи. Совокупность устройств, расположенных на объекте наблюдения и в пункте приема телеметрической информации, образует радиотелеметрическую систему. На передающей стороне системы (на объекте) размещаются датчики, аналого-цифровые преобразователи, кодирующие устройства, радиопередатчики; на приемной стороне (в пункте приема) устанавливаются радиоприемники, декодирующие устройства, аппаратура обработки и регистрации данных.

Для передачи информации используются многоканальные линии радиосвязи; требуемые точность и помехоустойчивость передачи данных обеспечиваются применением цифровых методов передачи и обработки информации, а также методов защиты информации от ошибок. Методы радиотелеметрии широко используются в инженерной, космической, авиационной психологии для дистанционного контроля функционального состояния и результатов работы оператора (летчика, космонавта).

Радиоуправление - наука, изучающая принципы действия, математическое описание, методы анализа качества работы и синтез систем управления объектами

Принципы работы систем радиоуправления:

В системах радиоуправления при передаче команды от оператора (диспетчера) к объекту код команды, набранной оператором на пульте управления, преобразуется в последовательность электрических импульсов, а затем при помощи модуляции (фазовой, амплитудной, частотной модуляции и т.д.) — в радиосигнал.

Для повышения надёжности радиоуправления применяют различные помехоустойчивые коды, в том числе корректирующие коды, а также контроль по методу обратного канала, когда от объекта к пункту управления передаются сигналы, подтверждающие приём и исполнение (либо только приём, либо только исполнение) команды.

В некоторых системах (например, в системах управления полётом ракет, беспилотных летательных аппаратов) управление производится непрерывно при помощи автоматически получаемого сигнала рассогласования между заданным и истинным (текущим) положениями объекта управления.

Виды управления:

- Командное следящее радиоуправление.
- Автономное радиоуправление.
- Радиоуправление при наведении по лучу.
- Управление космическими аппаратами.

Применение

Радиоуправление применяется при построении систем автоматики, в авиа- и ракетостроении, робототехнике. В современное время получило развитие направление управления бытовой техникой и приборами ("умный дом").

Контрольные вопросы

- 1. Что такое радиотехника и где она применяется?
 - 2. Назовите принцип работы радио.
 - 3. Что такое диск Нипкова?
 - 4. Дайте определение радиолокации и ее применение.
 - 5. Для чего необходима радиотелеметрия?
 - 6. в чем заключается основная задача радионавигации?
- 