Тема урока

«Принципы радиосвязи»

Цель: показать практическое применение электромагнитных волн, раскрыть физический принцип радиотелефонной связи.

Ход урока

I. Организационный момент

II. Повторение

* Опишите устройство и принцип действия вибратора Герца.
* С помощью чего Герц регистрировал электромагнитные вол­ны?
* Чему равна скорость электромагнитных волн в вакууме? Зави­сит ли она от системы отсчета?
* Чем отличаются электромагнитные волны от упругих?
* Под каким углом друг к другу направлены в электромагнитной

волне векторы **?**

* Что такое интенсивность волны?
* Какая из характеристик волны не меняется при ее переходе из одной среды в другую?

III. Изучение нового материала

Дж. Максвелл теоретически показал возможность существования электромагнитных волн.

Г. Герц в 1888 г. экспериментально доказал существование элек­тромагнитных волн.

7 мая 1859 г. А.С. Попов продемонстрировал прибор на заседа­нии Русского физико-химического общества. Дальность - 250 м.

1899 г.-20 км; 1901 г.-150 км.

Слайды 1-6

 Слайды 7-10

 Слайды 11-13

Структурная схема радиопередатчика и радиоприемника:

1. Задающий генератор (генератор высокой частоты) вырабаты­вает гармонические колебания высокой частоты ВЧ (несущая часто­та более 100 тыс. Гц) (слайд 8) .
2. Микрофон преобразовывает механические звуковые колебания в электрические той же частоты (слайд 9).
3. Модулятор изменяет (модулирует) по частоте или амплитуде высокочастотные колебания с помощью электрических колебаний низкой частоты НЧ (слайд 10).
4. Усилители высокой и низкой частоты УВЧ и УНЧ усиливают по мощности высокочастотные и низкочастотные электрические ко­лебания.
5. Передающая антенна излучает модулированные электромагнит­ные волны.
6. Приемная антенна принимает электромагнитные волны. Элек­тромагнитная волна, достигая приемной антенны, индуцирует в ней переменный ток той же частоты, на которой работает передатчик.
7. УВЧ.
8. Детектор выделяет из модулированных высокочастотных ко­лебаний низкочастотные колебания (слайд 11).
9. УНЧ (слайд 12).
10. Динамик преобразует электромагнитные колебания в механи­ческие звуковые колебания (слайд 13).

Рис. 49

Радиоприемник

Детекторный радиоприемник состоит из колебательного контура, антенны, детектора (диода), конденсатора постоянной емкости, те­лефона.

В контуре принятая волна возбуждает модулированные колеба­ния. Конденсатор переменной емкости настраивает контур на резо­нанс с принятой радиоволной. Модулированные колебания ВЧ по­ступают на детекторный каскад. После прохождения детектора со­ставляющая тока ВЧ идет через конденсатор постоянной емкости, а составляющая тока НЧ идет на обмотки катушек телефона, вызы­вающий колебания мембраны с той же звуковой частотой.

IV. Закрепление материала

* Что называют радиосвязью?
* Начертите блок-схему радиопередатчика и объясните назначе­ние каждого блока.
* Начертите блок-схему радиоприемника и объясните назначе­ние каждого блока.
* Что называют модуляцией? Какие виды модуляции вы знаете?
* Что называют детектированием?
* Начертите схему детекторного приемника, опишите его уст­ройство и принцип работы.

VI. Подведение итогов урока

Домашнее задание

п. 52;

Р - 989; Р - 990.

Дополнительный материал. Источники.

Радиоизлучение Солнца. Зарегистрировано радиоизлучение Солнца с длиной волны от нескольких миллиметров до 30 м. Особенно сильно излучение в метровом диапазоне; оно рождается в верхних слоях атмосферы Солнца, в его короне, где температура порядка 1 млн. К. Коротковолновое излучение Солнца относительно слабо: оно выходит из хромосферы, расположенной над видимой поверхностью Солнца - фотосферой.

Галактические радиоисточники. Уже первые наблюдения Г. Ребера показали, что радиоизлучение Млечного Пути неоднородно - оно сильнее в направлении центра Галактики. Дальнейшие исследования подтвердили, что основные источники радиоволн относительно компактны; их называют то­чечными или дискретными. Зарегистрированы уже десятки тысяч таких источников.

Излучение космических радиоисточников бывает двух типов: тепловое и нетепловое (обычно синхротронное). Тепловое излучение рождается в горя­чем газе от случайного (теплового) движения заряженных частиц - электро­нов и протонов. Его интенсивность в широком диапазоне спектра почти постоянна, но на длинных волнах она быстро уменьшается. Такое излучение характерно для эмиссионных туманностей. Остальные источники имеют нетепловое излучение, интенсивность которого растет с увеличением длины волны. В этих источниках излучение возникает при движении очень быст­рых электронов в магнитном поле. Скорости электронов близки к скорости света, и это не может быть следствием простого теплового движения. Для разгона электронов до таких скоростей в лаборатории используют специ­альные ускорители - синхротроны. Как это происходит в естественных ус­ловиях не совсем ясно. Синхротронное излучение сильно поляризовано. Это позволяет обнаруживать его в космических источниках и по направлению поляризации определять ориентацию их магнитного поля. Таким методом исследованы межзвездные магнитные поля в нашей и соседних галактиках.

Одним из важнейших достижений радиоастрономии стало открытие ак­тивных процессов в ядрах галактик. Радионаблюдения указывали на это еще в 1950-е годы, но окончательное подтверждение появилось в 1962 г., когда с помощью 5-метрового оптического телескопа обсерватории Маунт-Паломар (США) были независимо обнаружены бурные процессы в ядре галактики М82.

Другим важнейшим открытием радиоастрономии считаются квазары -очень далекие и активные внегалактические объекты. Вначале они казались рядовыми точечными источниками. Затем некоторые из них были отождест­влены со слабыми звездами (отсюда название «квазар» - квазизвездный радиоисточник). Доплеровское смещение линий в их оптических спектрах указывает на то, что квазары удаляются от нас со скоростью, близкой к ско­рости света и, в соответствии с законом Хаббла, расстояния до них состав­ляют миллиарды световых лет. Находясь на таких гигантских расстояниях, они заметны лишь потому, что излучают с огромной мощностью - порядка 104' Вт. Это значительно больше мощности излучения целой галактики, хотя размер области генерации энергии у квазаров существенно меньше размера галактик и порой не превосходит размера Солнечной системы. Загадка ква­заров до сих пор не раскрыта.

Отождествление источников. Звезды - слабые источники радиоволн. Долгое время единственной звездой на «радионебе» было Солнце, и то лишь благодаря его близости. Но в 1970-х годах Р. Хелминг и К. Уэйд из Нацио­нальной радиоастрономической обсерватории США открыли радиоизлуче­ние от газовых оболочек, сброшенных Новой Дельфина 1967 и Новой Змеи 1970. Затем они обнаружили радиоизлучение красного сверхгиганта Антаре­са и рентгеновского источника в Скорпионе.

В. Бааде и Р. Минковский из обсерваторий Маунт-Вилсон и Маунт-Паломар (США) отождествили многие яркие радиоисточники с оптическими объектами. Например, ярчайший источник в Лебеде оказался связан с очень далекой и слабой галактикой необычной формы, ставшей прототипом ра­диогалактик. Мощный радиоисточник в Тельце они отождествили с остат­ком взрыва сверхновой звезды, отмеченной в китайской летописи 1054 г. Мощный источник в Кассиопее также оказался остатком сверхновой, вспыхнувшей всего лет 300 назад, но никем не замеченной.

В 1967 г. Э. Хьюиш, Дж. Белл и их коллеги из Кембриджа (Англия) от­крыли необычные переменные радиоисточники - пульсары. Излучение каж­дого пульсара представляет строго периодическую последовательность им­пульсов; у открытых пульсаров периоды лежат в интервале от 0,0016 с до 5,1 с. Через 2 года У. Кокки, М. Дисней и Д. Тейлор обнаружили, что радио­пульсар в Крабовидной туманности совпадает со слабой оптической звез­дой, которая, как и пульсар, изменяет свою яркость с периодом 1/30 с. Среди более 700 известных сейчас пульсаров еще только один - в созвездии Пару­сов (Vela) - демонстрирует оптические вспышки. Выяснилось, что феномен пульсара связан с нейтронными звездами, образовавшимися в результате гравитационного коллапса ядер массивных звезд. Имея диаметр около 15 км и массу как у Солнца, нейтронная звезда быстро вращается и как маяк пе­риодически «освещает» Землю. Постепенно скорость вращения пульсара замедляется, период между импульсами возрастает, а их мощность падает. Иногда наблюдаются резкие сбои периода, когда у нейтронной звезды про­исходит перестройка структуры, называемая «звездотрясением».

Фоновое излучение. Кроме отождествленных и неотождествленных дис­кретных источников, наблюдается суммарный фон от миллионов далеких галактик и облаков межзвездного газа нашей Галактики. С повышением чувствительности и разрешающей способности радиотелескопов из этого фона удается выделить все больше дискретных источников.

Радиоизлучение планет. В 1956 г. К. Мейер из Военно-морской лабо­ратории США открыл излучение Венеры на волне 3 см. В 1955 г. Б. Бурке и К. Франклин из института Карнеги в Вашингтоне обнаружили короткие всплески радиоизлучения от Юпитера на волне 13,5 м. Дальнейшие иссле­дования в Австралии показали, что всплески излучения от Юпитера при­ходят в те моменты, когда определенные зоны его поверхности обращены к Земле. В дециметровом диапазоне кроме теплового излучения наблюда­лось и синхротронное, что указывало на наличие у Юпитера мощного маг­нитного поля, которое позже было действительно обнаружено космиче­скими зондами.

Радиолокационные исследования планет позволяют точно определять их расстояние от Земли, скорость их суточного вращения и свойства поверхно­сти. Радиолокация Венеры позволила изучить топографию ее поверхности, закрытой от оптических телескопов плотным облачным слоем.

Излучение водорода. Нейтральный атомарный водород, возможно са­мый распространенный элемент в межзвездном пространстве. Он способен излучать радиолинию с длиной волны 21 см, которая была предсказана в 1944 г. нидерландским теоретиком X. ван де Хюлстоном и обнаружена в 1951 г. X. Юэном и Э. Парселом из Гарвардского университета (США). Су­ществование узкой линии в радиодиапазоне оказалось очень полезным: из­меряя ее доплеровское смещение, можно очень точно определять лучевую скорость наблюдаемого облака газа. При этом приемная аппаратура радио­телескопа сканирует некоторый диапазон длин волн в районе линии 21 см и отмечает пики излучения. Каждый такой пик - это линия излучения водоро­да, смещенная по частоте из-за движения одного из облаков, попавших в поле зрения антенны телескопа.

Около 5 % водорода в Галактике вследствие высокой температуры нахо­дится в ионизованном состоянии. Когда свободные электроны пролетают вблизи положительно заряженных ядер водорода - протонов, они испыты­вают притяжение, движутся ускоренно и при этом излучают электромагнит­ные кванты. Иногда, потеряв энергию, электрон оказывается захваченным на один из верхних уровней атома (т. е. происходит рекомбинация). Спуска­ясь затем каскадно на устойчивый нижний уровень, электрон также излучает кванты энергии. Такое излучение свободных и рекомбинирующих электро­нов наблюдается в радиодиапазоне от эмиссионных туманностей и позволя­ет обнаруживать их даже в тех случаях, когда оптическое излучение не мо­жет достичь Земли из-за поглощения в межзвездной пыли. Благодаря этому радиоастрономы смогли обнаружить практически все эмиссионные туман­ности в Галактике.