## The Science of Radio Astronomy

One of the earliest modern investigations into extraterrestrial sources of radio waves was by Karl Guthe Jansky, an engineer with Bell Telephone Laboratories, in the early 1930s. The first object actually detected was the center of the Milky Way, followed by the sun. These early discoveries were confirmed by Grote Reber by 1938.

Одно из самых ранних современных исследований внеземных источников радиоволн было проведено Карлом Гуте Янски, инженером из Bell Telephone Laboratories, в начале 1930-х годов. Первым фактически обнаруженным объектом был центр Млечного Пути, за которым последовало солнце. Эти ранние открытия были подтверждены Гроте Ребером к 1938 году.

What was the nature of the discrete radio sources, or "radio stars'? Where were they, what were they, what were their properties, how many were there, how did they work and what was their significance in the Universe? Of parallel importance was the puzzle of how to devise new kinds of radio telescope which would elucidate these astronomical questions. Nikola Tesla in the Colorado Springs lab recorded cosmic waves emitting from interstellar clouds and red giant stars. He observed repeating signals conducted by his transceiver. He announced that he received extraterrestrial radio signals. But the scientific community did not believe him, and rejected Tesla's data. Tesla spent the latter part of his life trying to signal Mars.

Какова природа дискретных радиоисточников, или "радиозвезд"? Где они находились, что это были за объекты, каковы их свойства, сколько их было, как они работали и каково их значение во Вселенной? Не менее важной была загадка о том, как разработать новые виды радиотелескопов, которые позволили бы прояснить эти астрономические вопросы. Никола Тесла в лаборатории Колорадо-Спрингс зарегистрировал космические волны, исходящие от межзвездных облаков и звезд-красных гигантов. Он наблюдал повторяющиеся сигналы, передаваемые его приемопередатчиком. Он объявил, что получил внеземные радиосигналы. Но научное сообщество ему не поверило и отвергло данные Теслы. Тесла провел последнюю часть своей жизни, пытаясь подать сигнал на Марс.

Modern Radio Astronomy is a universally recognized subfield of astronomy. Just like in the visible, at low radio frequencies the sky is dominated by small bright sources, but the sources are typically active galaxies and supernova remnants rather than stars. Radio astronomy is the study of celestial phenomena through measurement of the characteristics of radio waves emitted by physical processes occurring in space. Radio waves have a much greater wavelength than light waves. In order to receive good signals, radio astronomy requires large antennas, or arrays of smaller antennas all working together. Most radio telescopes use a parabolic dish to reflect the waves to a receiver which detects and amplifies the signal into usable data. This allows astronomers to see a region of the radio sky. If they take multiple scans of overlapping strips of the sky they can piece together an image ('mosaicking').

Современная радиоастрономия является общепризнанной областью астрономии. Как и в видимом диапазоне, на низких радиочастотах в небе преобладают небольшие яркие источники, но источниками, как правило, являются активные галактики и остатки сверхновых, а не звезды. Радиоастрономия - это изучение небесных явлений путем измерения характеристик радиоволн, излучаемых физическими процессами, происходящими в космосе. Длина волны радиоволн намного больше длины волны света. Для получения хороших сигналов радиоастрономии требуются большие антенны или массивы антенн меньшего размера, работающих вместе. Большинство радиотелескопов используют параболическую антенну для отражения волн к приемнику, который обнаруживает и усиливает сигнал, преобразуя его в пригодные для использования данные. Это позволяет астрономам видеть область радио-неба. Если они сделают несколько сканирований перекрывающихся полос неба, они смогут собрать изображение воедино ("мозаика").

Radio astronomers use different types of techniques to observe objects in the radio spectrum. Instruments may simply be pointed at an energetic radio source to analyze what type of emissions it makes. The types of instruments being used depends on the weakness of the signal and the amount of detail needed. Radio telescopes may need to be extremely large in order to receive signals with large signal-to-noise ratio. Also since angular resolution is a function of the diameter of the "objective" in proportion to the wavelength of the electromagnetic radiation being observed, radio telescopes have to be much larger in comparison to their optical counterparts. For example a 1 meter diameter optical telescope is two million times bigger than the wavelength of light observed giving it a resolution of a few arc seconds, whereas a radio telescope "dish" many times that size may, depending on the wavelength observed, may only be able to resolve an object the size of the full moon (30 minutes of arc).

Радиоастрономы используют различные типы методов для наблюдения объектов в радиочастотном спектре. Приборы можно просто направить на энергичный радиоисточник, чтобы проанализировать, какой тип излучения он производит. Типы используемых приборов зависят от слабости сигнала и необходимого количества деталей. Радиотелескопы, возможно, должны быть чрезвычайно большими, чтобы принимать сигналы с большим отношением сигнал/шум. Кроме того, поскольку угловое разрешение зависит от диаметра "объектива" пропорционально длине волны наблюдаемого электромагнитного излучения, радиотелескопы должны быть намного больше по сравнению со своими оптическими аналогами. Например, оптический телескоп диаметром 1 метр в два миллиона раз больше длины волны наблюдаемого света, что дает ему разрешение в несколько угловых секунд, в то время как "тарелка" радиотелескопа во много раз большего размера, в зависимости от наблюдаемой длины волны, может быть способна различать объект размером с полнолуние (30 минут дуги).

Radio astronomy has led to substantial increases in astronomical knowledge, particularly with the discovery of several classes of new objects, including pulsars, quasars and radio galaxies. This is because radio astronomy allows us to see things that are not detectable in optical astronomy. Such objects represent some of the most extreme and energetic physical processes in the universe. Radio astronomy is also partly responsible for the idea that dark matter is an important component of our universe; radio measurements of the rotation of galaxies suggest that there is much more mass in galaxies than has been directly observed. The cosmic microwave background radiation was also first detected using radio telescopes. However, radio telescopes have also been used to investigate objects much closer to home, including observations of the Sun and solar activity, and radar mapping of the planets. And still there is a lot to be discovered.

Радиоастрономия привела к существенному расширению астрономических знаний, особенно с открытием нескольких классов новых объектов, включая пульсары, квазары и радиогалактики. Это потому, что радиоастрономия позволяет нам видеть вещи, которые не обнаруживаются в оптической астрономии. Такие объекты представляют собой одни из самых экстремальных и энергичных физических процессов во Вселенной. Радиоастрономия также частично ответственна за идею о том, что темная материя является важным компонентом нашей Вселенной; радиоизмерения вращения галактик позволяют предположить, что в галактиках гораздо больше массы, чем наблюдалось непосредственно. Космическое микроволновое фоновое излучение также было впервые обнаружено с помощью радиотелескопов. Однако радиотелескопы также использовались для изучения объектов, расположенных гораздо ближе к земле, включая наблюдения за Солнцем и солнечной активностью, а также радиолокационное картографирование планет. И все же многое еще предстоит открыть.

## Digital Radio

The oldest form of digital broadcast was spark gap telegraphy, used by pioneers such as Marconi. By pressing the key, the operator could send messages in Morse code by energizing a rotating commutating spark gap. Spark gap transmitters are now illegal, because their transmissions span several hundred megahertz. This is very wasteful of both radio frequencies and power.

Старейшей формой цифрового вещания была искровая телеграфия, использовавшаяся такими пионерами, как Маркони. Нажатием клавиши оператор мог отправлять сообщения азбукой Морзе, подключая вращающийся коммутирующий искровой промежуток. Передатчики с искровым разрядником в настоящее время запрещены, поскольку их частота передачи составляет несколько сотен мегагерц. Это очень расточительно как с точки зрения радиочастот, так и мощности.

The next advance was continuous wave telegraphy, or CW, in which a radio frequency produced by a vacuum tube electronic oscillator was switched on and off by a key. CW uses less than 100Hz of bandwidth. CW is still used, these days primarily by amateur radio operators (hams). Strictly, on-off keying of a carrier should be known as Interrupted Continuous Wave or ICW.

Следующим достижением стала телеграфия на непрерывных волнах, или CW, в которой радиочастота, генерируемая электронным генератором на вакуумной лампе, включалась и выключалась ключом. CW использует полосу пропускания менее 100 Гц. CW все еще используется, в наши дни в основном радиолюбителями (радиолюбительницами). Строго говоря, включение-выключение несущей должно быть известно как прерывистая непрерывная волна или ICW.

Radio teletypes usually operate on short-wave (HF) and are much loved by the military because they create written information without a skilled operator. They send a bit as one of two tones. Groups of five or seven bits become a character printed by a teletype. From about 1925 to 1975, radio teletype was how most commercial messages were sent to less developed countries. They are still used by the military and weather services.

Радиотелетайпы обычно работают на коротких волнах (ВЧ) и очень любимы военными, потому что они создают письменную информацию без квалифицированного оператора. Они передают бит в виде одного из двух тонов. Группы из пяти или семи бит становятся символом, напечатанным телетайпом. Примерно с 1925 по 1975 год с помощью радиотелетайпа отправлялось большинство коммерческих сообщений в менее развитые страны. Они до сих пор используются военными и метеорологическими службами.

Aircraft use a 1200 Baud radio teletype service over VHF to send their ID, altitude and position, and get gate and connecting-flight data.

Microwave dishes on satellites, telephone exchanges and TV stations usually use quadrature amplitude modulation (QAM). QAM sends data by changing both the phase and the amplitude of the radio signal. QAM packs the most bits into a radio signal. Usually the bits are sent in "frames" that repeat. A special bit pattern is used to locate the beginning of a frame.

Самолеты используют радиотелетайпную связь со скоростью 1200 Бод по УКВ для передачи своих идентификационных данных, высоты и местоположения, а также для получения данных о выходе на посадку и стыковочном рейсе.

Микроволновые антенны на спутниках, телефонных станциях и телевизионных станциях обычно используют квадратурную амплитудную модуляцию (QAM). QAM отправляет данные, изменяя как фазу, так и амплитуду радиосигнала. QAM упаковывает наибольшее количество битов в радиосигнал. Обычно биты передаются в виде повторяющихся "кадров". Для определения начала кадра используется специальный битовый шаблон.

Systems that need reliability, or that share their frequency with other services may use corrected orthogonal frequency-division multiplexing or COFDM. COFDM breaks a digital signal into several hundred slower subchannels. The digital signal is often sent as QAM on the subchannels. Modern COFDM systems use a small computer to make and decode the signal with digital signal processing which is more flexible and far less expensive than older systems that implemented separate electronic channels. COFDM resists fading and ghosting because the narrow-channel QAM signals can be sent slowly. An adaptive system or one that sends error-correction codes can also resist interference, because most interference can affect only a few of the QAM channels. COFDM is used for Wi-Fi, some cell phones and many other local area network, digital TV and radio standards.

Системы, которым требуется надежность или которые совместно используют свою частоту с другими службами, могут использовать исправленное ортогональное мультиплексирование с частотным разделением или COFDM. COFDM разбивает цифровой сигнал на несколько сотен более медленных подканалов. Цифровой сигнал часто передается в виде QAM по подканалам. Современные системы COFDM используют небольшой компьютер для создания и декодирования сигнала с помощью цифровой обработки сигналов, которая является более гибкой и намного менее дорогостоящей, чем старые системы, в которых реализованы отдельные электронные каналы. COFDM противостоит затуханию и появлению ореолов, поскольку узкоканальные QAM-сигналы могут передаваться медленно. Адаптивная система или система, отправляющая коды исправления ошибок, также может противостоять помехам, поскольку большинство помех могут воздействовать только на несколько каналов QAM. COFDM используется для Wi-Fi, некоторых сотовых телефонов и многих других локальных сетей, стандартов цифрового телевидения и радио.

## HD Radio

HD Radio offers a new and better way to broadcast radio programs. The "HD" in HD radio is a trademarked brand name that's given by its developer and that doesn't stand for anything. HD Radio technology is developed without any intention to replace traditional FM and AM radio broadcast. HD Radio is currently being broadcast along with conventional FM and AM signals.

HD Radio предлагает новый и более совершенный способ трансляции радиопрограмм. "HD" в HD radio - это торговая марка, присвоенная разработчиком и ничего не обозначающая. Технология HD Radio разработана без какого-либо намерения заменить традиционное FM- и AM-радиовещание. В настоящее время HD-радио транслируется наряду с обычными FM- и AM-сигналами.

The main difference of HD Radio compared to Amplitude Modulation (AM) and Frequency Modulation (FM) is the form of signal that it uses to carry information. Both AM and FM signals are analog radio waves while HD Radio signals are in the compressed digital form.

Основным отличием HD-радио от амплитудной модуляции (AM) и частотной модуляции (FM) является форма сигнала, которую оно использует для передачи информации. Сигналы AM и FM являются аналоговыми радиоволнами, в то время как HD-радиосигналы представлены в сжатой цифровой форме.

Digitizing radio broadcast has provided a lot of improvements to sound quality and broadcast signal quantity. With an HD radio, sounds produced are a lot better in quality as compared to conventional radio broadcast. AM and FM signals carry little amount of information. HD Radio signals carry a lot more. More information-carrying capability means better sound quality.

Оцифровка радиовещания обеспечила значительное улучшение качества звука и количества передаваемого сигнала. При использовании HD-радио воспроизводимые звуки намного лучше по качеству по сравнению с обычным радиовещанием. Сигналы AM и FM передают небольшое количество информации. Сигналы HD-радио передают намного больше. Большая способность передавать информацию означает лучшее качество звука.

If one is familiar with audio and video compression, he should be able to understand why HD Radio produces better sounds that traditional AM and FM broadcast. One usually sees videos and audio with the same content and length but with different sizes. Once these files are played or viewed, one immediately notices the difference in quality between the two. The larger file plays better that than the smaller one. The smaller file has been reduced to a form where it only contains enough information to be viewed fairly.

Если кто-то знаком со сжатием аудио и видео, он должен быть в состоянии понять, почему HD-радио воспроизводит звуки лучше, чем традиционные AM и FM-трансляции. Обычно мы видим видео и аудио с одинаковым содержанием и продолжительностью, но разного размера. Как только эти файлы воспроизводятся или просматриваются, сразу же замечается разница в качестве между ними. Файл большего размера воспроизводится лучше, чем файл меньшего размера. Файл меньшего размера был уменьшен до формы, в которой он содержит достаточно информации для объективного просмотра.

Aside from better sound quality, HD Radio has multicasting or multiplexing capability. Multicasting refers to the ability of HD radio to carry multiple channels in one frequency. For example, if one tune in to a certain radio frequency and this frequency is multicasting, the HD Radio will tell you so. One could then access the other channels on the said frequency through a separate dial on the HD Radio.

In addition to this, HD Radio also has the ability to carry information like text that could display song data, lyrics and many more options through the HD Radio display.

Помимо лучшего качества звука, HD Radio обладает возможностью многоадресной рассылки или мультиплексирования. Многоадресная рассылка относится к способности HD radio передавать несколько каналов на одной частоте. Например, если вы настроитесь на определенную радиочастоту, и эта частота является многоадресной, HD Radio сообщит вам об этом. Затем можно получить доступ к другим каналам на указанной частоте через отдельный набор на HD Radio.

В дополнение к этому, HD Radio также имеет возможность передавать информацию, такую как текст, который может отображать данные песни, тексты песен и многие другие параметры на дисплее HD Radio.

There is very little difference between how HD radio and conventional radio work. A radio station is contracted to broadcast both HD and conventional radio signals. Once a radio station agrees to broadcast HD signals, it is then required to transmit both digital and analog audio broadcast. The digital signal passes through a computer system which compresses digital information. The analog signal is broadcast unaffected by the compression. Both signals are then transmitted at the same time. During broadcast, digital signals for HD Radio are less prone to interference, reflections and dropout. This eliminates the static and hissing sound from the audio produced.

Conventional radio is not equipped with the capability to receive HD Radio signals. Thus, to be able to enjoy the benefits of HD Radio one should purchase an HD Radio receiver. This receiver lets one enjoy FM, AM and HD Radio broadcast.

Существует очень небольшая разница между тем, как работает HD-радио и обычное радио. Радиостанция заключает контракт на трансляцию как HD-, так и обычных радиосигналов. Как только радиостанция соглашается транслировать HD-сигналы, от нее требуется передавать как цифровое, так и аналоговое звуковое вещание. Цифровой сигнал проходит через компьютерную систему, которая сжимает цифровую информацию. Сжатие не влияет на передачу аналогового сигнала. Затем оба сигнала передаются одновременно. Во время трансляции цифровые сигналы для HD-радио менее подвержены помехам, отражениям и пропаданию. Это устраняет помехи и шипящий звук при воспроизведении звука.

Обычное радио не оснащено возможностью приема радиосигналов высокой четкости. Таким образом, чтобы иметь возможность пользоваться преимуществами HD-радио, необходимо приобрести HD-радиоприемник. Этот приемник позволяет наслаждаться FM, AM и HD-радиовещанием.

## Crystal Radio

The crystal radio is a rudimentary radio receiver that can be made from a few easy-to-obtain and inexpensive parts. It is unique for this type of radio does not require a battery pack, has no moving parts, and can be built using ordinary household materials, yet it actually works. The only power it receives comes from the radio signals.

Радиоприемник crystal radio - это элементарный радиоприемник, который можно изготовить из нескольких доступных и недорогих деталей. Он уникален тем, что для радиоприемников такого типа не требуется батарейный блок, у него нет движущихся частей, и его можно собрать из обычных бытовых материалов, но при этом он действительно работает. Единственная энергия, которую он получает, поступает от радиосигналов.

The basic properties and mechanics of radio broadcasting had been discovered and worked out in the early 1900s and radio stations began broadcasting news and other information to the general public. However, the cost of factory-manufactured radios was prohibitive. The US government therefore taught the general public how to make crystal radios.

Основные свойства и механика радиовещания были открыты и отработаны в начале 1900-х годов, и радиостанции начали передавать новости и другую информацию широкой публике. Однако стоимость радиоприемников фабричного производства была непомерно высока. Поэтому правительство США научило широкую общественность изготавливать кристаллические радиоприемники.

Later, radios with amplifiers and speakers became much more inexpensive so more people could afford to purchase a unit. This brought an end to the popularity of crystal radios. Hobbyists, however, still continue to build crystal radios.

Позже радиоприемники с усилителями и динамиками стали намного дешевле, поэтому больше людей могли позволить себе приобрести устройство. Это положило конец популярности радиоприемников crystal. Любители, однако, все еще продолжают создавать радиоприемники crystal.

It should not be surprising that crystal radios work. The basic principles of radio broadcasting make radio crystal operations more than possible. First, the function of a radio broadcasting station (with all its equipment, transmission tower, power supply, etc.) is to convert sounds produced within the studio (whether from CDs, DJs talking, or live bands) into radio signals. These radio signals are then transmitted from the tower outwards, after which they will be picked up by radio receivers.

Неудивительно, что радиоприемники crystal работают. Основные принципы радиовещания делают работу radio crystal более чем возможной. Во-первых, функция радиовещательной станции (со всем ее оборудованием, передающей вышкой, источником питания и т.д.) заключается в преобразовании звуков, производимых в студии (будь то с компакт-дисков, выступлений ди-джеев или живых групп), в радиосигналы. Затем эти радиосигналы передаются с вышки наружу, после чего они будут приняты радиоприемниками.

In the case of crystal radio receivers, the antenna picks up radio signals from the air. The ground wire creates a continuum - a point of entry (the antenna) and a point of exit (the ground) so radio signal electricity is generated. This low-voltage electricity flows through to the radio and is adjusted through the radio crystal tuner to choose a particular radio station's broadcast.

The electricity is then directed to the apparatus that converts radio signal electricity into sound energy. This converter is the crystal detector, composed of a slender wire touching a semi-conducting crystal; primitive radio crystals used galena but more recent models made use of germanium diodes.

В случае кристаллических радиоприемников антенна принимает радиосигналы из воздуха. Провод заземления создает непрерывность - точку входа (антенну) и точку выхода (землю), таким образом, генерируется электричество радиосигнала. Это низковольтное электричество поступает в радиоприемник и настраивается с помощью радиокристаллического тюнера для выбора вещания конкретной радиостанции.

Затем электричество направляется к устройству, которое преобразует электричество радиосигнала в звуковую энергию. Этот преобразователь представляет собой кристаллический детектор, состоящий из тонкого провода, соприкасающегося с полупроводниковым кристаллом; в примитивных радиокристаллах использовался галенит, но в более поздних моделях использовались германиевые диоды.

At this point, electrical energy is successfully converted into sound energy that humans can hear.

Conventional radio receivers have an antenna and ground wire, too. The process of picking up a certain station's broadcast and the process of conversion from radio signal electricity into sound energy follows the same basic pattern as that of radio crystals.

На этом этапе электрическая энергия успешно преобразуется в звуковую энергию, которую может слышать человек.

Обычные радиоприемники также имеют антенну и провод заземления. Процесс приема передачи определенной станции и процесс преобразования электричества радиосигнала в звуковую энергию следуют той же базовой схеме, что и у радиокристаллов.

However, conventional radios require an external power source because they add another process to sound production. This process is amplification. Amplification boosts the electrical signal to the point that it can be heard through speakers.

A basic crystal radio receiver does not have an amplifier. Thus, it requires the use of an earphone or other such device so that the sound it produces can be heard by the user. Crystal radio receivers also require a long antenna to function properly (standard antenna length is from 30 to 50 feet).

Однако обычным радиоприемникам требуется внешний источник питания, поскольку они добавляют еще один процесс к производству звука. Этот процесс называется усилением. Усиление усиливает электрический сигнал до такой степени, что его можно услышать через динамики.

Обычный кристаллический радиоприемник не имеет усилителя. Таким образом, требуется использование наушников или другого подобного устройства, чтобы пользователь мог слышать издаваемый им звук. Для правильной работы радиоприемников Crystal также требуется длинная антенна (стандартная длина антенны составляет от 30 до 50 футов).