Ðåôåðàò

ïî àñòðîíîìèè

Òåìà:Ðàäèîòåõíèêà è êîñìîñ

**Ñ î ä å ð æ à í è å.**

1. Введение. Çàðîæäåíèå ðàäèîàñòðîíîìèè. 3
2. Ïðîçðà÷íà ëè àòìîñôåðà. 5
3. Ðàäèîòåëåñêîïû è ðåôëåêòîðû. 7
4. Áîðüáà ñ ïîìåõàìè. 10
5. Î çîðêîñòè ðàäèîòåëåñêîïîâ. 11
6. «Ðàäèîýõî â àñòðîíîìèè. 14
7. Ðàäèîëîêàöèÿ Ëóíû è ïëàíåò. 14
8. Ìåòåîðû íàáëþäàþò äíåì. 18
9. Â ïîèñêàõ âíåçåìíûõ öèâèëèçàöèé. 19
10. Заключение. 22

Èñïîëüçîâàííàÿ ëèòåðàòóðà. 24

**1.Зарождение радиоастрономии.**

Декабрь 1931 года ... В одной из армейских лабораторий ее сотрудник Карл Янский изучает атмосферные помехи радиоприему. Нормальный ход радиопередачи на волне 14,7 *м* нарушен шумами, интенсивность которых не остается постоянной.

 Постепенно выясняется загадочная периодичность — каждые 23 часа 56 минут помехи становятся особенно сильными. И так изо дня в день, из месяца в месяц.

 Впрочем, загадка быстро находит свое решение. Странный период в точности равен продолжительности звездных суток в единицах солнечного времени. Через каждые 23 часа 56 минут по обычным часам, отсчитывающим солнечное время, земной шар совершает полный оборот вокруг своей оси, и все звезды снова возвращаются в первоначальное положение относительно горизонта любого пункта Земли.

 Отсюда Янский делает естественный вывод: досадные помехи имеют космическое происхождение. Какая-то таинственная космическая «радиостанция» раз в сутки занимает такое положение на небе, что ее радиопередача достигает наибольшей интенсивности.

 Янский пытается отыскать объект, вызывающий радиопомехи. И, несмотря на совершенство радиоаппаратуры, виновник найден. Радиоволны исходят из созвездия Стрельца, того самого, в направлении которого находится ядро нашей звездной системы — Галактики.

 Так родилась *радиоастрономия* — одна из наиболее увлекательных отраслей современной астрономии.

 Первые пятнадцать лет радиоастрономия почти не развивалась. Многим было еще не ясно, принесут ли радио методы какую-нибудь существенную пользу астрономии.

Разразившаяся вторая мировая война привела к стремительному росту радиотехники.

Радиолокаторы были приняты на вооружении всех армий. Их совершенствовали, всячески стремились повысить чувствительность, вовсе не предполагая, конечно, использовать радиолокаторы для исследования небесных тел.

 Советские ученые академики Л. И. Мандельштам и Н. Д. Папалекси теоретически обосновали возможность радиолокации Луны еще в 1943 году.

 Это было первое радиоастрономическое исследование в Советском Союзе.

Два года спустя ( в 1946 году ) оно было осуществлено сначала в США, а затем в Венгрии. Радиоволны, посланные человеком, достигли Луны и, отразившись от нее, вернулись на Землю, где были уловлены чувствительным радиоприемником.

 Последующие десятилетия — это период необыкновенно быстрого прогресса радиоастрономии. Его можно назвать триумфальным, так как ежегодно радиоволны приносят из космоса удивительные сведения о природе небесных тел.

 Радиоастрономия использует сейчас самые чувствительные приемные устройства и самые большие антенные системы. Радиотелескопы проникли в такие глубины космоса, которые пока остаются не досягаемыми для обычных оптических телескопов. Радиоастрономия стала неотъемлемой частью современного естествознания. Перед человечеством раскрылся радио космос — картина Вселенной в радиоволнах.

 Каждая наука изучает определенные явления природы, используя свои методы и средства. Для радиоастрономии объектом изучения служит весь необъятный космос, все бесчисленное множество небесных тел. Правда, это изучение несколько одностороннее — оно ведется лишь посредством радиоволн. Но и в таком «разрезе» Вселенная оказывается бесконечно многообразной, неисчерпаемой для исследователя.

 Мы живем в мире волн. Любое тело, будь то книга, ваше тело или звезда, излучает энергию в форме электромагнитных волн. Человеческий глаз чувствителен далеко не ко всем из них. Лишь ничтожная доля электромагнитных волн, попадая на сетчатку глаза, вызывает ощущение света. Но и этой доли оказывается достаточно, чтобы наполнить земной шар сиянием солнечного света и гаммой всевозможных красок. Быть может, наша ограниченность в восприятии электромагнитных волн есть благодетельная забота о нас самой природы. Ведь если бы человек воспринимал все излучения, существующие в природе, не был ли бы он подавлен их бесконечным многообразием?

 Как бы там ни было, но человеческому глазу доступны лишь те электромагнитные волны, длина которых заключена в пределах от 400 до 760 миллимикрон. Разлагая трехгранной стеклянной призмой белый луч на составные части, мы получаем спектр — радужную полоску, в которой представлены все цвета, доступные глазу.

 Хорошо известно, что по обе стороны видимого спектра располагаются области невидимых излучений. Таковы ультрафиолетовые лучи с длиной волны меньше 400 миллимикрон. Они обнаруживают свое существование по-разному. В жаркий солнечный день некоторые из них вызывают загар на нашей коже. Те же лучи сильно воздействуют на эмульсию обычных фотопластинок, оставляя на ней хорошо видимые следы. К ультрафиолетовым лучам примыкают рентгеновы лучи, широко применяемые в медицине. Наиболее коротковолновые из известных излучений, так называемые гамма лучи, выделяются при радиоактивном распаде. Их энергия весьма велика и они очень опасны — мощное гамма-излучение может породить мучительные явление лучевой болезни.

 За красной границей видимого спектра лежит область невидимых инфракрасных лучей. Некоторые из них, с длиной волны значительно меньшей одного сантиметра, способны заметно нагреть наше тело, и потому их иногда называют тепловыми лучами. Когда вы подносите руку к раскаленному утюгу и на каком-то расстоянии чувствуете его тепло, в этот момент ваша рука подвергается именно этих инфракрасных, «тепловых» лучей.

 За инфракрасными лучами следуют радиоволны. Их длины измеряются миллиметрами, сантиметрами, дециметрами и метрами.

 Несмотря на количественные и качественные различия, перечисленные излучения — от гамма лучей до радиоволн — обладают одним общим свойством: все они имеют общую природу, являются электромагнитными волнами.

 Благодаря общности природы всем электромагнитным волнам свойственны, например, такие процессы. Как одинаковая скорость распространения, отражение, и преломление, поглощение и рассеивание. Радиоволны, как и лучи видимого света, могут складываться друг с другом, то есть, говоря языком физики, интерферировать.

В некоторых случаях можно наблюдать дифракцию радиоволн, или «огибание» ими предметов, размеры которых сравнимы с их длиной.

 Замечательно, что всякое нагретое тело излучает электромагнитные волны всевозможных длин. Отложив по горизонтальной оси графика длины волн, а по вертикальной оси величины, характеризующие интенсивность излучения, то есть излучаемой энергии для данной длины волны, можно получить, как говорят физики, распределение энергии по спектру данного тела.

 Для Солнца максимум кривой распределения энергии по спектру лежит в области желтых лучей. И действительно, удаленное от Земли на расстояние звезд наше Солнце казалось бы желтенькой. Желтый цвет Солнца обычно не заметен только из-за ослепительной яркости дневного светила.

 В области инфракрасных лучей кривая распределения энергии по спектру постепенно приближается к горизонтальной оси, теоретически говоря, нигде ее не пересекая. Это значит, что всякое нагретое тело в какой-то степени излучает и радиоволны. Договоримся излучение радиоволн, вызванное нагретостью тела, называть тепловым радиоизлучением.

 Как видите, радиоволны далеко не всегда имеют искусственное происхождение.

Скорее наоборот — естественных радиостанций несравненно больше, чем тех, которые созданы руками человека. Строго говоря, любое тело может рассматриваться как естественная радиостанция, пусть ничтожной мощности.

 Вам, конечно, случалось наблюдать досадные помехи на экране телевизора. Где-то рядом проезжает троллейбус или автобус, и сразу изображение портится — по экрану бегут какие-то белые полоски. И в этом случае виновник — естественные радиоволны. Их породили искровые разряды на концах токоприемников троллейбуса или в щетках генератора автомашины. «Непрошеные» радиоволны вмешались в передачу, испортили настройку телевизора и вызвали помехи.

 Каждая электрическая искра — это естественная «радиостанция».

 Электрические разряды всегда порождают радиоволны. Как известно, первый радиоприемник А. С. Попова был «грозоотметчиком» — он улавливал волны, порождаемые молнией.

 Есть, однако, существенное отличие радиоволн, излучаемых электрической искрой и радиоизлучением, например, нагретого утюга.

 Радиоизлучение искры вызвано не только нагретостью раскаленного воздуха, но и другими, более сложными процессами. В таких случаях говоря не о тепловом радиоизлучении. Как мы увидим в дальнейшем, нетепловое радиоизлучение может возникнуть, например, при торможении сверхбыстрых электронов под действием магнитных сил.

 Казалось бы, обилие всевозможных радио излучений позволяет изучать Вселенную в любом диапазоне радиоволн. Но, к сожалению, этому препятствует атмосфера.

**2.Прозрачна ли атмосфера?**

 Трудно поверить, что воздух почти не прозрачен, что до наших глаз доходит лишь ничтожная доля всех излучений, существующих в природе.

 Взгляните на рисунок 1. Он иллюстрирует прозрачность земной атмосферы для электромагнитных волн различных длин. Гладкая горизонтальная часть кривой, совпадающая с горизонтальной осью графика, отмечает те излучения, для которых земная атмосфера совершенно не прозрачна. Два «горба» кривой, один узкий, другой широкий, соответствуют двум «окнам прозрачности» в земной атмосфере.

 Левое из них лежит в основном в области видимых лучей — от ультрафиолетовых до инфракрасных. К сожалению, атмосфера Земли совершенно не прозрачна для лучей, длина волны которых меньше 290 миллимикрон. Между тем в далеких ультрафиолетовых областях спектра расположены спектральные линии многих химических элементов. Мы их не видим, и поэтому наши сведения о химическом составе небесных тел далеко не полны.



рис.1 Прозрачность земной атмосферы.

В последнее время астрономы пытаются вырваться за границы воздушной оболочки Земли и увидеть космос, в «чистом виде». И это им удается. Высотные ракеты и воздушные шары выносят спектрографы и другие приборы в верхние, весьма разряженные слои атмосферы, и там автоматически фотографируют спектр Солнца.

 Начато изучение этим способом и других астрономических объектов.

 Другой край «оптического окна» атмосферы упирается в область спектра с длиной волны около микрона. Инфракрасные лучи с большей длиной волны сильно поглощаются главным образом водяными парами земной атмосферы.

 Много тысячелетий астрономы изучали Вселенную только через одно узкое «оптическое окно» атмосферы. Они не подозревали что есть еще одно «окно», гораздо более широкое. Оно лежит в области радиоволн.

 Левый край «радио окна» отмечен ультракороткими радиоволнами длиной 1,25 *см,* правый край радиоволнами длиной около 30 *м*.

 Радиоволны длина которых меньше 1,25 *см* (кроме волн длиной около 8 *мм*), поглощаются молекулами кислорода и водяных паров. От них есть непрерывный переход к тем электромагнитным волнам, которыми мы называем инфракрасными.

 Радиоволны, длина которых больше 30 *м*, поглощаются особым верхним слоем атмосферы, носящим название ионосферы. Как показывает само название, ионосфера состоит из ионизированных газов, то есть таких газов, атомы которых лишены части своих электронов (которые так же входят в ионосферу).

 Для некоторых радиоволн слой ионизированного газа подобен зеркалу — радиоволны отражаются от него как солнечный луч от поверхности воды. Поэтому приходящие волны больше 30 *м* почти полностью отражаются от ионосферы. Для них Земля является «блестящим шариком» (как для солнечных лучей блестящий игрушечный елочный шар), и пробить ионосферу они не в состоянии.

 «Радио окно» гораздо шире «оптического окна». На рисунке 1 по горизонтальной оси отложена так называемая логарифмическая шкала длин, то есть единицы масштаба вдоль этой оси есть единицы степени числа 10. Если же иметь дело с числами, а не с их логарифмами, то ширина «радио окна» (около 30 *м*) получится почти в десять миллионов раз больше ширины «оптического окна». Таким образом, «оптическое окно» скорее следует считать чрезвычайно узкой щелью, и можно только удивляться, что исследуя Вселенную через такую «щель», мы знаем о ней очень многое.

 Естественно ожидать, широко распахнутое в космос «радио окно» покажет нам Вселенную еще более многообразной и сложной.

 Если излучение небесного тела по длине волны подходит для «радио окна», оно практически беспрепятственно достигает земной поверхности, и задача астрономов состоит в том, чтобы уловить и исследовать каким-то способом это излучение.

 Для этого и созданы радиотелескопы.

**3.Радиотелескопы и рефлекторы.**

 Вспомним, как устроен телескоп-рефлектор. Лучи, посылаемые небесным телом, попадают на вогнутое параболическое зеркало и, отражаясь от его поверхности, собирается в фокусе рефлектора. Здесь получается изображение небесного тела, которое рассматривается через сильную лупу — окуляр телескопа. Маленькое второе зеркало, отражающее лучи в сторону окуляра, имеет чисто конструктивное, а не принципиальное значение.

 Роль главного зеркала здесь достаточно ясна. Оно создает изображение небесного тела, и это изображение будет наилучшим в том случае, когда небесное тело находится на продолжении оптической оси телескопа. Телескоп в таком случае направлен прямо на наблюдаемый объект.

 Приемником излучения в телескопе-рефлекторе служит человеческий глаз или фотопластинка. Чтобы увеличить угол зрения и подробно рассмотреть изображение светила, приходиться пользоваться промежуточным устройством — окуляром.

 Итак, в телескопе-рефлекторе есть собиратель излучения — параболическое зеркало и приемник излучения — глаз наблюдателя или фотопластинка.

 По такой же схеме устроен, в сущности, и простейший радиотелескоп (рис.2). В нем космические радиоволны собирает металлическое зеркало, иногда сплошное, а иногда решетчатое.



 рис.2 Схема устройства радиотелескопа.

Форма зеркала радиотелескопа, как и в рефлекторе, параболическая. Конечно и здесь сходство не случайное — только параболическая (или, точнее, параболоидная) поверхность способна собрать в фокусе падающее на нее электромагнитное излучение.

 Если бы глаз мог воспринимать радиоволны, устройство радиотелескопа могло бы быть неотличимым от устройства телескопа-рефлектора. На самом деле приемником радиоволн в радиотелескопах служит не человеческий глаз или фотопластинка, а высокочувствительный радиоприемник.

 Зеркало концентрирует радиоволны на маленькой дипольной антенне, облучая ее. Вот почему эта антенна в радиотелескопах получила название облучателя.

 Радиоволны, как и всякое излучение, несут в себе некоторую энергию. Поэтому, падая на облучатель, они возбуждают в этом металлическом проводнике упорядоченное перемещение электронов, иначе говоря, электрический ток. Радиоволны с невообразимой скоростью «набегают» на облучатель. Поэтому в облучателе возникают быстро переменные токи.

 Теперь эти токи надо передать на приемное устройство и исследовать. От облучателя к радиоприемнику электрические токи передаются по волноводам — специальным проводникам имеющим, форму полых трубок. Форма сечений волноводов и их размеры могут быть различными.

 Космические радиоволны или, точнее, возбужденные ими электрические токи поступили в радиоприемник. Можно было бы, пожалуй, подключив к приемнику репродуктор, послушать «голоса звезд». Но так обычно не делают. Голоса небесных тел лишены всякой музыкальности — не чарующие «небесные мелодии», а режущее наш слух шипение и свист послышались бы из репродуктора.

 Астрономы поступают иначе. К приемнику радиотелескопа они присоединяют специальный самопишущий прибор, который регистрирует поток радиоволн определенной длины.

 Два типа установок есть не только у рефлекторов, но и у радиотелескопов. Одни из них могут двигаться только вокруг вертикальной и горизонтальной осей. Другие снабжены параллактической установкой — таких, правда, пока меньшинство. Установки радиотелескопов имеют очень важное назначение: как можно точнее нацелить зеркало на объект и сохранить такую ориентировку во время наблюдений.

 Есть между радиотелескопами и рефлекторами большие различия. Столь большие что забывать о них нельзя. Прежде всего, размеры собирателей излучений — зеркал. Самый большой из существующих в нашей стране телескопов-рефлекторов 6-метровый инструмент Специальной астрофизической обсерватории. Зеркала радиотелескопов значительно больше. У рядовых из них они измеряются метрами, а один из самых больших *подвижных* действующих радиотелескопов имеет зеркало поперечником 76*м*. До последнего времени крупнейшим радиотелескопом был телескоп в Аресибо (Пуэрто-Рико). Неподвижное зеркало этого телескопа имеет диаметр 300 *м* и вмонтировано в кратер одного бездействующих вулканов. Этот инструмент может работать и как радиолокатор, причем радиосигналы от него могут быть уловлены (на уровне земной радиотехники) в пределах всей нашей Галактики.

 В той же Специальной астрофизической обсерватории АН СССР находится 600-метровый радиотелескоп. В отличии от радиотелескопа в Пуэрто-Рико, главная часть нашего радиотелескопа представляет собой не сплошное металлическое вогнутое зеркало, а кольцо диаметром 600 *м,* состоящее из 895 подвижных алюминиевых отражателей, каждый из которых имеет размеры 2\*7,5 *м.* Этот крупнейший в мире радиотелескоп рассчитан на прием радиоволн с длиной волны от 8 *мм*  до 30 *см.* По ряду параметров (в частности, по разрешающей способности) этот инструмент не имеет себе равных в мире. В недалеком времени будут построены еще большие радиотелескопы, тогда как рефлекторы с поперечником зеркала 10 *м* вряд ли удастся создать в ближайшие двадцать-тридцать лет. В чем же причина столь существенного различия?

 Секрет прост. Изготовить зеркало телескопа-рефлектора в техническом отношении несравненно труднее, чем гораздо большее по размерам зеркало радиотелескопа.

 Для того чтобы параболическое зеркало давало в своем фокусе достаточно редкое, четкое изображение небесного объекта (неважно, в видимых или невидимых лучах), поверхность зеркала не должна уклоняться от идеальной геометрической поверхности более чем на 1/10 длины волны собираемого излучения. Такой «допуск» верен как для видимых лучей света, так и для радиоволн. Но для радиоволн 1/10 длины волны измеряется миллиметрами, а то и сантиметрами, тогда как для лучей видимого света этот допуск ничтожно мал — сотые доли микрона! Как видите, важны не абсолютные значения шероховатости зеркал, а их отношение к длине волны собираемого излучения.

 О том, как трудно создать крупный рефлектор, мы уже говорили. Радиотелескоп с поперечником в десятки метров построить легче. Ведь если даже этот телескоп будет принимать радиоволны с длиной волны 1,25 *см*, то шероховатости не должны по размерам превышать 1 *мм* — допуск вполне технически осуществимый.

 В некоторых радиотелескопах, рассчитанных на прием радиоволн с длиной, измеряемой многими метрами, зеркала делаются не сплошные, а сетчатыми. Этим значительно уменьшается вес инструмента, ив то же время, если размеры ячеек малы в сравнении с длиной радиоволн, решетчатое зеркало действует как сплошное. Иначе говоря, для радиоволн отверстия в зеркале радиотелескопа, в сущности, являются неощутимыми «неровностями».

 Подчеркнем одну замечательную особенность описываемых радиотелескопов — они могут работать на различных длинах волн. Ведь очевидно, что свойство параболических зеркал концентрировать излучение в фокусе не зависит от длины волны этого излучения. Поэтому, меняя облучатель, то есть приемную антенну, можно «настраивать» радиотелескоп на желаемую длину волн. При этом, конечно, требуется изменить частоту радиоприемника.

 Чем больше размеры зеркала, тем больше излучения оно собирает. Количество собираемого излучения, очевидно, пропорционально площади зеркала. Значит, чем больше зеркало, тем чувствительнее телескоп, тем более слабые источники излучения удается наблюдать — ведется ли прием на радиоволнах или в лучах видимого света.

 Замечательно, что радиотелескопы можно устанавливать в любом пункте страны. Ведь они совсем не зависят от капризов погоды или прозрачности атмосферы. С помощью радиотелескопов можно исследовать Вселенную хоть в проливной дождь!

**4.Борьба с помехами.**

 Нелегко создать сплошное металлическое зеркало с поперечником в несколько десятков метров, да еще установить так, чтобы, перемещая зеркало с удивительной плавностью, его можно было нацелить на любой участок неба. Каждое такое творение рук человеческих есть истинное чудо современной техники.

 Иногда зеркало радиотелескопа, как уже говорилось, делают очень большим, но неподвижным. При высокой чувствительности подобный телескоп ограничен в своих возможностях — он всегда направлен на одну и ту же точку неба.

 Впрочем, и неподвижный телескоп все-таки движется, ведь он находиться на поверхности Земли, а земной шар непрерывно и равномерно вращается вокруг своей воображаемой оси. Поэтому в поле зрения неподвижного радиотелескопа постоянно появляются все новые и новые небесные тела, причем наблюдению доступен довольно широкий круговой пояс неба. Разумеется, через сутки, когда Земля совершит полный оборот, картины в поле зрения радиотелескопа снова начнут повторяться.

 Радиоприемники присоединенные к антенне радиотелескопа, очень чувствительны. Если, например, к ним просто подключить какой-нибудь проводник, то приемник станет реагировать на беспорядочные тепловые движения в этом проводнике. Яснее говоря, тепловое движение электронов вызывает на концах проводника беспорядочно меняющиеся напряжения, пропорциональные температуре проводника. В приемнике эти процессы приобретут характер «шумов».

 Хотя мощность таких помех от антенного устройства ничтожно мала, они все же, как это не обидно, подчас в десятки, а иногда и в сотни раз превосходят мощность космического радиоизлучения. Мешают также и шумы, возникающие в самом приемнике при работе транзисторов.

 Шумы, порожденные аппаратурой, как бы маскируются под космическое излучение. Они похожи друг на друга и усиливаются в приемнике одновременно. Этим обстоятельством ограничивается чувствительность современных радиотелескопов. Однако с помощью большого усложнения аппаратуры удается зарегистрировать сигналы в сто раз более слабые, чем шумы аппаратуры.

 При изучении слабых источников космических радиоволн применяют довольно сложные и хитроумные методы и устройства. позволяющие уловить неуловимое. И здесь победа остается в конце концов за человеком. Рост техники радиоастрономии происходит очень бурно, и с каждым годом радиотелескопы становятся все более и более чувствительными.

 Впрочем, уже сейчас чувствительность радиотелескопов вызывает удивление. Если сравнить энергию излучения, воспринимаемую самыми лучшими из современных радиотелескопов, с энергией видимого света, посылаемого звездами, то окажется, что радиотелескопы в тысячи раз чувствительны гигантских телескопов-рефлекторов. Среди всевозможных приемников электромагнитных волн радиотелескопы не имеют себе равных.

**5.О зоркости радиотелескопов.**

 Благодаря сложным оптическим явлениям лучи от звезды, уловленные телескопом, сходятся не в одной точке (фокусе телескопа), а в некоторой небольшой области пространства вблизи фокуса, образуя так называемое фокальное пятно. В этом пятне объектив телескопа конденсирует электромагнитную энергию светила, уловленную телескопом. Если взглянуть в телескоп, звезда нам покажется не точкой, а кружочком с заметным диаметром. Но это не настоящий диск звезды, а только ее испорченное изображение, вызванное несовершенством телескопа. Мы видим созданное телескопом фокальное пятно.

Чем больше диаметр объектива, тем меньше и размеры фокального пятна.

С величиной фокального пятна тесно связана разрешающая способность телескопа. Так называют наименьшее расстояние между двумя источниками излучения, которые данный телескоп дает различить в отдельности. Если, например, в двойной звезде обе звезды так близки на небе друг к другу, что их изображения, создаваемые телескопом, попадают практически внутрь фокального пятна, двойная звезда покажется в телескоп одиночной.

Îïòè÷åñêèå òåëåñêîïû îáëàäàþò âåñüìà áîëüøîé ðàç­ðåøàþùåé ñïîñîáíîñòüþ. Â íàñòîÿùåå âðåìÿ íàèëó÷­øèå èç îïòè÷åñêèõ òåëåñêîïîâ ñïîñîáíû «ðàçäåëèòü» äâîéíûå çâåçäû ñ ðàññòîÿíèåì ìåæäó ñîñòàâëÿþùèìè â 0,1 ñåêóíäû äóãè! Ïîä òàêèì óãëîì âèäåí ÷åëîâå÷å­ñêèé âîëîñ íà ðàññòîÿíèè 30 *ì.*

Ðàäèîòåëåñêîïû âîñïðèíèìàþò âåñüìà äëèííîâîë­íîâîå èçëó÷åíèå. Ïîýòîìó ôîêàëüíîå ïÿòíî â ðàäèî­òåëåñêîïàõ îãðîìíî. È ñîîòâåòñòâåííî ðàçðåøàþùàÿ ñïîñîáíîñòü ýòèõ èíñòðóìåíòîâ âåñüìà íèçêà. Îêàçû­âàåòñÿ, íàïðèìåð, ÷òî ðàäèîòåëåñêîï ñ äèàìåòðîì çåðêàëà 5 *ì* ïðè äëèíå ðàäèîèçëó÷åíèÿ 1 *ì* ñïîñîáåí ðàçäåëèòü èñòî÷íèêè èçëó÷åíèÿ, åñëè îíè îòñòîÿò äðóã îò äðóãà áîëüøå ÷åì íà äåñÿòü ãðàäóñîâ!

Äåñÿòü ãðàäóñîâ—ýòî äâàäöàòü âèäèìûõ ïîïåðå÷­íèêîâ Ëóíû. Çíà÷èò, óêàçàííûé ðàäèîòåëåñêîï íå ñïî­ñîáåí «ðàçãëÿäåòü» â îòäåëüíîñòè òàêèå ìåëêèå äëÿ íåãî íåáåñíûå ñâåòèëà, êàê Ñîëíöå èëè Ëóíà.

ßñíî, ÷òî íèçêàÿ ðàçðåøàþùàÿ ñïîñîáíîñòü îáû÷­íûõ íåáîëüøèõ ðàäèîòåëåñêîïîâ — áîëüøîé íåäîñòà­òîê; äàæå ïðè îãðîìíûõ ðàçìåðàõ çåðêàëà îíà, êàê ïðàâèëî, óñòóïàåò ðàçðåøàþùåé ñèëå ÷åëîâå÷åñêîãî ãëàçà (íå ãîâîðÿ óæå îá îïòè÷åñêèõ òåëåñêîïàõ). Êàê æå ìîæíî óñòðàíèòü ýòî ïðåïÿòñòâèå?

Ôèçèêàì óæå äàâíûì-äàâíî èçâåñòíî ÿâëåíèå ñëî­æåíèÿ âîëí, íàçâàííîå èìè èíòåðôåðåíöèåé. Â øêîëü­íîì ó÷åáíèêå ôèçèêè ïîäðîáíî îïèñàíî, êàêîå çíà÷å­íèå èìååò èíòåðôåðåíöèÿ íà ïðàêòèêå. Îêàçûâàåòñÿ, èíòåðôåðåíöèþ ìîæíî èñïîëüçîâàòü â ðàäèîàñòðî­íîìèè.

Âîîáðàçèì, ÷òî îäíîâðåìåííî èç äâóõ èñòî÷íèêîâ ðàñïðîñòðàíÿþòñÿ äâå âîëíû. Åñëè îíè, êàê ãîâîðÿò ôèçèêè, íàõîäÿòñÿ â ïðîòèâîïîëîæíûõ ôàçàõ, òî åñòü «ãîðá» îäíîé ïðèõîäèòñÿ êàê ðàç ïðîòèâ «âïàäèíû» äðóãîé, îáå âîëíû «ïîãàñÿò» äðóã äðóãà, è êîëåáàíèÿ ñðåäû ïðåêðàòÿòñÿ. Åñëè ýòî ñâåòîâûå âîëíû—íàñòó­ïèò òüìà, åñëè çâóêîâûå—òèøèíà, åñëè âîëíû íà âîäå — ïîëíûé ïîêîé.

Ìîæåò ñëó÷èòüñÿ, ÷òî âîëíû íàõîäÿòñÿ â îäèíàêî­âûõ ôàçàõ («ãîðá» îäíîé âîëíû ñîâïàäàåò ñ «ãîðáîì» äðóãîé). Òîãäà òàêèå âîëíû óñèëèâàþò äðóã äðóãà, è êîëåáàíèÿ ñðåäû áóäóò ñîâåðøàòüñÿ ñ óäâîåííîé èí­òåíñèâíîñòüþ.

Ïðåäñòàâèì ñåáå òåïåðü óñòðîéñòâî, íàçûâàåìîå ðàäèîèíòåðôåðîìåòðîì (ðèñ.3). Ýòî äâà îäèíàêîâûõ ðàäèîòåëåñêîïà, ðàçäåëåííûõ ðàññòîÿíèåì (áàçîé) è ñîåäèíåííûõ ìåæäó ñîáîé ýëåêòðè÷åñêèì êàáåëåì, ê ñåðåäèíå êîòîðîãî ïðèñîåäèíåí ðàäèîïðèåìíèê. Îò èñòî÷íèêà ðàäèîèçëó÷åíèÿ íà îáà ðàäèîòåëåñêîïà íå­ïðåðûâíî ïðèõîäÿò ðàäèîâîëíû. Îäíàêî òåì èç íèõ, êîòîðûå ïîïàäàþò íà ëåâîå çåðêàëî, ïðèõîäèòñÿ ïðî­äåëàòü íåñêîëüêî áîëüøèé ïóòü, ÷åì ðàäèîâîëíàì, óëîâëåííûì ïðàâûì ðàäèîòåëåñêîïîì. Ðàçíèöà â ïó­òÿõ, íàçûâàåìàÿ ðàçíîñòüþ õîäà, ðàâíà îòðåçêó *ÀÁ.* Íåòðóäíî ñîîáðàçèòü, ÷òî åñëè â ýòîì îòðåçêå óêëàäû­âàåòñÿ ÷åòíîå ÷èñëî ïîëóâîëí óëàâëèâàåìîãî ðàäèî­èçëó÷åíèÿ, òî «ëåâûå» è «ïðàâûå» ðàäèîâîëíû ïðèäóò â ïðèåìíèê ñ îäèíàêîâîé ôàçîé è óñèëÿò äðóã äðóãà. Ïðè íå÷åòíîì ÷èñëå ïîëóâîëí ïðîèçîéäåò îáðàòíîå— âçàèìíîå ãàøåíèå ðàäèîâîëí, è â ïðèåìíèê ðàäèîñèã­íàëû âîâñå íå ïîñòóïÿò.

Îáðàòèòå âíèìàíèå: ïðè èçìåíåíèè íàïðàâëåíèÿ íà èñòî÷íèê èçëó÷åíèÿ ìåíÿåòñÿ è ðàçíîñòü õîäà.

Äîñòàòî÷íî ïðè ýòîì (÷òî î÷åíü âàæíî!) ëèøü âåñüìà íåçíà÷èòåëüíîå èçìåíåíèå óãëà , ÷òîáû «ãàøåíèå» âîëí ñìåíèëîñü èõ óñèëèåì èëè íàîáîðîò, íà ÷òî ñðà­çó æå îòçîâåòñÿ âåñüìà ÷óâñòâèòåëüíûé ðàäèîïðè­åìíèê.

Ðàäèîèíòåðôåðîìåòðû äåëàþò, êàê ïðàâèëî, íå­ïîäâèæíûìè. Íî âåäü Çåìëÿ âðàùàåòñÿ âîêðóã ñâîåé îñè, è ïîýòîìó ïîëîæåíèå ñâåòèë íà íåáå íåïðåðûâíî ìåíÿåòñÿ. Ñëåäîâàòåëüíî, â ðàäèîèíòåðôåðîìåòðå ïî­ñòîÿííî áóäóò íàáëþäàòüñÿ ïåðèîäè÷åñêèå óñèëåíèÿ è îñëàáëåíèÿ ðàäèîïåðåäà÷è îò íàáëþäàåìîãî èñòî÷íè­êà êîñìè÷åñêèõ ðàäèîâîëí.

Ðàäèîèíòåðôåðîìåòðû ãîðàçäî «çîð÷å» îáû÷íûõ ðàäèîòåëåñêîïîâ, òàê êàê îíè ðåàãèðóþò íà î÷åíü ìà­ëûå óãëîâûå ñìåùåíèÿ ñâåòèëà, à çíà÷èò, è ïîçâîëÿ­þò èññëåäîâàòü îáúåêòû ñ íåáîëüøèìè óãëîâûìè ðàç­ìåðàìè. Èíîãäà ðàäèîèíòåðôåðîìåòðû ñîñòîÿò íå èç äâóõ, à èç íåñêîëüêèõ ðàäèîòåëåñêîïîâ. Ïðè ýòîì ðàç­ðåøàþùàÿ ñïîñîáíîñòü ðàäèîèíòåðôåðîìåòðà ñóùåñò­âåííî óâåëè÷èâàåòñÿ. Åñòü è äðóãèå òåõíè÷åñêèå óñò­ðîéñòâà, êîòîðûå ïîçâîëÿþò ñîâðåìåííûì «ðàäèî ãëàçàì» àñòðîíîìîâ ñòàòü î÷åíü «çîðêèìè», ãîðàçäî áîëåå çîðêèìè, ÷åì íåâîîðóæåííûé ÷åëîâå÷åñêèé ãëàç!

рис.3 Схема радиоинтерферометра (d- его база, т.е. расстояние между радиотелескопами, характеризует направление на источник радиоволн).

Ðàäèîèíòåðôåðîìåòðû ãîðàçäî «çîð÷å» îáû÷íûõ ðàäèîòåëåñêîïîâ, òàê êàê îíè ðåàãèðóþò íà î÷åíü ìà­ëûå óãëîâûå ñìåùåíèÿ ñâåòèëà, à çíà÷èò, è ïîçâîëÿ­þò èññëåäîâàòü îáúåêòû ñ íåáîëüøèìè óãëîâûìè ðàç­ìåðàìè. Èíîãäà ðàäèîèíòåðôåðîìåòðû ñîñòîÿò íå èç äâóõ, à èç íåñêîëüêèõ ðàäèîòåëåñêîïîâ. Ïðè ýòîì ðàç­ðåøàþùàÿ ñïîñîáíîñòü ðàäèîèíòåðôåðîìåòðà ñóùåñò­âåííî óâåëè÷èâàåòñÿ. Åñòü è äðóãèå òåõíè÷åñêèå óñò­ðîéñòâà, êîòîðûå ïîçâîëÿþò ñîâðåìåííûì «ðàäèî ãëàçàì» àñòðîíîìîâ ñòàòü î÷åíü «çîðêèìè», ãîðàçäî áîëåå çîðêèìè, ÷åì íåâîîðóæåííûé ÷åëîâå÷åñêèé ãëàç!

Â ôåâðàëå 1976 ãîäà ñîâåòñêèå è àìåðèêàíñêèå ó÷åíûå îñóùåñòâèëè èíòåðåñíûé ýêñïåðèìåíò— ðàäèî­òåëåñêîïû Êðûìñêîé è Õàéñïòåêñêîé (ÑØÀ) îáñåðâà­òîðèé â ýòîì îïûòå èãðàëè ðîëü «ãëàç» èñïîëèíñêîãî ðàäèîèíòåðôåðîìåòðà, à ðàññòîÿíèå âî ìíîãî òûñÿ÷ êèëîìåòðîâ ìåæäó ýòèìè îáñåðâàòîðèÿìè áûëî åãî áàçîé. Òàê êàê áàçà áûëà î÷åíü âåëèêà è êîñìè÷åñêèå ðàäèî îáúåêòû íàáëþäàëèñü ñ ðàçíûõ êîíòèíåíòîâ, äî­ñòèãíóòàÿ ðàçðåøàþùàÿ ñïîñîáíîñòü îêàçàëàñü ïîèñ­òèíå ôàíòàñòè÷åñêîé—îäíà äåñÿòèòûñÿ÷íàÿ äîëÿ ñå­êóíäû äóãè! Ïîä òàêèì óãëîì âèäåí ñ Çåìëè íà Ëóíå ñëåä îò íîãè êîñìîíàâòà! Ïîçæå ê ýòèì ýêñïåðèìåí­òàì ïðèñîåäèíèëèñü è àâñòðàëèéñêèå ó÷åíûå, òàê ÷òî àñòðîíîìû «âçãëÿíóëè» íà êîñìè÷åñêèå ðàäèîèñòî÷­íèêè ñðàçó ñ òðåõ êîíòèíåíòîâ. Ðåçóëüòàòû îïðàâäàëè çàòðà÷åííûå óñèëèÿ: â ÿäðàõ ãàëàêòèê è êâàçàðàõ îáíàðóæåíû âçðûâíûå ïðîöåññû íåîáû÷àéíîé àêòèâ­íîñòè, ïðè÷åì â ðÿäå ñëó÷àåâ íàáëþäàåìàÿ ñêîðîñòü ðàçëåòà êîñìè÷åñêèõ îáëàêîâ â êâàçàðàõ, ïî-âèäèìî­ìó, ïðåâîñõîäèò ñêîðîñòü ñâåòà!

Òàêèì îáðàçîì, íîâàÿ òåõíèêà ïîñòàâèëà ïåðåä íàóêîé è íîâûå ïðîáëåìû ïðèíöèïèàëüíîãî õàðàêòå­ðà. Äîñòèãíóòàÿ íûíå ðàçðåøàþùàÿ ñïîñîáíîñòü ðà­äèîèíòåðôåðîìåòðîâ — ýòî åùå íå ïðåäåë. Â áóäóùåì, âåðîÿòíî, ðàäèîòåëåñêîïû ñòàíóò åùå çîð÷å.

Êñòàòè ñêàçàòü, è â îïòè÷åñêîé àñòðîíîìèè èñïîëü­çóþò èíòåðôåðîìåòðû. Èõ ïðèñîåäèíÿþò ê êðóïíûì òåëåñêîïàì, ÷òîáû èçìåðèòü ðåàëüíûå ïîïåðå÷íèêè çâåçä. Â îáîèõ ñëó÷àÿõ èíòåðôåðîìåòðû èãðàþò ðîëü ñâîåîáðàçíûõ «î÷êîâ», ïîçâîëÿþùèõ ðàññìîòðåòü âàæ­íûå ïîäðîáíîñòè â îêðóæàþùåé íàñ Âñåëåííîé.

Íî îïòè÷åñêèå èíòåðôåðîìåòðû ïî çîðêîñòè çíà­÷èòåëüíî óñòóïàþò òåì, êîòîðûå óïîòðåáëÿþòñÿ íûíå â ðàäèîàñòðîíîìèè.

**6.«Ðàäèî****ýõî» â àñòðîíîì****èè.**

Äî ñèõ ïîð ðå÷ü øëà î ïàññèâíîì èçó÷åíèè êîñìè÷å­ñêèõ ðàäèîâîëí. Îíè óëàâëèâàþòñÿ ðàäèîòåëåñêîïàìè, è çàäà÷à àñòðîíîìà çàêëþ÷àåòñÿ ëèøü â òîì, ÷òîáû íàèëó÷øèì îáðàçîì ðàñøèôðîâàòü ýòè ñèãíàëû, ïîëó­÷èòü ñ èõ ïîìîùüþ êàê ìîæíî áîëüøå ñâåäåíèé î íå­áåñíûõ òåëàõ. Ïðè ýòîì èññëåäîâàòåëü íèêàê íå âìå­øèâàåòñÿ â õîä èçó÷àåìîãî èì ÿâëåíèÿ—îí ëèøü ïàññèâíî íàáëþäàåò.

Òà îòðàñëü ðàäèîàñòðîíîìèè, ñ êîòîðîé ìû òåïåðü êðàòêî ïîçíàêîìèìñÿ, èìååò èíîé, åñëè òàê ìîæíî âûðàçèòüñÿ, àêòèâíûé õàðàêòåð. Åå íàçûâàþò ðàäèî­ëîêàöèîííîé àñòðîíîìèåé.

Ñëîâî «ëîêàöèÿ» îçíà÷àåò îïðåäåëåíèå ìåñòîïîëî­æåíèÿ êàêîãî-íèáóäü ïðåäìåòà. Åñëè, íàïðèìåð, äëÿ ýòîãî èñïîëüçóåòñÿ çâóê, òî ãîâîðÿò î çâóêîâîé ëîêà­öèè. Åþ, êàê èçâåñòíî, øèðîêî ïîëüçóþòñÿ ñîâðåìåí­íûå ìîðåïëàâàòåëè. Îñîáîå óñòðîéñòâî, íàçûâàåìîå ýõîëîòîì, ïîñûëàåò â íàïðàâëåíèè êî äíó îêåàíà êî­ðîòêèå, íî ìîùíûå íåñëûøèìûå óëüòðàçâóêè. Îòðà­çèâøèñü îò äíà, îíè âîçâðàùàþòñÿ, è ýõîëîò ôèêñè­ðóåò âðåìÿ, çàòðà÷åííîå çâóêîì íà ïóòåøåñòâèå äî äíà è îáðàòíî. Çíàÿ ñêîðîñòü ðàñïðîñòðàíåíèÿ çâóêà â âîäå, ëåãêî ïîäñ÷èòàòü ãëóáèíó îêåàíà.

Ïîäîáíûì æå îáðàçîì ìîæíî èçìåðèòü è ãëóáèíó êîëîäöà èëè êàêîãî-íèáóäü óùåëüÿ. Ãðîìêî êðèêíóâ, затем ждите, когда до вашего уха донесется эхо — отраженный звук. Учтя, что скорость звука в воздухе равна 337 *м/с,* легко вычислить искомое расстояние. Любопытно, что звуковая локация встречается и в мире животных. Летучая мышь обладает специальным естественным локационным органом, который, испуская неслышимые звуки, помогает мыши ориентироваться в полете. Эти ультразвуки поглощаются в толстом слое волос, и поэтому, не получив обратного звукового эха, летучая мышь воспринимает голову как «пустое место». Этим и объясняется, что летучая мышь иногда в темноте ударяется о головы людей, не прикрытые головным убором.

Когда говорят о «радиолокации», то под этим словом подразумевают определение местоположения предмета с помощью радиоволн. Радиолокационная астрономия — еще совсем молодая отрасль науки. Систематически радиолокационные наблюдения небесных тел начались всего пятьдесят лет назад. И все же достигнутые успехи весьма значительны. Очень интересны и дальнейшие перспективы этого активного метода изучения небесных тел.»Активного» потому, что здесь человек сам направляет в космос созданные им искусственные радиоволны и, наблюдая их отражения, может затем по собственному желанию видоизменить эксперимент.

Образно говоря, в радиолокационной астрономии человек «дотрагивается» до небесных тел созданным им радиолучем, а не пассивно наблюдает их излучение.

**7.Ðàäèîëîêàöèÿ Ëóíû è ïëàíåò.**

Åùå â 1928 ãîäó, êîãäà áîëüøèíñòâî ðàäèîëþáèòåëåé ïîëüçîâàëèñü ïðèìèòèâíûìè äåòåêòîðíûìè ïðèåìíè­êàìè, ñîâåòñêèå ó÷åíûå Ë. È. Ìàíäåëüøòàì è Í. Ä. Ïàïàëåêñè ðàññìàòðèâàëè âîïðîñ î ïîñûëêå ðà­äèîñèãíàëà íà Ëóíó è ïðèåìå ïà Çåìëå ðàäèîýõà. Òîãäà ýòî áûëà òîëüêî ñìåëàÿ ìå÷òà, äàëåêî îïåðå­æàâøàÿ äåéñòâèòåëüíîñòü. Íî òàêîâà õàðàêòåðíàÿ ÷åðòà áîëüøèõ ó÷åíûõ—èõ ìûñëü îïåðåæàåò ôàêòû è âèäèò òî, ÷òî ñòàíîâèòñÿ ðåàëüíîñòüþ ëèøü â áóäóùåì.

Â ãîäû âòîðîé ìèðîâîé âîéíû Ë. È. Ìàíäåëü­øòàì è Í. Ä. Ïàïàëåêñè ñíîâà âåðíóëèñü ê çàíèìàâ­øåé èõ èäåå. Òåïåðü íàñòàëè äðóãèå âðåìåíà. Ðàäèî­ëîêàöèÿ ïðî÷íî âîøëà â ïðàêòèêó âîåííîé æèçíè, è ðàäèîëîêàòîðû óâåðåííî íàùóïûâàëè íåâèäèìûå öåëè.

Ñîâåòñêèå ó÷åíûå íà îñíîâå íîâûõ äàííûõ ïîäñ÷è­òàëè, êàêîâà äîëæíà áûòü ìîùíîñòü ðàäèîëîêàòîðà è äðóãèå åãî êà÷åñòâà, ÷òîáû ñ åãî ïîìîùüþ ìîæíî áûëî îñóùåñòâèòü ðàäèîëîêàöèþ Ëóíû. Íàó÷íàÿ öåí­íîñòü òàêîãî ýêñïåðèìåíòà áûëà âíå ñîìíåíèé. Âåäü äî ñèõ ïîð, ÷òîáû îïðåäåëèòü ðàññòîÿíèå äî Ëóíû, ïðèõîäèëîñü íàáëþäàòü åå ïîëîæåíèå ñðåäè çâåçä îä­íîâðåìåííî èç äâóõ äîñòàòî÷íî óäàëåííûõ äðóã îò äðóãà îáñåðâàòîðèé. Ðàäèîëîêàöèÿ ðåøèëà áû òó æå çàäà÷ó ïðè íàáëþäåíèÿõ èç îäíîãî ïóíêòà. Ó÷èòûâàÿ áûñòðûé ïðîãðåññ ðàäèîòåõíèêè, ìîæíî áûëî îæè­äàòü, ÷òî ðàäèîëîêàöèîííûå èçìåðåíèÿ àñòðîíîìè÷å­ñêèõ ðàññòîÿíèé äàäóò ðåçóëüòàòû ãîðàçäî áîëåå òî÷­íûå, ÷åì òå, êîòîðûå áûëè ïîëó÷åíû â ïðîøëîì.

Òðóäíîñòè, îäíàêî, îêàçàëèñü îãðîìíûìè. Ðàñ÷åòû ïîêàçàëè, ÷òî ïðè ïðî÷èõ ðàâíûõ óñëîâèÿõ ìîùíîñòü îòðàæåííîãî ñèãíàëà óáûâàåò îáðàòíî ïðîïîðöèîíàëü­íî ÷åòâåðòîé ñòåïåíè ðàññòîÿíèÿ äî öåëè. Ïîëó÷àëîñü, ÷òî ëóííûé ðàäèîëîêàòîð äîëæåí îáëàäàòü ïðèìåðíî â òûñÿ÷ó ðàç áîëüøåé ÷óâñòâèòåëüíîñòüþ, ÷åì îáû÷­íàÿ ðàäèîëîêàöèîííàÿ ñòàíöèÿ áåðåãîâîé îáîðîíû, îáíàðóæèâàâøàÿ â òå ãîäû ñàìîëåò íåïðèÿòåëÿ ñ ðàñ­ñòîÿíèÿ â äâåñòè êèëîìåòðîâ.

È âñå æå ïðîåêò êàçàëñÿ äîâîëüíî óáåäèòåëüíûì, è óâåðåííîñòü åãî àâòîðîâ â óñïåõå âñêîðå áûëà îï­ðàâäàíà ôàêòàìè.

Â íà÷àëå 1946 ãîäà ïî÷òè îäíîâðåìåííî, íî ñ ðàç­ëè÷íûìè óñòàíîâêàìè, âåíãåðñêèå è àìåðèêàíñêèå ðàäèîôèçèêè îñóùåñòâèëè ðàäèîëîêàöèþ Ëóíû.

Íà Ëóíó ïîñûëàëèñü ìîùíûå èìïóëüñû ðàäèîâîëí äëèíîé 2,7 *ì.* Êàæäûé èìïóëüñ èìåë ïðîäîëæèòåëü­íîñòü 0,25 ñåêóíäû, ïðè÷åì ïàóçà ìåæäó èìïóëüñàìè ñîñòàâëÿëà 4 ñåêóíäû. Àíòåííà ðàäèîëîêàòîðà áûëà åùå âåñüìà íåñîâåðøåííà: îíà ìîãëà ïîâîðà÷èâàòüñÿ òîëüêî âîêðóã âåðòèêàëüíîé îñè. Ïîýòîìó èññëåäîâà­íèÿ âåëèñü ëèøü ïðè âîñõîäå èëè çàõîäå Ëóíû, êîãäà ïîñëåäíÿÿ íàõîäèëàñü âáëèçè ãîðèçîíòà.

Ïðèåìíîå óñòðîéñòâî ðàäèîëîêàòîðà óâåðåííî çà­ôèêñèðîâàëî ñëàáûé îòðàæåííûé ñèãíàë, ëóííîå ðà­äèîýõî.

Ïóòü äî Ëóíû è îáðàòíî ðàäèîâîëíû ñîâåðøèëè âñåãî çà 2,6 *ñåê,* ÷òî, âïðî÷åì, ïðè èõ íåâîîáðàçèìî áîëüøîé ñêîðîñòè íå äîëæíî âûçûâàòü óäèâëåíèÿ. Òî÷íîñòü ýòîãî ïåðâîãî ðàäèîèçìåðåíèÿ èç-çà íåñîâåð­øåíñòâà àïïàðàòóðû áûëà åùå î÷åíü íèçêà, íî âñå æå ñîâïàäåíèå ñ èçâåñòíûìè ðàíåå äàííûìè áûëî âåñüìà õîðîøåå.

Ïîçæå ðàäèîëîêàöèÿ Ëóíû áûëà ïîâòîðåíà íà ìíîãèõ îáñåðâàòîðèÿõ, è ñ êàæäûì ðàçîì ñî âñå áîëü­øåé òî÷íîñòüþ è, êîíå÷íî, ñ áîëüøåé ëåãêîñòüþ.

Áîëüøèå âîçìîæíîñòè ðàäèîëîêàöèè îáíàðóæè­ëèñü ïðè íàáëþäåíèè òàê íàçûâàåìîé ëèáðàöèè Ëóíû. Ïîä ýòèì òåðìèíîì àñòðîíîìû ïîíèìàþò ñâîåîáðàç­íûå «ïîêà÷èâàíèÿ» ëóííîãî øàðà, âûçâàííûå îò÷àñòè ãåîìåòðè÷åñêèìè ïðè÷èíàìè (óñëîâèÿìè âèäèìîñòè), îò÷àñòè ïðè÷èíàìè ôèçè÷åñêîãî õàðàêòåðà. Áëàãîäàðÿ ëèáðàöèè çåìíîé íàáëþäàòåëü âèäèò íå ïîëîâèíó, à îêîëî 60% ëóííîãî øàðà. Çíà÷èò, ëèáðàöèÿ ïîçâîëÿ­åò íàì èíîãäà «çàãëÿäûâàòü» çà êðàé âèäèìîãî ëóí­íîãî äèñêà è íàáëþäàòü ïîãðàíè÷íûå ðàéîíû îáðàò­íîé ñòîðîíû Ëóíû.

Ïðè «ïîêà÷èâàíèè», èëè ëèáðàöèè, Ëóíû îäèí åå êðàé ïðèáëèæàåòñÿ ê íàáëþäàòåëþ, à äðóãîé óäà­ëÿåòñÿ. Ñêîðîñòü ýòîãî äâèæåíèÿ î÷åíü ìàëà — ïî­ðÿäêà 1*ì/ñåê,* ÷òî ìåíüøå äàæå ñêîðîñòè ïåøåõîäà. Íî ðàäèîëîêàòîð ñïîñîáåí, îêàçûâàåòñÿ, îáíàðóæèòü è òàêèå ñìåùåíèÿ.

Ðàäèîëîêàòîð ïîñûëàåò íà Ëóíó âîëíû îïðå­äåëåííîé äëèíû. Åñòåñòâåííî, ÷òî è îòðàæåííûé радиосигнал будет обладать той же длиной волны. Можно сказать, что радиоспектр отраженного сигнала представляет собой одну определенную «радиолинию».

Если бы Луна не «покачивалась» относительно земного наблюдения, радиоспектры посланного и отраженного импульса были бы совершенно одинаковыми. На самом же деле разница, хотя и небольшая, все же есть. Радиоволна, отразившаяся от того края Луны, который приближается к земному наблюдателю, по принципу Доплера будет иметь несколько большую частоту и, следовательно, меньшую длину, чем радиоволна, посланная на Луну. Для другого удаляющегося края Луны должен наблюдаться противоположный эффект. В результате «радиолиния» в радиоспектре отраженного импульса будет более широкой, растянутой, чем «радиолиния» посланного импульса. По величине расширения можно вычислить скорость удаления краев Луны. Этим же методом можно определить периоды вращения планет вокруг оси и скорости их движения по орбите.

Раньше требовались многолетние высокоточные оптические наблюдения Луны, чтобы затем после долгих вычислений получить величину либрации. Радиолокаторы решили эту задачу, так сказать, непосредственно и несравненно быстрее.

При каждом измерении пользуются некоторым эталоном — меркой, употребляемой как единица длины. Для измерений на земной поверхности таким эталоном служит метр. Для астрономии расстояние ни метр, ни даже километр не являются вполне подходящей единицей масштаба — слишком уж велики расстояния между небесными телами. Поэтому астрономы употребляют вместо метра гораздо более крупную единицу длины. Называется она «астрономической единицей» ( сокращенно «а.е.»). По определению астрономическая единица равна среднему расстоянию от Земли до Солнца. Чтобы связать астрономические измерения длины с чисто земными мерками расстояний, астрономическую единицу в конечном счете сопоставляют с метром — выражают астрономическую единицу в метрах или километрах.

Во времена Иоганна Кеплера (17 век) величину астрономической единицы еще не знали — она впервые была найдена только век спустя. Не были известны и расстояния от Солнца до других планет Солнечной системы. Тем не менее, третий закон Кеплера гласит, что «квадраты времен обращения планет вокруг Солнца относятся между собой как кубы их средних расстояний до Солнца». Каким же образом, не зная расстояний планет до Солнца, Кеплер мог открыть этот важный закон?

Весь секрет, оказывается, в том, что не зная абсолютных (выраженных в километрах) расстояний планет до Солнца, можно сравнительно просто из наблюдений вычислить их относительные расстояния, то есть узнать, во сколько раз одна планета дальше от Солнца, чем другая.

Зная же относительные расстояния планет от Солнца, можно сделать чертеж Солнечной системы. В не будет хватать только одного — масштаба. Если бы можно было указать, чему равно расстояние в километрах между любыми двумя телами на чертеже, то, очевидно, этим самым был бы введен масштаб чертежа, и в единицах данного масштаба сразу можно было бы получить расстояние всех планет до Солнца.

До применения радиолокации среднее расстояние от Земли до Солнца, то есть астрономическая единица, считалось равным 149504000 *км*. Эта величина измерена не абсолютно точно, а приближенно с ошибкой в 17000 *км* в ту или другую сторону.

Некоторых такая ошибка может ужаснуть. С этой точки зрения расстояние от Земли до Солнца измерено очень точно — относительная ошибка не превышает сотых долей процента. Но постоянное стремление к повышению точности характерно для любой точной науки . Поэтому можно понять астрономов , когда они снова и снова уточняют масштаб Солнечной системы и ñòðåìÿòñÿ ïðèìåíèòü ñàìûå ñîâåðøåííûå ìåòîäû äëÿ èçìåðåíèÿ àñòðîíîìè÷åñêîé åäèíèöû. Âîò òóò-òî è ïðèõîäèò íà ïîìîùü ðàäèîàñòðîíîìèÿ.

Ñîâåðøåííî î÷åâèäíî, ÷òî ðàäèîëîêàöèÿ ïëàíåò èç-çà èõ óäàëåííîñòè íåñðàâíåííî òðóäíåå ðàäèîëî­êàöèè Ëóíû. Íå çàáóäüòå, ÷òî ìîùíîñòü ðàäèîýõà ïàäàåò îáðàòíî ïðîïîðöèîíàëüíî ÷åòâåðòîé ñòåïåíè ðàññòîÿíèÿ, òî åñòü î÷åíü ñèëüíî. Íî ñîâðåìåííàÿ ðàäèîòåõíèêà ïðåîäîëåëà è ýòè òðóäíîñòè.

Â ôåâðàëå 1958 ãîäà àìåðèêàíñêèìè ó÷åíûìè âïåðâûå ïðîâåäåíà ðàäèîëîêàöèÿ áëèæàéøåé èç ïëà­íåò—Âåíåðû, à â ñåíòÿáðå òîãî æå ãîäà ïîéìàíî ðàäèîýõî îò Ñîëíöà.

Âî âðåìÿ ðàäèîëîêàöèè Âåíåðà íàõîäèëàñü â 43 ìèëëèîíàõ êèëîìåòðîâ îò Çåìëè. Çíà÷èò, ðàäèîâîëíå òðåáîâàëîñü ïðèìåðíî 5 ìèíóò äëÿ ïóòåøåñòâèÿ «òóäà è îáðàòíî». Ñèãíàëû ïîäàâàëèñü â òå÷åíèå 4 ìèíóò 30 ñåêóíä, à ñëåäóþùèå 5 ìèíóò «ïîäñëóøèâàëîñü» ðàäèîýõî. Äëèòåëüíàÿ ïîñûëêà ðàäèîñèãíàëîâ áûëà âûçâàíà íåîáõîäèìîñòüþ—ïðè êîðîòêîì èìïóëüñå åäèíè÷íîå îòðàæåíèå îò Âåíåðû íå ìîãëî íàáëþ­äàòüñÿ.

Äàæå ñ òàêèìè óõèùðåíèÿìè ðàçîáðàòüñÿ â ïðè­íÿòûõ ðàäèîñèãíàëàõ áûëî íåëåãêî. Êðàéíå ñëàáûå, îòðàæåííûå îò Âåíåðû ðàäèîâîëíû ìàñêèðîâàëèñü ñîáñòâåííûìè øóìàìè ïðèåìíîé àïïàðàòóðû. Òîëüêî ýëåêòðîííûå âû÷èñëèòåëüíûå ìàøèíû ïîñëå ïî÷òè ãîäîâîé îáðàáîòêè íàáëþäåíèé íàêîíåö äîêàçàëè, ÷òî ðàäèîëîêàòîð âñå-òàêè ïðèíÿë î÷åíü ñëàáîå ðà­äèîýõî îò Âåíåðû. Ïîñëå ïåðâîãî óñïåõà ðàäèîëîêà­öèÿ Âåíåðû áûëà ïîâòîðåíà åùå íåñêîëüêî ðàç.

Ðàäèîýõî îò Âåíåðû ïîëó÷èëîñü â 10 ìèëëèîíîâ ðàç áîëåå ñëàáûì, ÷åì ðàäèîýõî îò Ëóíû. Íî ðàäèî­ëîêàòîðû åãî âñå-òàêè ïîéìàëè—òàêîâ ïðîãðåññ ðà­äèîòåõíèêè çà êàêèå-íèáóäü äâåíàäöàòü ëåò.

Ãîðàçäî áîëåå óâåðåííî è ñ ëó÷øèìè ðåçóëüòàòà­ìè ïðîâåëè ðàäèîëîêàöèþ Âåíåðû â àïðåëå 1961 ãîäà ñîâåòñêèå ó÷åíûå. Ïî èõ äàííûì óäàëîñü óòî÷íèòü âåëè­÷èíó àñòðîíîìè÷åñêîé åäèíèöû. Îêàçàëîñü, ÷òî Ñîëí­öå íà 95 300 *êì* äàëüøå îò Çåìëè, ÷åì äóìàëè äî òåõ ïîð, è àñòðîíîìè÷åñêàÿ åäèíèöà ðàâíà 14959930001. Îøèáêà â ýòîì èçìåðåíèè íå ïðåâûøàåò 2000 *êì* â òó èëè äðóãóþ ñòîðîíó, ÷òî ïî îòíîøåíèþ ê èçìåðåííîìó ðàññòîÿíèþ ñîñòàâëÿåò âñåãî *ëèøü* òûñÿ÷íûå äîëè ïðîöåíòà!

Òåïåðü âåëè÷èíó àñòðîíîìè÷åñêîé åäèíèöû çíàþò åùå òî÷íåå, ÷òî ïîçâîëÿåò ñ ìåíüøèìè îøèáêàìè âû÷èñëÿòü òðàåêòîðèè êîñìè÷åñêèõ ðàêåò, à ýòî èìååò áîëüøîå çíà÷åíèå äëÿ ìåæïëàíåòíûõ ïóòåøåñòâèé.

Ñîëíöå äëÿ ðàäèîëîêàòîðà ãîðàçäî áîëåå êðóïíàÿ öåëü, ÷åì Âåíåðà. Íî çàòî Ñîëíöå—ñàìî ìîùíûé èñòî÷íèê êîñìè÷åñêèõ ðàäèîâîëí. ×òîáû ýòè ðàäèî­âîëíû íå «çàãëóøèëè» ðàäèîýõî, îòðàæåííûé îò Ñîëíöà ðàäèîñèãíàë äîëæåí áûòü ïî êðàéíåé ìåðå â ñòî ðàç ñèëüíåå ñèãíàëà, îòðàæåííîãî îò Âåíåðû.

Ðàäèîëîêàöèÿ Ñîëíöà âïåðâûå ïðîâîäèëàñü òàê. Ïåðåäàò÷èê âêëþ÷àëñÿ ñ èíòåðâàëàìè â 30 ñåêóíä â ïðîäîëæåíèå 15 ìèíóò. Íàáëþäåíèÿ íà÷àëèñü â ñåíòÿáðå 1958 ãîäà è áûëè ïðîäîëæåíû âåñíîé 1959 ãîäà. Ïðè îáðàáîòêå òàêæå ïðèøëîñü ïðèáåãíóòü ê ïîìîùè ýëåêòðîííûõ âû÷èñëèòåëüíûõ ìàøèí. Â õîðî­øåì ñîãëàñèè ñ ïðåäâàðèòåëüíûìè ðàñ÷åòàìè ïîëó÷è­ëîñü, ÷òî ðàäèîñèãíàë, ïîñëàííûé ñ Çåìëè, îòðàçèëñÿ îò òåõ ñëîåâ ñîëíå÷íîé êîðîíû, êîòîðûå íàõîäÿòñÿ íà ðàññòîÿíèè 1,7 ðàäèóñà Ñîëíöà îò åãî ïîâåðõíîñòè.

Åùå â 1959 ãîäó ðàäèîëîêàöèÿ Ìåðêóðèÿ ïîêàçà­ëà, ÷òî ñóòêè íà ýòîé ïëàíåòå áëèçêè ê 59 çåìíûì ñóòêàì, òî åñòü Ìåðêóðèé íå îáðàùåí âñåãäà ê Ñîëí­öó îäíîé ñòîðîíîé, êàê ñ÷èòàëîñü äî ýòîãî. Ðàäèîëî­êàòîðû âûÿñíèëè òàêæå, ÷òî ñóòêè íà Âåíåðå â 243 ðàçà äëèííåå çåìíûõ, ïðè÷åì Âåíåðà âðàùàåòñÿ â íàïðàâëåíèè ñ âîñòîêà íà çàïàä, òî åñòü â ñòîðîíó, îáðàòíóþ âðàùåíèþ âñåõ îñòàëüíûõ ïëàíåò.

Ðàäèîëó÷ ñêâîçü îáëàêà Âåíåðû «ïðîùóïàë» åå ðåëüåô è óñòàíîâèë ñóùåñòâîâàíèå íà Âåíåðå êðàòå­ðîâ, ïîäîáíûõ ëóííûì. Ðàäèîëîêàöèÿ óòî÷íèëà äàí­íûå î ðåëüåôå Ìàðñà. Íî ñàìîå, ïîæàëóé, óäèâèòåëü­íîå áûëî äîñòèãíóòî â ìåòåîðíîé àñòðîíîìèè.

**8.Ìåòåîðû íàáëþäàþò äíåì.**

Çâåçäíàÿ íî÷ü. Â íåâîîáðàçèìîé äàëè òèõî ñèÿþò òû­ñÿ÷è ñîëíö. È âäðóã êàê áóäòî îäíà èç çâåçä ñîðâà­ëàñü è ïîëåòåëà, îñòàâëÿÿ íà íåáå óçåíüêóþ ñâåòÿ­ùóþñÿ ïîëîñêó. Âñå ÿâëåíèå îáû÷íî çàíèìàåò äîëè ñåêóíäû, ðåæå íåñêîëüêî ñåêóíä.

Так выглядят «падающие звезды», или метеориты,— явление, хорошо знакомые каждому еще с детских лет. Когда по небу пролетает «падающая звезда», это означает, что в земную атмосферу из безвоздушного мирового пространства вторглась крохотная твердая частичка весом в граммы или даже доли грамма — метеорное тело.

Двигаясь со скоростью десятки километров в секунду, сильно сжимает перед собой воздух. Он ярко светится, образуя спереди метеорного тела так называемую «воздушную подушку». Ее мы и видим как «падающую звезду», тогда как само метеорное тело из-за малости непосредственному наблюдению не доступно.

Поединок твердой частички космического вещества и земной атмосферы всегда имеет один исход. Примерно на высоте 80-100 *км* метеорные тела полностью разрушаются, и остающаяся после них мельчайшая метеорная пыль медленно оседает на Землю. Так как яркость метеоров сравнима с видимой яркостью звезд, то до последнего времени «падающие звезды» наблюдались только по ночам, на темном фоне звездного неба.

Радиоастрономия значительно расширила возможность изучения этих интересных явлений.

Когда метеорное тело стремительно прорезает земную атмосферу, то, сталкиваясь с молекулами и атомами воздуха, оно частично ионизует их, то есть «вышибает» из них некоторые электроны. В результате за метеорным телом образуется длинный цилиндрический слой из ионизованных газов. Его размеры весьма внушительны — при поперечнике в несколько метров длина этой ионизованной «трубы» достигает десятков километров. Вследствие диффузии (рассеивания газов) «труба» постепенно расширяется и в конце концов, разрушаемая ветрами и другими причинами, как бы растворяется в атмосфере.

Мы уже отмечали, что слой ионизованных газов для радиоволн определенных длин является своеобразным зеркалом. Значит, с помощью радиолокатора можно получить радиоэхо и от ионизованных метеорных следов. Возможности радиотехники в этой области исключительно велики. Радиолокаторы могут быстро определить расстояние до метеора, скорость метеорного тела, его торможение в атмосфере и, наконец, положение радианта, то есть той точки неба, откуда, как нам кажется, вылетел метеор.

Опыты показали ,что наилучшие результаты получаются, если радиолокация метеоров ведется на волнах длиной около 5 *м*.

Современные радиолокаторы так чувствительны, что им доступны метеоры 16-й звездной величины, то есть почти в 10000 раз менее яркие, чем самые слабые из звезд, доступных невооруженному глазу.

Систематические радиолокационные наблюдения метеоров начались с 1946 года. В ночь с 9 на 10 октября этого года Земля должна была пересечь орбиту кометы Джакобини — Циннера. Когда такое же событие происходило в 1933 году, на небе наблюдался интенсивный «звездный дождь». Сотни метеоров бороздили во всех направлениях звездное небо. В этот день земной шар встретился с метеорным потоком — огромным роем метеорных тел, своеобразных «осколков» кометного ядра, несущихся вокруг Солнца по орбите породившей их кометы. Астрономы договорились называть метеорные потоки по тому созвездию, из которого, как нам кажется, вылетают соответствующие им метеоры. Так как метеорный дождь, связанный с кометой Джакобини — Циннера, имеет радиант в созвездии Дракона, то порожденный ею метеорный поток получил название Драконит.

Ежегодно в конце первой декады октября Земля встречается с драконидами — метеорными телами потока Драконид. Но только иногда их звездные дожди бывают особенно обильными. Как раз такой случай и произошел в 1946 году, когда Земля пересекала наиболее плотную часть потока.

К огорчению астрономов в ночь с 9 на 10 октября 1946 года ярко светила Луна, и ее сияние сильно мешало обычным наблюдениям. Но для радиолокаторов лунный свет не помеха. Советские ученые Б.Ю. Левин и П.О. Чечик в ту ночь çàðåãèñòðèðîâàëè ðàäèîýõî îò ñîòåí ìåòåîðîâ, áîëü­øèíñòâî êîòîðûõ îñòàâàëîñü íåâèäèìûì.

Ñ òåõ ïîð ðàäèîëîêàöèîííûå íàáëþäåíèÿ ìåòåîðîâ ïðî÷íî âîøëè â ïðàêòèêó ðàáîòû ìíîãèõ îáñåðâàòîðèé. Íè òóìàí, íè äîæäü, íè îñëåïèòåëüíîå äíåâíîå ñèÿíèå Ñîëíöà íå ìîãóò ïîìåøàòü ðàäèîëîêàòîðàì «íàùóïûâàòü» íåâèäèìûå «ïàäàþùèå çâåçäû». Îíè óâåðåííî ôèêñèðóþò êàê ñïîðàäè÷åñêèå ìåòåîðû, òî åñòü òå ìåòåîðû, êîòîðûå íå ñâÿçàíû ñ êàêèì-íèáóäü îïðåäåëåííûì ìåòåîðíûì ïîòîêîì, òàêè è íåâèäèìûå «çâåçäíûå äîæäè».

**9.Â ïîèñêàõ âíåçåìíûõ öèâèëèçàöèé.**

Âðÿä ëè åñòü äðóãàÿ íàó÷íàÿ ïðîáëåìà, êîòîðàÿ âûçûâàëà áû òàêîé æãó÷èé èíòåðåñ è òàêèå æàðêèå ñïîðû, êàê ïðîáëåìà ñâÿçè ñ âíåçåìíûìè öèâèëèçà­öèÿìè. Ëèòåðàòóðà ïî ýòîé ïðîáëåìå óæå íàñ÷èòû­âàåò ìíîãèå òûñÿ÷è íàèìåíîâàíèé. Ñîçûâàþòñÿ íà­ó÷íûå êîíôåðåíöèè è ñèìïîçèóìû, íàëàæèâàåòñÿ ìåæäóíàðîäíîå ñîòðóäíè÷åñòâî ó÷åíûõ, âåäóòñÿ ýêñ­ïåðèìåíòàëüíûå èññëåäîâàíèÿ. Ïî ìåòêîìó âûðàæå­íèþ Ñòàíèñëàâà Ëåìà, ïðîáëåìà ñâÿçè ñ âíåçåìíûìè öèâèëèçàöèÿìè ïîäîáíà èãðóøå÷íîé ìàòðåøêå—îíà ñîäåðæèò â ñåáå ïðîáëåìàòèêó âñåõ íàó÷íûõ äèñ­öèïëèí.

Îäíèì èç âîçìîæíûõ êàíàëîâ ñâÿçè ñ ðàçóìíûìè îáèòàòåëÿìè, ïî-âèäèìîìó, ìîæåò áûòü ïðèåì ðàäèî­ñèãíàëîâ îò âûñîêîðàçâèòûõ âíåçåìíûõ öèâèëèçàöèé. Ïðè ñîâðåìåííîì óðîâíå ðàäèîòåõíèêè âîçìîæíà òàê­æå ïîñûëêà ñèãíàëîâ ñ Çåìëè äàëåêèì «áðàòüÿì ïî ðàçóìó».

Â êîíöå 1959 ãîäà äâà èçâåñòíûõ çàðóáåæíûõ ó÷åíûõ Ìîððèñîí è Êîêêîíè âûñòóïèëè ñ ïðîåêòîì óñòàíîâëåíèÿ ðàäèîñâÿçè ñ îáèòàòåëÿìè äðóãèõ ïëà­íåò. Ñóòü ýòîãî ïðîåêòà çàêëþ÷àåòñÿ â ñëåäóþùåì: Âíóòðè íåâîîáðàçèìî îãðîìíîé ñôåðû ðàäèóñîì â ñîòíþ ñâåòîâûõ ëåò çàêëþ÷åíî îêîëî ñòà òûñÿ÷ çâåçä. Ñðåäè íèõ íàéäóòñÿ äåñÿòêè, à ìîæåò áûòü, è ñîòíè òàêèõ, êîòîðûå îêðóæåíû îáèòàåìûìè ïëàíå­òàìè. Ìîæíî äóìàòü, ÷òî è ïåðåä äðóãèìè öèâèëèçà­öèÿìè, äîñòèãøèìè òàêîãî æå óðîâíÿ ðàçâèòèÿ, êàê íàøà, âñòàë òîò æå âîïðîñ—êàê óñòàíîâèòü ðàäèî­ñâÿçü ñ äðóãèìè ðàçóìíûìè îáèòàòåëÿìè Âñåëåííîé? Êòî çíàåò, áûòü ìîæåò, è ñåé÷àñ â íàïðàâëåíèè íàøåãî Ñîëíöà êòî-òî ïîñûëàåò ðàäèîñèãíàëû èç ãëó­áèí çâåçäíîãî ìèðà — ñèãíàëû, íà êîòîðûå ïîêà ÷åëî­âå÷åñòâî îòâå÷àëî ìîë÷àíèåì! Íà êàêîé æå äëèíå ãîäíû ñêîðåå âñåãî âåäåòñÿ ýòà ïåðåäà÷à?

Íåâåäîìûå íàì ðàçóìíûå ñóùåñòâà æèâóò íà ïëà­íåòå, îêðóæåííîé àòìîñôåðîé. Çíà÷èò, è îíè, âåðîÿòíî, ìîãóò ðàäèðîâàòü â êîñìîñ òîëüêî ñêâîçü óçêîå «ðà­äèîîêíî» èõ àòìîñôåðû. Çíà÷èò, âîçìîæíûé äèàïà­çîí ðàäèîâîëí äëÿ «ìåæçâåçäíîé» ðàäèîñâÿçè, ñêîðåå âñåãî, îãðàíè÷èâàåòñÿ äëèíàìè îò íåñêîëüêèõ ñàíòè­ìåòðîâ äî 30 *ì.* Êîñìè÷åñêèå åñòåñòâåííûå èñòî÷íèêè ðàäèîâîëí, êàê óæå èçâåñòíî ÷èòàòåëþ, âåäóò ïîñòî­ÿííóþ èíòåíñèâíóþ «ðàäèîïåðåäà÷ó» íà âîëíàõ ìåò­ðîâîãî äèàïàçîíà. ×òîáû îíà íå ñîçäàâàëà äîñàäíûå ïîìåõè, ðàäèîñâÿçü îáèòàåìûõ ìèðîâ ðàçóìíî âåñòè ïà äëèíàõ âîëí êîðî÷å 50 *ñì.* Íî î÷åíü êîðîòêèå ðàäèîâîëíû, â íåñêîëüêî ñàíòèìåòðîâ, îïÿòü íåïðè­ãîäíû — âåäü òåïëîâîå ðàäèîèçëó÷åíèå ïëàíåò ñîâåð­øàåòñÿ èìåííî íà òàêèõ âîëíàõ, è îíî áóäåò «ãëó­øèòü» èñêóññòâåííóþ ðàäèîñâÿçü.

È âîò Ìîððèñîíó è Êîêêîíè ïðèõîäèò â ãîëîâó áëåñòÿùàÿ ìûñëü. Ðàäèîñâÿçü íàäî âåñòè íà âîëíàõ, áëèçêèõ ê 21 *ñì,* êîòîðûå èçëó÷àåò ìåæçâåçäíûé âîäîðîä. Âåäü ðàçóìíûå îáèòàòåëè äðóãèõ ïëàíåò äîëæíû ïîíèìàòü îãðîìíóþ ðîëü ìåæçâåçäíîãî âîäîðîäà â èçó÷åíèè Âñåëåííîé. Çíà÷èò, è ó íèõ äîëæíà áûòü ìîùíàÿ ðàäèîàïïàðàòóðà, ðàáîòàþùàÿ èìåííî íà ýòîé âîëíå. Òàê êàê âîäîðîä—ñàìûé ðàñïðîñòðàíåííûé ýëåìåíò â íàáëþäàåìîé íàìè ÷àñòè âñåëåííîé, òî åãî èçëó÷åíèå íà âîëíå äëèíîé 21 *ñì* ìîæåò ðàññìàòðèâàòüñÿ êàê íåêèé ïðèðîäíûé, «êîñ­ìè÷åñêèé» ýòàëîí äëèí. Çíà÷èò, âåðîÿòíåå âñåãî ïðèåì ðàäèîñèãíàëîâ ñ äðóãèõ îáèòàåìûõ ïëàíåò íàäî âåñòè íà âîëíå äëèíîé 21 *ñì.*

Òðóäíî, êîíå÷íî, ïðåäñêàçàòü, êàêîé øèôð áóäåò ñêðûò â ýòèõ ñèãíàëàõ. Íàäî äóìàòü, ÷òî íàøè äàëåêèå «áðàòüÿ ïî êîñìîñó» âîñïîëüçóþòñÿ óíèâåðñàëüíûì ÿçûêîì âñåõ ìûñëÿùèõ ñóùåñòâ—ÿçûêîì ìà­òåìàòèêè. Ìîæåò áûòü, èõ ñèãíàëû áóäóò äàâàòü ïî­ñëåäîâàòåëüíîñòü öèôð 1, 2, 3... Èëè îíè ïåðåäàäóò ÷åðåç áåçäíû êîñìîñà øèôðîâàííîå çíà÷åíèå òàêîãî çàìå÷àòåëüíîãî ÷èñëà, êàê *.* Âî âñÿêîì ñëó÷àå èñ­êóññòâåííûå ðàäèîñèãíàëû íà âîëíå 21 *ñì* ìîæíî áó­äåò îòëè÷èòü îò åñòåñòâåííûõ. Â ÷àñòíîñòè, òàê êàê ðàäèîïåðåäàò÷èê óñòàíîâëåí ê à ïëàíåòå è âìåñòå ñ íåé îáðàùàåòñÿ âîêðóã çâåçäû, òî áëàãîäàðÿ ýôôåêòó Äîïëåðà èñêóññòâåííûå ðàäèîñèãíàëû äîëæíû ïåðèî­äè÷åñêè ìåíÿòü ñâîþ ÷àñòîòó.

Ïðîåêò Ìîððèñîíà è Êîêêîíè âûçâàë â ñðåäå àñòðîíîìîâ îãðîìíûé èíòåðåñ. Ñ êîíöà 1960 ãîäà â Íàöèîíàëüíîé ðàäèîàñòðîíîìè÷åñêîé îáñåðâàòîðèè ÑØÀ Ôðàíê Äðåéê íà÷àë ñèñòåìàòè÷åñêèå «ïðîñëó­øèâàíèÿ» íåêîòîðûõ çâåçä ñ öåëüþ îáíàðóæèòü èñ­êóññòâåííûå ðàäèîñèãíàëû. Äëÿ íà÷àëà áûëè âûáðà­íû äâå çâåçäû, âåñüìà ïîõîæèå íà Ñîëíöå. Ýòî Òàó èç ñîçâåçäèÿ Êèòà è Ýïñèëîí èç ñîçâåçäèÿ Ýðèäàíà. Äî êàæäîé èç íèõ îêîëî îäèííàäöàòè ñâåòîâûõ ëåò. Ïðîñëóøèâàíèå âåëîñü íà ðàäèîòåëåñêîïå ñ äèàìåò­ðîì çåðêàëà 26 *ì.*

Êîñìîñ áåçìîëâñòâîâàë. Âïðî÷åì, íàäåÿòüñÿ íà áû­ñòðûé óñïåõ áûëî áû ñëèøêîì íàèâíî. Ïðîéäóò ãîëû, à ìîæåò áûòü, ìíîãèå äåñÿòèëåòèÿ, ïðåæäå ÷åì óäàñòñÿ ïðèíÿòü èñêóññòâåííûå ðàäèîïåðåäà÷è èç ãëó­áèí Âñåëåííîé. Äà è ðàñøèôðîâàâ ýòè ñèãíàëû è ïî­ñëàâ â îòâåò ñâîè, ìû íå ìîæåì îæèäàòü áûñòðîãî, «îïåðàòèâíîãî» ðàçãîâîðà. Íàøè âîïðîñû è èõ îòâåòû áóäóò ðàñïðîñòðàíÿòüñÿ ñî ñêîðîñòüþ ñïåòà, à ýòî çíà÷èò, ÷òî îò ïîñûëêè âîïðîñà äî ïîëó÷åíèÿ îòâåòà ïðîéäóò äåñÿòèëåòèÿ! Ê ñîæàëåíèþ, óñêîðèòü ðàçãî­âîð íåâîçìîæíî — â ïðèðîäå íåò íè÷åãî áûñòðåå ðàäèîâîëí,

Ñ 1967 ãîäà ïîèñêè ðàäèîñèãíàëîâ îò èíîïëàíåòÿí íà÷àëèñü è â íàøåé ñòðàíå. Ýòè ðàáîòû âåäóòñÿ ïîä ðóêîâîäñòâîì èçâåñòíîãî ñîâåòñêîãî ó÷åíîãî ÷ëåíà-êîððåñïîíäåíòà ÀÍ ÑÑÑÐ Â. Ñ. Òðîèöêîãî. Â íàñòî­ÿùåå âðåìÿ íà *âñåíàïðàâëåííûõ* (à íå íà ïàðàáîëè÷å­ñêèõ) ðàäèîòåëåñêîïàõ âåäåòñÿ ïðèåì ðàäèîñèãíàëîâ â äèàïàçîíå îò 3 äî 60 *ñì.* Îäíîâðåìåííî ïîäîáíûå íàáëþäåíèÿ ïðîâîäÿòñÿ è â äðóãèõ ìåñòàõ Ñîâåòñ­êîãî Ñîþçà. Åñëè íà âñåõ ýòèõ äàëåêèõ äðóã îò äðóãà ðàäèîòåëåñêîïàõ *îäíîâðåìåííî* áóäóò ïðèíÿòû çàãà­äî÷íûå «âñïëåñêè» ðàäèîèçëó÷åíèÿ, åñòü îñíîâàíèÿ ñ÷èòàòü, ÷òî ïðèíÿòû ðàäèîñèãíàëû (èëè êàêèå-òî ðàäèîïîìåõè) èç êîñìîñà.

Ïîêà ÷òî è ýòè ýêñïåðèìåíòû íå ïðèâåëè ê æåëàí­íîìó ðåçóëüòàòó, õîòÿ îáíàðóæåíî íîâîå ÿâëåíèå— âñïëåñêè ðàäèîèçëó÷åíèÿ åñòåñòâåííîãî ïðîèñõîæäå­íèÿ, ïðèõîäÿùèå íà Çåìëþ èç áëèæíåãî êîñìîñà.

Êðóïíåéøèé â ìèðå êîëüöåâîé 600-ìåòðîâûé ðà­äèîòåëåñêîï Ñïåöèàëüíîé àñòðîôèçè÷åñêîé îáñåðâàòî­ðèè ÀÍ ÑÑÑÐ óæå ñ ñàìîãî íà÷àëà ñâîåé ðàáîòû âêëþ÷èëñÿ â ïîèñêè êîñìè÷åñêèõ ðàäèîñèãíàëîâ èñ­êóññòâåííîãî ïðîèñõîæäåíèÿ.

Â ÑØÀ îáñóæäàåòñÿ ïðîåêò «Öèêëîï», ðåàëèçó­åìûé ñ ïîìîùüþ Íàó÷íî-èññëåäîâàòåëüñêîãî öåíòðà ÍÀÑÀ (Íàöèîíàëüíîå óïðàâëåíèå ïî àñòðîíàâòèêå è èññëåäîâàíèþ êîñìè÷åñêîãî ïðîñòðàíñòâà). Ïî ïðî­åêòó «Öèêëîï» ñèñòåìà äëÿ ïðèåìà ðàäèîñèãíàëîâ îò èíîïëàíåòÿí ñîñòîèò èç òûñÿ÷è ðàäèîòåëåñêîïîâ, óñòàíîâëåííûõ íà ðàññòîÿíèè 15 *êì* äðóã îò äðóãà II ðàáîòàþùèõ ñîâìåñòíî. Â ñóùíîñòè, ýòà ñèñòåìà ðàäèîòåëåñêîïîâ ïîäîáíà îäíîìó èñïîëèíñêîìó ïàðà­áîëè÷åñêîìó ðàäèîòåëåñêîïó ñ ïëîùàäüþ çåðêàëà 20 êâàäðàòíûõ êèëîìåòðîâ! Ïðîåêò «Öèêëîï» ïðåäïîëà­ãàåòñÿ ðåàëèçîâàòü â òå÷åíèå áëèæàéøèõ 10—20 ëåò. Òàêèå Ñðîêè íå äîëæíû êàçàòüñÿ ÷ðåçìåðíûìè, òàê êàê ñòîèìîñòü íàìå÷àåìîãî ñîîðóæåíèÿ ïîèñòèíå àñòðîíîìè÷åñêàÿ — íå ìåíåå 10 ìèëëèàðäîâ äîëëàðîâ!

Åñëè ñèñòåìà «Öèêëîï» ñòàíåò ðåàëüíîñòüþ, óäàñòñÿ â ïðèíöèïå ïðèíèìàòü èñêóññòâåííûå ðàäèî­ñèãíàëû â ðàäèóñå 1000 ñâåòîâûõ ëåò. Â òàêîì îãðîì­íîì îáúåìå êîñìè÷åñêîãî ïðîñòðàíñòâà ñîäåðæèòñÿ ñâûøå ìèëëèîíà ñîëíöå ïîäîáíûõ çâåçä, ÷àñòü êîòîðûõ, âîçìîæíî, îêðóæåíà îáèòàåìûìè ïëàíåòàìè. ×óâñò­âèòåëüíîñòü ñèñòåìû «Öèêëîï» ïîðàçèòåëüíà. Åñëè áû âîêðóã áëèæàéøåé ê íàì çâåçäû Àëüôà Öåíòàâðà îáðàùàëàñü ïëàíåòà, ïîäîáíàÿ Çåìëå (ñ òàêèì æå óðîâíåì ðàçâèòèÿ ðàäèîòåõíèêè), òî ñèñòåìà «Öèêëîï» áûëà áû ñïîñîáíà óëîâèòü ðàäèîïåðåäà÷è, ïðî­âîäèìûå *äðóã äëÿ äðóãà* îáèòàòåëÿìè ýòîé ïëàíåòû!

Ïîêà ïðîåêò «Öèêëîï» íå îñóùåñòâëåí, ãðóïïà àìåðèêàíñêèõ ðàäèîàñòðîíîìîâ ïûòàåòñÿ ïðèíÿòü ðà­äèîñèãíàëû ïðèìåðíî îò 500 áëèæàéøèõ çâåçä (â радиусе до 80 световых лет). Прием ведется на 100метровом параболическом радиотелескопе, одном из крупнейших в мире.

Предпринята и первая попытка активной радиосвязи с инопланетянами. Как уже говорилось, 300метровый радиотелескоп в Аресибо может работать как радиолокатор на волне 10 *см*, причем его сигнал (с помощью радиотелескопов, подобных земным!)может быть уловлен в пределах всей нашей Галактики.

16 ноября 1974 года, когда состоялось официальное открытие радиообсерватории в Аресибо, гигантский радиолокатор послал шифрованное радиосообщение к инопланетянам. В этом сообщении в двоичной системе счисления закодированы важнейшие сведения о Земле и ее обитателях. Сигнал послан на шаровое звездное скопление в созвездии Геркулеса, содержащее около 30000 звезд. Если хотя бы около одной из этих звезд есть высокоразвитая цивилизация , способная принять и расшифровать сигнал, ответ на него мы получим не ранее, чем через 48000 лет — так далеки от нас эти звезды!

И все таки жажда общения со внеземным Разумом так сильна, что все технические и временные трудности кажутся преодолимыми. К тому же разумные наши собратья могут оказаться и по соседству с нами.

**Заключение.**

А с чего все таки началась радиоастрономия!? А началось все с того, что американский радиоинженер Карл Янский в декабре 1931г. Обнаружил какие-то странные радиошумы, мешавшие передаче на волне 14,7 м. Выяснилось, что источником радиопомех было радиоизлучение Млечного Пути.

Во время второй мировой войны радиолокаторы широко вошли в практику и были приняты на вооружение всех армий. В 1943г. Советские академики Л.И. Мандельштам и И.Д. Папалекси теоретически обосновали возможность радиолокации Луны, что и было осуществлено три года спустя. В после военные годы прогресс радиоастрономии приобрел бурный, почти взрывной характер.

Вслед за радиолокацией метеоров (1945) и Венеры (1958) последовала радиолокация Юпитера (1963) и Меркурия (1963). В 1946г. На волне длиной 4,7 м был открыт мощный космический источник радиоизлучения в созвездии Лебедя. Еще годом раньше голландский астрофизик Ван Де Хюлст теоретически обосновал возможность космического излучения на волне длиной 21 см, которое было обнаружено в 1951г. Радиоизлучение Солнца на волне длиной 18,7 м, открытое еще в 1947г., стало одним из важных явлений, характеризующих физическую природу центрального тела Солнечной системы.

Современные радиотелескопы принимают космические радиоволны в шести диапазонах — от субмиллимитрового (длина волны меньше миллиметра) до декаметрового (длина волны более десяти метров). Земная атмосфера пропускает радиоволны в диапазонах от 1, 4 и 8 мм и в интервале от 1 см до 20 м. Иначе говоря, наибольшая пропускаемая атмосферой длина радиоволны в 20000 раз больше наименьшей. Между тем в оптическом диапазоне аналогичное отношение крайних длин электромагнитных волн близко к двум. Таким образом, в этом смысле «радиоокно» в 10000 раз шире оптического «окна».

Для приема космического радиоизлучения имеются различные типы радиотелескопов. Некоторые из них напоминают рефлекторы. В таких радиотелескопах радиоволны собирает металлическое вогнутое зеркало, иногда решетчатое. Как и рефлекторов поверхность его имеет параболическую форму. Зеркало концентрирует радиоволны на маленькой дипольной антенне, облучая ее. По этой причине приемная антенна в радиотелескопах называется облучателем. Меняя облучатель можно вести радиоприем на разных длинах волн. Возникающие в облучателе токи передаются на приемное устройство и там исследуются.

У описанных радиотелескопов применяются два типа установок азимутная и параллактическая. В отличие от рефлекторов, зеркала радиотелескопов имеют очень большие размеры — метры и даже десятки метров. Один из самых больших радиотелескопов с подвижной антенной имеется в Радиоастрономическом институте им. Планка (Германия). Поперечник его зеркала равен 100 м. Еще больше неподвижный радиотелескоп на острове Пуэрто-Рико. Его зеркало сделано из кратера потухшего вулкана, оно имеет поперечник 305 м и занимает площадь более 7 га! В фокусе зеркала на высоте 135 м при помощи специальных стальных мачт укреплена гондола с облучателями. Гондола может перемещаться над зеркалом и потому принимать излучение с достаточно большой зоны неба.

«Ратан-600»— радиоастрономический телескоп Академии наук СССР. Он состоит из 895 отдельных зеркал общей площадью 10000 м2, которые установлены по окружности диаметром 600 м. Специальное устройство из отдельных зеркал позволяет формулировать параболическую поверхность, которая фокусирует космическое радиоизлучение на небольшом облучателе. «Ратан-600» может принимать радиоволны в диапазоне от 8 мм до 30 см.

В радиоастрономии широко применяется давно известный в физике принцип интерференции, т.е. сложение электромагнитных волн с разными фазами.

Радиоастрономия позволила исследовать радиоизлучение отдельных космических тел, а также изучить спиральное строение Галактики. Кроме того, радиоастрономы зафиксировали поразительно малые потоки энергии. Например, за всю полувековую историю радиоастрономии на волне длиной 21 см принято энергии 10-7.

 Использованная лèòåðàòóðà.

Äåòñêàÿ ýíöèêëîïåäèÿ. Èçäàòåëüñòâî «Просвещение»

Çàíèìàòåëüíî îá àñòðàíîìèè. Èçäàòåëüñòâî ÖÊ ÂËÊÑÌ «Ìîëîäàÿ ãâàðäèÿ».

Àñòðîíîìû íàáëþäàþò. Èçäàòåëüñòâî «Íàóêà».

«Ñîâåòñêàÿ Ýíöèêëîïåäèÿ».

Ïàðîëü-ÁÒÀ Èçäàòåëüñòâî «Äåòñêàÿ ëèòåðàòóðà».

Астрономия в ее развитии. Издательство «Просвещение»