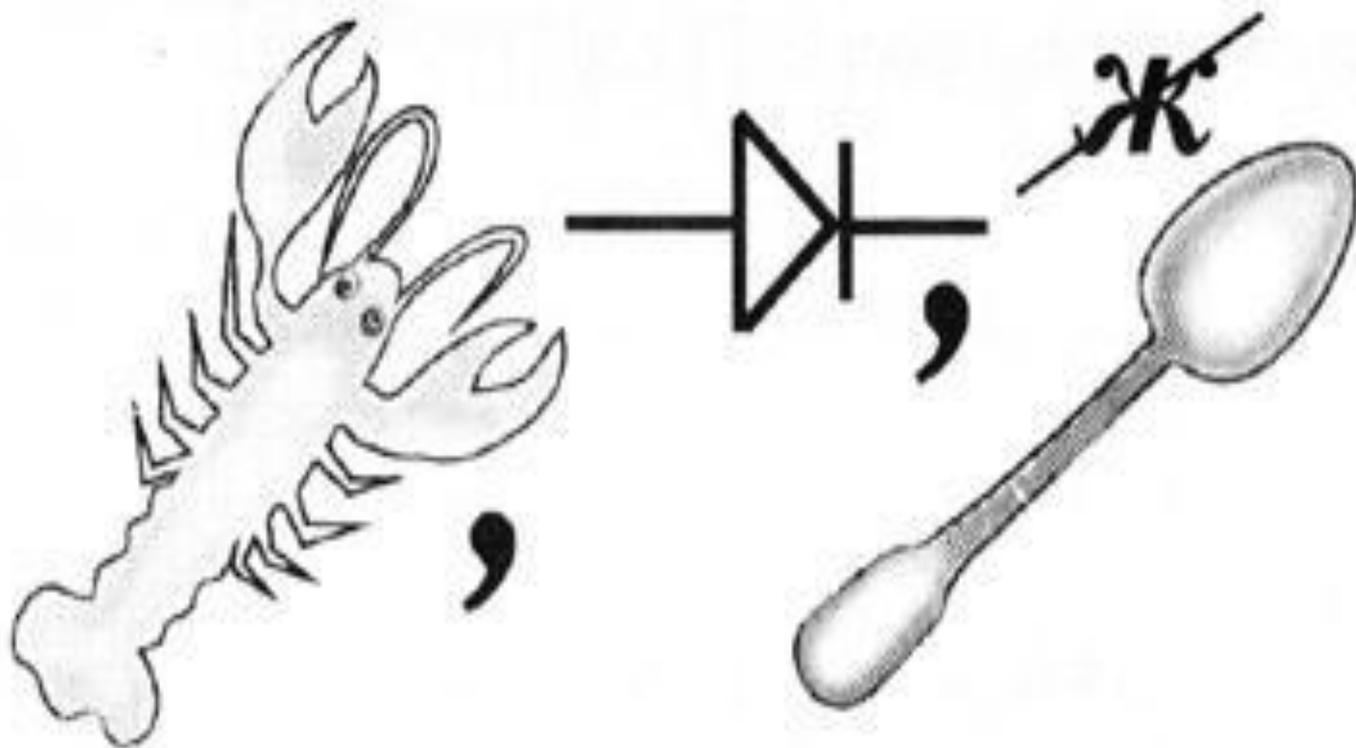


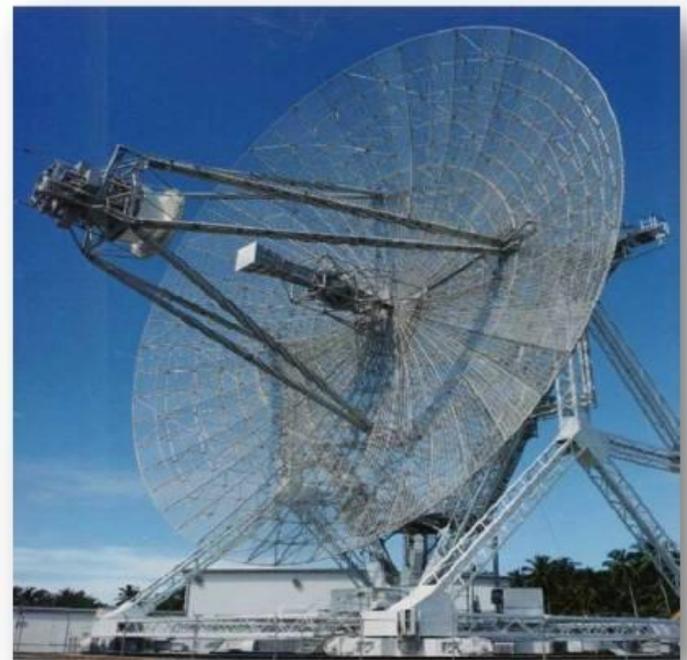
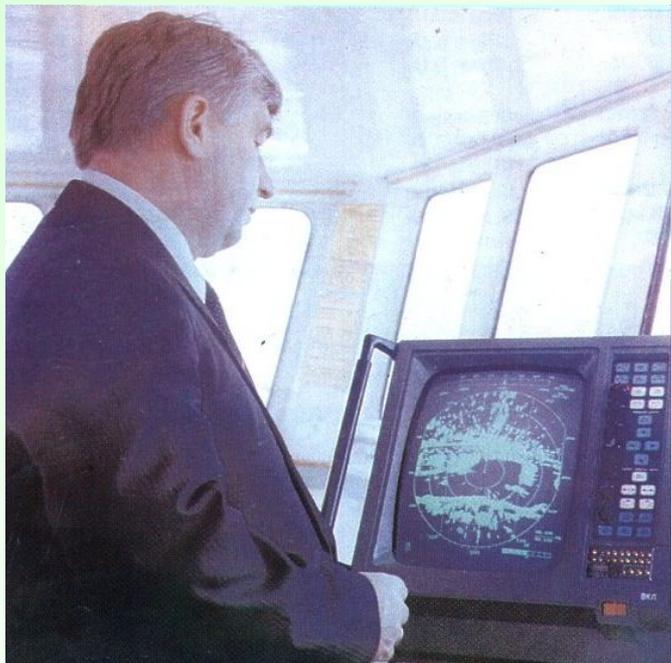
# Радиолокация



РЯР

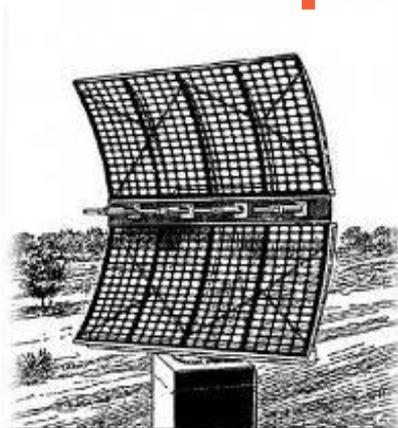
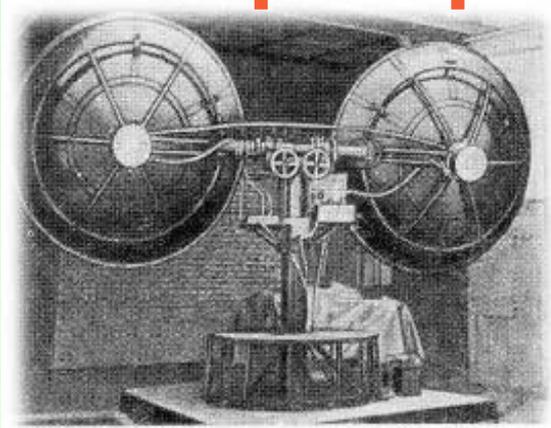
и=d

**Радиолокация** (от латинских слов «radio» - излучаю и «lokatio» – расположение)



**Радиолокация** –  
*обнаружение и  
точное определение  
положения объектов  
с помощью радиоволн.*

# История развития радиолокации



**А. С. Попов в 1897 году во время опытов по радиосвязи между кораблями обнаружил явление отражения радиоволн от борта корабля. Радиопередатчик был установлен на верхнем мостике транспорта «Европа», стоявшем на якоре, а радиоприемник — на крейсере «Африка». Во время опытов, когда между кораблями попадал крейсер «Лейтенант Ильин», взаимодействие приборов прекращалось, пока суда не сходили с одной прямой линии**

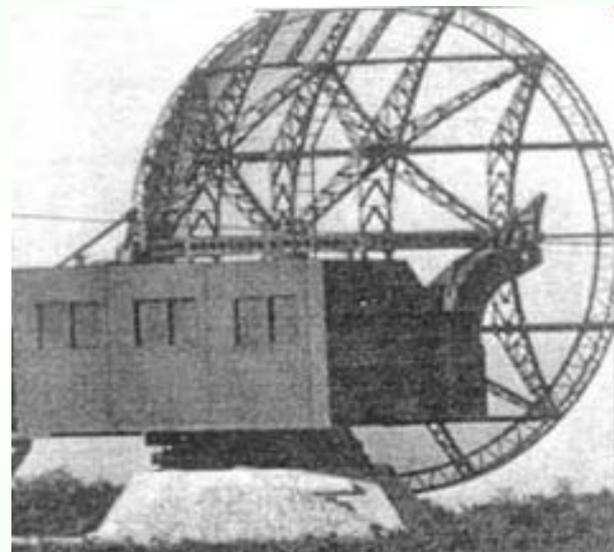
**В сентябре 1922 г. в США, Х.Тейлор и Л. Янг проводили опыты по радиосвязи на декаметровых волнах (3-30 МГц) через реку Потомак. В это время по реке прошел корабль, и связь прервалась - что натолкнуло их тоже на мысль о применении радиоволн для обнаружения движущихся объектов.**

**В 1930 году Янг и его коллега Хайленд обнаружили отражение радиоволн от самолета. Вскоре после этих наблюдений они разработали метод использования радиоэха для обнаружения самолета.**

# **История создания радара (RADAR — аббревиатура Radio Detection And Ranging, т.е. радиообнаружение и измерение дальности)**



**Роберт Уотсон-Уатт (1892 - 1973гг.)**

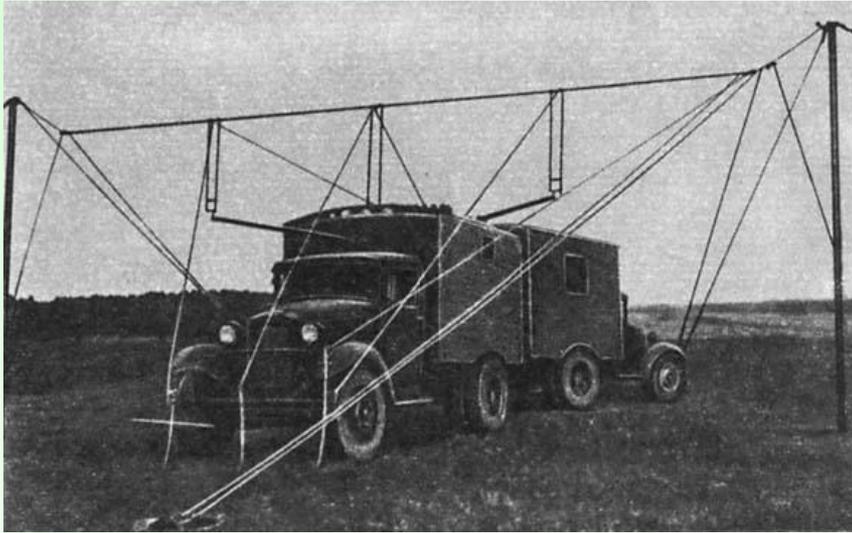


**Шотландский физик Роберт Уотсон-Уатт первый в 1935 г. построил радарную установку, способную обнаружить самолеты на расстоянии 64 км. Эта система сыграла огромную роль в защите Англии от налетов немецкой авиации во время второй мировой войны. В СССР первые опыты по радиообнаружению самолётов были проведены в 1934. Промышленный выпуск первых РЛС, принятых на вооружение, был начат в 1939г. (Ю.Б. Кобзарев).**

# Первые опытные установки

3 января 1934 года в СССР был успешно проведён эксперимент по обнаружению самолёта радиолокационным методом. Самолёт, летящий на высоте 150 метров был обнаружен на дальности 600 метров от радарной установки. Эксперимент был организован представителями Ленинградского Института Электротехники и Центральной Радиолоборатории. Первая опытная установка «Рапид» была опробована в том же году, в 1936 году советская сантиметровая радиолокационная станция «Буря» засекала самолёт с расстояния 10 километров.

# Первые опытные установки



**РУС-1**

В 1937 году в ЛФТИ под руководством Ю.Б. Кобзарева велись разработки импульсных методов радиолокации. В 1938 году на базе опытной установки "Ревень", созданной в Научном исследовательско-испытательном институте связи РККА, были выпущены первые серийные РУС

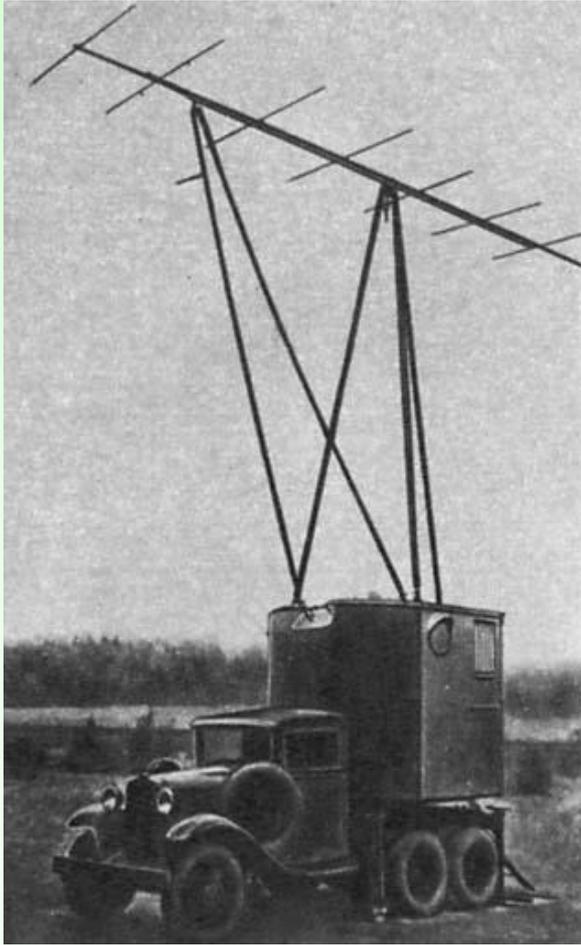
"РУС-1«  
(РадиоУлавливатель Самолетов - 1), которые были применены в ходе советско-финляндской войны 1939-40 года.

# Первые опытные установки



26 июля 1940 года импульсная радиолокационная автомобильная станция дальнего обнаружения "Редут" под индексом "РУС-2" была принята на вооружение. Станция обнаруживала самолеты на расстоянии 120-150 километров.

# Применение радиолокации во время войны



**РУС-2**

- 21 июля 1941 года в 17.00 четыре эшелона Люфтваффе пошли на Москву: более двухсот фашистских самолетов на город, который тогда весь умещался в пределах кольцевой железной дороги...
- На подлете противника обнаружил боевой расчет радиолокационной станции «РУС-2» войск ПВО под Можайском - «радиоуправлятели самолетов» молодого советского инженера Ощепкова. Фашистов встретили наши зенитки, в небо поднялись истребители. Бой продолжался пять часов, и, потеряв 20 самолетов, армада развернулась прочь от Москвы

# Станция орудийной наводки СОН-2а (излучающая установка)



Первую проверку созданная станция прошла в боевых порядках зенитной артиллерии Московской зоны ПВО в конце 1942 г.

Второй образец станции был направлен на НИЗАП ГАУ и под руководством инженеров-испытателей Г. И. Кожевникова и С. Н. Олейниченко проходил полигонные испытания, показав на волне 4 м и мощности излучения в импульсе 250 кВт следующие характеристики: дальность обнаружения самолета от 20 до 40 км (при высоте полета от 1000 до 4000 м); точность определения расстояний до самолета – от 25 до 70 м.

# Эффективность применения СОН -2а



...Бомбардировщики 2-й воздушной армии люфтваффе шли на Москву с юго-запада со стороны Смоленска. Впереди летела авиагруппа из эскадры LG 52. Всего в налете принимало участие около 100 самолетов. За 200 км до Москвы их засекли посты ВНОС (служба воздушного наблюдения, оповещения и связи). Эти посты охватывали Москву кольцом шириной 200-250 км. Днем они наблюдали за воздушной обстановкой визуально, а ночью определяли ее с помощью звукоулавливателей.

# Эффективность применения СОН -2а



85-мм зенитная пушка образца  
1939 года (52-К)

Но вдруг совсем рядом с самолетами эскадры начали разрываться снаряды. Вот уже один из бомбардировщиков отвернул в сторону. Это не было похоже на заградительный огонь. Стрельба явно велась прицельно. Среди пилотов началась паника — русские применили какое-то новое оружие. Хваленая эскадра, неоднократно «взламывающая» противовоздушную оборону многих городов Европы, не выдержала и повернула назад.

# Промышленное производство приборов радиобнаружения

17 января 1942 г. ГАУ и Наркомат электропромышленности (НКЭП) СССР совместно внесли на утверждение Государственного Комитета Обороны (ГКО) проект постановления «О промышленной базе для производства приборов радиобнаружения и пеленгации самолетов». 10 февраля 1942 года ГКО принял постановление о создании в системе НКЭП специального завода-института по изготовлению радиолокационных станций орудийной наводки (СОН).

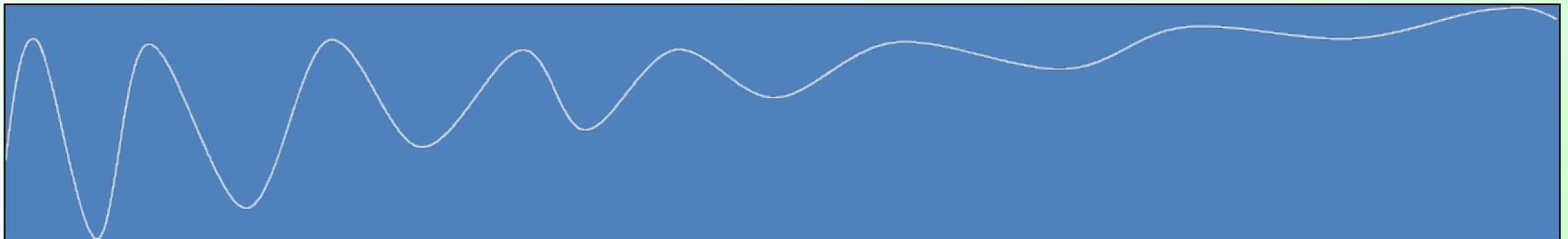


Выделяют два вида радиолокации:

- Пассивная радиолокация основана на приёме собственного излучения объекта ;
- Активная радиолокация:

радар излучает свой собственный зондирующий импульс и принимает его отражённым от цели.

В зависимости от параметров принятого сигнала определяются характеристики цели.



**Радиолокация основана на явлении отражения радиоволн от различных объектов.**

**Заметное отражение возможно от объектов в том случае, если их линейные размеры превышают длину электромагнитной волны. Поэтому радары работают в диапазоне СВЧ ( $10^8$ - $10^{11}$  Гц). А так же мощность излучаемого сигнала  $\sim \omega^4$ .**



# Антенна радиолокатора

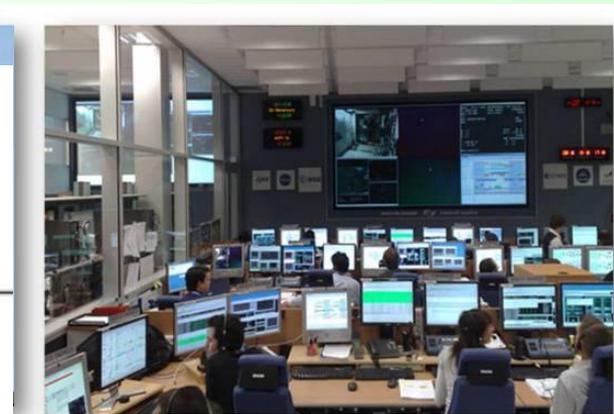
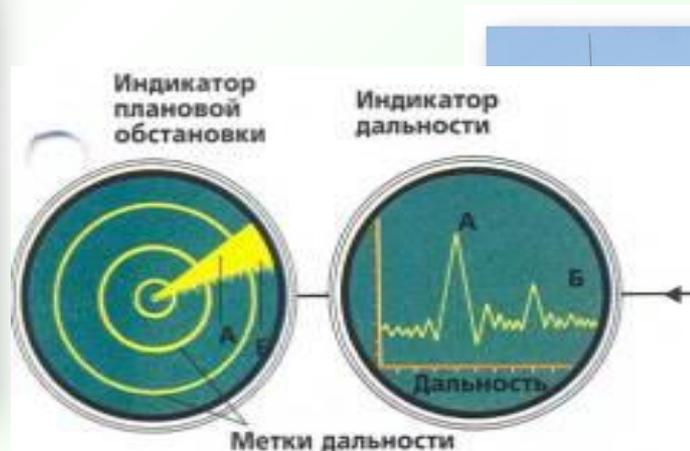
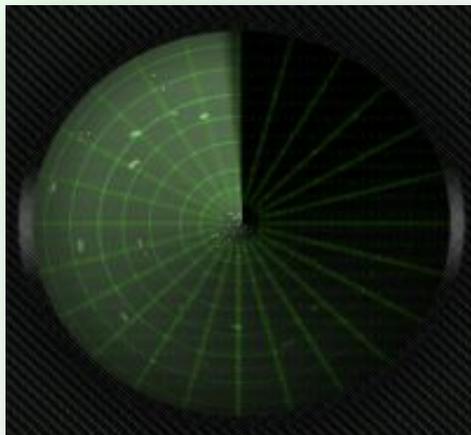


Для радиолокации используются антенны в виде параболических металлических зеркал, в фокусе которых расположен излучающий диполь. За счет интерференции волн получается остронаправленное излучение. Она может вращаться и изменять угол наклона, посылая радиоволны в различных направлениях. Одна и та же антенна попеременно автоматически с частотой импульсов подключается то к передатчику, то к приёмнику.

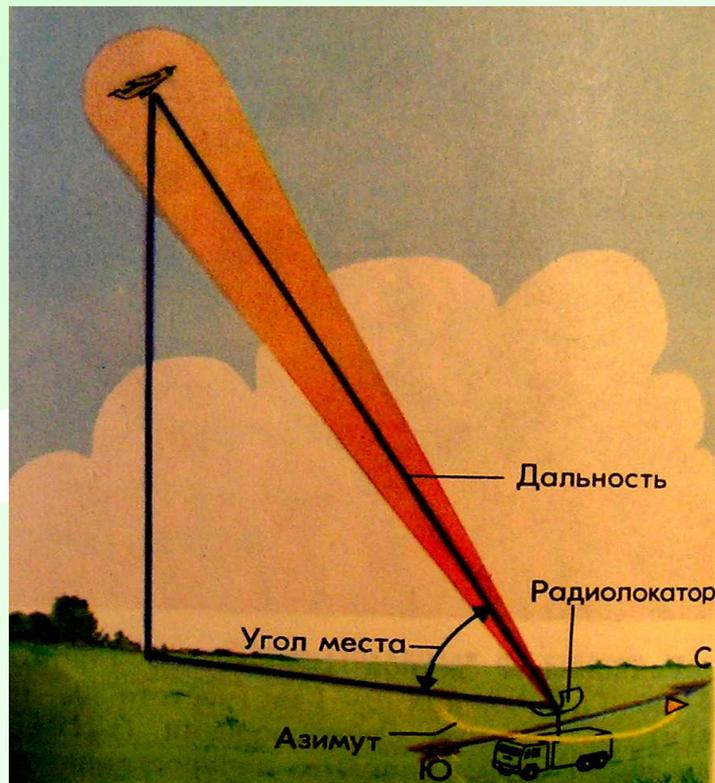


# Работа радиолокатора

- Передатчик вырабатывает короткие импульсы переменного тока СВЧ (длительность импульсов  $10^{-6}$  с, промежуток между ними в 1000 раз больше), которые через антенный переключатель поступают на антенну и излучаются.
- В промежутках между излучениями антенна принимает отраженный от объекта сигнал, подключаясь при этом ко входу приемника. Приёмник выполняет усиление и обработку принятого сигнала. В самом простом случае результирующий сигнал подаётся на лучевую трубку (экран), которая показывает изображение, синхронизированное с движением антенны. Современный радар включает в себя компьютер, который обрабатывает принятые антенной сигналы и отображает их на экране в виде цифровой и текстовой информации.



# Определение расстояния до объекта



$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с} \quad S = \frac{ct}{2}$$

$S$  – расстояние до объекта,  
 $t$  – время распространения  
радиоимпульса к объекту и  
обратно

Зная ориентацию антенны во время обнаружения цели, определяют её координаты. По изменению этих координат с течением времени определяют скорость цели и рассчитывают её траекторию.

**Различные РЛС...** например такие огромные



... передвижные ...



. . ну и совсем портативные.



# Применение радиолокации

*Авиация*



По сигналам на экранах радиолокаторов диспетчеры аэропортов контролируют движение самолётов по воздушным трассам, а пилоты точно определяют высоту полёта и очертания местности, могут ориентироваться ночью и в сложных метеоусловиях.

# Основное применение радиолокации – это ПВО.

Главная задача - наблюдать за воздушным пространством, обнаружить и вести цель, в случае необходимости навести на нее ПВО и авиацию.



# Крылатая ракета (беспилотный летательный аппарат однократного запуска)



Управление ракетой в полете полностью автономное. Принцип работы её системы навигации основан на сопоставлении рельефа местности конкретного района нахождения ракеты с эталонными картами рельефа местности по маршруту ее полета, предварительно заложенными в память бортовой системы управления.



Радиовысотомер обеспечивает полет по заранее заложенному маршруту в режиме обгибания рельефа за счет точного выдерживания высоты полета: над морем - не более 20 м, над сушей - от 50 до 150 м (при подходе к цели - снижение до 20 м). Коррекция траектории полета ракеты на маршевом участке осуществляется по данным подсистемы спутниковой навигации и подсистемы коррекции по рельефу местности.



# Самолёт - невидимка

«Стелс»-технология уменьшает вероятность того, что самолет будет запеленгован противником. Поверхность самолёта собрана из нескольких тысяч плоских треугольников, выполненных из материала, хорошо поглощающего радиоволны. Луч локатора, падающий на нее, рассеивается, т.е. отражённый сигнал не возвращается в точку, откуда он пришёл (к радиолокационной станции противника).

# Радар для измерения скорости движения транспорта



Одним из важных методов снижения аварийности является контроль скоростного режима движения автотранспорта на дорогах. Первыми гражданскими радарными для измерения скорости движения транспорта американские полицейские пользовались уже в конце Второй мировой войны. Сейчас они применяются во всех развитых странах.



Метеорологические радиолокаторы **для прогнозирования погоды**. Объектами радиолокационного обнаружения могут быть облака, осадки, грозовые очаги. Можно прогнозировать град, ливни, шквал.

# Применение в космосе



В космических исследованиях радиолокаторы применяются для управления полётом и слежения за спутниками, межпланетными станциями, при стыковке кораблей. Радиолокация планет позволила уточнить их параметры (например расстояние от Земли и скорость вращения), состояние атмосферы, осуществить картографирование поверхности.

# Радиолокация в космосе

- С появлением РЛС люди впервые смогли получить фотографии поверхности Венеры:

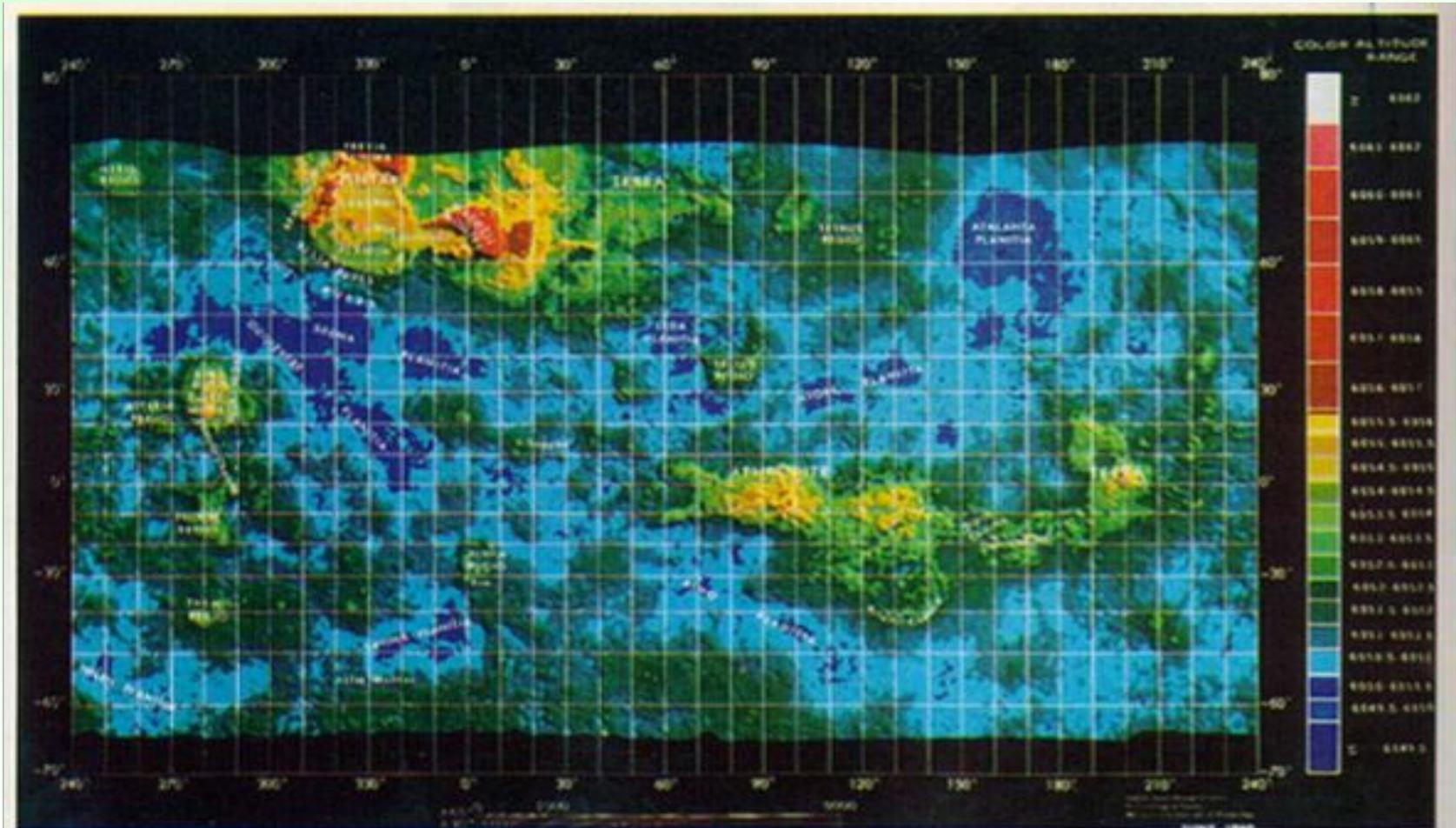
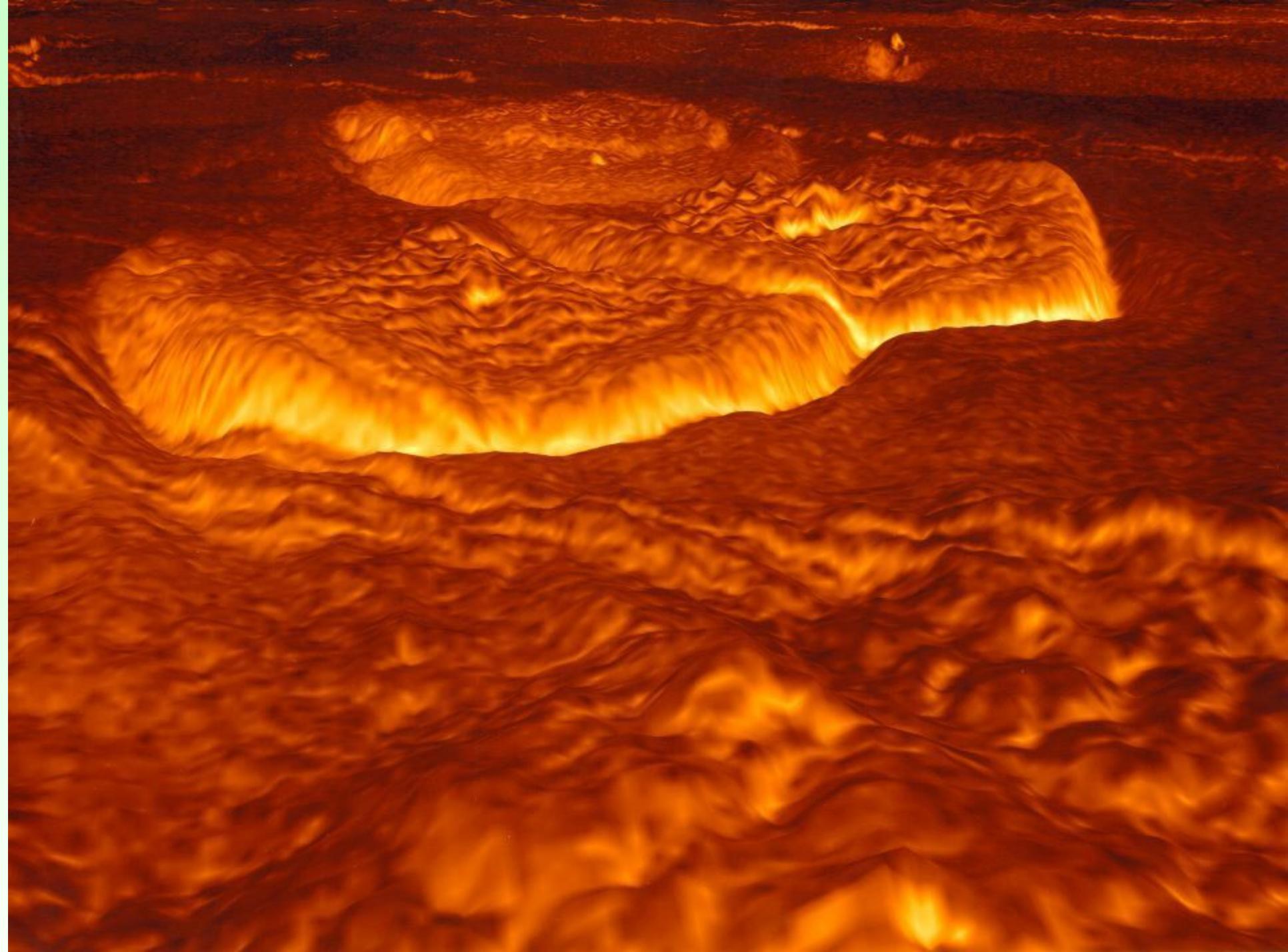


Фото 8. Карта поверхности Венеры в пределах пояса широт от  $-65^\circ$  до  $75^\circ$ , составленная по данным радиоальтиметрии с аппарата «Пионер—Венера»





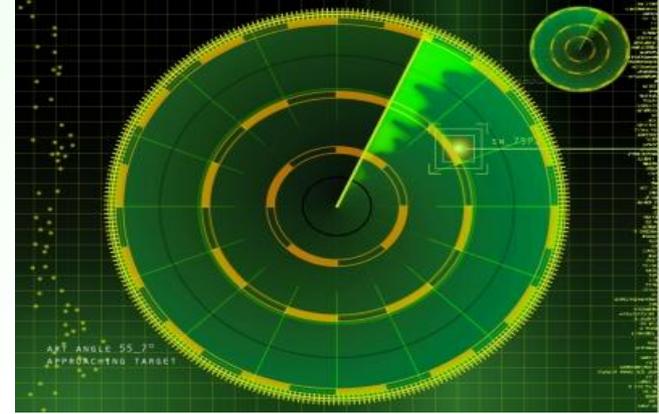
# Радиолокация в устранении экологических катастроф



**Рис. 1.** Радиолокационное изображение акватории Северной Атлантики у банки Галисия в районе катастрофы танкера "Престиж". Изображение получено с ИСЗ ERS-2 в ноябре 2002 г. Справа на рисунке отчетливо в светлых тонах виден рельеф побережья Испании; выделяются бухты, глубоко врезающиеся в сушу. Для чистой морской поверхности характерен состояния слабоконтрастный серый фон. Темные пятна на этом фоне - поверхностные пленки нефтяных загрязнений, белые точки - морские суда. От танкера "Престиж" - белой точки в юго-западной части снимка - в северо-восточном направлении тянется темный шлейф, который разделяется на два рукава - северный и восточный. Хорошо видны отдельные темные пятна эмульсии топлива, образовавшиеся в результате утечки из танков "Престижа" в первые дни аварии. © ESA 2002.

# Закрепление.

- Что называется радиолокацией?
- Какие явления лежат в основе радиолокации?
- Почему передатчик радиолокационной установки должен излучать волны кратковременными импульсами через равные промежутки?
- Чем достигается острая направленность излучения радиолокатора?
- Чем определяется минимальное и максимальное расстояние, на котором может работать радиолокатор?



# Закрепление. Решение задач

1. Чему равно расстояние от Земли до Луны, если при её радиолокации отражённый радиоимпульс возвратился на Землю через 2,56 с от начала его посылки?
2. Определите длительность испускаемого импульса, если минимальное расстояние, на котором может работать данная радиолокационная станция 6 км.
3. Продолжительность радиоимпульса при радиолокации равна  $10^{-6}$  с. Сколько длин волн составляет один импульс, если частота волны 50 МГц?