

Радиолокация



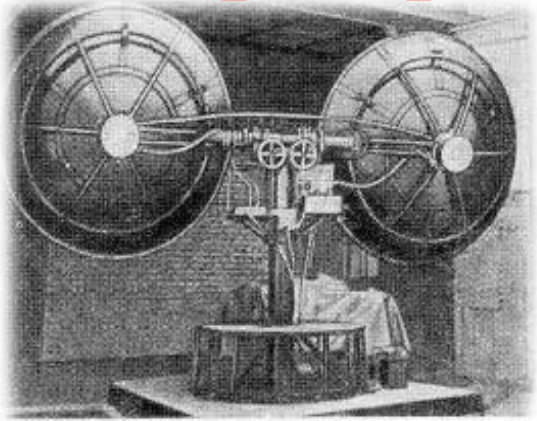
Радиолокация

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

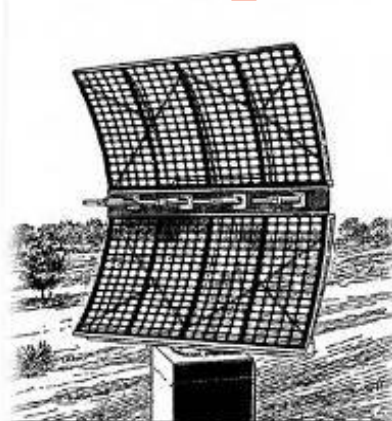
Радиолокация –
обнаружение и точное
определение
положения объектов с
помощью радиоволн.



История развития радиолокации



Первый экспериментальный радиоскатель для зенитной артиллерии.



Антенна радиолокатора на корабле.

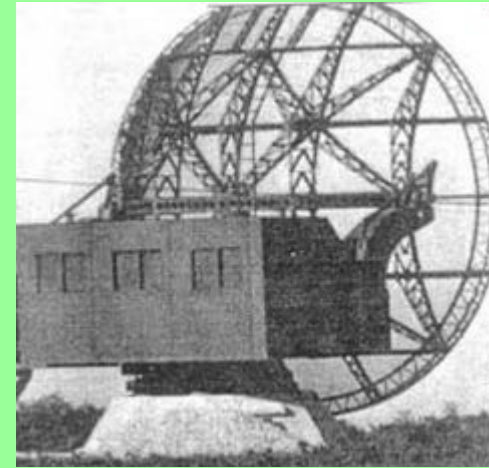


А. С. Попов в 1897 году во время опытов по радиосвязи между кораблями обнаружил явление отражения радиоволн от борта корабля. Радиопередатчик был установлен на верхнем мостике транспорта «Европа», стоявшем на якоре, а радиоприемник — на крейсере «Африка». Во время опытов, когда между кораблями попадал 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. радиобнаружение 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 радиобнаружению самолётов были проведены в 1934. Промышленный выпуск первых РЛС, принятых на вооружение, был начат в 1939г. (Ю.Б. Кобзарев).

Радиолокация основана на свойстве радиоволн отражаться от различных объектов.

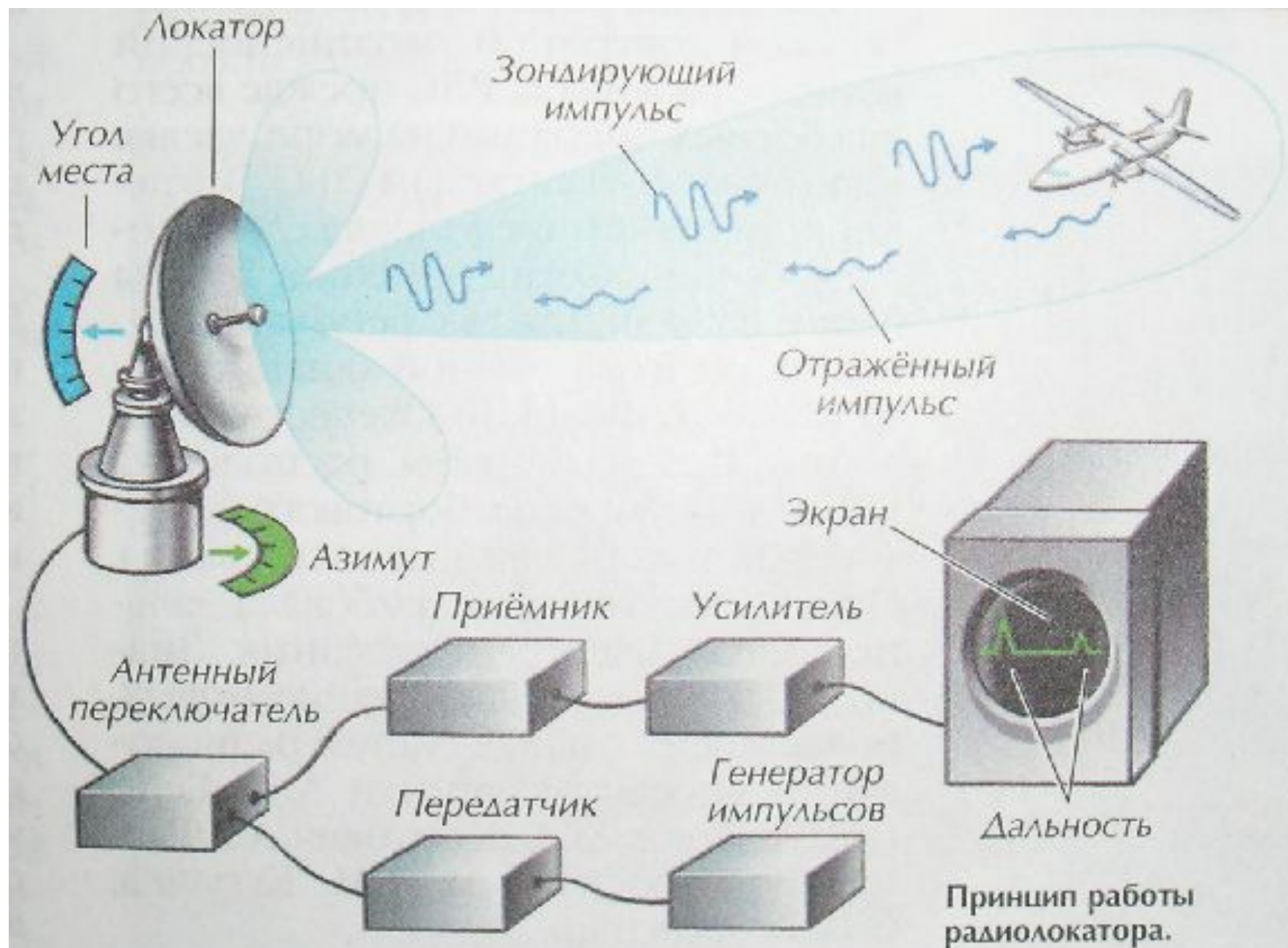
Заметное отражение возможно от объектов в том случае, если их линейные размеры превышают длину электромагнитной волны. Поэтому радары работают в диапазоне СВЧ (10^8 - 10^{11} Гц). А так же мощность излучаемого сигнала $\sim \omega^4$.



Антенна радиолокатора

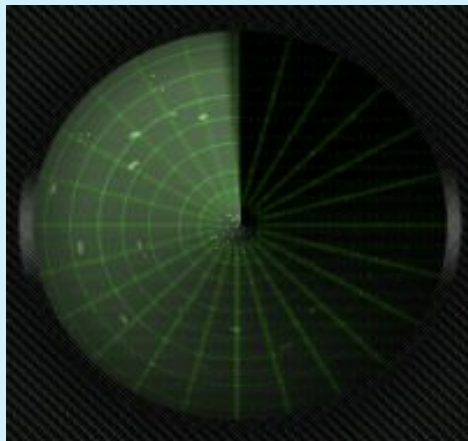


Для радиолокации используются антенны в виде параболических металлических зеркал, в фокусе которых расположен излучающий диполь. За счет интерференции волн получается остронаправленное излучение. Она может вращаться и изменять угол наклона, посылая радиоволны в различных направлениях. Одна и та же антенна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

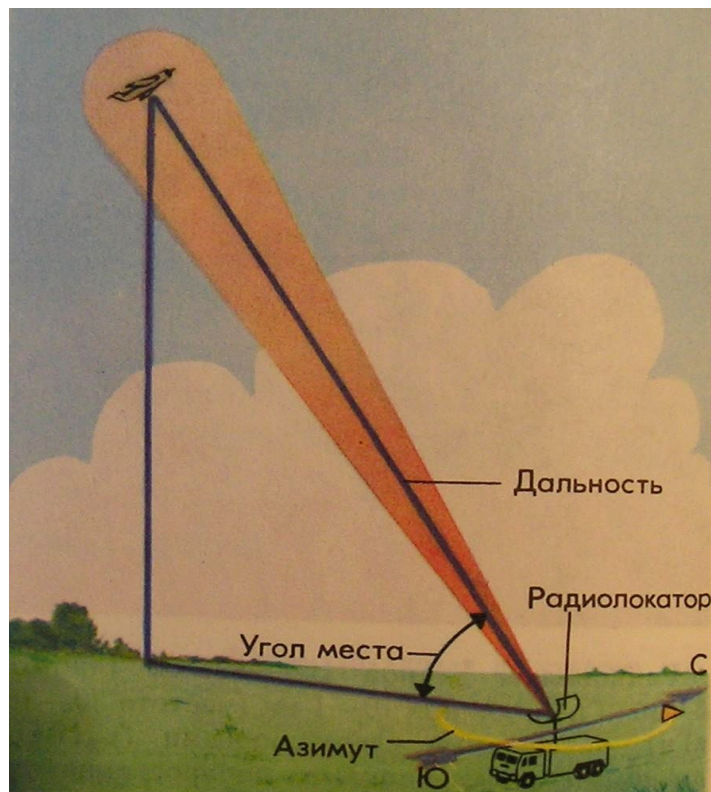


Работа радиолокатора

- 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



$$S = \frac{ct}{2}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

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.

Глубина разведки радиолокатора

Минимальное расстояние, на котором можно обнаружить цель
(время распространения сигнала туда и обратно должно быть больше или равно длительности импульса)

$$l_{\min} = \frac{c\tau}{2} \quad \tau \text{ -длительность импульса}$$

Максимальное расстояние, на котором можно обнаружить цель
(время распространения сигнала туда и обратно не должно быть больше периода следования импульсов)

$$l_{\max} = \frac{cT}{2} \quad T\text{-период следования импульсов}$$

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 огибания 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.

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?**