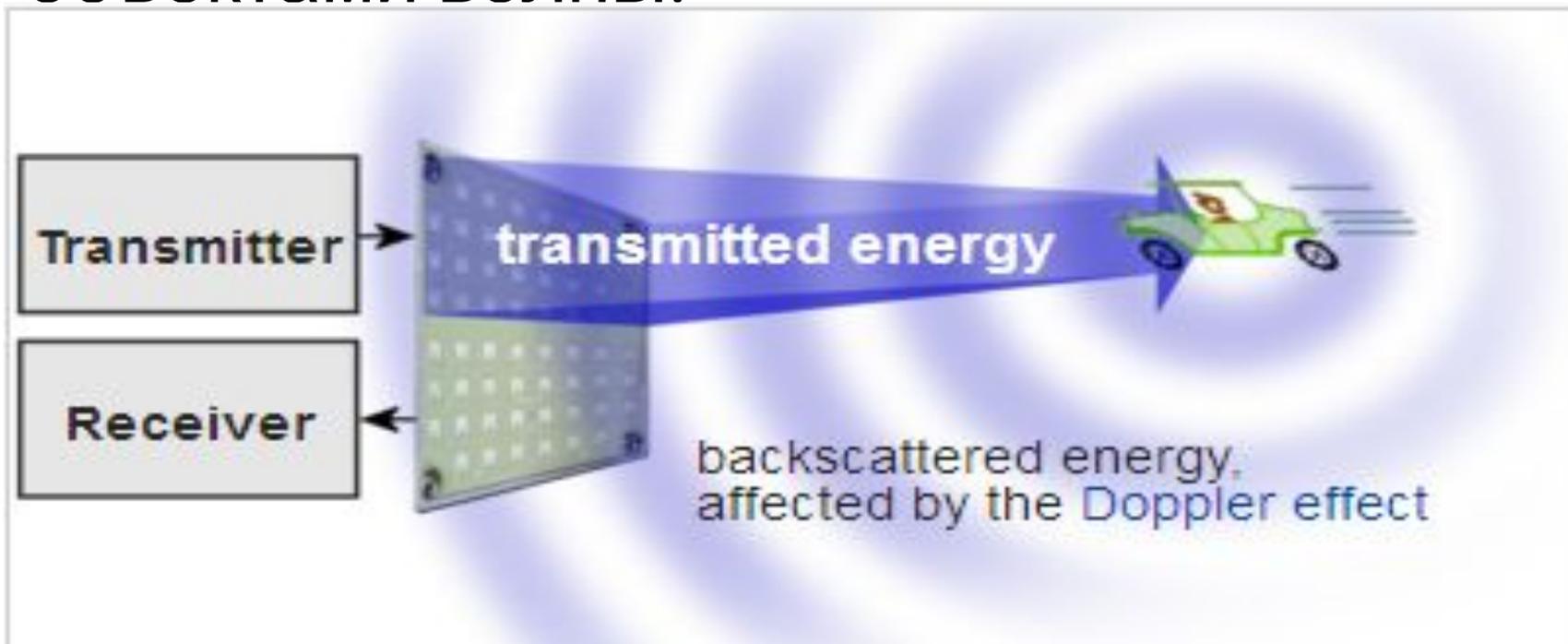


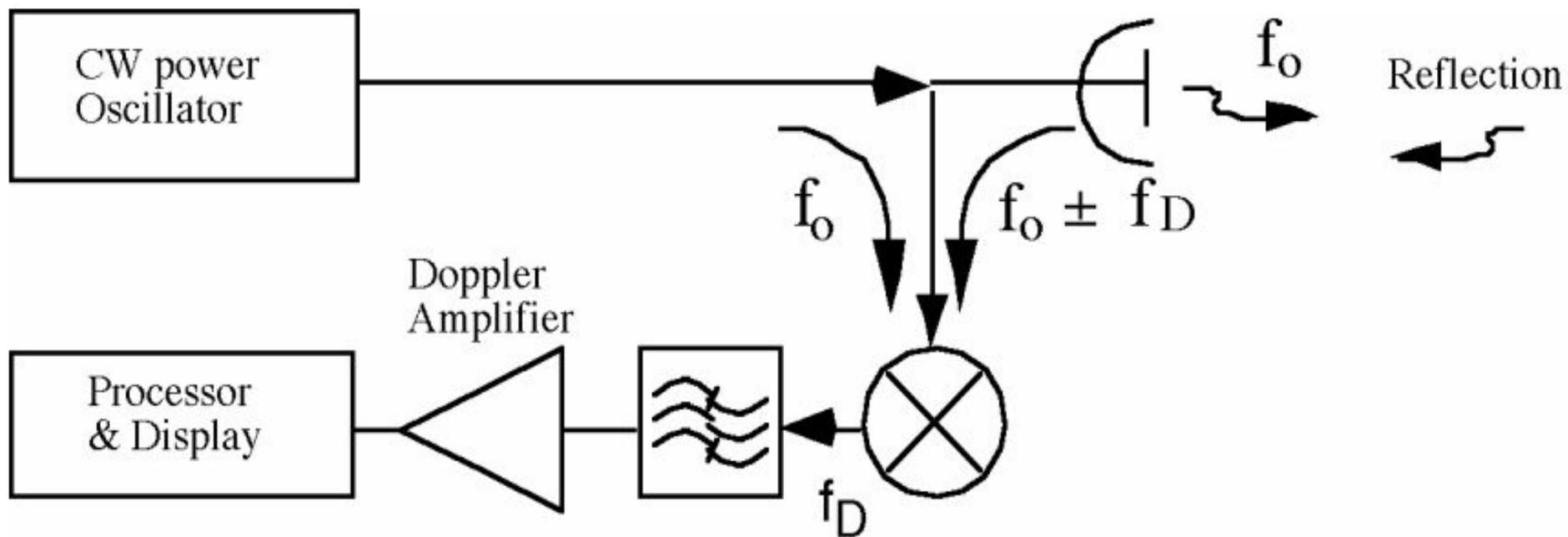
**Лекція 21.**  
**РАДАР НЕПЕРЕРВНОЇ ДІЇ.**  
**CONTINUOUS WAVE RADAR.**  
**(CW-Radar).**

# РЛС непрерывного излучения

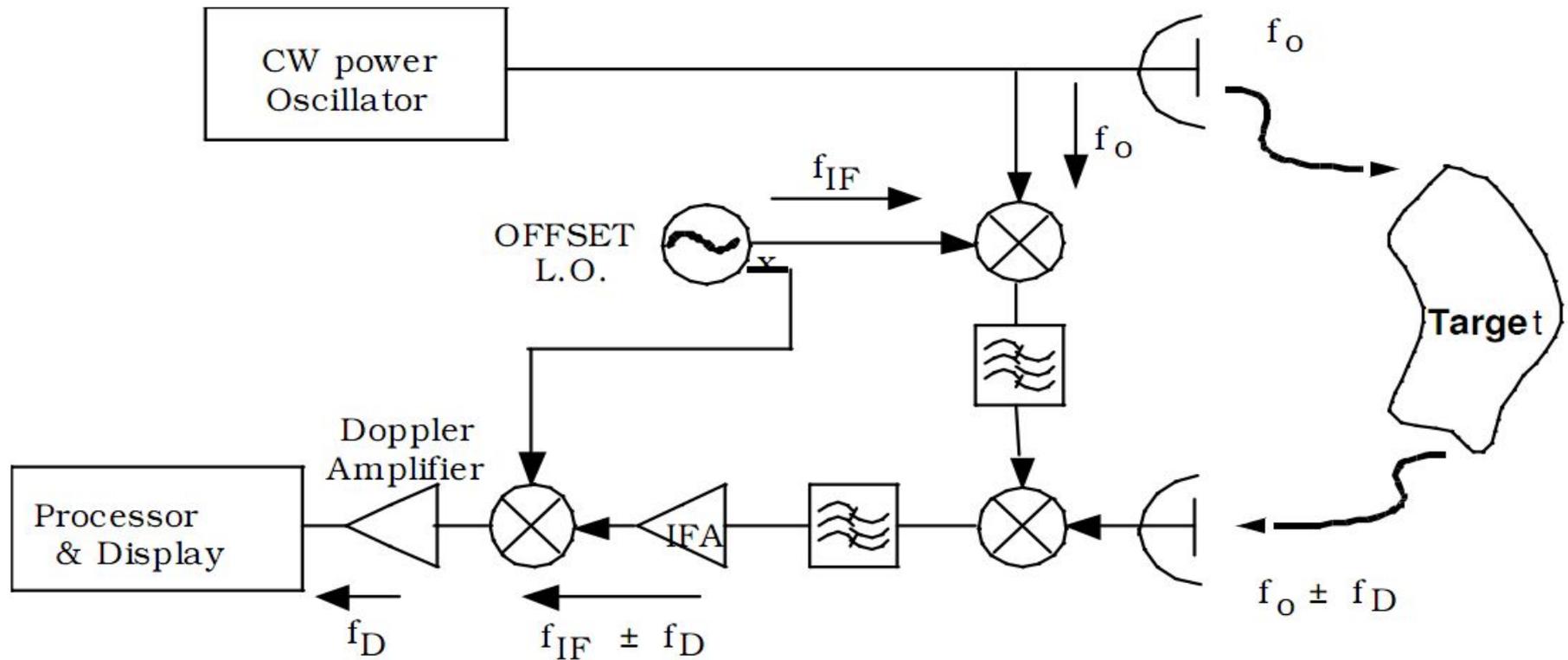
РЛС непрерывного излучения является разновидностью радиолокационной системы, которая **непрерывно излучает радиоволну определённой стабильной частоты**, а затем принимает отражённые объектами волны.



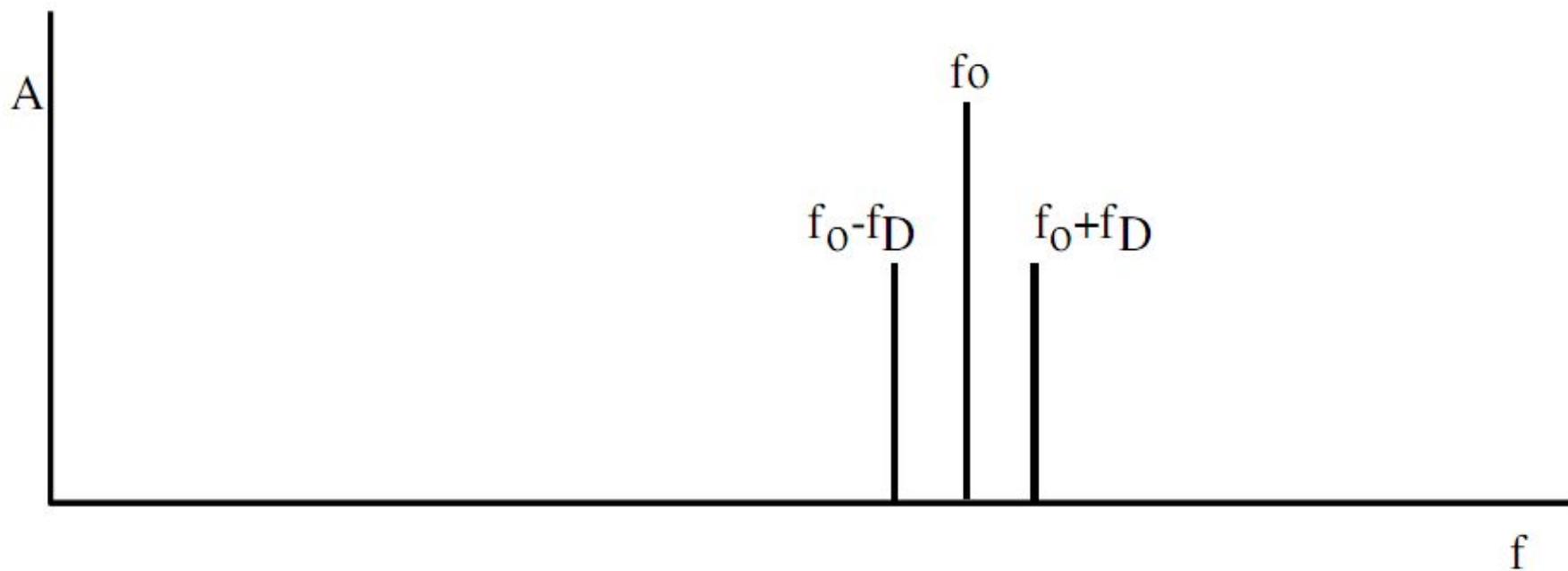
РЛС непрерывного излучения (CW) **использует эффект Доплера**, что делает её **невосприимчивой к помехам** от крупных стационарных объектов и медленно движущихся пассивных помех.



Блок-схема простейшего CW радара



Блок-схема CW радара с промежуточной частотой



Типичный сигнал CW радара

# Применения

- **Недорогие** радиовысотомеры, бесконтактные датчики и спортивные устройства, которые работают от нескольких десятков метров до нескольких километров.
- **Дорогостоящие** системы раннего предупреждения с дальностью больше 100 км (CWAT - CW angle track радар зенитно-ракетных комплексов).

# Основное преимущество CW

радаров состоит в том, что **энергия не излучается импульсами.**

Он гораздо **проще в изготовлении и эксплуатации.**

CW радары **не имеют ни минимальной, ни максимальной**

**дальности**, хотя мощность

передатчика накладывает

практическое ограничение на радиус

действия.

Военные используют непрерывный радар, чтобы **наводить полуактивные ракеты воздух-воздух** (такие как AIM-7 Sparrow и стандартные ракеты США). Самолет, с которого запускается ракета, подсвечивает цель с помощью сигнала CW радара.

по отраженным от цели радиолокационным волнам. Поскольку ракета движется с высокими скоростями по отношению к самолету, **существует сильный доплеровский сдвиг.**

Большинство современных радаров для воздушного боя имеют CW функцию для наведения ракет на цель.

**Максимальная дальность** действия радара непрерывного излучения определяется общей полосой пропускания и мощностью передатчика.

Полоса определяется двумя факторами:

- Передаваемой **плотностью энергии** (Ватт на Герц).
- Полосой пропускания фильтров приемника.

Удвоение мощности передатчика повышает дальность радара примерно на 20%.

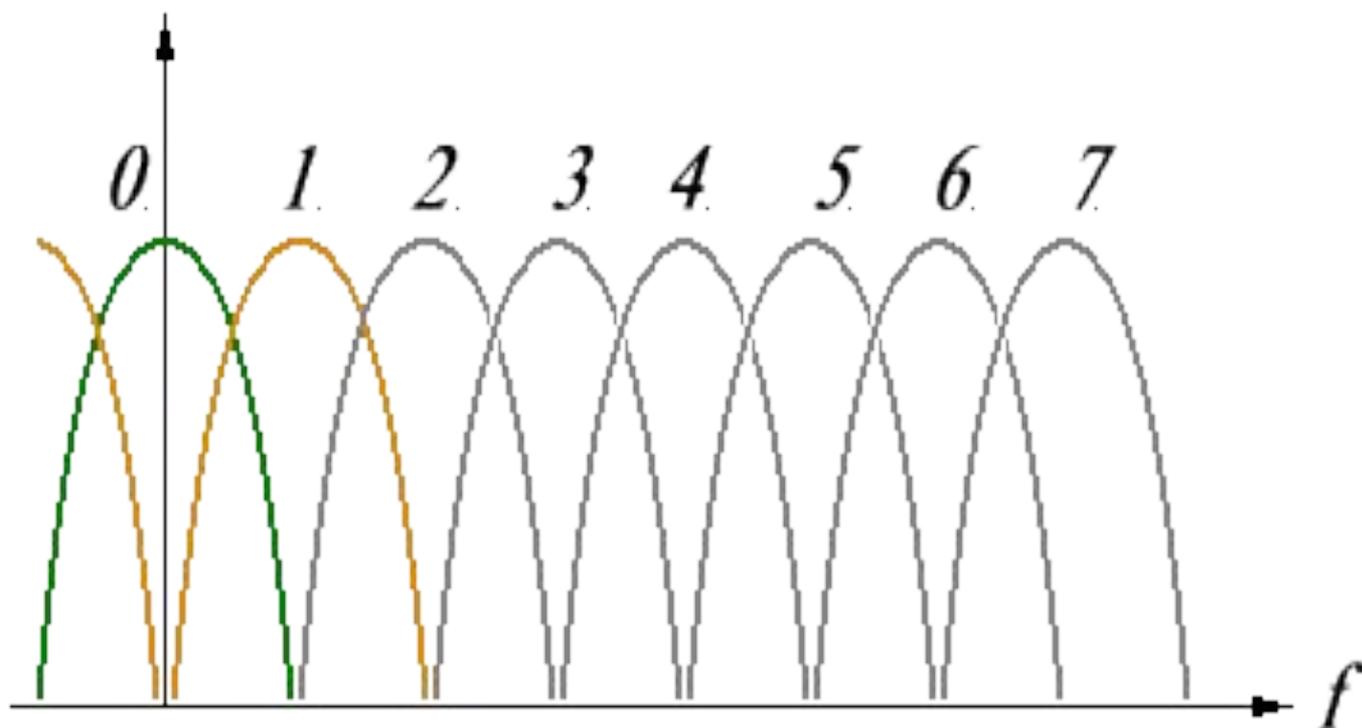
Снижение общего шума FM-передатчика в два раза даёт тот же эффект.

Приемники, используемые в СВ радарах, в частотной области очень отличаются от приемников обычных радаров.

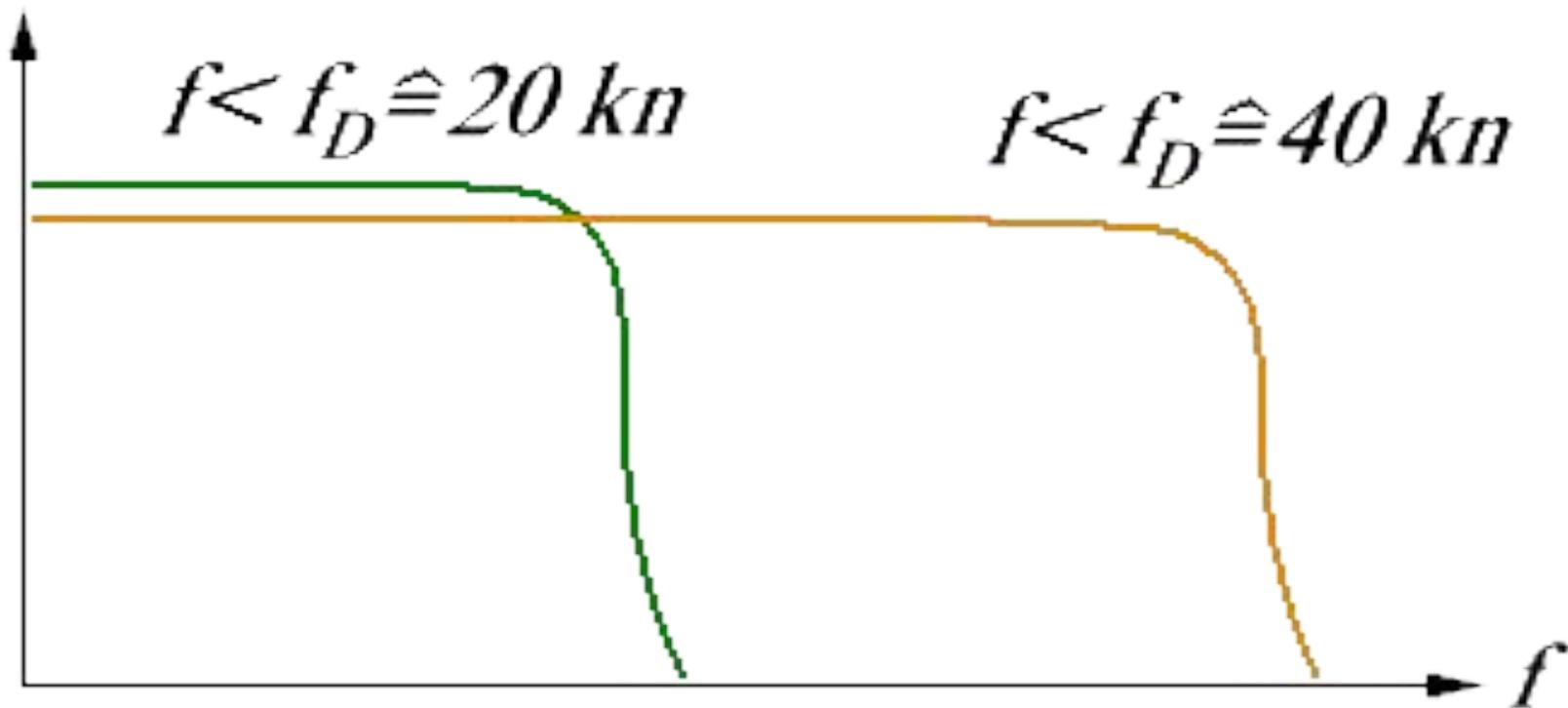
Приемник в СВ радарах состоит **из банка фильтров**, как правило, больше, чем 100.

**Число фильтров определяет максимальную дальность.**

Удвоение количества приемных фильтров повышает дальность действия СВ радара примерно на 20%.



Частотный отклик типичного доплеровского банка фильтров для случая  $N = 8$ .



Частотная характеристика  
доплеровских фильтров

which is equal to exactly 1.852 km/h and approximately 1.151 mph.

The abbreviation **kn** is preferred by members of the [International Hydrographic Organization](#) (IHO), which includes all major seafaring nations. However, the abbreviations **kt** (singular) and **kts** (plural) are also widely used. The knot is a non-[SI unit](#) (plural) are also widely used. The knot is a non-SI unit accepted for use with the [SI](#) (plural) are also widely used. The knot is a non-SI unit accepted for use with the SI. Worldwide, the knot is used in [meteorology](#) (plural) are also widely used. The knot is a non-SI unit accepted for use with the SI. Worldwide, the knot is used in meteorology, and in [maritime](#) (plural) are also widely used. The knot is a non-SI unit accepted for use with the SI. Worldwide, the knot is used in meteorology, and in maritime and [air](#) (plural) are also widely used. The knot is a non-SI unit accepted for use with the SI. Worldwide, the knot is used in meteorology, and in maritime and air navigation—for example, a vessel travelling at 1 knot along a [meridian](#) (plural) are also widely used. The knot is a non-SI unit accepted for use with the SI. Worldwide, the knot is used in meteorology, and in maritime and air navigation—for example, a vessel travelling at 1 knot along a meridian travels

# Типы РЛС непрерывного излучения

Существуют **два типа** РЛС непрерывного излучения: немодулированные непрерывного излучения (**CW**) и частотно-модулированные РЛС непрерывного излучения (**FM CW**).

# Немодулированные РЛС непрерывного излучения

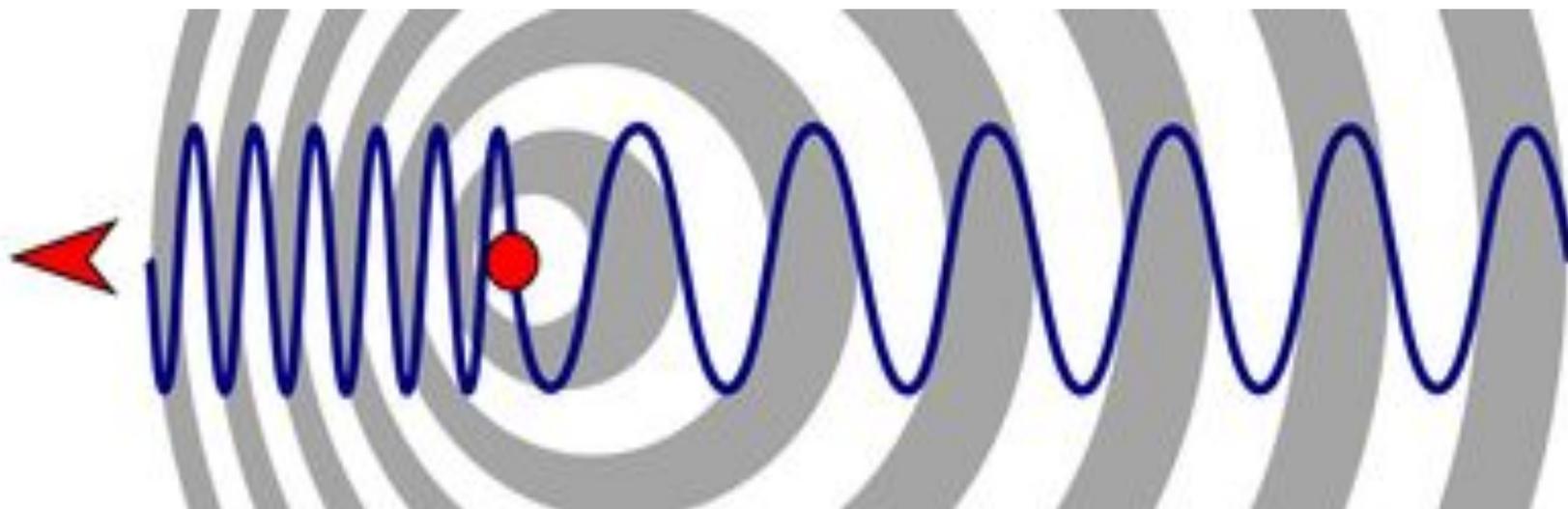
Этот вид радара может стоить меньше \$ 100.

**Частота эхо-сигнала сдвинута** по отношению к частоте передаваемого сигнала вследствие эффекта Доплера из-за движения объектов. При этом **невозможно определить расстояние.**

Этот тип РЛС обычно используется в таких видах спорта, как гольф, теннис, бейсбол, и автогонки.

Доплеровская частота зависит от скорости электромагнитных волн в воздухе ( $c'$  немного меньше, чем в вакууме) и скорости цели  $v$ :

$$f_d \approx 2v \frac{f_t}{c'}$$

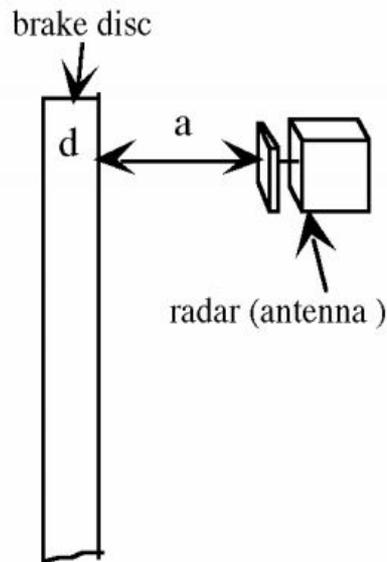


Изменение длины волны, вызванное движением источника

Непрерывный радар без FM модуляции обнаруживает только движущиеся объекты, поскольку неподвижные объекты не создают доплеровского сдвига частоты. Отраженные сигналы от стационарных и медленно движущихся объектов маскируются передаваемым сигналом, который подавляет отражения от медленно движущихся объектов при обычной работе.

### 7.1.3 Range Measurement with CW Radar

Range measurement with CW radar is only possible over the range of the uniqueness of the signal (meaning the range  $\lambda/2$ ), however, when in this range, quite exact. Thus CW radar is suitably outstanding for position control and/or range measurement in automatic control engineering. As an example, the measurement of the wear of a brake disc of a passenger car is represented in Figure 7.6.



**Figure 7.6** Distance measurement with CW radar

The phase shift of the reflected wave received at the radar amounts to:

$$\Delta\varphi = 2\pi \frac{2a}{\lambda_0} = 2\pi \frac{2(a_0 + \text{friction wear})}{\lambda_0} \quad (7.4)$$

Here is the  $a_0$  initial setting. The phase measurement with a precision of  $3^\circ$  to  $5^\circ$  is quite possible. As an example, a sensor is regarded with 24 GHz, with which  $5^\circ$  correspond to the change in phase of a of distance variation of approximately  $40 \mu\text{m}$ . Thus the wear due to friction can be controlled very exactly.

For the measurement of larger ranges and distances, an amplitude modulation (AM) can be modulated on the CW signal and for the analysis, the phase of the AM can be determined. The use of two or more sequential CW signals, with a frequency offset of  $\Delta f$ , is also possible (stepped frequency CW radar).

END.

