

# Радиолокация в астрономии

- Один из методов исследования небесных тел в Солнечной системе. Позволяет определять скорости и расстояния до них, размеры, элементы вращения, свойства поверхности.
- В отличие от пассивных астрономических наблюдений, когда анализируется собственное или рассеянное излучение, при радиолокации информация получается путём сравнения зондирующего радиосигнала, параметры которого известны, с эхосигналом.

# Радиотелескоп РТ-70, Евпатория, Крым



Может работать как в пассивном,  
так и в активном режимах

Диаметр зеркала 70 м  
Рабочий диапазон: 6-39 см  
Угловое разрешение: 2-18 угл. мин.

Мощность передатчика: 100 кВт

Точность измерений: по дальности 20 м  
по скорости 2 мм/с

Участвовал в изучении Венеры,  
Марса, астероидов и других небесных тел,  
а также в передаче посланий внеземным  
цивилизациям )

# Обсерватория Аресибо, Пуэрто-Рико



Один из крупнейших радиотелескопов, может работать как в пассивном, так и в активном режимах

Диаметр зеркала 305 м  
Рабочий диапазон: 3 см -- 1 м

Мощность передатчика: 500 кВт

Помимо многочисленных открытий пульсаров, использовался для радиолокационного изучения Меркурия, Венеры и астероидов

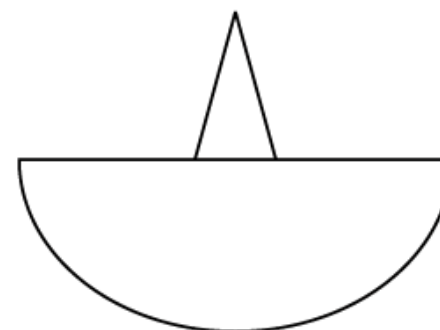
# Принципы работы радиолокации

1. По задержке прихода эхо-сигнала можно определить расстояние до объекта

Луна: 2.5 сек  
Венера: ~4.5 мин  
Юпитер: ~1 час

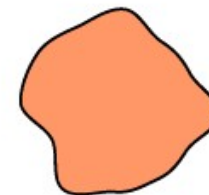


2. Анализируя вид отраженного сигнала, можно исследовать форму поверхности тела

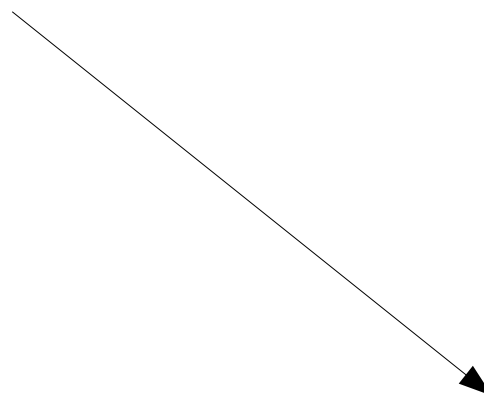
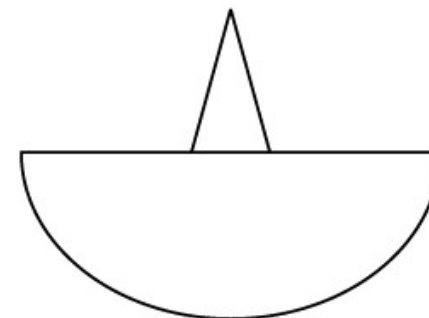


# Принципы работы радиолокации

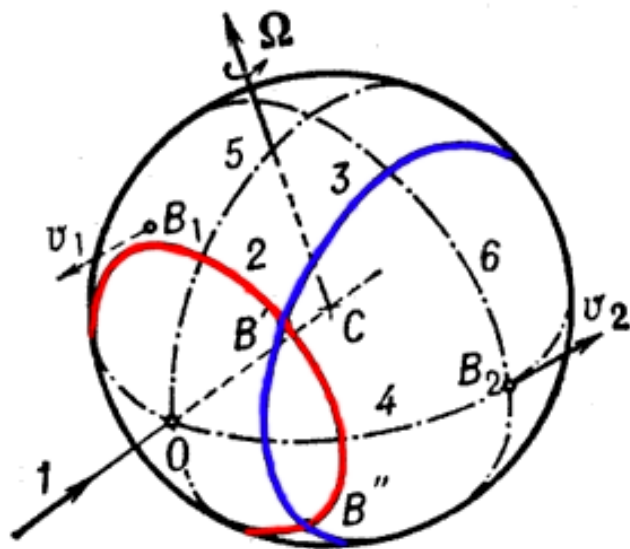
3. Учет изменения частоты отраженного сигнала, связанного с эффектом Доплера, позволяет определить относительную скорость движения тела, а также скорость его вращения.



4. По-настоящему мощным радиолокационный метод становится при одновременном анализе изменения частоты и задержки отраженного сигнала. В таком случае с помощью эхолокации можно строить изображения поверхности!



# Принципы работы радиолокации



Поскольку линии равных запаздываний и равных доплеровских смещений не совпадают, то можно выделить сигнал, приходящий из точки их пересечений.

Линии равных запаздываний (2) и равных доплеровских смещений (3) на поверхности планеты,

1 - луч зрения, 4 - видимый экватор планеты, 5 - видимый центральный меридиан, 6 — граница видимого диска планеты,  
O - центр диска планеты,  $\Omega$  - вектор угловой скорости видимого вращения,  $v_1$  и  $v_2$  - скорости движения краев видимого диска

## Основная формула радиолокации

$$P = \frac{W A_{\text{eff}}^2 \sigma x}{4\pi d^4 \lambda^2}$$

$P$  – мощность принимаемого сигнала

$W$  – мощность передатчика

$A_{\text{eff}}$  – эффективная площадь антенны

$d$  – расстояние до планеты

$\lambda$  – длина волны

$x$  – коэффициент отражения радиоволн

$\sigma$  — эффективная отражающая площадь планеты

Мощность отправленного сигнала к Венере: 100 кВт

Мощность сигнала, достигающего Венеры: 250 Вт

Мощность принятого на Земле сигнала:  $10^{-17}$  Вт

# Радиолокация космическими станциями

## Пример: изучение Венеры советскими миссиями «Венера»

Получены карты экваториальных областей с разрешением 1.5 км

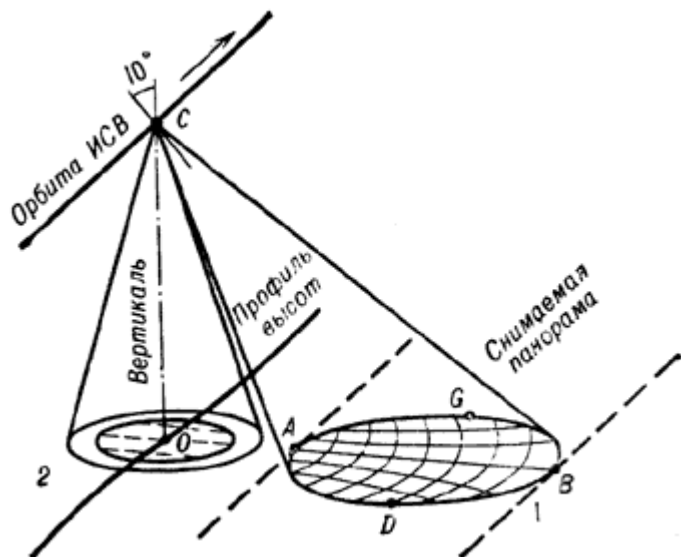
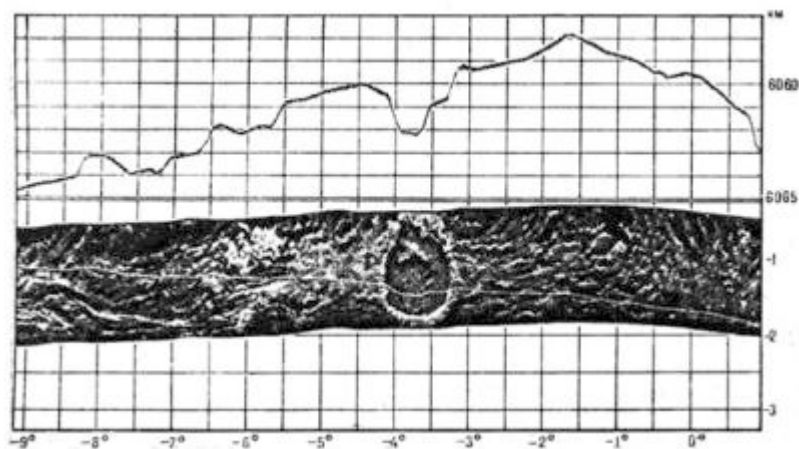


Схема радиолокационной съемки с космического аппарата: 1 – линии равных запаздываний и равных доплеровских смещений в диаграмме направленности бокового обзора; 2 – след диаграммы направленности антенны радиовысотомера-профилографа



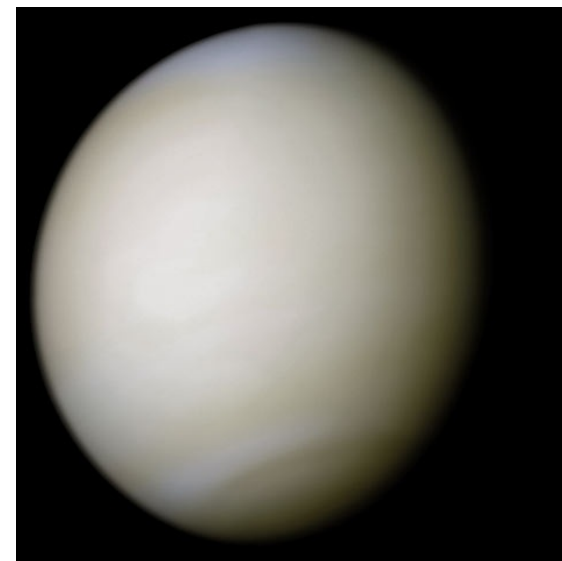
Радиолокационное изображение района гор Максвелла на Венере, полученное космическими аппаратами "Венера-15, -16". Вверху приведен высотный профиль поверхности по трассе, отмеченной белой линией (отсчет ведется от центра планеты)



# Полное картирование Венеры американской станцией Магеллан



Мельчайшие различимые детали рельефа имеют размер 100 м



Венера в естественном свете

Рис. 4.14. Радиоизображение поверхности Венеры, полученное в 1990–1994 гг. локатором бокового обзора орбитального аппарата «Магеллан» (США). Карта дополнена данными радиотелескопа Аресибо. Мельчайшие детали на ней имеют размер около 3 км. Светлым обозначены возвышенности, темным — низменности. Большая область со светлым пятном вверху — Земля Иштар с горами Максвелла. Видны также многочисленные кольцевые структуры

## Важные достижения радиолокации:

1. Уточнение взаимных положений планет и значения астрономической единицы
2. Картирование планет (Венеры, Меркурия, Луны, Марса), в том числе искусственными спутниками
3. Изучение астероидов и малых тел солнечной системы