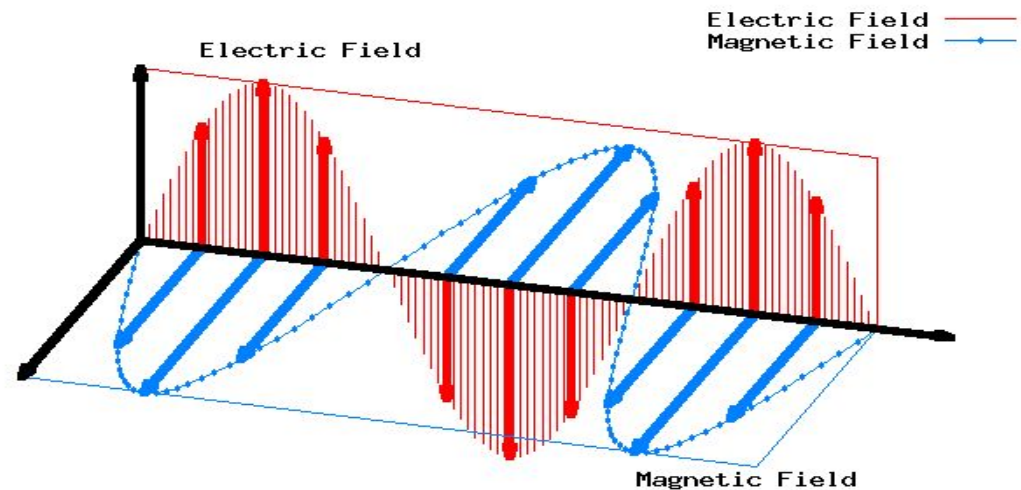




# Распространение электромагнитных ВОЛН

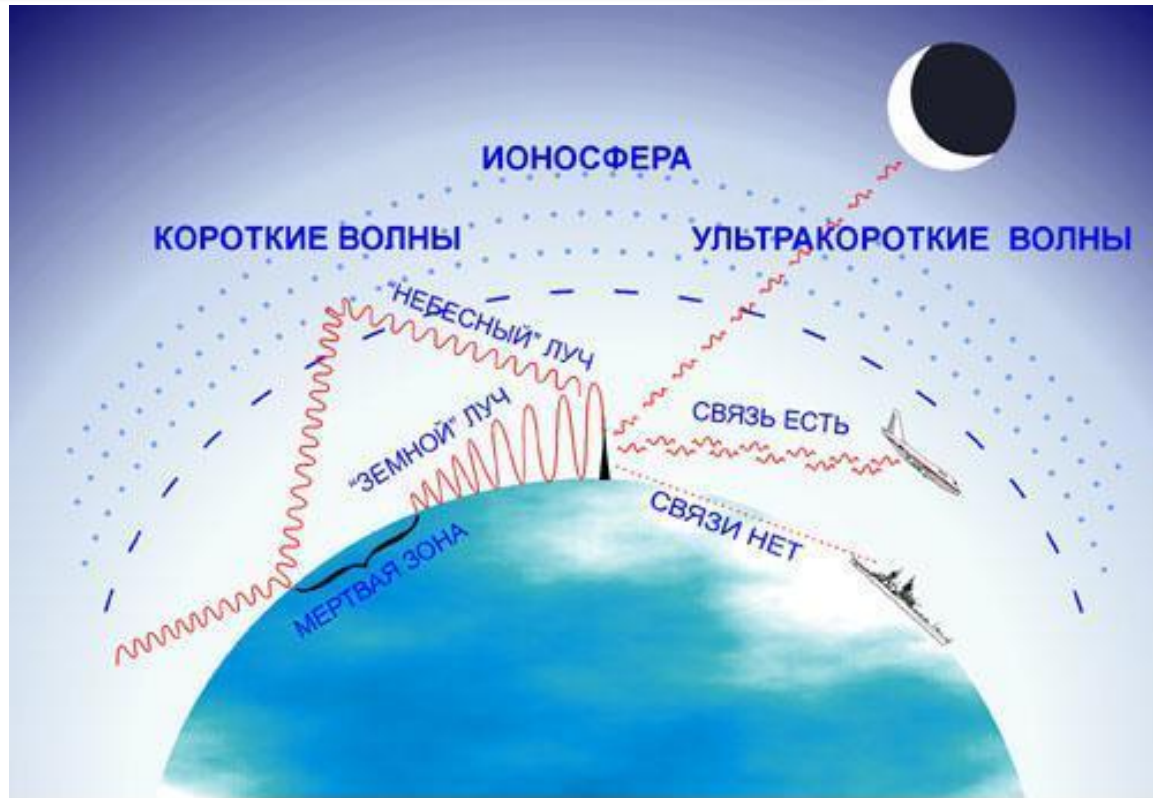
Электромагнитное излучение (электромагнитные волны) – распространяющееся в пространстве возмущение (изменение состояния) электромагнитного поля (то есть, взаимодействующих друг с другом электрического и магнитного полей).



# Распространение радиоволн

Распространение радиоволн - явление переноса энергии электромагнитных колебаний в диапазоне радиочастот.

**Распространение радиоволн** происходит в естественных средах, то есть на радиоволны влияют поверхность Земли, атмосфера и околоземное пространство (распространение радиоволн в природных водоемах, а также в техногенных ландшафтах).



❖ Средние и длинные волны -  $> 100$  м

*(надежная радиосвязь на ограниченных расстояниях при достаточной мощности)*

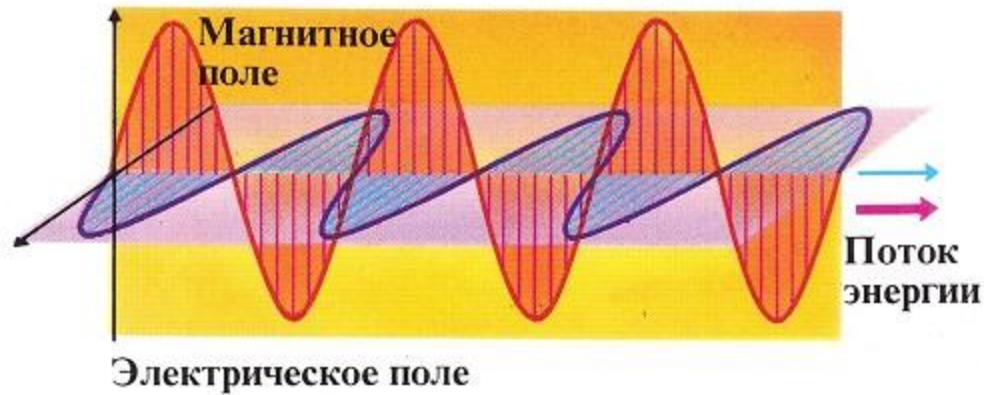
❖ Короткие волны - от 10 до 100 м

❖ Ультракороткие радиоволны -  $< 10$  м

*Электротехнические основы аудио- и видеотехники*

**Распространение коротких и ультракоротких волн**





Каждый раз, когда электрический ток изменяет свою частоту или направление, он генерирует электромагнитные волны — колебания электрического и магнитного силовых полей в пространстве. Один из примеров — изменяющийся ток в антенне радиопередатчика, который создает кольца распространяющихся в пространстве радиоволн.

При измерении расстояний при помощи электромагнитных волн, как на дальность действия, так и на точность сильное влияние оказывают условия распространения. Под этим понимается целый комплекс факторов:

- свойства самих волн,
- характер подстилающей поверхности,
- время суток,
- метеорологические условия атмосферы

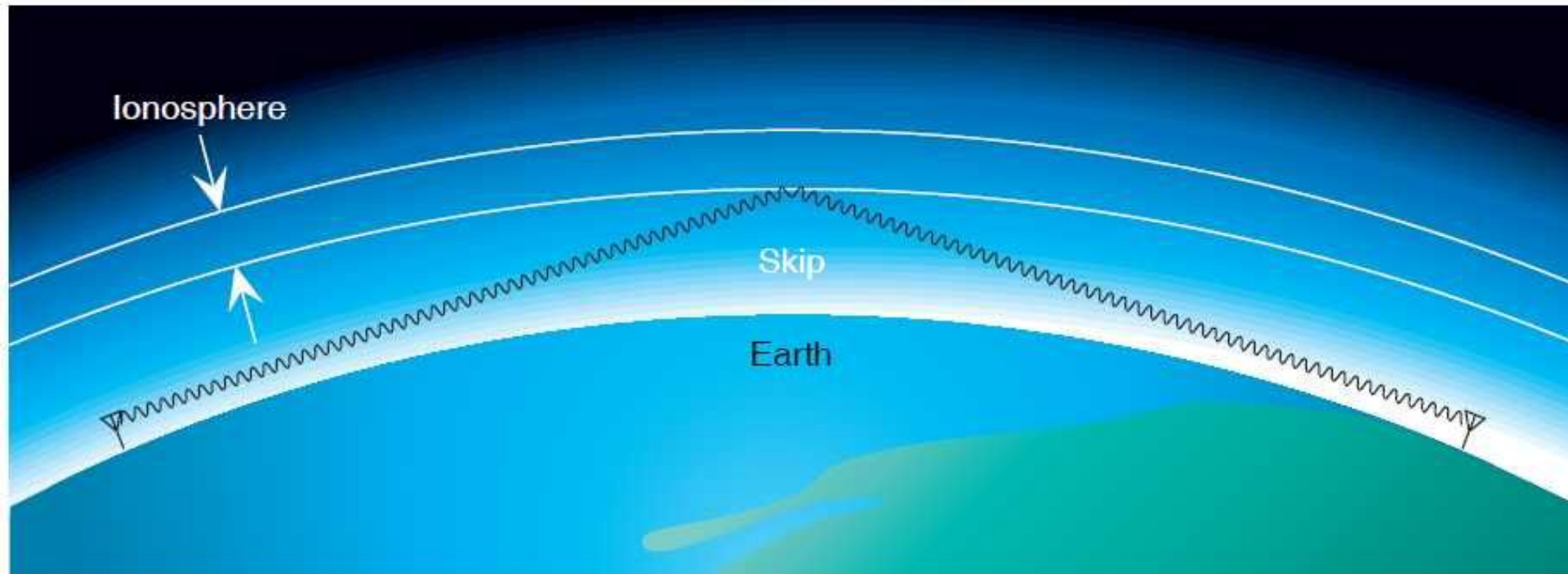
Световые волны и волны УКВ диапазона распространяются почти прямолинейно.

Дифракция сантиметровых волн, используемых в радиодальнометрах и УКВ системах, настолько мала, что не приводит к огибанию поверхности Земли. Такое огибание в незначительной степени существует только за счет рефракции.

**Дифракция** – это явление отклонения от законов геометрической оптики при распространении волн. В частности, это отклонение от прямолинейности распространения светового луча.

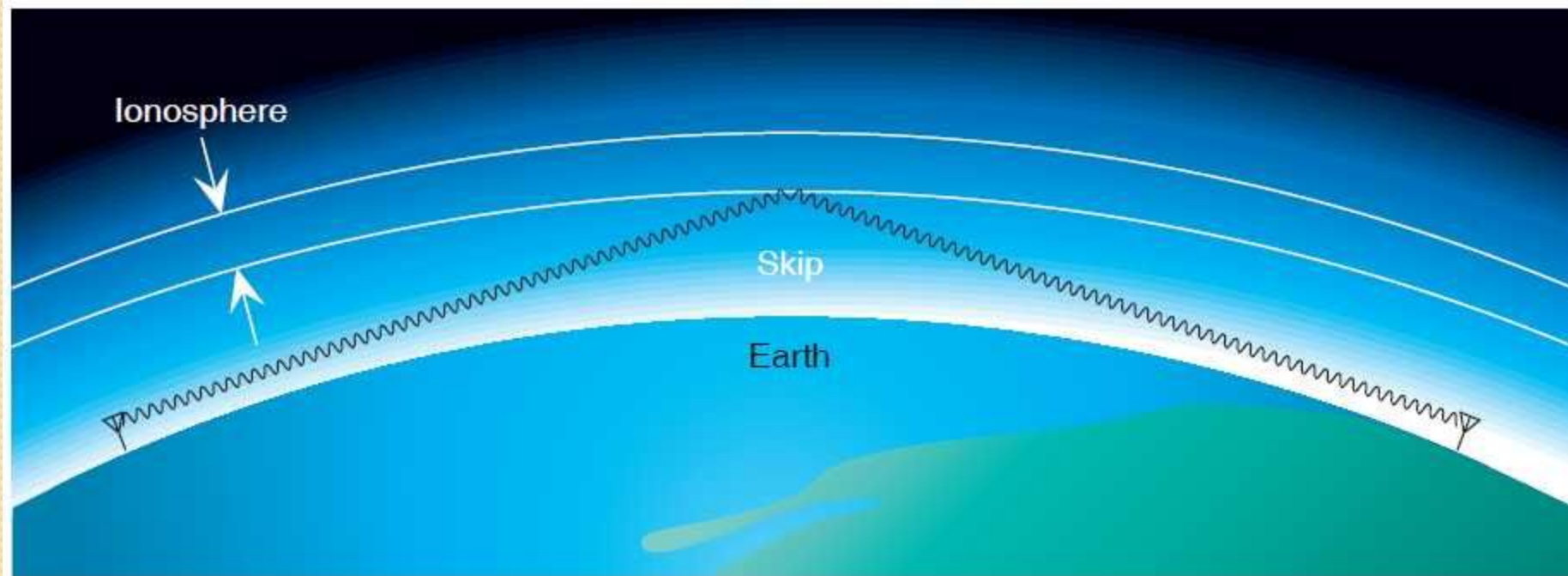
**Рефракция или преломление** – это изменение направления распространения электромагнитного излучения, возникающее на границе раздела двух прозрачных для этих волн сред или в толще среды с непрерывно изменяющимися свойствами).

Максимальная дальность действия систем УКВ диапазона ограничивается пределами прямой видимости. Пределы прямой видимости на физической поверхности Земли зависят от высоты подъема антенн и рельефа местности. Для оптических волн, кроме прямой видимости, требуется также наличие оптической видимости (прозрачности).



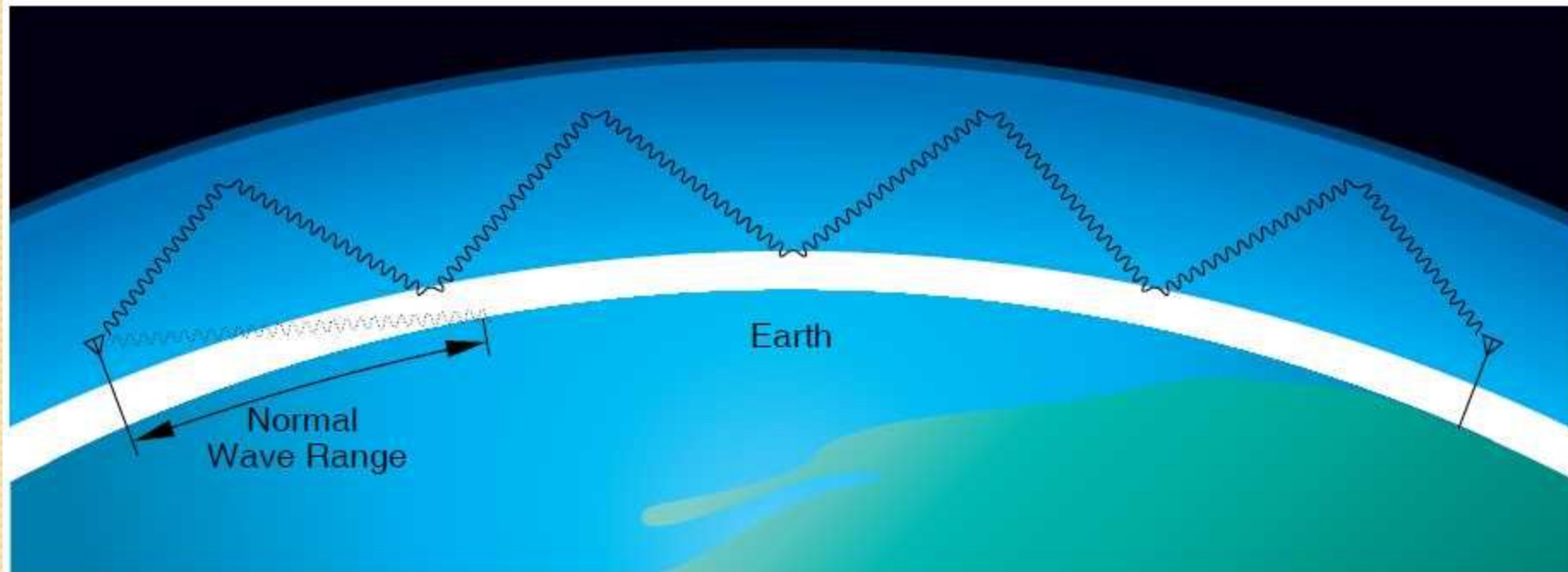
Распространение УКВ и волн оптического диапазона в виде прямой волны

Распространение длинных и средних радиоволн имеет специфические особенности. Наиболее существенная особенность – отражение от верхних, сильно ионизированных слоев атмосферы, находящихся на высотах более 60 км.



Отражение радиоволн от ионосферы





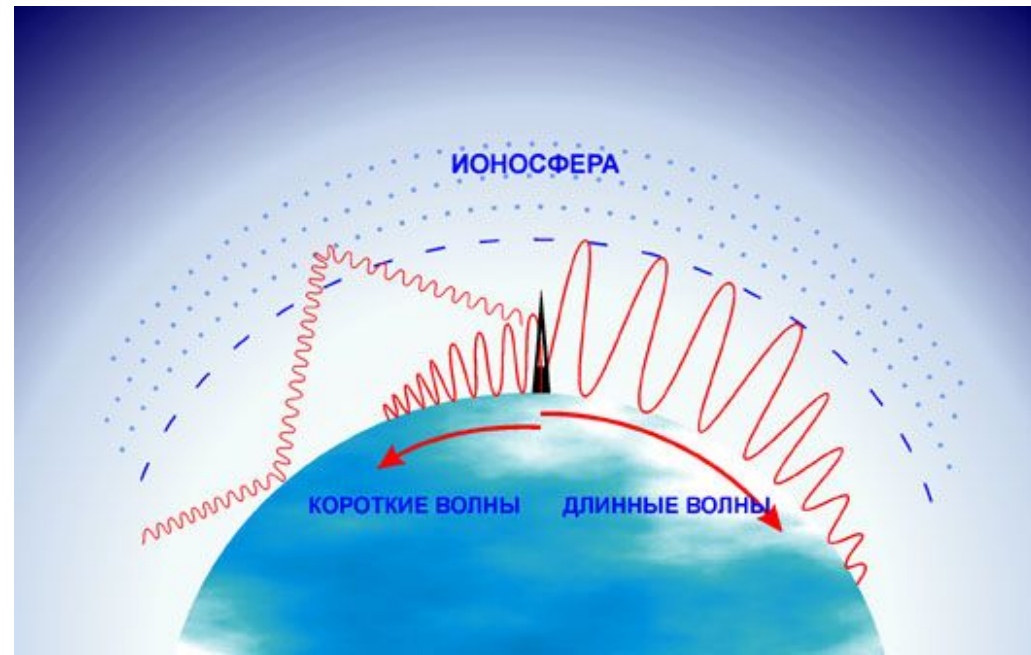
Распространение радиоволн в виде многократного отражения радиоволн от ионосферы

Это приводит к тому, что в точку приема может попасть не только прямая волна, распространяющаяся вдоль поверхности Земли (поверхностная волна), но и волна, отраженная от ионосферы, — так называемая пространственная волна. В зоне встречи поверхностной и пространственной волн происходит их интерференция, из-за чего поверхностная волна, передающая полезный сигнал, получает искажения амплитуды и фазы, и если приемная аппаратура находится в такой зоне, то измерения могут быть весьма затруднены, а часто и невозможны.



Распространение поверхностной и пространственной волн в атмосфере

Распространение радиоволн в атмосфере



Пространственная волна, отраженная от ионосферы, может распространяться на значительно большие расстояния, чем поверхностная волна, для которой форма Земли с ее рельефом создает препятствия. Для пространственной волны наблюдается также частичное поглощение ее ионосферой и земной поверхностью при многократном отражении от ионосферных слоев.

Свойство дальнего распространения пространственной волны при многократном отражении от ионосферы успешно используется в радиосвязи, радиовещании и дальней радионавигации.

Исходя из вышесказанного, для целей геодезических измерений пригодны только волны оптического и УКВ диапазона.

Однако в настоящее время практически все производители геодезических дальномеров прекратили выпуск радиодальномеров, и сосредоточили свои усилия на светодальномерам или электронным тахеометрам, составной частью которых является светодальномер. Такая ситуация объясняется тем, что в практике геодезических работ получили распространение технологии, предоставляемые глобальными спутниковыми навигационными системами, благодаря которым появилась возможность высокоточного определения координат точек земной поверхности.

**Спасибо за  
внимание!**