

# Лекция №13



- Особенности распространения ДВ и СДВ
- Особенности распространения СВ и КВ
- Особенности распространения УКВ

# ДВ и СДВ

- Радиоволны длиной от 1000 до 10000 м называют длинными (частота составляет 300 – 30 кГц). Радиоволны длиной свыше 10000 м называют сверхдлинными (частота менее 30 кГц).
- Длинные и сверхдлинные волны в малой степени поглощаются при распространении в толще суши или моря. В этих диапазонах радиоволн для всех видов земной поверхности токи проводимости существенно преобладают над токами смещения, благодаря чему при распространении поверхностной волны происходит лишь незначительное поглощение энергии. Длинные волны хорошо дифрагируют вокруг сферической поверхности Земли. Эти факторы обуславливают возможность распространения длинных и сверхдлинных волн земной волной на расстояние порядка 3000 км.

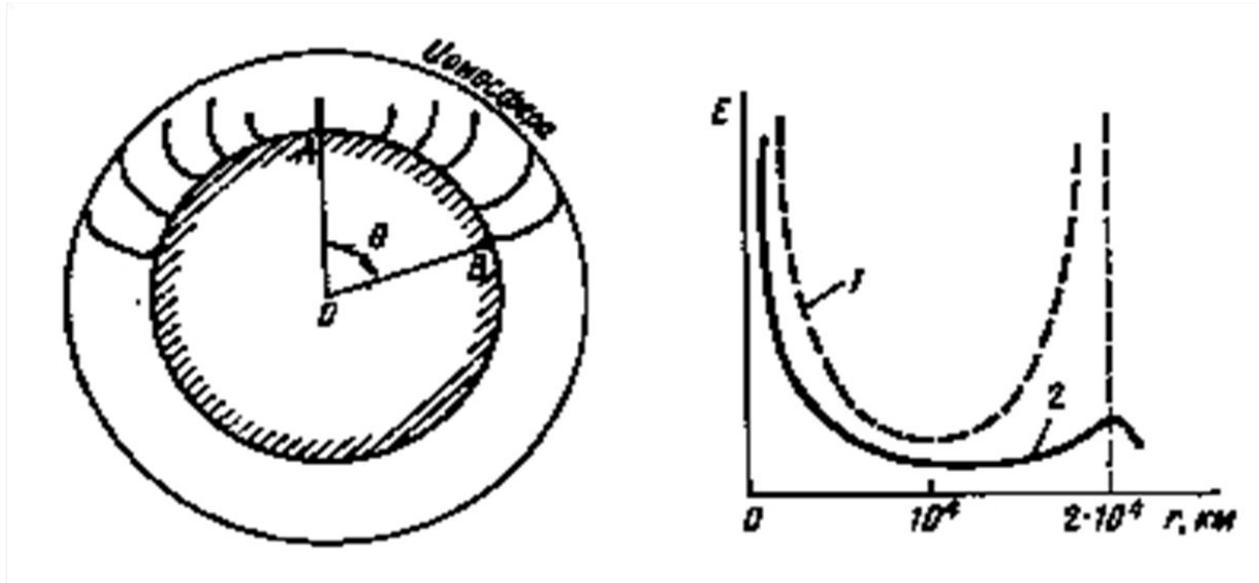
# ДВ и СДВ

- Начиная с расстояния 300-400 км, помимо земной волны, существует волна, отраженная от ионосферы. С увеличением расстояния напряженность электрического поля отраженной от ионосферы волны увеличивается, и на расстояниях 700-1000 км напряженности полей земной и ионосферной волн становятся примерно равными. На расстоянии свыше 2000-3000 км земная и ионосферная волны не проявляются по отдельности. Распространение происходит подобно распространению в волноводе, стенками которого служат поверхность Земли и нижняя граница ионосферы.
- Отражаются волны данного диапазона днем от нижней границы слоя D, а ночью – от нижней границы слоя E. Электропроводность в этой области ионосферы для длинных волн значительная и токи проводимости оказываются по величине того же порядка, что и токи смещения. Следовательно, нижняя область ионосферы для длинных волн обладает свойствами полупроводника.

# ДВ и СДВ

- На длинных, особенно сверхдлинных волнах, электронная плотность слоев D и E меняется резко на протяжении длины волны. Поэтому отражение здесь происходит без проникновения радиоволны в толщу ионизированного газа. Этим обусловлено слабое поглощение длинных и сверхдлинных волн в ионосфере.
- Основное преимущество использования длинных волн – большая устойчивость напряженности электрического поля, т. е. мощность сигнала на линии связи практически не меняется в течении времени суток и времени года и не подвергается случайным изменениям.
- Недостатком длинных волн является невозможность передачи широкой полосы частот, необходимой для трансляции разговорной речи или музыки.

# ДВ и СДВ



На рисунках показано:

- распространение длинных и сверхдлинных волн в волноводе Земля-ионосфера
- зависимость напряженности поля от расстояния (1-без учета поглощения, 2-с учетом поглощения)

# СВ

- К средним волнам относятся радиоволны длиной от 100 до 1000 м (частоты 3-0,3 МГц). Средние волны используются главным образом для вещаний. Они могут распространяться как земные и как ионосферные волны.
- Средние волны испытывают значительное поглощение в полупроводниковой поверхности Земли, дальность распространения земной волны ограничена расстоянием 500-700 км. На большие расстояния радиоволны распространяются ионосферной волной. В ночное время средние волны распространяются путем отражения от слоя E ионосферы, электронная плотность которого оказывается достаточной для этого.

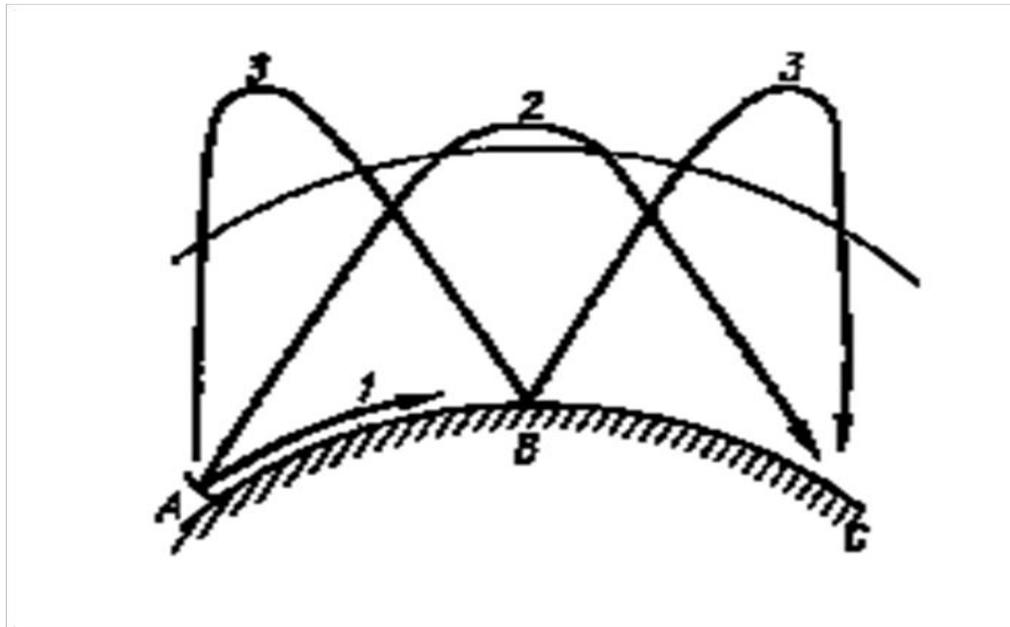
# СВ

- В дневные часы на пути распространения волны расположен слой D, чрезвычайно поглощающий средние волны. Поэтому при обычных мощностях передатчиков напряженность электрического поля недостаточная для приема, и в дневные часы распространение средних волн происходит практически только земной волной на сравнительно небольшие расстояния (порядка 1000 км).
- В диапазоне средних волн более длинные волны испытывают меньшее поглощение, и напряженность электрического поля ионосферной волны больше на более длинных волнах. Поглощение увеличивается в летние месяцы и уменьшается в зимние месяцы. Ионосферные возмущения не влияют на распространение средних волн, так как слой E мало нарушается во время ионосферно-магнитных бурь. Средние волны подвержены замираниям сигнала.

# СВ

К средним волнам относят волны длиной от 100 до 1000 м. Они значительно поглощаются полупроводниковой поверхностью Земли.

Дальность распространения поверхностной волной ограничена расстоянием 500-700 км. На большие расстояния радиоволны распространяются пространственной волной



# КВ

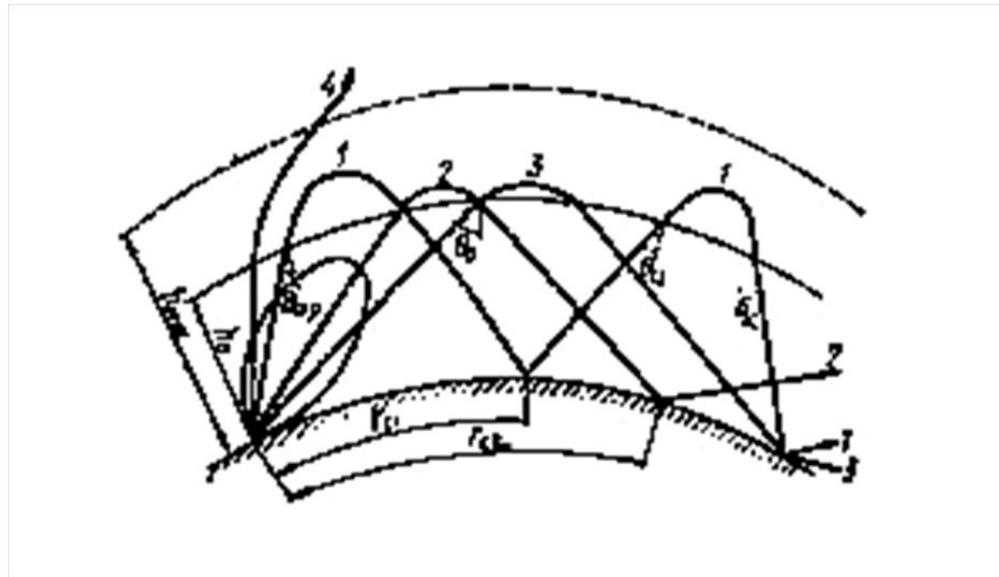
- К коротким волнам относятся радиоволны длиной от 100 до 10 м (частоты 3-30 МГц). Преимуществом работы на коротких волнах по сравнению с работой на более длинных волнах является то, что в этом диапазоне можно создать направленные антенны. Короткие волны могут распространяться как земные и как ионосферные.
- С повышением частоты сильно возрастает поглощение волн в полупроводящей среде возле поверхности Земли. Поэтому при обычных мощностях передатчика земные волны коротковолнового диапазона распространяются на расстояния, не превышающие нескольких десятков километров.
- Ионосферной волной короткие волны могут распространяться на многие тысячи километров, причем для этого не требуется передатчиков большой мощности.
- Короткие волны распространяются на дальние расстояния путем отражения от ионосферы и поверхности Земли. Такой способ распространения называют скачковым и характеризуют расстоянием скачка, числом скачков, углами выхода и прихода волны, МПЧ и НПЧ.

# КВ

- Расстояние скачка зависит от высоты отражающего слоя, рабочей частоты и диаграммы направленности антенны в вертикальной плоскости; оно меняется в зависимости от времени года, сезона и уровня солнечной активности. Чтобы волна могла быть принятой на определенном расстоянии от передатчика должно выполняться условие отражения от ионосферы и напряженность электрического поля полезного сигнала в данном месте должна превышать уровень помех. Эти два условия ограничивают диапазон применимых рабочих частот.
- Электронная плотность ионосферы меняется в течении суток и в течении года. Значит изменяются и границы рабочего диапазона, что приводит к необходимости изменения рабочей длины волн в течении суток. Днем работают на волнах длиной 1025 м, а ночью – на волнах 35 – 100м.
- Существенное влияние на распространение коротких волн оказывает неоднородность ионосферы в горизонтальном направлении. В горизонтально неоднородной атмосфере (ионосфере) нарушается симметрия траектории, изменяется время группового запаздывания, расстояние скачка, величины МПЧ.

# КВ

К коротким относят волны длиной от 10 до 100 м. Преимущество работы на коротких волнах состоит в том, что в данном диапазоне можно создать направленные антенны. Короткие волны распространяются как поперхностно, так и пространственно.



# УКВ

- Ультракороткими называют радиоволны, длиной короче 10 м (частота выше 30 МГц). Со стороны более низких частот диапазон УКВ примыкает к коротким волнам, а со стороны высоких частот граничит с длинными инфракрасными лучами.
- Граница УКВ определена тем, что на этих волнах, как правило, не может быть удовлетворено условие отражения радиоволн от ионосферы. Диапазон УКВ можно разбить на 4 поддиапазона: метровый, дециметровый, сантиметровый и миллиметровый.
- Волны короче метровых не могут распространяться через отражения от ионосферы. Явление нерегулярного сверхдальнего распространения метровых волн обуславливает процессы, происходящие в ионосфере:
  - повышение электронной плотности слоя F в года максимума солнечной активности;
  - появление спорадического слоя Es.

# УКВ

- По большей части для волн короче 10 м слой F является радиопрозрачным. Однако в года максимума солнечной активности электронная плотность слоя F достигает зимой в дневное время суток таких высоких значений, что часто оказывается возможной радиосвязь и на волнах длиной 6-10 м. Зона молчания составляет при этом не менее 2000 км. Предельное расстояние передачи, обусловленное высотой слоя F достигает 3500-4000 км.
- Слой Es является нерегулярным. Чаще всего он появляется летом в дневное время суток в южных широтах. Прием метровых волн, отраженных от слоя Es возможен на расстоянии 1000-2500 км от передатчика. Характерной особенностью при отражении от слоя Es является его полупрозрачность для радиоволн. Не вся энергия волны, падающей на слой, отражается от него, как это происходит при отражении от слоя F. Большая часть энергии (до 90 %) проходит сквозь слой и теряется для приема. При этом, чем выше частота, тем меньшая часть энергии отражается и тем реже возможен прием.