

ею. Отличаются высокой фазовой стабильностью и способностью равномерно покрывать большие площади, включая полярные районы. Это обуславливает возможность их использования для устойчивой дальней и сверхдальней радиосвязи и радионавигации, несмотря на высокий уровень атм. помех. Полоса частот от 150 до 300 кГц используется для радиовещания. Большое число геофиз. исследований выполняется путём наблюдений за сигналами естествен. происхождения, к-рые генерируются, напр., молниевыми разрядами и частицами радиац. поясов Земли. Трудности применения этого частотного диапазона обусловлены громоздкостью антенных систем с высоким уровнем атм. помех, с относит. ограниченностью скорости передачи информации.

Средние волны (300—3000 кГц) днём распространяются вдоль поверхности Земли (земная, или прямая, волна). Отражённая от ионосферы волна практически отсутствует, т. к. волны сильно поглощаются в D-слое ионосферы. Ночью из-за отсутствия солнечного излучения D-слой исчезает, появляется ионосферная волна, отражённая от E-слоя, и дальность приёма возрастает. Сложение прямой и отражённой волн влечёт за собой сильную изменчивость поля, поэтому ионосферная волна — источник помех для мн. служб, использующих распространение земной волны. Ср. волны применяются для радиовещания, радиотелеграфной и радиотелефонной связи, радионавигации.

Короткие волны (3—30 МГц) слабо поглощаются D- и E-слоями и отражаются от F-слоя, когда их частоты $\omega < \omega_{MH}$. В результате их отражения от ионосферы возможна связь как на малых, так и на больших расстояниях при значительно меньшем уровне мощности передатчика и гораздо более простых антеннах, чем в более низкочастотных диапазонах. Этот диапазон применяется для радиотелефонной и радиотелеграфной связи, радиовещания, а также для радиолобительской связи. Особенности радиосвязи в этом диапазоне — наличие замираний (фединга) сигнала из-за изменений условий отражения от ионосферы и интерференц. эффектов. КВ-линии связи подвержены влиянию атм. помех. Ионосферные бури вызывают прерывание связи.

Для очень высоких частот и УКВ (30—1000 МГц) преобладает Р. р. внутри тропосферы и проникновение сквозь ионосферу. Роль земной волны падает. Поля помех в НЧ-части этого диапазона всё ещё могут определяться отражениями от ионосферы, и до частоты 60 МГц ионосферное рассеяние продолжает играть значит. роль. Все виды Р. р., за исключением тропосферного рассеяния, позволяют передавать сигналы с широкой полосы частот в неск. МГц. В этой части спектра возможно очень высокое качество звукового радиовещания при дальности 50—100 км. Радиовещание с частотной модуляцией работает на частотах вблизи 100 МГц.

В этом же диапазоне частот ведётся телевиз. вещание. Для радиоастрономии выделено неск. узких спектральных полос, к-рые используют также для космич. связи, радиолокации, метеорологии, кроме того, для любительской связи.

Волны УВЧ и СВЧ (1000—10 000 МГц) распространяются в осн. в пределах прямой видимости и характеризуются низким уровнем шумов. В этом диапазоне при Р. р. играют роль известные области макс. поглощения и частоты излучения хим. элементов (напр., линии водорода вблизи 1420 МГц). В этом диапазоне размещены многоканальные системы широкополосной связи для передачи телефонных и телевиз. сигналов. Высокая направленность антенн позволяет использовать низкий уровень мощности в радиорелейных системах, а тропосферное рассеяние обеспечивает дальность радиосвязи ~ 800 км. Этот диапазон применяют в радионавигации и радиолокации, службах. Для радиоастрономич. наблюдений выделены полосы частот за атомарным водородом,

радикалом ОН и непрерывным излучением. В космич. радиосвязи полоса частот ~ 1000—10 000 МГц — наиб. важная часть радиодиапазона.

Волны СВЧ (>10 ГГц) распространяются только в пределах прямой видимости. Потери в этом диапазоне неск. выше, чем на более низких частотах, причём на их величину сильно влияет кол-во осадков. Рост потерь на этих частотах частично компенсируется возрастанием эффективности антенных систем. СВЧ служат в радиолокации, радионавигации и метеорологии. На линиях связи между поверхностью Земли и космосом могут использоваться частоты < 20 ГГц. Для связи в космосе могут применяться значительно более высокие частоты. При этом отсутствуют взаимные помехи между космич. и некосмич. службами. Диапазон СВЧ важен также для радиоастрономии.

Лит.: Долуханов М. П., Распространение радиоволн, 4 изд., М., 1972; Бреховских Л. М., Волны в слоях сред, 2 изд., М., 1973; Гинзбург В. Л., Распространение электромагнитных волн в плазме, 2 изд., М., 1967; Татарский В. И., Распространение волн в турбулентной атмосфере, М., 1967; Фок В. А., Проблемы дифракции и распространения электромагнитных волн, М., 1970; Гуревич А. В., Шварцбург А. Б., Нелинейная теория распространения радиоволн в ионосфере, М., 1973; Железняков В. В., Электромагнитные волны в космической плазме, М., 1977.

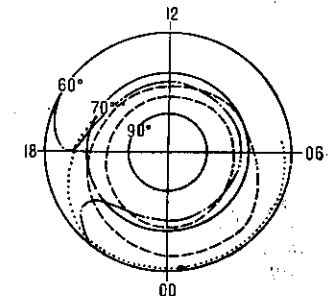
П. А. Бесталов, М. Б. Виноградова.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН в высоких широтах — ионосферная радиосвязь в диапазоне радиоволн 3—30 МГц, к-рую отличают отсутствие стабильности и низкое качество, что обусловлено спецификой среды распространения — сложной неоднородной структурой полярной ионосферы, формируемой процессами взаимодействия ионосферы, магнитосферы Земли и возмущений плазмы в межпланетном пространстве (см. также *Солнечный ветер*). На низких широтах силовые линии магн. поля проходят горизонтально над магн. экватором, оставаясь глубоко внутри магнитосферы. В высоких широтах силовые линии близки к вертикальным и уходят далеко от Земли в область внеш. магнитосферы или межпланетного пространства. Т. к. заряд. частицы могут легко двигаться вдоль силовых линий, а поперёк с трудом, то ионосфера низких и средних широт защищена от возмущений в солнечном ветре, в то время как полярная ионосфера реагирует на них. Т. о., в полярной ионосфере присутствуют два агента ионизации: первый, как и на ср. широтах, — УФ-излучение Солнца и второй — корпускулярные потоки. При этом второй агент часто оказывается преобладающим, напр. в условиях затенённой ионосферы и в период геомагн. возмущений (суббурь).

Структурные зоны высокоширотной атмосферы, отличающиеся особенностями Р. р.:

1. **Авроральный овал (АО)** — область повышенной активности полярных сияний, аномально повышенной ионизации как в слоях E и F, так и на больших высотах (вплоть до 1000 км); расположен асимметрично относительно геомагн. полюса и фиксирован относи-

Среднее положение аврорального овала (штриховая линия), минимума электронной концентрации главного ионосферного провала (точки) и зоны аврорального поглощения (штрих-пунктир).



тельно Солнца. В ночные часы он попадает на геомагн. широты 60—70°, в дневные — на широты 70—80° (рис.).

2. **Главный ионосферный провал (ГИП)** — область пониженной ионизации, граничащая с полярной стороны с АО. В ночные часы ГИП наблюда-