

(суточные и сезонные изменения ионосферы, сезонные изменения свойств земной поверхности, ионосферные возмущения, изменение метеорологич. условий и т. д.). Это и обуславливает применение СДВ в глобальных радиосистемах высокой точности и надёжности несмотря на необходимость использования излучающих антенных систем больших размеров и более низкую скорость передачи информации. Кроме того, радиоволны этого диапазона обладают большой глубиной проникновения в проводящие среды, что делает возможным их применение для связи с погружёнными в морскую воду и в толщу земли объектами (см. *Распространение радиоволн*).

Распространение СДВ в земных условиях происходит в сферич. волноводном канале, образованном Землёй и ионосферой (см. *Волноводное распространение радиоволн*). На отражение СДВ от ионосферы оказывает влияние её ниж. часть — существенная для отражения область располагается на высотах 60—80 км днём и 80—100 км ночью. В этой области высот на очень низких частотах ионосфера представляет собой неоднородную проводящую среду, проводимость к-рой резко возрастает с высотой и приобретает, начиная с высоты 75 км, заметно выраженный анизотропный характер вследствие влияния магн. поля Земли. В дневных условиях влияние магн. поля Земли на отражение СДВ и их распространение в приземном волноводе невелико, однако ночью оно оказывается существенным. При отражении от анизотропной ионосферы в отражённом поле возникают компоненты, отсутствовавшие в падающей волне, что является причиной ошибок в системах радиопелегации. Наличие анизотропии приводит к зависимости характеристик эл.-магн. поля от азимута траектории распространения и к появлению невязанности — изменению характеристик поля при изменении направления траектории распространения на обратное.

СДВ хорошо отражаются от ионосферы и от земной поверхности, что и приводит к их слабому затуханию при распространении в приземном волноводном канале. При излучении молниевых разрядов осн. часть их энергии распространяется в приземном волноводе в виде эл.-магн. импульса, называемого *атмосфериком*, а просочившаяся через ионосферу часть эл.-магн. излучения образует т. н. свистящие атмосферикки, спектр к-рых лежит в диапазоне 1—10 кГц.

Для описания и расчёта полей СДВ в волноводном канале Земля — ионосфера применяют 2 их осн. представления — разложение в виде суммы земной и однократно и многократно отражённых от ионосферы волн и разложение в виде ряда нормальных волн. Первое из них удобно для расчёта полей СДВ на расстояниях от излучателя не более неск. сотен км, когда число отражённых от ионосферы волн, влияющих на полное поле, мало (одна или две волны). Для описания полей СДВ на больших расстояниях используется ряд нормальных волн, число существ. членов в к-ром уменьшается с увеличением расстояния.

Лит.: Вегемт Н., *Terrestrial radio waves*, N. Y., 1949; Краснушкин П. Е., Яблочкин Н. А., *Теория распространения сверхдлинных волн*, 2 изд., М., 1963; Макаров Г. И., Новиков В. В., Орлов А. Б., *Современное состояние исследований распространения СДВ в волноводном канале Земля — ионосфера (обзор)*, «Изв. ВУЗов. Радиофизика», 1970, т. 13, № 3, с. 321. Г. И. Макаров, В. В. Новиков.

СВЕРХЗВУКОВАЯ СКОРОСТЬ — скорость движения среды или тела в среде, превышающая скорость звука в данной среде.

СВЕРХЗВУКОВОЕ ТЕЧЕНИЕ — течение газа, в к-ром в рассматриваемой области скорости v его частиц больше местных значений скорости звука a . С изучением С. т. связан ряд важных практич. проблем, возникающих при создании самолётов, ракет, снарядов со сверхзвуковой скоростью полёта, при создании высоконапорных компрессоров, паровых и газовых турбин, эжекторов, *аэродинамических труб* для получения потока со сверхзвуковой скоростью и др.

Наиб. развитие получило исследование установившихся С. т. при обтекании однородным потоком тел и при движении газа в разл. каналах, соплах и в струях. Установившиеся С. т. газов, термодинамич. состояние к-рых характеризуется двумя величинами, напр. давлением p и плотностью ρ , описываются в общем случае системой пяти квазилинейных дифференц. ур-ний в частных производных гиперболич. типа с тремя независимыми пространственными переменными x_1, x_2, x_3 ; искомыми величинами являются три составляющие вектора скорости v_1, v_2, v_3 , давление p и плотность ρ (или энтропия S). При изучении С. т. важная роль принадлежит понятию характеристик системы дифференц. ур-ний.

С. т. газа имеет ряд качеств, отличий от дозвуковых течений. Т. к. слабое возмущение в газе распространяется со скоростью звука, то влияние слабого изменения давления, вызываемого помещённым в равномерный сверхзвуковой поток источником возмущений (напр., телом), не может распространяться вверх по потоку, а сносится вниз по потоку со скоростью $v > a$, оставаясь внутри т. н. конуса возмущений *COB* или конуса Маха (рис. 1). В свою очередь, на данную точку

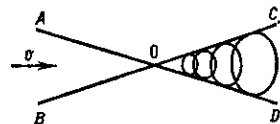


Рис. 1. Конус возмущения *COB* и конус влияния *AOB*.

О потока могут оказывать влияние слабые возмущения, идущие только от источников, расположенных внутри конуса *AOB* с вершиной в данной точке и с тем же углом при вершине, что и у конуса возмущений, но обращённого противоположно ему (т. н. конус влияния).

Если установившийся поток газа неоднороден, то области возмущений и области влияния, построенные для каждой точки, ограничены не прямыми круглыми конусами, а коноидами — конусовидными криволинейными поверхностями с вершиной в данной точке. С матем. точки зрения эти поверхности и являются характеристиками системы дифференц. ур-ний с частными производными, описывающей движение газа (см. *Газовая динамика*). Через характеристику или поверхность, являющуюся огибающей к.-л. однопараметрич. семейства характеристик, решение ур-ний может быть продолжено непрерывным образом бесчисленным кол-вом способов, т. е. к.-л. одно течение газа может через характеристику соединяться непрерывным образом с разл. течениями (при этом будут терпеть разрыв производные к.-л. порядка от скорости, давления и плотности газа по нормали к характеристике). Величина составляющей скорости газа по нормали к характеристике равна местному значению скорости звука. Существование особенности С. т. обусловлены нелинейностью системы ур-ний газовой динамики и зависимостью т. н. *импеданса акустического* ρa от термодинамич. состояния среды.

При распространении по газу волны, вызывающие повышение и понижение давления, имеют разный характер. Волна, вызывающая повышение давления, распространяясь по газу, превращается в очень узкую область (с толщиной порядка длины свободного пробега молекул), к-рую для мн. целей теоретич. исследования заменяют поверхностью разрыва — т. н. *ударной волной* или *скачком уплотнения*. При прохождении газа через ударную волну его скорость, давление, плотность, энтропия меняются разрывным образом — скачком. Согласно 2-му началу термодинамики (требуемому, чтобы энтропия при адиабатич. процессах не убывала), следует, что возможны лишь такие скачки, в к-рых давление и плотность газа возрастают, т. е. скачки уплотнения, а скачки разрежения, допускаемые законами сохранения массы, импульса и энергии и приводящие к уменьшению давления и плотности, но