

в отсутствие истинной диссипации, а угловой и частотный спектры рассеянного излучения изменяются по мере проникновения в глубь рассеивающей среды. При анализе используются теория *переноса излучения*, имеющая дело с интенсивностями распространяющихся волн, и теория многократного рассеяния, основанная на решении волнового уравнения с учётом эффектов взаимодействия мн. частиц.

В реальных хаотически неоднородных сплошных средах флуктуации их параметров (концентрации, темп-ры, скорости движения и т. д.), как правило, являются достаточно слабыми. Это позволяет при расчёте Р. в. на неоднородностях, входящих в достаточно малом объёме, использовать приближение однократного рассеяния. В этом случае угл. спектр рассеянного излучения повторяет пространственный спектр неоднородностей среды, поскольку процесс рассеяния под данным углом можно представить как брагговское отражение от одной из пространственных гармоник среды (трёхмерных решёток), определяемой разностью волновых векторов падающей и рассеянной волн. В турбулентных потоках частотный спектр рассеяния определяется, как и для дискретных рассеивателей, ср. и флуктуационными скоростями макроскопич. движения среды.

Теория многократного рассеяния в сплошных средах наиб. хорошо развита для случая одномерных неоднородностей, а в трёхмерно-неоднородных средах — в приближении малоуглового рассеяния «вперёд». Для анализа используются схема *марковских случайных процессов* в диффузионном приближении, теория переноса излучения, метод суммирования ряда теории возмущений по кратности рассеяния при помощи *фейнмановских диаграмм* (решения *Дайсона уравнения* и *Бете — Солпитера уравнения*), метод геом. оптики, *плавных возмущений метод* и *параболического уравнения приближение*. Одним из наиб. ярких эффектов многократного рассеяния в одномерной среде является полное отражение волны от полубесконечной среды со слабыми флуктуациями показателя преломления. При малоугловом многократном рассеянии в среде с трёхмерными неоднородностями происходит накопление флуктуаций параметров волны с ростом дистанции. В частности, накопление с расстоянием флуктуаций направления нормали к поверхности пост. фазы волны приводит к росту ширины угл. спектра излучения. В среде с пространственно-временными неоднородностями аналогичным образом растёт с расстоянием ширина частотного спектра. Дисперсия флуктуаций интенсивности на нек-рой глубине выходит на стационарный уровень. Совместное влияние диссипации и рассеяния приводит к существованию «глубинного режима», когда угл. спектр излучения перестаёт зависеть от диаграммы направленности падающей волны.

Важную в прикладном аспекте роль играет Р. в. в равновесной и неравновесной *плазме*, где наряду с эл.-магн. волнами могут распространяться и др. типы волн (плазменные в изотермич. плазме, ионно-звуковые в неизотермической, альвеновские, магн.-звуковые и свистовые в магнитоактивной плазме и т. п., см. *Волны в плазме*). Это приводит к очень сложной картине рассеяния, существенному изменению как углового, так и частотного спектров, трансформации волны одного типа в другие и т. п.

Р. в. на шероховатых и неоднородных поверхностях раздела сред приводит к тому, что волна не только отражается в зеркальном направлении, но и рассеивается в др. направлениях. Если шероховатая поверхность движется, то спектр рассеянной волны отличен от спектра падающей волны. Такие характеристики, как интенсивность и поляризация рассеянных волн, индикатриса рассеяния, существенно зависят от соотношения между длиной волны, масштабом и высотой шероховатостей. Осн. методами для расчёта поля рассеяния на шероховатых поверхностях являются метод возмущений и *Кирхгофа метод*. Метод возмущений справедлив, когда

высота неровностей мала по сравнению с длиной волны, а метод Кирхгофа пригоден для сколь угодно высоких, но плавных неровностей. Дальнейшая разработка теории велась по линии развития приближений малых возмущений и метода Кирхгофа. Вводились нелокальные граничные условия, учитывались затенения в методе Кирхгофа, развивалась концепция резонансного рассеяния, разрабатывалась теория рассеяния на поверхности с двумя типами неровностей и т. д.

Теория Р. в. имеет важное прикладное значение. Напр., ещё Дж. Рэлей (J. Rayleigh) в развитой им теории рассеяния света на тепловых флуктуациях показателя преломления воздуха установил, что интенсивность рассеянных волн растёт пропорционально 4-й степени частоты. Это позволило ему объяснить голубой цвет неба. Дисперсией света и рассеянием на водяных капельках воздуха после дождя объясняется явление радуги. Рассеяние радиоволн на шероховатых поверхностях привлекается для определения параметров неровностей морской поверхности, поверхности Луны и планет и т. д. Р. в. и связанные с ним флуктуации параметров волн широко используются для создания дистанц. методов измерения характеристик турбулентных потоков, атмосферной турбулентности, лабораторной и ионосферной плазмы. Изменение направления волн при рассеянии в тропосфере и ионосфере используется для создания систем загоризонтной радиосвязи на УКВ (см. *Загоризонтное распространение радиоволн*).

Лит.: Басс Ф. Т., Фукс И. М., Рассеяние волн на статистически неровной поверхности, М., 1972; Электродинамика плазмы, М., 1974; Введение в статистическую радиофизику, ч. 2 — Рытов С. М., Крайнов Ю. А., Татарский В. И., Случайные поля, М., 1978; Клячкин В. И., Стохастические уравнения и волны в случайно-неоднородных средах, М., 1980; Исимару А., Распространение и рассеяние волн в случайно-неоднородных средах, пер. с англ., т. 1—2, М., 1981; Ахманов С. А., Дьяков Ю. Е., Чиркин А. С., Введение в статистическую радиофизику и оптику, М., 1981. В. В. Тамойкин, В. Г. Гавриленко.

РАССЕЯНИЕ ВОЛН НА СЛУЧАЙНОЙ ПОВЕРХНОСТИ — рассеяние волн на статистически неровной границе раздела двух сред. Р. в. на с. п. оказывает существенное влияние на характер распространения радиоволн в естеств. условиях: рассеяние на неровностях рельефа земной поверхности, зволнованной поверхности моря, ниж. границе ионосферы приводит к флуктуациям параметров радиосигналов. При передаче сигналов по волноводным или квазиоптич. линиям передачи шероховатость поверхности является причиной появления паразитных мод, искажения передаваемых сигналов и их дополнит. затухания. При работе радиолокац. и радиометрич. систем Р. в. на с. п., с одной стороны, является источником пассивных помех, маскирующих полезный сигнал, а с другой — содержит полезную информацию о параметрах рассеивающей поверхности, являясь физ. основой методов дистанц. зондирования окружающей среды, напр. для определения по радиолокац. (радиометрич.) данным параметров морского волнения, состояния ледового и снежного покрова, степени расчленённости рельефа и т. д. В задачах гидро- и сейсмоакустики аналогичную роль играет рассеяние звука на поверхности и дне океана, на др. границах раздела сред с различающимися физ. параметрами. В оптике Р. в. на с. п. приводит к нарушению законов зеркального отражения и преломления, является причиной искажений изображения в реальных оптич. системах и диффузного рассеяния света разл. матовыми поверхностями. В физике твёрдого тела рассеяние разл. квазичастиц, трактуемых как волны, на естеств. шероховатой поверхности образца приводит к уменьшению времени их жизни, затуханию собств. состояний (напр., магн. поверхностных уровней), влияет на характер скин-эффекта и др. кинетич. явлений (электро- и теплопроводность тонких плёнок, расширение линий резонансных переходов между разл. квантовыми состояниями и т. д.).