

Пространственная когерентизация.

Ф. Ф. Менде

При помощи фазированных антенных решеток (ФАР) можно создавать направленные лучи (пучки) электромагнитных волн. Процесс образования таких пучков связан с сложением в пространстве пространственно когерентных волн. Сложение (интерференция) осуществляется таким образом, что в определённых направлениях фазы волн от отдельных излучателей складываются, а в других – вычитаются. Это единственный путь создания узконаправленных пучков излучения, независимо от природы волновых процессов длины волн. Верно и обратное, если мы видим узкий направленный луч, например луч лазера, то можно утверждать, что он образован при помощи отдельных излучателей, которые испускают сигналы с большой длиной когерентности и фазы которых в пространстве складываются в тех местах, где мы видим сам луч. Но однонаправленные пучки света можно получить и более простым путём и это мы не один раз наблюдали. Если солнечный свет пропустить через отверстие, то он образует прямолинейный луч. Но ведь само солнце испускает не монохроматический и далеко не когерентные волны. В чём же тогда дело? Если сделать хорошую голограмму при помощи лазера испускающего, например, красный луч и осветить её солнечным светом, то можно увидеть голографическую картинку в красном свете. Этот эксперимент ещё раз подтверждает, что в составе солнечного света имеется данная спектральная линия с большой длиной когерентности, поскольку только при помощи когерентного света можно увидеть голограмму. Но как же так, ведь поверхность солнца испускает совсем не когерентное излучение, и почему-то это некогерентное излучение вдруг на больших расстояниях от солнца становится когерентным. Но давайте двигаться от обратного, раз имеется узконаправленный луч, значит, он образован при помощи сложения когерентных сигналов. Если при помощи отверстия вырезать луч от далёкой звезды, то он будет обладать ещё меньшей расходимостью и большей когерентностью, чем солнечный. Тот же опыт можно проделать и далёкой лампочкой, которая является практически точечным излучателем, и получить от неё направленный луч. Если продолжать эти эксперименты, то можно видеть, что чем меньше телесный угол, под которым виден источник, тем большую когерентность сигнала он даёт, причём во всём диапазоне излучаемого им спектра. Если из этого сигнала при помощи фильтра выделить определённую узкую полосу спектра, то такой луч ничем не будет отличаться от лазерного.

Но почему такой странной особенностью обладают точечные источники света, об этом в существующей литературе ничего не написано. Но ответ то по сути дела очень прост. Если в данной точке пространства мы наблюдаем узконаправленный луч, то, как мы уже сказали, он может быть образован только путём сложения когерентных составляющих, которые дают

отдельные излучатели. На солнце или звезде каждый атом является таким излучателем, причём каждый с диаграммой направленности, присущей дипольному излучателю, будучи возбуждённым тепловыми ударами, такой атом определённое время излучает в пространство свой спектр колебаний, до тех пор, пока он не столкнётся опять с другим атомом. И поскольку таких атомов очень много и фазы их излучения хаотичны, то всегда найдётся определённое количество атомов, фазы излучения которых совпадут в каком то удалённом месте, где мы и видим результат этого сложения в виде прямолинейного луча. Поэтому любой точечный источник это своего рода лазер, который излучает сферический полихроматический луч. И уже из этого луча мы можем при помощи отверстий получать узкие радиальные лучи, а при помощи фильтров делать их монохроматическими.