



Сингулярности световых полей и связанные с ними явления

д.ф.-м.н., проф. **Михаил Исаакович Трибельский**

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва

Любая оптическая система обладает как минимум двумя характерными масштабами — масштабом материальных элементов такой системы (линзы, диафрагмы и т.п.) и длиной волны излучения, проходящего через эту систему. Хорошо известный дифракционный предел, запрещающий управление структурой световых полей на масштабах, значительно меньших длины волны, применим к оптическим устройствам, размеры которых велики по сравнению с длиной волны, так что последняя является наименьшим характерным масштабом задачи. В обратном предельном случае, когда размеры элементов оптической системы малы по сравнению с длиной волны, можно ожидать, что именно масштаб этих элементов определяет структуру поля в их непосредственной окрестности. В таком случае ограничения, налагаемые дифракционным пределом, снимаются, и возникает возможность управления оптическим излучением на субволновых масштабах. Помимо чисто академического интереса, задача о таком управлении имеет принципиальное значение для многих современных технологий, спектр которых простирается от геной инженерии до создания сверхминиатюрных чипов.

Важную роль в формировании субволновой структуры электромагнитных полей играют различные сингулярности, поскольку, с одной стороны, их тип и положение определяют глобальную структуру всего поля, а с другой — поведение поля в окрестности сингулярностей характеризуется его резким пространственным изменением, имеющим универсальный для данного типа сингулярностей характер. В настоящей лекции даётся краткий обзор современного состояния проблемы сингулярностей электромагнитного поля, возникающих при преломлении и рассеянии света материальными объектами. Обсуждение начинается с каустик, возникающих при трассировке лучей в геометрической оптике, и последовательно движется в сторону увеличения точности рассмотрения и уменьшения масштабов, заканчиваясь описанием сингулярностей при рассеянии света субволновыми частицами. Выявляются общие и отличительные черты различных типов сингулярностей, роль симметрии задачи и закона сохранения энергии. Обсуждаются квантовые и нелинейные эффекты (следствия принципа неопределенности, генерация кратных гармоник и т.п.). Теоретическое описание иллюстрируется экспериментальными примерами. Указываются различные практические применения рассматриваемых эффектов.