

Статья «Лазерные пучки с винтовыми дислокациями волнового фронта.»

Баженов В.Ю., Васнецов М.В., Соскин М.С. (1990)

Движение электромагнитной волны (свет) обычно представляется схематически в виде последовательности поверхностей волновых фронтов, равноудаленных на длину волны и распространяющимся со скоростью света. В такой «идеальной» структуре монохроматической волны возможно существование дефектов, подобных дефектам в периодической кристаллической решетке – дислокаций [1]. Более того, при наличии множества дефектов, свет распространяется аналогично турбулентному течению. На момент написания статьи [1] было уже известно о винтовых дислокациях в сложных «зернистых» полях рассеянного в неоднородной среде лазерного излучения. Также было известно о том, что лазерные резонаторы допускают генерацию пучков в виде «бубликовой» моды, т.е. с провалом интенсивности на оси пучка и волновым фронтом, имеющим форму геликоида. Однако, такие «оптические вихри» воспринимались как экзотические образования, скорее бесполезные и не имеющие реального применения.

В статье [1] было с одной стороны показано, что получить пучки с оптическими вихрями вполне возможно в лабораторных условиях путем малоуглового рассеяния пучка в оптическом волокне. Более существенным было то, что обычный пучок от обычного гелий-неонового лазера можно преобразовать в оптический вихрь, то есть в пучок с винтовой дислокацией, с помощью простой дифракционной решетки, напечатанной на принтере и перефотографированной с уменьшением на фотопленку. Особенностью такой дифракционной решетки была центральная «вилка», то есть разделение полосы на две (или несколько) полос. Идея заключалась в синтезе элементарной голограммы – картины интерференции плоской волны и пучка с азимутальной зависимостью фазы (на полном обходе вокруг оси пучка фаза меняется на величину $2m\pi$, где целое число m называют топологическим зарядом). Дифракция лазерного пучка на такой решетке восстанавливает структуру того пучка, который был заложен при синтезе голограммы, то есть несущего оптический вихрь соответствующего заряда. По законам дифракции, в первом и минус-первом порядках **дифракции** знаки вихрей противоположны. Помимо того, что был предложен простой способ создания пучков с оптическими вихрями, впервые были созданы пучки с топологическими зарядами выше единицы.

Через год после публикации статьи аналогичная работа была независимо опубликована австралийскими исследователями. Затем количество исследований стало быстро нарастать. Разрыв волнового фронта, соответствующий скачку фазы (сингулярности) был использован для общего названия «сингулярные пучки». В результате, через 10 лет появилась новое направление в физической оптике, названное «сингулярная оптика».

1. Баженов В.Ю., Васнецов М.В., Соскин М.С. Письма в ЖЭТФ **52**, 1037 (1990)