

Секция 4. ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ, ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 535-6

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СФЕРЫ ПУАНКАРЕ В РАБОТЕ С ПОЛЯРИЗАЦИОННЫМИ СИНГУЛЯРНОСТЯМИ**Братова Д.Р.***Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»
Киев, Украина*

Сингулярная оптика – это новая отрасль современной физической оптики, которая занимается широким классом эффектов, связанных с фазовыми особенностями в волновых полях и топологией волновых фронтов. Существуют три уровня оптических сингулярностей: сингулярности лучей (каустика), сингулярности плоских поляризованных волн (скалярные поля) и сингулярности поляризации векторных световых полей, которые в последнее время широко исследуются в связи с изучением нескольких новых возможностей для приложений. Среди наиболее интересных объектов исследования в сингулярной оптике – поляризационные сингулярности, возникающие в пространственно неоднородно поляризованных световых полях. Хотя случайные поля являются областью исследования, имеющей фундаментальное значение для изучения общих особенностей оптических сингулярностей, их свойства имеют высокую статистическую природу и имеют ограниченное применение.

Впервые реализованное Зельдовичем [1], поле выходного излучения многомодового оптического волокна изобилует вилкообразной интерференционной структурой, что свидетельствует о его вихревой природе. В 2002 г. Воляр [2] продемонстрировал, что появление оптических вихрей на выходе низкомодового волокна обусловлено существованием управляемых мод, и показал их основные особенности. Основываясь на их обширной работе над волоконной сингулярной оптикой и впоследствии расширенной Алексеевым [2] для изучения распространения оптических вихрей в слабо направляющих возмущенных волокнах, в настоящее время установлено, что поле излучения низкомодовых оптических волокон проявляет особенность точек, положение которых зависит от условий возбуждения, внешних возмущений и ориентации поляризатора на выходе световода. Количество управляемых мод, возбуждаемых в волокне, и их вес важны для понимания и анализа формирования сингулярности на выходе волокна. Один из методов заключается в том, что модовый состав качественно анализируется путем сравнения диаграммы направленности выходного излучения с численно моделируемым распределением интенсивности. В случае двухмодовых волокон модовые группы с одинаковыми азимутальными (l) и радиальными (m) индексами

возбуждаются и учитываются веса мод изнутри группы с одинаковым индексом « l » с сингулярностью в поле излучения. Также необходимо помнить, что на распределение интенсивности на выходе волокна влияет дисперсия мод, возникающая из группы мод. Кроме того, в оптических волокнах, как правило, входная поляризация изменяется вследствие двулучепреломления среды.

Для фиксированной линейной входной поляризации эволюция поляризации вдоль волокна с остаточным линейным двулучепреломлением измеряется либо методом отсечки, либо методом сканирования длины волны. Измеренная зависимость длины волны выходного состояния поляризации движется по траектории на сфере Пуанкаре. Кроме того, для косых лучей, попадающих в волокно, вектор поляризации светового луча вращается при его распространении по витой траектории в неоднородной волоконной среде. Косые лучи запускаются в волокно путем регулировки положения и угла освещения на входном конце волокна, чтобы преимущественно возбуждать лучи с правыми или левыми спиральными модами осесимметричного волокна [3]. Свойства двулучепреломления оптического волокна со ступенчатым индексом наблюдаются как разница в поляризационных поправках $\delta\beta$ к постоянным распространения β азимутально-симметричной линейно поляризованной или циркулярно поляризованной моды. Интермодальная дисперсия, обусловленная различием констант распространения мод волокна и их поляризационной поправкой, приводит к векторной неоднородности выходного поля из волокна.

Универсальные теоретический и экспериментальный методы исследования векторных сингулярностей базируются на определении параметров Стокса как функции пространственных координат в анализируемом поперечном сечении поля с последующим определением пространственных распределений азимута поляризации и эллиптичности и выделением сингулярных элементов поля [4].

В неоднородно поляризованных полях все параметры Стокса – функции пространственных координат (x, y). Для полностью поляризованного пучка (либо для точки в поперечном сечении неоднородно поляризованного строго когерентного пучка) $P = 1$; для частично поляризованного пучка

