

01;07

Структурная устойчивость непараксиального сингулярного модового пучка

© А.В. Воляр, В.Г. Шведов, Т.А. Фадеева

Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского,
95007 Симферополь, Украина
e-mail: volyar@ccssu.crimea.ua

(Поступило в Редакцию 31 октября 2000 г.)

Рассмотрено точное явное решение уравнений Максвелла для непараксиальных сингулярных пучков, распространяющихся в свободном пространстве или однородной изотропной среде. Показано, что такие решения для модовых пучков как низших, так и высших порядков могут превращаться в параксиальном приближении в решения для направляемых мод и вихрей оптического волокна. Найдено, что любые изменения длины Рэлея модового пучка не изменяют структуры фазовых и поляризованных сингулярностей, а только преобразуют их координаты. В параксиальном пределе сингулярности сдвигаются прочь от оси в области с пренебрежимо малыми световыми потоками.

Распространение реального лазерного пучка всегда связано с действием внешних возмущений, которые, как правило, вызывают некоторые изменения в его структуре. Качественные изменения структуры поля довольно удобно характеризовать посредством понятия структурной устойчивости морсовских функций [1]. В оптике сингулярных пучков наглядной качественной характеристикой структурной устойчивости может служить изменение числа дислокаций волнового фронта при малых изменениях параметра пучка, например длины Рэлея z_0 . С этой точки зрения процессы рождения и уничтожения дислокаций (дислокационные реакции [2]) при слабых изменениях z_0 лазерного пучка можно рассматривать как пример структурной неустойчивости волнового поля. Так, в работе [2] рассматривается непараксиальный пучок, элементарные плоские волны которого имеют всевозможные действительные направления распространения, а величины волновых векторов промодулированы гауссовой функцией. Фактически спектр элементарных волн ограничивается только однородными полями, тогда как вкладом эванесцентных волн пренебрегается. В результате возникает дифракция на краях "математической апертуры", формируются дислокационные кольца. Всякое малое изменение длины Рэлея z_0 вызывает события рождения–уничтожения кольцевых дислокаций. Хотя сумма топологических индексов характеристической поверхности и остается постоянной (теорема Пуанкаре–Хопфа [3]), полное число дислокаций изменяется. Пучок структурно неустойчив. Чтобы пучок оказался структурно устойчивым, необходимо учитывать поля, для которых сумма квадратов направляющих косинусов элементарных волн отлична от единицы, т. е. требуется принимать во внимание эванесцентные волны свободного пространства. Для непараксиальных векторных пучков низшего порядка эта проблема была нами рассмотрена в работе [4]. Однако используемые в ней приближенные граничные условия в смысле Дэвиса не позволяют осу-

ществить предельный переход к параксиальным пучкам высших порядков.

Целью данной работы явилось изучение структурно устойчивых модовых пучков, переносящих фазовые и поляризационные сингулярности. В качестве приближенных граничных условий выбирается требование преобразования компонент электрического и магнитного полей непараксиальных сингулярных пучков в параксиальном приближении в окрестности фокальной плоскости $z = 0$ в поля собственных мод и вихрей слабонаправляющего оптического волокна с осесимметричным распределением показателя преломления.

Для достижения поставленной цели воспользуемся методом потенциалов Виттакера [4] и запишем скалярные потенциалы в виде

$$\begin{aligned}\Psi_1 &= A_m^{(l)} P_m^{(l)}(\cos \theta) j_m(kR) \cos(l\varphi), \\ \Psi_2 &= A_m^{(l)} P_m^{(l)}(\cos \theta) j_m(kR) \sin(l\varphi).\end{aligned}\quad (1)$$

где $P_m^{(l)}(\cos \theta)$ — присоединенные полиномы Лежандра, $j_m(kR)$ — сферические функции Бесселя первого рода m -го порядка, $R = \sqrt{x^2 + y^2 + (z + iz_0)^2}$ — комплексный радиус, $\cos \theta = (z + iz_0)/R$, $A_m^{(l)}$ — нормировочный множитель, k — волновое число, φ — азимутальный угол.

Такой выбор скалярных потенциалов (1) вызван требованиями симметрии полей вблизи входного торца слабонаправляющего оптического волокна [5]. Обратим внимание на то обстоятельство, что присоединенные полиномы Лежандра имеют вид

$$P_m^{(l)}(\zeta) = (1 - \zeta^2)^l \frac{d^l P_m}{d\zeta^l} \quad \text{и} \quad P_m(\zeta) = \frac{1}{2^m m!} \frac{d^m}{d\zeta^m} (\zeta^2 - 1)^m,$$

$$\zeta = \cos \theta. \quad (2)$$

Собственные моды непараксиальных сингулярных пучков высших порядков ($m = l$)

| Моды | e_r | e_φ | e_z | h_r | h_φ | h_z |
|-----------------|--|---|---|---|--|---|
| HE_{l+1}^{ev} | $-i(z + iz_0)r^l \times \cos(l + 1)\varphi F_{l+1}$ | $i(z + iz_0)r^l \times \sin(l + 1)\varphi F_{l+1}$ | $ir^{l+1} \cos(l + 1)\varphi F_{l+1}$ | $r^l \sin(l + 1)\varphi \times (\mathfrak{J}_1 + r^2 F_{l+2})$ | $r^l \cos(l + 1)\varphi \mathfrak{J}_1$ | $(z + iz_0)r^{l+1} \times \sin(l + 1)\varphi F_{l+2}$ |
| HE_{l+1}^{od} | $-i(z + iz_0)r^l \times \sin(l + 1)\varphi F_{l+1}$ | $-i(z + iz_0)r^l \times \cos(l + 1)\varphi F_{l+1}$ | $ir^{l+1} \sin(l + 1)\varphi F_{l+1}$ | $-r^l \cos(l + 1)\varphi \times (\mathfrak{J}_1 + r^2 F_{l+2})$ | $r^l \sin(l + 1)\varphi \mathfrak{J}_1$ | $-(z + iz_0)r^{l+1} \times \cos\{(l + 1)\varphi\} F_{l+2}$ |
| EH_{l-1}^{ev} | $-i(z + iz_0)r^l \times \cos(l - 1)\varphi F_{l+1}$ | $-i(z + iz_0)r^l \times \sin(l - 1)\varphi F_{l+1}$ | $-ir^l \cos(l - 1)\varphi \mathfrak{J}_3^{(l)}$ | $-r^l \sin(l - 1)\varphi \times \{\aleph^+ - \mathfrak{J}_2\}$ | $-r^l \cos(l - 1)\varphi \times (\aleph^- - \frac{l-1}{k} F_{l+1})$ | $(z + iz_0)r^l \times \sin(l - 1)\varphi \mathfrak{J}_3^{(l+1)}$ |
| EH_{l-1}^{od} | $-i(z + iz_0)r^l \times \sin(l - 1)\varphi F_{l+1}$ | $i(z + iz_0)r^l \times \cos(l - 1)\varphi F_{l+1}$ | $-ir^l \sin(l - 1)\varphi \mathfrak{J}_3^{(l)}$ | $r^l \cos(l - 1)\varphi \times \{\aleph^+ - \mathfrak{J}_2\}$ | $-r^l \sin(l - 1)\varphi \times (\aleph^- - \frac{l-1}{k} F_{l+1})$ | $-(z + iz_0)r^l \times \cos(l - 1)\varphi \mathfrak{J}_3^{(l+1)}$ |
| CV^{hom} | $-i(z + iz_0)r^l \times \exp(i\sigma(l + 1)\varphi) F_{l+1}$ | $i\sigma(z + iz_0)r^l \times \exp(i\sigma(l + 1)\varphi) F_{l+1}$ | $ir^{l+1} \times \exp(i\sigma(l + 1)\varphi) F_{l+1}$ | $-i\sigma(\mathfrak{J}_1 + r^2 F_{l+2}) \times r^l \exp(i\sigma(l + 1)\varphi)$ | $r^l \exp(i\sigma(l + 1)\varphi) \mathfrak{J}_1$ | $-i\sigma(z + iz_0)r^{l+1} \times \exp(i\sigma(l + 1)\varphi) F_{l+2}$ |
| CV^{in} | $-i(z + iz_0)r^l \times \exp(i\sigma(l - 1)\varphi) F_{l+1}$ | $-\sigma(z + iz_0)r^l \times \exp(i\sigma(l - 1)\varphi) F_{l+1}$ | $-ir^l \times \exp(i\sigma(l - 1)\varphi) \mathfrak{J}_3^{(l)}$ | $i\sigma(\aleph^+ - \mathfrak{J}_2) \times r^l \exp(i\sigma(l - 1)\varphi)$ | $-r^l (\aleph^- - \frac{l-1}{k} F_{l+1}) \times \exp(i\sigma(l - 1)\varphi)$ | $-i\sigma(z + iz_0)r^l \times \mathfrak{J}_3^{(l+1)} \exp(i\sigma(l - 1)\varphi)$ |

$$\mathfrak{J}_1 = F_1 - \frac{(l+1)}{k} F_{l+1}, \quad \mathfrak{J}_2 = \frac{(3l+1)}{k} F_{l+1} - r^2 F_{l+2}, \quad \aleph^\pm = \left\{ \frac{2(l-1)}{(kr)^2} \pm 1 \right\} F_l, \quad \mathfrak{J}_3^{(l+1)} = \frac{2l}{kr} F_{l+1} - \frac{l}{k} F_{l+2}$$

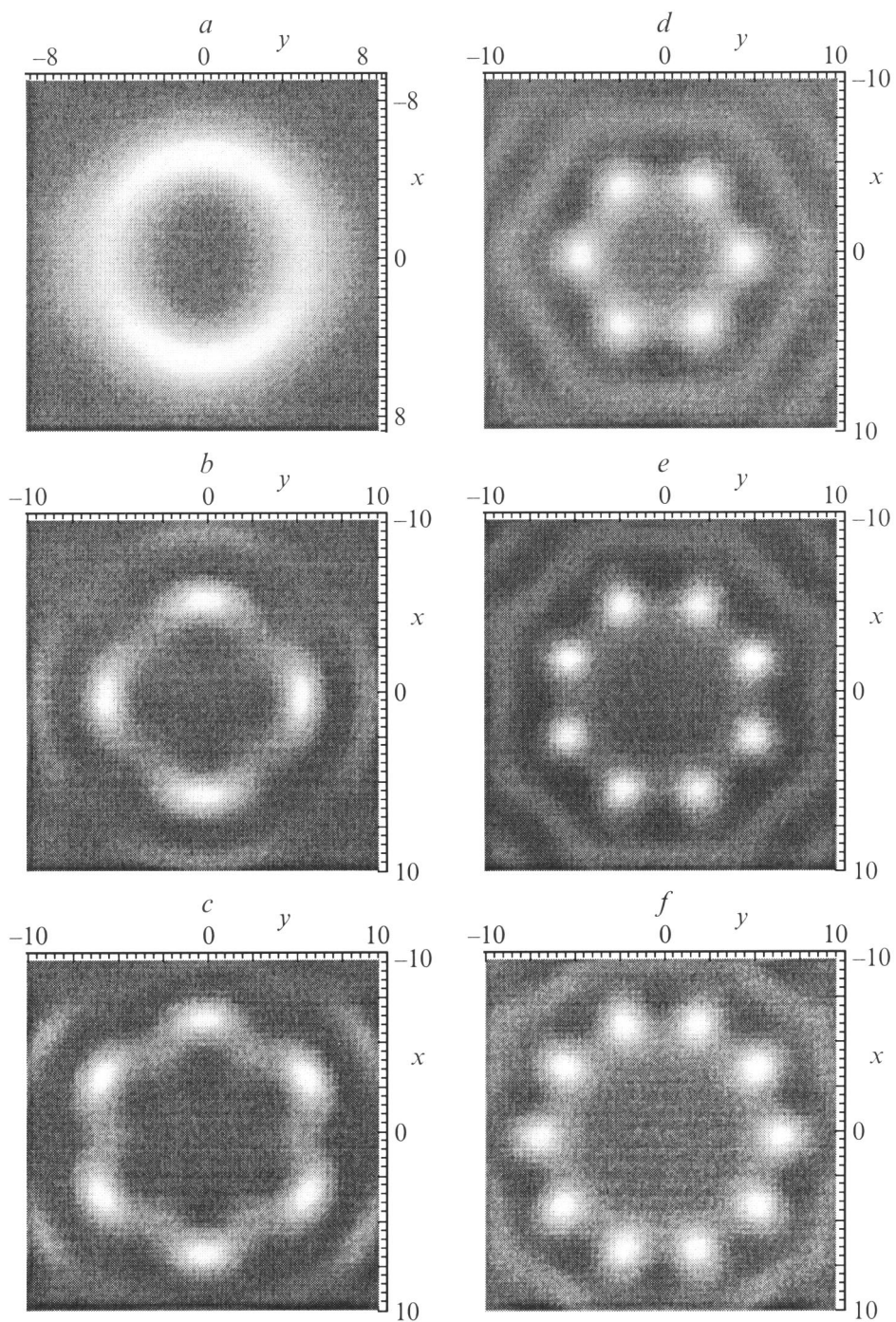


Рис. 1. Распределение интенсивности света в плоскости перетяжки $z = 0$ сингулярного пучка в свободном пространстве с длиной Рэля $kz_0 = 1$ для следующих мод: $a — EH_{12}^{ev}$, $b — EH_{23}^{ev}$, $c — EH_{34}^{ev}$, $d — HE_{32}^{ev}$, $e — HE_{43}^{ev}$, $f — HE_{54}^{ev}$. Координаты выражены в единицах волнового числа k .

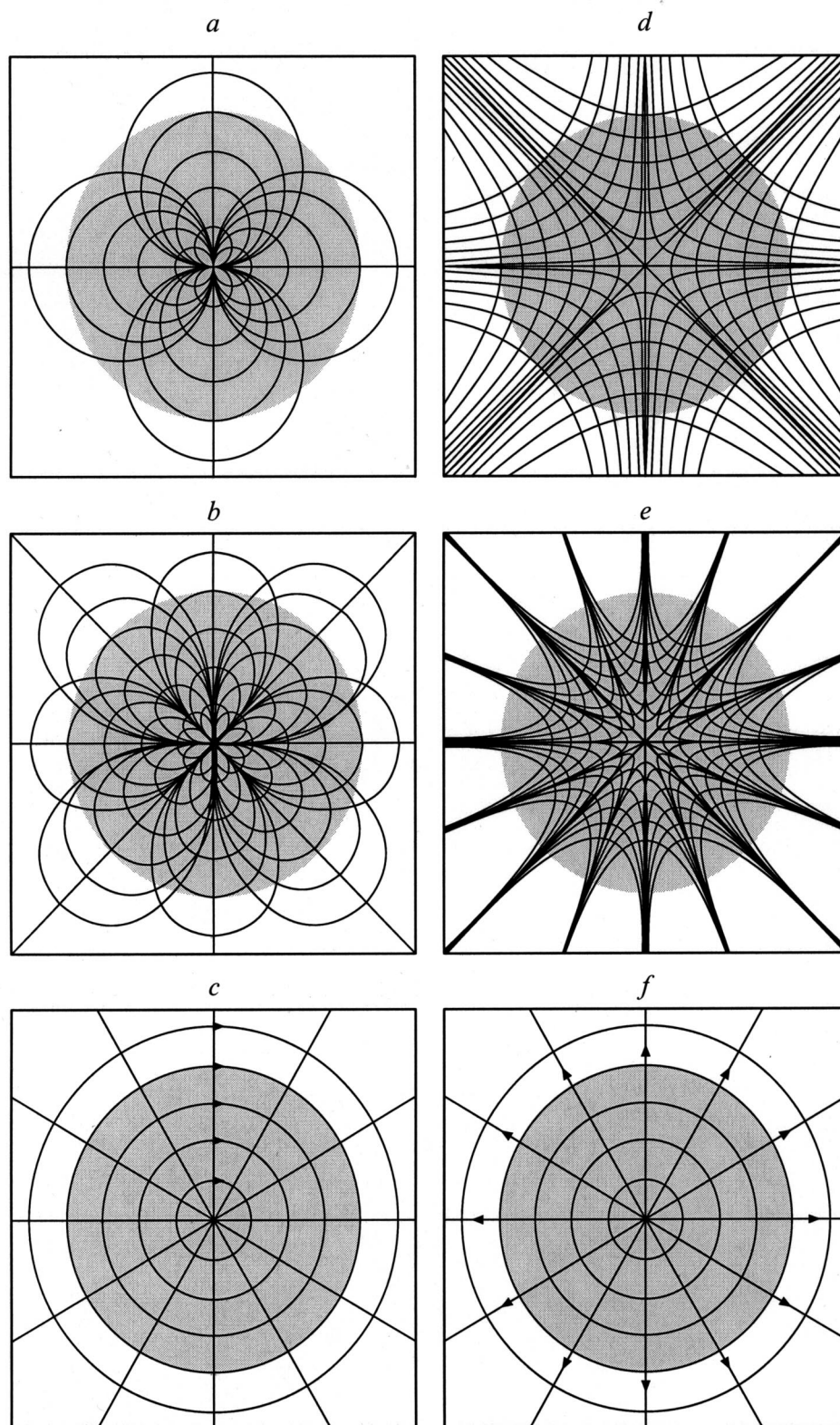


Рис. 2. Распределение силовых линий электрического (черные линии) и магнитного (серые линии) полей сингулярных пучков в плоскости $z = 0$ при $kz_0 = 1$ для следующих мод: $a - EH_{12}^{ev}$, $b - EH_{23}^{ev}$, $c - TE_{01}$, $d - HE_{21}^{ev}$, $e - HE_{43}^{ev}$, $f - TM_{01}$. Серый кружок выделяет область пучка с радиусом перетяжки $\rho = \sqrt{2z_0/k}$.

Кроме того, в параксиальном приближении $kz_0^* \gg 1$ имеем

$$\frac{j_m(R)}{R^m} \propto G_0(x, y, z),$$

где

$$G_0(x, y, z) = \frac{1}{\xi} \exp\left(-\frac{r^2}{\rho^2 \xi}\right); \quad \xi = 1 + i \frac{z}{z_0}$$

— волновая функция фундаментального гауссова пучка.

Тогда для равных индексов $m = l$ имеем $P_l^{(l)} = \sin^l \theta = (r/R)^l$ и скалярные потенциалы (1) преобразуются к виду

$$\Psi_{1,2} \propto \left(\frac{r}{\xi}\right)^l G_0(r, z) \begin{cases} \cos l\varphi \\ \sin l\varphi \end{cases}. \quad (3)$$

Выражение (3) в плоскости $z = 0$ в точности совпадает с волновыми функциями четной и нечетной LP -мод (LP — linearly polarized, линейно поляризованный) слабонаправляющего оптического волокна с параболическим профилем показателя преломления [5]. Тогда в соответствии с работой [5] из четных и нечетных LP -мод с поляризацией вдоль x или y оси можно составить собственные гибридные HE - и EH -моды по схеме

$$\begin{aligned} HE_{l+1,l}^{ev} &= LP^x(e_x) + LP^y(e_y), \\ HE_{l+1,l}^{od} &= LP^y(e_x) - LP^x(e_y), \\ EH_{l-1,l}^{ev} &= LP^x(e_x) - LP^y(e_y), \\ EH_{l-1,l}^{od} &= LP^y(e_x) + LP^x(e_y). \end{aligned} \quad (4)$$

Выражения (4) записаны для электрического типа полей. Аналогично можно записать выражения для магнитного типа. Верхний индекс при LP -модах соответствует типу четности (y — четный, x — нечетный). Нижний индекс указывает направление доминирующей линейной поляризации. Используя связь между потенциалами (1) и электрическими и магнитными полями из работы [4] и воспользовавшись соотношениями (4), получаем множество структурно устойчивых E -полей собственных мод свободного пространства, которые в параксиальном приближении согласуются с полями собственных мод слабонаправляющего волокна (см. таблицу). Заметим, что аналогичный метод можно использовать для нахождения полей непараксиальных сингулярных пучков с неравными индексами $l \neq m$, однако в связи с громоздкостью математических выражений мы приводим в таблице только соотношения для полей с равными индексами. Кроме того, если для полей с равными индексами переход в параксиальный сингулярный пучок имеет место на всей длине оси z , то для полей с неравными индексами такой переход возможен только для комбинации непараксиальных сингулярных пучков и только в окрестности перетяжки $z = 0$. Однако внутри волокна такие поля существуют во всей длине.

На рис. 1 приведены распределения интенсивностей для непараксиальных сингулярных пучков высших порядков для двух HE - и EH -модовых групп. Рис. 2 иллюстрирует распределение силовых линий электрического

и магнитного полей для этих модовых групп. Сравнение приведенных распределений показывает, что деформация формы поперечного сечения непараксиального пучка максимальна в направлении асимптот силовых линий электрического поля. Для TE - и TM -мод, которые получаются из четных и нечетных EH -мод для $l = 1$, силовые линии имеют симметричное распределение, распределение интенсивности в фокальной плоскости также имеет осевую симметрию. Важно отметить, что HE - и EH -моды на оптической оси имеют особую линию типа линии поляризационной дисклинации с индексом $\nu = -1/2$ для HE -мод и $\nu = 1/2$ для EH -мод. Линию поляризационной дисклинации можно преобразовать в линию чисто винтовой дислокации с топологическим зарядом l , если рассматривать суперпозицию четных и нечетных HE - и EH -мод. При этом поля такой суперпозиции представляют однородные и неоднородные оптические вихри в состояниях $CV^{(hom)} \Rightarrow | +1, l \rangle, | -1, -l \rangle \Rightarrow HE_{l+1,l}^{ev} + i\sigma HE_{l+1,l}^{od}$ и $CV^{(un)} \Rightarrow | -1, l \rangle, | 1, -l \rangle \Rightarrow EH_{l-1,l}^{ev} + i\sigma EH_{l-1,l}^{od}$ ($\sigma = \pm 1$ — спиральность) соответственно. Возрастание длины Рэлея kz_0 приводит к сглаживанию картины деформации формы HE - и EH -мод пучка, так что при $kz_0 \gg 1$ сингулярный пучок становится азимутально-симметричным, но только вблизи оптической оси. Вдали от оси форма линий сингулярности остается прежней, но поток энергии в окрестности этих линий пренебрежимо мал.

Если в таблице воспользоваться условием параксиального приближения $kz_0 \gg 1$, то волновые функции для компонент полей значительно упростятся. Фактически выражения для полей мод сингулярного пучка структурно совпадут с выражениями для собственных мод слабо направляющего волокна, приведенными в табл. 14.1 работы [5], но радиальная функция $F_l(\tilde{R})$ (\tilde{R} — нормированный радиус волокна) приобретает вид $F_l(R) = j_l(R)/R^l$.

Следует особо подчеркнуть, что в сингулярном как непараксиальном и так в параксиальном векторном пучке присутствует жесткая связь между знаком топологического заряда l и спиральностью поляризации σ , разделяя оптические вихри на однородные и неоднородные. Наиболее существенно такое различие проявляется в форме линий тока вектора Пойнтинга.

Список литературы

- [1] Постон Т., Стюарт И. Теория катастроф и ее приложения. М.: Мир, 1980. 607 с. (T. Poston, I. Stewart. Catastrophe Theory and its Applications. London; San Francisco; Melbourne: Pitman, 1978).
- [2] Berry M.V. // J. Mod. Opt. 1998. Vol. 45. P. 1845–1851.
- [3] Мищенко А.С., Фомменко А.Т. Курс дифференциальной геометрии и топологии М.: Изд-во МГУ, 1980. 439 с.
- [4] Воляр А.В. // Письма в ЖТФ. 2000. Т. 26. Вып. 13. С. 71–79.
- [5] Снайдер А., Лав Дж. Теория оптических волноводов. М.: Радио и связь, 1987. 656 с. (A.W. Snyder, J.D. Love. Optical Waveguide Theory. London; New York: Chapman and Hall, 1983).

Памяти М. Б. Голанта



7 февраля 2001 года на 79 году жизни, после тяжелой болезни скончался доктор технических наук, профессор, лауреат Ленинской и Государственной премий СССР, лауреат Государственной премии Российской Федерации, участник Великой Отечественной войны, Михаил Борисович Голант.

С именем этого талантливого ученого и инженера, помимо выдающихся достижений в электронной технике и технологии, связана важная веха в радиофизике миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов электромагнитных волн. Предложенная им на рубеже пятидесятих-шестидесятих годов конструкция ламп обратной волны (ЛОВ), впервые позволила полностью перекрыть миллиметровый и субмиллиметровый диапазоны когерентными источниками излучения милливаттного уровня мощности. Создание этих ЛОВ, по ряду важнейших параметров, не превзойденных до сих пор, без преувели-

чения можно поставить в один ряд с крупнейшими достижениями мировой электроники. На их основе впервые стали возможными экспериментальные радиофизические, биологические и медицинские исследования в диапазоне миллиметровых волн. Было положено начало новому направлению в экспериментальной физике, получившему название миллиметровой и субмиллиметровой ЛОВ-спектроскопии.

Михаил Борисович Голант никогда не следовал слепо научной моде. Пик его работы по разработке ЛОВ совпал с началом эпохи полупроводниковой электроники и физики лазеров. Казалось, что заниматься маломощными вакуумными лампами уже неактуально, поскольку было очевидно, что ламповая электронная техника милливаттных мощностей будет вытесняться полупроводниковыми приборами. Однако именно разработанные им ЛОВ были и остаются до сих пор основным инструментом физических исследований в миллиметровом и субмиллиметровом диапазонах.

То же можно сказать и про проведенные при его непосредственном участии и, во многом, под его идейным руководством биофизические исследования по воздействию электромагнитных волн миллиметрового диапазона малой интенсивности на живые организмы. Многие результаты этих исследований не укладываются в принятые в настоящее время схемы, но, несомненно, окажут существенное влияние на весь комплекс представлений о передаче и обработке информации в клетках живых организмов.

Жизнь и деятельность М. Б. Голанта еще раз показала, что в науке главное — это целеустремленность, нестандартный подход к проблемам, видение ключевых вопросов, умение находить новые возможности в, казалось бы, давно известных вещах. И не бояться рисковать.

А. М. Прохоров, академик, лауреат Нобелевской премии;
Е. М. Дианов, академик.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Журнал "Техническая физика" печатает оригинальные статьи и заказные обзоры по различным направлениям прикладной физики на русском языке. Перевод журнала на английский язык осуществляется Международной академической издательской компанией "Наука" (МАИК "Наука/Интерпериодика"). Распространение его англоязычной версии Technical Physics (Лицензионного журнала) за рубежом осуществляется Американским институтом физики. Обе версии журнала выходят в свет одновременно.

Направляя рукопись статьи в редакцию ЖТФ, авторы передают учредителям и редколлегии журнала право опубликовать ее на русском языке и передать текст статьи для перевода и публикации на английском языке МАИК. При этом за авторами сохраняются все остальные права как собственников этой рукописи.

Авторами должно быть представлено письмо в следующей форме:

Мы, нижеподписавшиеся авторы,
передаем учредителям и редколлегии журнала "Техническая физика"
право опубликовать статью
на русском и английском языках.

Мы подтверждаем, что данная публикация не нарушает авторского права
других лиц или организаций.

Дата

Подписи

Редакция Журнала технической физики просит авторов при направлении статей руководствоваться следующими правилами. *Статьи, оформленные без соблюдения этих правил, к рассмотрению не принимаются.*

1. Статьи, являющиеся результатами работ, проведенных в учреждениях, должны обязательно иметь направление учреждения.

Если коллектив авторов включает сотрудников различных учреждений, необходимо представить направления всех учреждений и указать место работы каждого автора.

Статья обязательно должна быть подписана автором, а при наличии нескольких авторов — всеми соавторами. К рукописи необходимо приложить точный адрес, фамилию, полные имя и отчество автора (или соавтора, которому поручено вести переписку с редакцией), а также E-mail, номер его телефона, служебного и домашнего.

Корректурa русской версии для просмотра не высылается. Электронная версия русского текста доступна заблаговременно. Просьба к авторам срочно сообщать электронной почтой замеченные опечатки для внесения исправлений в печатный текст и в текст перевода.

2. Авторам предлагается посылать свои сообщения в наиболее сжатой форме, совместимой с ясностью изложения, в совершенно обработанном и окончательном виде без формул и выкладок промежуточного характера и громоздких математических выражений. Не следует повторять в подписях к рисункам пояснений, уже содержащихся в тексте статьи, а также представлять одни и те же результаты и в виде таблиц, и в виде рисунков.

Объем статьи *не должен превышать:*

- 18 страниц машинописного текста,
- 8 рисунков (включая *a, b, c*).

В список литературы следует включать только источники, содержащие конкретную информацию, обсуждаемую в статье.

Статью следует печатать черной лентой через 2 интервала, соблюдая поля сверху, снизу, слева по 3 см, на машинке со стандартным шрифтом или при помощи компьютерного принтера (шрифты 12 или 14 пунктов, при печати на матричном принтере режим "draft" — недопустим).

Рукописные вставки не допускаются. Все страницы должны быть пронумерованы.

3. На первом листе статьи в приведенном порядке печатается:

- название статьи;
- инициалы и фамилии авторов (инициалы перед фамилией);
- название учреждения (без сокращений и аббревиатур), которое направляет статью, его адрес: индекс, город, страна, E-mail.
- аннотация.

Помещенная перед текстом статьи аннотация должна иметь объем не более 0.5 машинописной страницы и не должна дублировать вводный и заключительный разделы статьи.

4. В буквенных обозначениях физических величин, коэффициентов (включая индексы), в формулах, на рисунках, в тексте, в подписях к рисункам *должны использоваться буквы только латинского или греческого алфавитов*. Следует использовать только международные обозначения единиц измерения системы СИ, которые можно найти в СТ СЭВ 1052-78, справочнике "Таблицы физических величин" п/р ак. И.К. Кикоина и др.

5. В первом экземпляре рукописи *формулы и обозначения* размечаются по следующим правилам:

- греческие буквы подчеркиваются снизу красной чертой;
- рукописные буквы обводятся зеленым карандашом;
- готические — желтым карандашом;
- векторы подчеркиваются снизу синей чертой (не стрелкой сверху!);
- индексы и степени помечаются простым карандашом дугами сверху и снизу;
- следует четко обозначать прописные и строчные буквы, имеющие сходное начертание (*C, c; K, k; P, p; O, o;*); буквы *I (i)* и *J (j)*; букву *I* и римскую единицу 1; а также арабскую цифру 1 и римскую *I*; вертикальную черту (*|*) и штрих в индексах; *l* (латинская эль) и *e*;
- прописные буквы помечаются карандашом двумя чертами снизу (C), а строчные — сверху (c).

В формулах, не вынесенных в отдельную строку, деление следует обозначать косой чертой. Для показательной функции использовать *exp*, а не "e" в степени.

Формулы следует вписывать крупно, свободно и четко. Нумерация формул должна быть сквозной по всей статье (не по разделам).

6. Рисунки представляются в двух экземплярах. Следует использовать минимальное число рисунков с ограниченным количеством деталей. Размер рисунка не должен быть больше обычной страницы (A4).

Штриховые рисунки выполняются на белой бумаге или кальке тушью.

Тоновые рисунки представляются в виде глянцевого фотографий. На втором экземпляре фотографий не должно быть буквенных и цифровых обозначений (только изображение).

На обороте мягким карандашом указать ”верх”. Фотографии не наклеивать. Скрепки не использовать. Все надписи на обороте — только на одном экземпляре.

Рисунки, выполненные на компьютере, должны быть высокого качества (не менее 600 dpi).

На обороте рисунков следует указать фамилии авторов, название статьи и номер рисунка.

На отдельном листе представляются подрисовочные подписи.

Для обозначений на рисунках следует использовать цифры или латинские буквы, а пояснения делать в тексте или в подписях к рисункам.

В таблицах обязательно указываются единицы измерения величин.

7. Следует избегать без крайней в том необходимости аббревиатур в тексте статьи, даже таких общепринятых, как ВАХ, ЭДС, ЩГК, ВТСП и т.п. *Использование аббревиатур и простых химических формул в заголовках статей совершенно недопустимо.* Следует писать: высокотемпературная сверхпроводимость, кремний, арсенид галлия, антимонид индия и т.п., давая при необходимости соответствующую химическую формулу в тексте. Исключение могут составлять формулы сложных химических соединений. Каждое первое употребление аббревиатуры в тексте должно быть четко пояснено.

8. Список литературы составляется в порядке упоминания в статье, в тексте дается ссылка цифрой в квадратных скобках (например, [1,2], [3,6] и т.д.). В списке литературы указываются для журнальных статей фамилии и инициалы (после фамилии) авторов (не более трех), название журнала (в сокращенном варианте), год, том, номер (или выпуск), страницы от и до; в ссылках на книги — фамилии, инициалы авторов, название (полностью), город, год и общее число страниц. Тексты списка литературы (русский и иностранный) представлять в напечатанном виде.

Если число авторов больше трех, приводятся сначала фамилии и инициалы первых трех авторов, а затем ”и др.” или ”et al.”.

Ссылки на российские издания приводятся на русском языке.

Нумерация ссылок должна строго соответствовать порядку их упоминания в тексте.

9. К статье следует приложить на отдельном листе для переводчика список всех использованных аббревиатур с их расшифровкой на русском языке, перевод на английский язык и рекомендуемая английская аббревиатура, если она существует. Следует дать рекомендации автора переводчику по форме:

Рекомендации автора переводчику

Следующие термины, имена, заглавия и т.п. следует переводить:

| Русский текст | Английский перевод |
|---------------|--------------------|
| | |
| | |
| | |
| | |

Особые пожелания: _____

Наряду с аббревиатурами в эту форму должны быть включены английские транскрипции всех фамилий авторов статьи, а также авторов ссылок. При упоминании в тексте

иностранных учебных заведений, фирм, фирменных продуктов и т. д. должны быть даны их названия в оригинальном написании. Выполнение требований этого пункта особенно важно в связи с одновременной публикацией перевода журнала на английский язык.

Статьи, представленные с несоблюдением этих правил, независимо от их содержания будут возвращаться авторам на доработку. Приоритетной датой будет считаться дата поступления доработанного варианта статьи.

В дополнение к печатным экземплярам статьи возможно представить на дискете файл с текстом статьи. Статья должна быть набрана в стиле article \LaTeX 2 ϵ . При наборе формул допускается использование только стандартных шрифтов \TeX 'а семейства Computer Modern (CM) и шрифтов msam и msbn Американского математического общества (American Mathematical Society — AMS). Кириллизация \TeX 'а должна быть проведена в соответствии с рекомендациями Ассоциации пользователей кириллического \TeX 'а (Cyrillic \TeX Users Group — CyrTUG).

10. Статьи и материалы к ним представляются в двух экземплярах на русском или английском языке. Перевод с английского осуществляется редакцией.

11. Материалы, представленные на английском языке для публикации в Журнале лицом, являющимся носителем языка (Англия, США, Канада, Австралия, Новая Зеландия), или с его участием в коллективной работе, стилистическому редактированию при подготовке Лицензионного журнала МАИК не подлежат. В отдельных случаях, при неудовлетворительном качестве английского языка, указанные статьи подвергаются Издателем стилистическому редактированию.

12. Материалы, представленные на английском языке для публикации в Журнале лицом, не являющимся носителем языка (см. п. 11), при подготовке Лицензионного Журнала подлежат стилистическому редактированию МАИК.

13. Материалы, представленные на английском языке для публикации в Журнале, сопровождаются ссылкой: "The text is submitted by the author in English" ("Текст представлен автором на английском языке").

14. Авторский перевод на английский язык Материалов, представленных для публикации в Журнале на русском языке, принимается к рассмотрению только в случае, если к нему приложен русский текст. Качество перевода и возможность его публикации определяются МАИК.

15. Если авторский перевод соответствует требованиям Издателя к качеству перевода и принимается к публикации в Лицензионном журнале, он подлежит оплате по установленным МАИК расценкам.

16. Верстка всех Материалов, подвергшихся переводу или редактированию МАИК, направляется автору на согласование. Автор обязан в течение 5 дней прочесть полученную корректуру и при наличии замечаний к переводу направить их Издателю.

Если в результате стилистического редактирования перевода авторская идея не была изменена или ухудшена, то языковая правка перевода не допускается.

По истечении указанного срока, в случае отсутствия ответа, МАИК вправе считать правку согласованной и опубликовать отредактированный материал.

17. В случае направления автору статьи для учета замечаний рецензента переработанный текст должен быть возвращен в редакцию не позднее двух месяцев со дня его отсылки. В противном случае первоначальная дата поступления статьи при публикации не указывается.