

- выявлять в процессе построения вывода $L_i \rightarrow L_i^*$ различные виды недопустимых преобразований, примерами которых могут служить преобразования приводящие к возникновению ситуации, когда имеет место $L_i \rightarrow L_{i+1} \rightarrow \dots \rightarrow (L_{i+k} \& \neg L_i)$, или ситуации приводящие к формированию равноправных альтернативных выводов $L_i \rightarrow (L_j \vee L_k)$,

- задачи расширения состава системы формул вывода новыми формулами вывода, которые отображают специфику предметной области интерпретации соответствующего вывода и всех формул участвующих в соответствующем выводе.

Решение перечисленных выше задач основываются на данных, которые получены алгоритмом В₁ из ИМ.

1. *Петриашвили Г. Г.* Базовые параметры моделей конструкций книжных изданий / *Г. Г. Петриашвили* // Моделювання та інформаційні технології. — К., 2006. — Вип. 36. — С. 210–216.
2. *Петриашвили Г. Г.* Особенности производства книжно-журнальных изданий с изменяемым информационным содержанием / *Г. Г. Петриашвили, Б. В. Дурняк* // Комп'ют. технології друкарства. — 2006. — Вип. 16. — С. 275–277.
3. *Петриашвили Г. Г.* Моделирование системы функционирования книжно-журнальных изданий с переменным информационным содержанием / *Г. Г. Петриашвили* // Моделювання та інформаційні технології. — К., 2007. — Вип. 41. — С. 188–194.
4. *Ковальски Р.* Логика в решении проблем / *Р. Ковальски*. — М. : Наука, 1990. — 280 с.

Поступила 10.08.2010р.

УДК 621.315:396

О. М. Сташук, Н. Н. Одинцов, И. П. Лесовой

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИОННОЙ ДИСПЕРСИИ В ОПТИЧЕСКИХ ВОЛОКНАХ С УПОРЯДОЧЕННОЙ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ МИКРОСТРУКТУРОЙ СТЕКЛА

Аннотация Проведено исследование поляризационной дисперсии, возникающей вследствие двойного лучепреломления в анизотропной среде, обусловленной вращением микроструктуры стекла волоконного световода. Приведены результаты расчетов зависимости поляризационной дисперсии от шага вращения микроструктуры для различных составов оптических волокон.

В настоящее время остро стоит проблема расширения полосы пропускания оптических волокон, что требует уменьшения дисперсии сигнала. Одним из наиболее перспективных способов минимизации дисперсии в одномодовом оптическом волокне (ОВ) является компенсация за счет искусственно созданной поляризационной дисперсии, равной по модулю, но противоположной по знаку хроматической дисперсии. Данная дисперсия имеет место в анизотропной среде по причине различия фазовых коэффициентов распространения обыкновенной и необыкновенной основных волн, возникающих вследствие двойного лучепреломления. Поэтому, исследование анизотропных сред распространения оптических сигналов, с целью определения наиболее оптимальных ориентаций микроструктур стекла для достижения необходимого значения поляризационной дисперсии, представляет большой научный интерес. Примером анизотропной среды распространения оптического сигнала является упорядоченная вращающаяся микроструктура волоконного световода (УВМВС).

В работах [1, 2] предложен способ получения ориентации внутренней микроструктуры стекла. В работе [2] получены выражения для определения разности фазовых коэффициентов и групповых времен задержек основных волн в УВМВС. В работах [3,4] проведены исследования поляризационной дисперсии ($\Delta\tau_1$), получены выражения для расчета последней, в которых учтено влияние фотоупругости в ОВ, скрученном в спиральную линию постоянного шага и радиуса скрутки при комнатной температуре, определены возможности компенсации внутримодовой дисперсии. В работах [5, 6] проанализированы условия достижения минимального и максимального значений $\Delta\tau_1$.

Однако, в указанных источниках не получены инженерные формулы для расчета $\Delta\tau_1$ в УВМВС, не исследована зависимость данной характеристики от шага вращения микроструктуры стекла ρ .

Целью данной работы является определение выражения для расчета $\Delta\tau_1$ и закономерности изменения величины данного параметра при изменении ρ , а также анализ возможности использования УВМВС для коррекции (компенсации) хроматической дисперсии оптического сигнала.

Способом получения УВМВС является поворачивание микроструктуры стекла с постоянным шагом ρ в условиях высокой температуры (при изготовлении ОВ), что приводит к поворачиванию осей наибольшей поляризуемости молекул стекла вдоль спиральной линии, шаг которой равен ρ , а радиус – длине нормали, соединяющей ось молекулы \vec{e}_m с осью ОВ. В таком случае ось каждой молекулы приобретает локальную ориентацию вдоль данной спиральной линии, ОВ обладает анизотропией оптических свойств [2], диэлектрические свойства данного ОВ приобретают тензорный характер, возникает двойное лучепреломление. УВМВС представляется возможным рассматривать как частный случай спиральноизогнутого

одномодового волоконного световода, уложенного на круговой цилиндр с радиусом $R \rightarrow 0$.

Существенными преимуществами УВМВС перед спиральноизогнутым в охлажденном состоянии ОВ (при $R > 0$) являются: 1) возможность придачу шагу скрутки $0 \leq \rho \leq \infty$, что позволяет достигнуть существенной асимметрии профилей диэлектрических проницаемостей обыкновенной и необыкновенной волн относительно оси распространения, что в свою очередь приводит к увеличению разности между фазовыми коэффициентами распространения обыкновенной и необыкновенной основных волн и, как следствие, к увеличению поляризационной дисперсии $\Delta\tau_1$, 2) благодаря отсутствию невзаимных влияний между необыкновенной HE_{11}^e и обыкновенной HE_{11}^o волнами (обмена мощностями) нет искажений в виде ограничений заднего и переднего фронтов импульсов отстающей и опережающей волн соответственно. Данные особенности дают основания к утверждению, что эффективность использования УВМВС в качестве корректора (компенсатора) внутримодовой дисперсии больше, чем у спиральноизогнутого в охлажденном состоянии ОВ, поскольку в больших пределах можно изменять поляризационную дисперсию $\Delta\tau_1$ путем подбора шага скрутки ρ .

Разность групповых времен распространения между необыкновенной HE_{11}^e и обыкновенной HE_{11}^o волнами для когерентной оптической несущей определяется из соотношения [2]:

$$\Delta\tau = \tau_1^e - \tau_1^o = \frac{v \cdot w}{2} (\sin\varphi + \cos\varphi) \frac{\partial}{\partial\omega} \left(\frac{\beta_{10}}{\varepsilon(r)} \right), \quad (1)$$

где τ_1^e и τ_1^o – групповое время распространения необыкновенной и обыкновенной волн соответственно; w – радиус модового поля волны HE_{11} в изотропном ОВ, $\beta_{10} = \frac{2\pi n}{\lambda_0}$ – коэффициент распространения моды HE_{11} в прямолинейном изотропном ВС (n – показатель преломления изотропного ОВ, λ_0 – скорость света в вакууме), (r) – симметричный профиль диэлектрической проницаемости градиентного ВС без упорядочения вращающейся микроструктуры материала, φ – полярная координата (отсчитывается от подвижной вращающейся декартовой координаты $\vec{x}(z)$), v – кручение ОВ.

Кручение УВМВС рассчитывается по формуле определения v для спиральноизогнутого ОВ при радиусе скрутки $R \rightarrow 0$ [2]:

$$v = \frac{\rho}{2\pi} \cdot \frac{1}{(\rho/2\pi)^2} = \frac{2\pi}{\rho}. \quad (2)$$

Величину $\varepsilon(r)$ можно определить, используя формулу Селмейера [7, 8]:

$$\varepsilon(r) = 1 + \sum_{i=1}^3 A_i \lambda^2 / (\lambda^2 - l_i^2), \quad (3)$$

где $A_1, A_2, A_3, l_1, l_2, l_3$ – коэффициенты, зависящие от состава стекла [7, 8], λ – длина волны передаваемого сигнала.

Радиус модового поля волны HE_{11} в изотропном ОВ представляется в виде [9, 10]:

$$w = \frac{a}{\sqrt{V-1}}; V = \frac{2\pi a}{\lambda} NA, \quad (4)$$

где a – радиус сердцевины ОВ, NA – числовая апертура.

Для получения формулы расчета $\Delta\tau_1$, определим $\frac{\partial}{\partial\omega} \left(\frac{\beta_{10}}{\varepsilon(r)} \right)$:

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial\omega} \left(\frac{\beta_{10}}{\varepsilon(r)} \right) &= \frac{\partial}{\partial\omega} \left(\frac{2\pi}{\lambda_0 \cdot n_1} \right) = \\ &= - \frac{\lambda^3}{c\lambda_0 \left[1 + \sum_{i=1}^3 \frac{A_i \lambda^2}{\lambda^2 - l_i^2} \right]^{3/2}} \cdot \left(\sum_{i=1}^3 \frac{A_i \lambda^2}{(\lambda^2 - l_i^2)^2} - \frac{A_i}{\lambda^2 - l_i^2} \right). \end{aligned} \quad (5)$$

Подставив (2) и (5) в выражение (1), получим конечную формулу для расчета поляризационной дисперсии в УВМВС:

$$\Delta\tau_1 = - \frac{w \cdot \pi}{\rho} (\sin\varphi + \cos\varphi) \cdot \frac{\lambda^3}{c\lambda_0 \left[1 + \sum_{i=1}^3 \frac{A_i \lambda^2}{\lambda^2 - l_i^2} \right]^{3/2}} \cdot \left(\sum_{i=1}^3 \frac{A_i \lambda^2}{(\lambda^2 - l_i^2)^2} - \frac{A_i}{\lambda^2 - l_i^2} \right). \quad (6)$$

Углы поляризаций необыкновенной (φ^e) и обыкновенной (φ^o) волн относительно оптической оси, нормально соединяющей ось ОВ со спиральной линией, вдоль которой осуществляется локальная ориентация молекул в УВМВС, определяются согласно выражениям, полученным в [2]:

$$\varphi^e = -\arctg \frac{\rho}{4\pi R} \pm \pi = -\frac{\pi}{2} \pm \pi; \quad \varphi^o = \varphi^e \pm \frac{\pi}{2}. \quad (7)$$

Проведены расчеты $\Delta\tau_1$ по (6) для длины волны передаваемого сигнала 1,565 мкм, координаты $\varphi = 90^\circ$, радиуса сердцевины ОВ $a = 4,5$ мкм. По результатам расчетов построены графики зависимости $\Delta\tau_1$ (с/км·нм) от шага скрутки ρ , представленные на рис. 1 (диапазон ρ выбирался от 4,5 мкм до 65 мкм)..

Расчеты производились для следующих рецептов УВМВС: 1 – сердцевина – 7% GeO₂, 93% SiO₂, оболочка – 3,5% B₂O₃, 96,5% SiO₂; 2 – сердцевина – 9,1% GeO₂, 7,7% B₂O₃, 83,2% SiO₂, оболочка – 2,2% GeO₂, 3,3% B₂O₃, 94,5% SiO₂; 3 – сердцевина – 4,01% GeO₂, 9,7% B₂O₃, 86,27% SiO₂, оболочка – 1% F, 99% SiO₂; 4 – сердцевина – 100% SiO₂, оболочка – 1% F, 99% SiO₂

Как видно из графиков рис. 1, поляризационная дисперсия при координате φ , равной углу поляризации необыкновенной волны является отрицательной (групповая скорость волны HE_{11}^e преобладает над групповой скоростью волны HE_{11}^o), резко возрастает в случае придания ρ одного порядка с радиусом ОВ, приобретает максимальное отрицательное значение при шаге скрутки УВМВС, равном радиусу сердцевины ОВ, по мере увеличения ρ $\Delta\tau_1$ уменьшается, что объясняется уменьшением разности фазовых коэффициентов распространения основных волн с взаимортогональными углами поляризации: HE_{11}^e и HE_{11}^o .

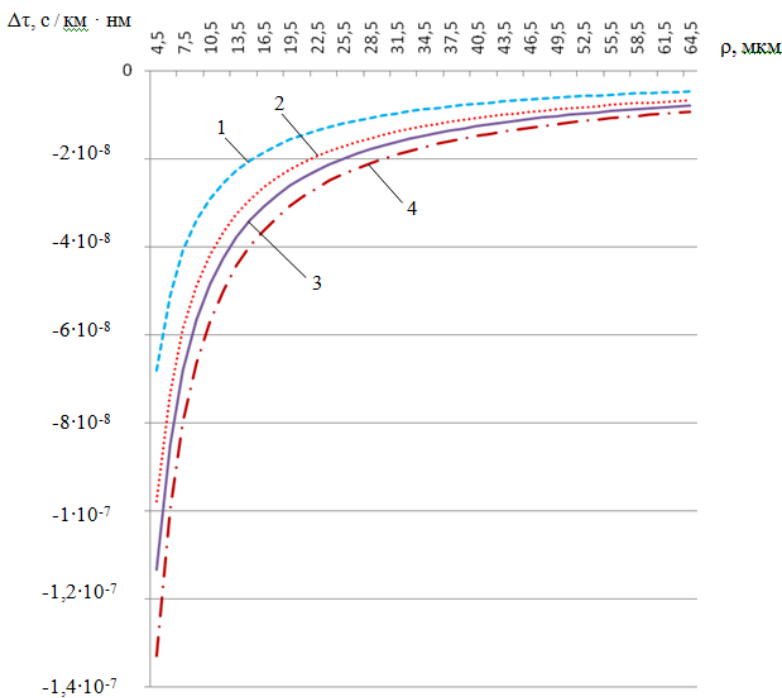


Рисунок 1 – Зависимость поляризационной дисперсии $\Delta\tau_1$ в УВМВС от шага скрутки ρ

Результаты расчетов $\Delta\tau_1$ (с/км·нм) по (6) для чистого кварцевого стекла при изменении полярной координаты φ представлены в виде круговой диаграммы на рис. 2 (шаг скрутки $\rho = a = 4,5$ мкм).

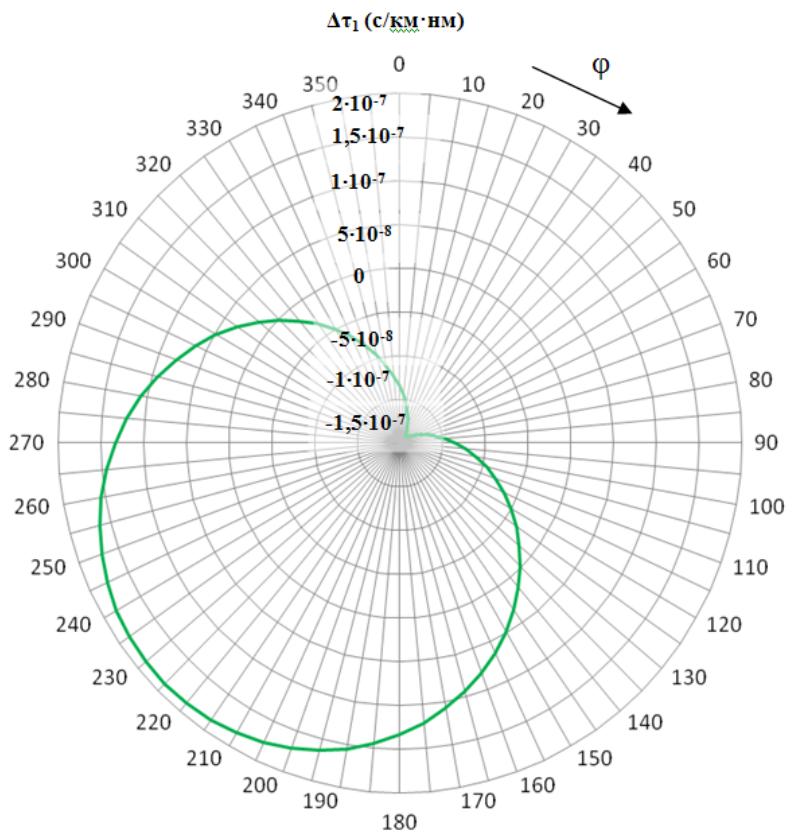


Рисунок 2 – Зависимость поляризационной дисперсии $\Delta\tau_1$ (с/км·нм) от полярной координаты φ для чистого кварцевого стекла

Из результатов расчета поляризационной дисперсии $\Delta\tau_1$ и графиков ее зависимости от координаты поперечного сечения φ (рис. 2) следует, что $\Delta\tau_1$ в диапазоне изменения φ от 0° до 135° и от 315° до 360° – отрицательна. При этом она принимает максимальное отрицательное значение $-1,88133 \cdot 10^{-7}$ с/км·нм при координате φ , равной 45° . В диапазоне изменения величины угла φ от 135° до 315° $\Delta\tau_1$ – положительна с максимальным значением, составляющим $1,85321 \cdot 10^{-7}$ с/км·нм при $\varphi = 225^\circ$. В области отрицательных значений $\Delta\tau_1$

групповое время распространения необыкновенной волны HE_{11}^e меньше, чем у обыкновенной HE_{11}^o , поэтому сигнал, переносимый волной HE_{11}^e будет опережать сигнал, переносимый волной HE_{11}^o .

В области же положительных значений $\Delta\tau_1$, напротив – обыкновенная волна HE_{11}^o будет опережать необыкновенную волну HE_{11}^e . При значениях координаты φ , равных 135° и 315° обыкновенная и необыкновенная волны распространяются с равными групповыми скоростями, при этом поляризационная дисперсия отсутствует, $\Delta\tau_1 = 0$.

Проведенные исследования зависимости поляризационной дисперсии от величины шага скрутки ρ и координаты φ в оптическом волокне с упорядоченной вращающейся микроструктурой стекла позволяют сделать следующий вывод:

С уменьшением шага скрутки ρ ОВ с УВМС, поляризационная дисперсия $\Delta\tau_1$ возрастает, принимая максимальное значение при ρ , равном радиусу a ОВ, оставаясь при этом отрицательной величиной во всем диапазоне изменения ρ . А в зависимости от координаты φ поперечного сечения ОВ $\Delta\tau_1$ может изменяться от нуля до некоторой максимальной величины, переходя при этом из области отрицательных значений в область положительных. Указанная характерная зависимость $\Delta\tau_1$ от ρ и φ может быть использована для реализации компенсаторов хроматической дисперсии в ОВ.

1. *Макаров Т. В.* Оптическое волокно, обеспечивающее поворот плоскости поляризации, и способ его изготовления /Макаров Т. В., Зазулин А. В. // Авт. свид. СССР № 1812541.
2. *Макаров Т.В.* Волоконный световод с упорядоченной вращающейся микроструктурой стекла / Макаров Т.В. // Праці УНДІРТ. – Одеса, 1999. – №2(18).
3. *Одинцов Н. Н.* Исследование поляризационной дисперсии волоконных световодов, изогнутых по спирали / *Н. Н. Одинцов, О. М. Стацук* // Наукові праці ОНАЗ ім О. С. Попова. – Одеса, 2009.
4. *Стацук О. М.* Компенсація внутрішньомодової дисперсії в анізотропному фотопружному оптичному волокні / *О. М. Стацук* // Вісник Хмельницького Національного університету – Хмельницький, 2009. – Вип. 4 – С. 230 – 233.
5. *Макаров Т. В.* Передаточные характеристики изогнутых волоконных световодов /*Макаров Т. В.* // Праці УНДІРТ. – Одеса, 1998. – №1 (13). – С. 13-23.
6. *Макаров Т. В.* Скрученный волоконный световод для когерентной передачи сигналов / *Макаров Т. В.* // Праці УНДІРТ. – Одеса, 1998. – Вип. 1 (13). – С.22 – 28.
7. *Корнейчук В.И.* Оптические системы передачи. / *Корнейчук В. И., Макаров Т.В., Панфилов И.П.* – К.: Техніка, 1994. – 388 с.
8. *Каток В. Б.* Волоконно-оптичні системи зв'язку. – Київ, 1999. -501 с.
9. *Макаров Т. В.* Невзаимные влияния волн и сигналов в спиральных одномодовых волоконных световодах. Часть I / *Т. В. Макаров* // Праці УНДІРТ. – Одеса, 2004. –

Вип. 2 (38). – С. 23-28.

10. Макаров Т. В. Невзаимные влияния волн и сигналов в спиральных одномодовых волоконных световодах. Часть II / Т. В. Макаров // Праці УНДІРТ. – Одеса, 2004. – Вип. 2 (38). – С. 29-34.

Поступила 11.08.2010р.

УДК 004.921

Б. В. Дурняк, В. І.Сабат, Л.Є.Шведова

МЕТОДИ ФОРМАЛЬНОГО ОПИСУ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ПОВНОВАЖЕННЯМИ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ ЛОГІКИ

Наявність чи відсутність повноважень можна інтерпретувати як події, що мають дискретний характер. Умови, що визначають можливість виникнення тих, чи інших подій, також допускають дискретну інтерпретацію, оскільки їх природа у більшості випадків така, що умова виконується або не виконується. Між умовами, що зумовлюють виникнення події і між подіями існують взаємозв'язки, що допускають їх логічну інтерпретацію. Наприклад, для виникнення деякої події u_i може використовуватися певна комбінація подій, зв'язок між якими завдяки їх дискретній інтерпретації, описується логічними функціями вузького числення $\{\&, \vee, \rightarrow, \}$. Система цих функцій залежно від тих чи інших потреб предметної області задач управління уповноваженнями може розширитися додатковими логічними функціями, які описуватимуть виділені логічні співвідношення, інтерпретовані як аксіоми деякої задачі, або спеціалізовані співвідношення між окремими змінними, що мають власну інтерпретацію у предметній області, яка узгоджується з інтерпретацією, загальноприйнятою у математичній логіці [1].

Умови, що описують можливість виникнення тих чи інших подій, формуються користувачами відповідних інформаційних систем і в першу чергу вони визначаються інтерпретацією відповідних даних та операцій з цими даними. Для того, щоб можна було формувати певні структури даних та їх інтерпретації, необхідно створити систему оцінок даних, що використовуються в інформаційних системах (IS). Відповідні методики оцінки даних безпосередньо відносяться до певних груп користувачів. Тому методи оцінки являють собою певну ієрархію в основі якої лежать базові визначення відповідних оцінок. Проблема оцінювання даних тісно пов'язана з вибором масштабу для відповідних оцінок. Оскільки інформаційні системи ґрунтувалися на переносі останніх з паперових носіїв на носії цифрові та в цифрові