

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ПОЛЯРИЗАТОРА НА ОСНОВЕ
ПОВЕРХНОСТНОГО ПЛАЗМОННОГО РЕЗОНАНСА****Жабровец Д.А. (Университет ИТМО), Мухтубаев А.Б. (Университет ИТМО)****Научный руководитель – кандидат технических наук, ассистент Мухтубаев А.Б.
(Университет ИТМО)**

Введение. Волоконно-оптические поляризаторы применяются в устройствах и системах, которые работают с использованием линейно поляризованного оптического излучения: это волоконно-оптические датчики с высокой чувствительностью и точностью, интерферометры различного типа, в частности волоконно-оптический гироскоп на эффекте Саньяка, волоконные лазеры, устройства когерентной оптической связи и так далее. Также данный волоконно-оптический компонент необходим в системах квантовой коммуникации с поляризационным кодированием. Целью настоящей работы является численное и аналитическое моделирование волоконно-оптического поляризатора на основе поверхностного плазмонного резонанса, который работает на центральной длине волны оптического излучения 1550 нм. Принцип работы такого волоконно-оптического поляризатора состоит в возбуждении плазменной волны в тонкой металлической пленке, которая нанесена на сполитрованную боковую поверхность одномодового волокна (D-shape волокно). Стоит отметить, что только ТМ-поляризация света в оптическом волокне возбуждает поверхностный плазмонный резонанс в металле и испытывает большие потери, в то время как ТЕ-поляризация не теряет энергию, что делает возможным создание волоконно-оптического поляризатора на основе данного эффекта [1].

Основная часть.

D-shape волокно создается путем полирования боковой поверхности оптического волокна с помощью специализированной установки для полировки оптических волокон. Затем на полированную часть наносится тонкий слой металла для возбуждения поверхностного плазмонного резонанса (ППР) и сверху дополнительный слой диэлектрика для сдвига ППР в инфракрасную область и защиты слоя металла от окружающего воздействия.

Самыми широко распространёнными металлами для создания плазмонных волноводных устройств являются Ag, Au, Al, Cr, Cu [1]. В настоящей работе было принято решение использовать медь из-за её дешевизны и возможности сдвига ППР на длину волны 1550 нм с помощью дополнительного диэлектрического покрытия. Моделирование проводилось для D-shape волокна на основе одномодового оптического волокна SMF-28. Моделирование необходимо было для того, чтобы найти толщины пленок меди и диэлектрического покрытия при которых спектр ППР сдвигается на длину волны 1550 нм и соответственно одна из мод в волокне имеет наибольшее затухание при данной длине волны.

В работе коэффициент пропускания ТМ-моды рассчитывался по формулам Френеля с помощью модели планарного волновода, в котором 1-ый слой представляет собой сердцевину волокна (показатель преломления рассчитывается по формуле Селлмейера [2]), 2-ой слой – слой металла (медь, показатель преломления рассчитывался по формулам Друдэ [3]), 3-ий – слой пленки диэлектрика (сапфир Al_2O_3 , показатель преломления рассчитан по статье [4]), 4-ый – окружающая среда, в данном случае воздух ($n = 1$). Были найдены оптимальные толщины меди и сапфира (40 и 250 нм соответственно), при которых коэффициент пропускания ТМ-моды имеет наименьшее значение на длине волны 1550 нм. Также при тех же параметрах с помощью численного моделирования в программе COMSOL Multiphysics было получено, что при длине нанесённой пленки в 1 см, коэффициент поляризационной экстинкции достигает значения 80 дБ с потерями ТЕ-моды, равными 0,3 дБ.

Выводы. Было проведено численное и аналитическое моделирование волоконно-

оптического поляризатора. Были найдены оптимальные толщины пленок меди и сапфира (40 и 250 нм соответственно при длине D-shape волокна 1 см), а также коэффициент поляризационной экстинкции (80 дБ) для данной структуры. Следующим этапом работы является создание экспериментальных образцов и апробация теоретических результатов на практике.

Список использованных источников:

1. Wang X., Li J., Wang X., Tan Z., Chen R., Deng X., Wang Z. Low-Loss Broadband Transverse Electric Pass Hybrid Plasmonic Fiber Polarizers Using Metallic Nanomaterials // ACS Appl Mater Interfaces. — 2021. — Т. 13, № 12. — С. 14718–14727.
2. Santos D. F., Guerreiro A., Baptista J. M. Numerical investigation of a refractive index SPR D-type optical fiber sensor using COMSOL multiphysics // Regular. — 2013. — Т. 3. — С. 61–66.
3. A. D. Rakić, A. B. Djurišić, J. M. Elazar, M. L. Majewski. Optical properties of metallic films for vertical-cavity optoelectronic devices // Appl. Opt. — 1998. — № 37. — С. 5271–5283.
4. Malitson I. H., Dodge M. J. Refractive index and birefringence of synthetic sapphire // J. Opt. Soc. Am. — 1972. — Vol. 62. — P. 1405