

УДК 681.7.068

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА НА ОСНОВЕ ПОВЕРХНОСТНОГО ПЛАЗМОННОГО РЕЗОНАНСА И MMF-SMF-MMF ВОЛОКНА

Зыкина А.А. (ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук, Плясов С.А.  
(ИТМО)

**Введение.** На сегодняшний день актуальной проблемой является контроль содержания остатков антибактериальных препаратов в продуктах питания. Для этой цели отлично подходят биосенсорные системы на основе поверхностного плазмонного резонанса (ППР), так как они отличаются высокой чувствительностью, необходимой для детектирования малых концентраций антибиотиков [1]. Для уменьшения габаритов биосенсора в качестве чувствительного элемента можно использовать оптическое волокно с металлическим покрытием (золото, медь). В данной структуре наблюдается пик поглощения, соответствующий поверхностному плазмонному резонансу, длина волны которого зависит от концентрации антибиотиков в измеряемом растворе.

**Основная часть.** В качестве чувствительного элемента датчика было выбрано соединение MMF-SMF-MMF волокна, т.к. оно обладает хорошими эксплуатационными характеристиками: простотой изготовления, повторяемостью характеристик и механической прочностью [2]. Длина одномодового участка волокна составила 15-20 мм.

Для опроса предлагаемого чувствительного элемента можно использовать перестраиваемый лазер с вертикально излучающим резонатором (VCSEL), который позволит повысить чувствительность датчика, т.к. обладает достаточно узким спектром излучения. Однако рабочая длина волны излучения VCSEL лежит в ИК области, в то время как спектры ППР плазмонных металлов лежат в видимом диапазоне. Для решения данного несоответствия рабочих диапазонов длин волн предлагается сдвинуть спектр ППР в ИК область путем нанесения на оптическое волокно дополнительного диэлектрического покрытия ( $Al_2O_3$ ) [3, 4]. Для этого необходимо рассчитать оптимальную толщину покрытия  $Al_2O_3$  с помощью математического моделирования.

Моделирование чувствительного элемента проводилось с помощью программного обеспечения Mathcad на основе уравнений Френеля. Исследуемый диапазон длин волн составил 500–2000 нм, а диапазон показателя преломления исследуемой среды – 1,33–1,43. Для получения резонансных кривых была рассчитана интенсивность отраженного излучения в схеме Кречмана с помощью приближений геометрической оптики с пределами интегрирования по углам падения лучей, вычисленных на основе числовой апертуры волокна [5].

**Выводы.** Проведено математическое моделирование чувствительного элемента волоконно-оптического датчика на основе ППР. Результаты моделирования показывают хорошую корреляцию с экспериментальными данными

### Список использованных источников:

1. Алсовэйдн А. К. М., Караваева О. А., Гулий О. И. Методы и подходы для определения антибиотиков. Антибиотики и химиотер. 2022; 67: 1–2: 53–61. doi: 10.37489/0235-2990-2022-67-1-2-53-61.
2. Iga M., Seki A., Watanabe K. Hetero-core structured fiber optic surface plasmon resonance sensor with silver film // Sensors and Actuators B: Chemical. 2004. Vol. 101, № 3. P. 368–372.
3. Ma Y. et al. FOM enhancement of a D-shaped SPR fiber sensor based on  $Al_2O_3$ –graphene–platinum grating // Journal of Optics. – 2023. – С. 1-9.
4. Takagi K. et al. Surface plasmon resonances of a curved hetero-core optical fiber sensor //

Sensors and Actuators A: Physical. 2010. Vol. 161, № 1–2. P. 1–5.

5. Yamamoto M. Surface Plasmon Resonance (SPR) Theory: Tutorial // Review of Polarography. 2002. Vol. 48, № 3. P. 209–237.