

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

**СБОРНИК ТРУДОВ  
X МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
«ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОПТИКИ – 2018»**

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
15-19 октября 2018

 УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Санкт-Петербург  
2018

ББК 22.34. Оптика  
УДК 535

Сборник трудов X Международной конференции «Фундаментальные проблемы оптики – 2018». Санкт-Петербург. 15-19 октября 2018 / Под ред. проф. В.Г. Беспалова, проф. С.А. Козлова.– СПб: Университет ИТМО, 2018. – 467 с.: с ил.

ISBN 978-5-7577-0588-0

ББК 22.34. Оптика

Рецензенты:

Арпишкин В.М., к.т.н., исполнительный директор Оптического общества им. Д.С.Рожественского

Забелина И.А., к.т.н., с.н.с., ученый секретарь Оптического общества им. Д.С.Рожественского

В сборник вошли труды X Международной конференции «Фундаментальные проблемы оптики – 2018», прошедшей 15-19 октября 2018 года.



Университет ИТМО – ведущий вуз России в области информационных и фотонных технологий, один из немногих российских вузов, получивших в 2009 году статус национального исследовательского университета. С 2013 года Университет ИТМО – участник программы повышения конкурентоспособности российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров, известной как проект «5 в 100». Цель Университета ИТМО – становление исследовательского университета мирового уровня, предпринимательского по типу, ориентированного на интернационализацию всех направлений деятельности.

© Университет ИТМО, 2018  
© Авторы, 2018

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ОПТИКА ФЕМТО- И АТТОСЕКУНДНЫХ ИМПУЛЬСОВ .....</b>	<b>3</b>
УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ.....	3
СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ.....	18
<b>КВАНТОВАЯ ОПТИКА И ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ.....</b>	<b>29</b>
УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ.....	29
СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ.....	83
<b>КОГЕРЕНТНЫЕ ПРОЦЕССЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СВЕТА С ВЕЩЕСТВОМ .....</b>	<b>139</b>
УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ.....	139
СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ.....	185
<b>НОВЫЕ ПРИНЦИПЫ ОПТИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ, ОБРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ.....</b>	<b>222</b>
УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ.....	222
СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ.....	248
<b>ОПТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ФОТОНИКИ.....</b>	<b>279</b>
УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ.....	279
СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ.....	335
<b>ОПТИКА ДЛЯ БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЫ.....</b>	<b>424</b>
УСТНЫЕ ДОКЛАДЫ.....	424
СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ.....	450

# ПЛАЗМОННЫЙ РЕЗОНАНС СЕРЕБРЯНЫХ НАНОЧАСТИЦ В РАЗЛИЧНОЙ ВЫСОКООМНОЙ МАТРИЦЕ

Мухаметкаримов Е.С., Приходько О.Ю., Михайлова С.Л.,  
Даутхан К., Максимова С.Я.

ННЛОТ КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

В данной работе исследуется оптический эффект плазмонного резонанса в пленочных нанокompозитных материалах на основе серебряных наночастиц и матриц: аморфного углерода а-С:Н, диоксида титана  $\text{TiO}_2$  и смешанного состава а-С:Н+ $\text{TiO}_2$ . Пленки получены методом ионно-плазменного со-распыления.

Плазмонные нанокompозиты на основе высокоомной матрицы и металлических наночастиц представляют значительный интерес, связанный с возможностью их практического применения в различных областях, таких как солнечная энергетика, медицина, фотоника и т.д. [1-3]. В таких материалах при определенных условиях может наблюдаться оптический эффект, связанный с поверхностными плазмонами, возбуждаемыми внешним электромагнитным излучением [4]. Матрица в таких нанокompозитах предотвращает агломерацию металлических наночастиц. Параметры резонансного поглощения определяются диэлектрической проницаемостью матрицы и физико-химической природой самого металла. В качестве изолирующей матрицы применяются различные диэлектрические и полупроводниковые материалы, такие как  $\text{SnO}_2$  [5],  $\text{SiO}_2$  [6], а также полимеры [7].

В данной работе методом ионно-плазменного со-распыления получены пленочные нанокompозиты а-С:Н<Ag+ $\text{TiO}_2$ >, а-С:Н<Ag> и Ag+ $\text{TiO}_2$ . Измерения оптических спектров пропускания на спектрофотометре Shimadzu указывает на наличие в пленках минимума пропускания связанного с резонансным поглощением света [8]. Если для пленок а-С:Н<Ag> резонанс поглощения находится на длине волны  $440 \pm 5$  нм, то для пленок а-С:Н<Ag+ $\text{TiO}_2$ > резонанс наблюдается на  $492 \pm 5$  нм. Это смещение объясняется наличием дополнительных наночастиц  $\text{TiO}_2$  в матрице аморфного алмазоподобного углерода а-С:Н. Следует отметить, что резонанс в этих пленках ярко выражен, поскольку матрица аморфного алмазоподобного углерода а-С:Н является строго диэлектрической, а атомы углерода не образуют химическую связь с атомами серебра.

Для пленочных нанокompозитов Ag+ $\text{TiO}_2$  резонансное поглощение наблюдается при  $532 \pm 5$  нм. В отличие от а-С:Н, матрица из диоксида титана  $\text{TiO}_2$  является полупроводниковой с шириной запрещенной зоны 3.2 эВ, что придает дополнительные полупроводниковые свойства нанокompозитам Ag+ $\text{TiO}_2$ .

*Работа выполнена по программе гранта AP05132897 Комитета Науки МОН РК*

## Список литературы

1. H.A. Atwater, A. Polman Plasmonics for improved photovoltaic devices, *Nature Materials*, **9**, 205-213, (2010).
2. N. Anker Jeffrey, W. Paige Hall, Olga Lyandres, Nilam C. Shah, Jing Zhao and Richard P. Van Duyne, Biosensing with plasmonic nanosensors, *Nature Materials*, **7**, 442-453, (2008).
3. K. Jain Prashant, Xiaohua Huang, Ivan H. El-Sayed, And Mostafa A. El-Sayed. Noble Metals on the Nanoscale: Optical and Photothermal Properties and Some Applications in Imaging, Sensing, Biology, and Medicine // *Accounts Of Chemical Research*. –2008. –Vol.41(12). –P.1578-1586.
4. M. Quinten, Optical Properties of Nanoparticle Systems, *Wiley-VCH*, (2011).
5. W.Wu, L. Liao, S.F. Zhang, J. Zhou, X.H. Xiao, F. Ren, L.L.Sun, Z.G. Dai, and C.Z. Jiang, Non-centrosymmetric Au/ $\text{SnO}_2$  Hybrid Nanostructures with Strong Localization of Plasmonic for Enhanced Photocatalysis Application, *Nanoscale*, **5**, 5628, (2013).
6. J.H. Hsieh, Chuan Li, Y.Y. Wu, S.C. Jang. Optoelectronic properties of sputter-deposited Ag- $\text{SiO}_2$  nanoparticle films by rapid thermal annealing, *Current Applied Physics*, **11**, S328-S332, (2011).
7. Long-De Wang, Tong Zhang, Xiao-Yang Zhang, Yuan-Jun Song, Ruo-Zhou Li, and Sheng-Qing Zhu. Optical properties of Ag nanoparticle-polymer composite film based on two-dimensional Au nanoparticle array film, *Nanoscale Res Lett*, **9**:155, (2014).
8. O.Yu. Prikhodko, S.L. Mikhailova, E. Muhametkarimov, S. Ya. Maksimova, N. K. Manabaev, K. Dauthan Optical properties of а-С:Н thin films modified by Ti and Ag, *Proc. of SPIE*, **9929**, 99291G-1-99291G-6, (2016).