

**КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. АЛЬ-ФАРАБИ**  
**Физико-технический факультет**  
**Национальная нанотехнологическая лаборатория открытого типа**  
**(ННЛОТ)**  
**Научно-исследовательский институт экспериментальной и**  
**теоретической физики (НИИЭТФ)**

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИКИ КОНДЕНСИРОВАННОГО**  
**СОСТОЯНИЯ, НАНОТЕХНОЛОГИЙ И НАНОМАТЕРИАЛОВ**

(Сарсембиновские чтения)

Сборник трудов V Международной научной конференции

*17-18 мая 2018 года*

*Алматы*

Алматы, 2018

## ТЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦИИ

- процессы структурообразования;
- структурно-фазовые превращения;
- электронные процессы;
- стимулированные процессы;
- нанотехнологии;
- наноматериалы.

## ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

**Председатель:** Кожамкулов Т.А. – президент Казахстанского Физического Общества, академик НАН РК  
**Сопредседатель:** Рамазанов Т.С. – академик НАН РК, проректор КазНУ им. аль-Фараби

**Зам. председателя:**

Давлетов А.Е. – декан физико-технического факультета,  
Лаврищев О.А. – директор НИИЭТФ,  
Муратов М.М. – директор ННЛОТ

**Члены Оргкомитета:**

Ибраимов М.К. – зав. КФТТИНФ,  
Архипов Ю.В., зав. КФПиКФ,  
Болегенова С.А., зав. КТФиТФ,  
Абишев М.Е., зав. КТФиЯФ,  
Аскарова А.С., (д.ф.-м.н., проф, КТФиТФ)  
Дробышев А.С., (д.ф.-м.н., проф, КТФиТФ)  
Приходько О.Ю., (д.ф.-м.н., проф, КФТТИНФ),  
Жанабаев З.Ж., (д.ф.-м.н., проф. КФТТИНФ),  
Ильин А.М., (д.ф.-м.н., проф. КФТТИНФ),  
Михайлов Л.В., (к.т.н., доц. КФТТИНФ)

Максимова С.Я., (к.ф.-м.н., и.о. проф. КФТТИНФ),  
Исмайлова Г.А., (PhD, доц. КФТТИНФ),  
Яр-Мухамедова Г.Ш., (д.ф.-м.н., проф. КФТТИНФ),  
Рягузов А.П. (к.ф.-м.н., ННЛОТ)  
Мухаметкаримов Е.С., (PhD, КФТТИНФ),  
Аханова Н. (уч. секретарь ННЛОТ),  
Михайлова С.Л., (PhD, КФТТИНФ),  
Усенов Е.А. (зам. директора ННЛОТ),  
Суюндыкова Г.С. (магистр, КФТТИНФ),  
Партизан Г. (PhD, КФТТИНФ)

## ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

**Председатель:** Габдуллин М.Т. – проректор по научно-инновационной деятельности КБТУ

**Зам. председателя:** Приходько О.Ю. д.ф.-м.н., профессор КФТТИНФ

**Члены комитета:**

Гари Билл (Центр нанофазных исследований, США),  
Ксин Джанг (Институт материаловедения, Зиген, Германия),  
Рамос М. (Мадрид, Испания),  
Теруков Е.И. (ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН, Россия),  
Сазонов А.Ю. (университет Торонто, Канада),  
Тимошенко В.Ю. (МГУ, Россия),  
Козюхин С.А. (ИОНХ им. Курнакова РАН, Россия),  
Стрежемечный М. (ФТИ, Харьков, Украина),  
Коробова Н.Е. (МИЭТ, Россия),  
Мукашев Б.Н. (ФТИ),

Мансуров З.А. (ген. директор Института проблем горения),  
Алиев Б.А. (проректор АТУ)  
Кадыржанов К.К. (ЕНУ им. Гумилева),  
Шункеев К.Ш. (АРГУ им. Жубанова),  
Кумекоев С.Е. (КазНТУ им. Сатпаева),  
Купчишин А.И. (КазНПУ им. Абая),  
Бактыбеков К.С. (АО НК «Казахстан Гарыш Сапары»),  
Тажыбаева И.Л. (НЯЦ),  
Кокетай Т.А. (КарГУ им. Букетова).

**Современные проблемы физики конденсированного состояния, нанотехнологий и наноматериалов:** сборник трудов V-ой Международной научной конференции. – Издательство «Қазақ университеті», 2018. – 365 с.

**ISBN**

Сборник включает доклады, представленные на V Международной научной конференции «Современные проблемы физики конденсированного состояния, нанотехнологий и наноматериалов» (Алматы, 17-18 мая 2018 года).

Материалы сборника могут быть полезны широкому кругу научных работников, преподавателей и специалистов, работающих в области физики конденсированного состояния, нанотехнологий и наноматериалов а также докторантам, магистрантам и студентам физических, химических и технических факультетов университетов и высших учебных заведений для ознакомления с современным состоянием исследований и разработок.

<i>Н.Х. Ибраев, А.К. Аймуханов</i> Плазмно-усиленный активный элемент для перестраиваемого лазера на красителе	218
<i>В.Д. Кравцова, А.Ж. Дукенбай, Г.А. Исмайлова, О.Ю. Приходько</i> Технология получения и электронные свойства модифицированных алициклических полиимидных пленок	224
<i>Н.Х. Ибраев, Д.А.Афанасьев</i> Синтез наночастиц Al методом лазерной абляции в различных растворителях	225
<i>Д.Г. Батрышев, Е. Ерлану, М.Т. Габдуллин, Н.Е. Аханова, Желкобаев Ж.Е., Дарзбек С.А.</i> Разработка системы измерения наноперемещений	230
<i>Н.В. Васильева, Г.Т.Смагулова</i> Синтез нанодисперсного порошка $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ с помощью методов печини и золь-гель синтеза	231
<i>Н.В. Васильева, Г.Т.Смагулова, З.А. Мансуров</i> Получение защитного гидрофобного покрытия на основе нанодисперсии серы	234
<i>Н.Р. Гусейнов, М.М. Муратов, М.Т. Габдуллин, Р.Р. Немкаева, М.М. Мырзабекова, Я.Л. Шабельникова, С.И. Зайцев</i> Экспериментальное изучение распределения энергии в ионно-лучевой литографии	236
<i>Yerkin Shabdan, Kadirzhan K. Dikhanbayev</i> Unique approaches to synthesize 1D/3D SrTiO <sub>3</sub> nanofibers using combination of electrospinning and sol-gel technique	238
<i>Е.С. Мухаметкаримов, О.Ю. Приходько, С.Л. Михайлова, К. Даутхан, А. Амалбеков, А. Фалымжанова, У. Имангазы</i> Моделирование плазмонного резонанса поглощения света в композитных средах	244
<i>Ж.К. Толепов, К.Н. Турманова, А.С. Жакыпов, Г.А. Исмайлова, Г. Наурызбайкызы, О.Ю. Приходько</i> Структура и электронные свойства пленок GST225, модифицированных металлом	246
<i>Е. Ерланулы, Д.Г. Батрышев, Т.С. Рамазанов, М.Т. Габдуллин, Н.Е. Аханова</i> Синтез углеродных наностен методом PECVD для создания суперконденсаторов	247
<i>А. И. Купчишин, Б. Г. Таипова, Б. А. Тронин, К.Ш. Шаханов</i> Исследование механических свойств некоторых полимерных изоляционных материалов	249
<i>А. И. Купчишин, М. Н. Ниязов, А.Т. Абдухаирова</i> Деформация политетрафторэтилена при разных нагрузках и электронном облучении	253
<i>А.И. Купчишин, М.Н. Ниязов, Б.Г. Таипова, Н.Н. Ходарина, К.Ш. Шаханов</i> Исследование механических свойств текстолита и стеклотекстолита при испытании на плоский прямой изгиб	256

<i>А. И. Купчишин, О.В. Есырев, Н.Н. Ходарина, Б.Г. Таипова, Т.И. Зубарева</i> Оптические исследования необлученных, загрязненных и облученных биоматериалов	259
<i>А.И. Купчишин.</i> Каскадно-вероятностная функция для стабильных частиц, генерирующих радиационные дефекты	262
<i>А.И. Бондарев, З.Ж. Жанабаев, К.К. Диханбаев, С.М. Манаков</i> Поверхностная модификация газового сенсора на основе пористого кремния и кремниевых нанонитей	266
<i>С.М. Манаков, М.К. Ибраимов, Е. Сагидолда, Ш.А. Жуматова, М.Б. Дарменкулова</i> Газовый сенсор на основе пористого кремния и кремниевых нанонитей	272
<i>Л.В. Михайлов, Г.А. Исмаилова, С.Л. Михайлова, М.Ж. Куатова, А.М. Сидяров, Т.М. Жалилов.</i> Автоматизированная система смарт окна с использованием солнечных панелей	277
<i>Е.Е. Сандыбаев, А. Д. Мурадов, М. Przybylski, К.М. Мукашев, Г.Ш. Яр-Мухамедова</i> Исследование механических свойств полиимидных композитных пленок с наполнителями из углеродных нанотрубок	281
<i>Мухаметкаримов Е.С., Даутхан К., Приходько О.Ю., Михайлова С.Л., Максимова С.Ю., Далгабаева М.М.</i> Структура матрицы пленочных нанокompозитов Ag-TiO <sub>2</sub> и их оптические свойства	286
<i>Ж.Т. Накысбеков, М.Ж. Буранбаев, М.Б. Айтжанов, У.А. Досеке, Г.С. Суюндыкова, М.Т. Габдуллин</i> Фазовый переход в оксидах нанопорошка меди	289
<i>Писпекбай А.А., Ташкеева Г.К.</i> Кремний наножишшелерінің құрылымдық қасиеттеріне технологиялық параметрлердің әсері	293
<i>Д.С.Пузикова, М.Б. Дергачева, Г.М. Хусурова, А.Р. Турдыева</i> Нуклеация и рост наночастиц CdSe при электроосаждении из сульфатного электролита	298
<i>Рябкин Ю.А., Байтимбетова Б.А., Лебедев И.А., Серикканов А.С., Дмитриева Е.А.</i> Температурная зависимость сигнала эпр углеродной пленки на кварце, слюде и кремнии	305
<i>А.П. Рягузов, М.М. Мырзабекова, Р.Р. Немкаева, Н.Р. Гусейнов, Г.А. Байгаринова</i> Структура DLC пленок a-C<Pd <sub>x</sub> > синтезированных на кремниевых (100) подложках	307
<i>А.П. Рягузов, Р.Р. Немкаева, Н.Р. Гусейнов, Г.А. Байгаринова, М.М. Мырзабекова.</i> Влияние наночастиц палладия на структуру и свойства аморфных углеродных пленок	314
<i>Ж.А. Сутиева, М.А. Елеуов, Ж.К. Елемесова, А.М. Имангазы, М.А. Бийсенбаев, З.А. Мансуров.</i> Получение нанопористых электродных материалов из растительного сырья	321
<i>Суханова А.К., Ташкеева Г.К.</i> Күміспен модификацияланған титан диоксидінің (TiO <sub>2</sub> <Ag>) нанокompозиттік жұқа қабықшаларын дайындау	328
<i>Сыдықова Д.М., Әбдісадықова К.Н., Ташкеева Г.К.</i> Күміспен модификацияланған титан оксидінің (TiO <sub>2</sub> <Ag>) нанокompозиттік жұқа қабықшаларын түссіздендіруді зерттеу	331

## СТРУКТУРА МАТРИЦЫ ПЛЕНОЧНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ Ag-TiO<sub>2</sub> И ИХ ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

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

*ННЛОТ, КазНУ им.аль-Фараби*

Нанокompозитные материалы на основе диэлектрической или полупроводниковой широкозонной высокоомной матрицы и наночастиц некоторых металлов представляют значительный интерес в связи возможностью их широкого практического применения в разных областях науки и техники [1-3]. В композитных материалах, где матрицей является прозрачный диэлектрик, а наполнителем наночастицы серебра или золота наблюдается эффект плазмонного поглощения электромагнитного излучения в видимой области спектра [4]. На основе данного эффекта в рамановской спектроскопии детектируют отдельные молекулы малой концентрации [5], за счет гигантского усиления рамановского рассеяния света молекулами вблизи поверхности наночастиц металлов.

В настоящее время особый интерес представляют нанокompозитные материалы на основе диоксида титана и наночастиц серебра (Ag-TiO<sub>2</sub>) [6]. Диоксид титана обширно используется в промышленности в качестве добавок в полимерах, в солнцезащитных средствах, в красителях, а также в средствах очистки воды [7]. Серебро хорошо известно своими антибактериальными свойствами [8]. Наночастицы серебра могут быть использованы в качестве эффективных ингибиторов роста бактерий и вирусов в различных микроорганизмах, что позволяет успешно применять их в медицинских целях.

В данной работе методом ионно-плазменного распыления мишени из титана и комбинированной мишени из титана и серебра получены соответственно пленки TiO<sub>2</sub> и пленочные нанокompозиты Ag-TiO<sub>2</sub> на кремниевых и кварцевых подложках. Распыление проводилось при давлении ~0,1 Па и мощности ионно-плазменного разряда ~20 Вт в течение 60 минут. Полученные образцы имели гладкую поверхность, толщина пленок, по полученным снимкам сколов структур c-Si/TiO<sub>2</sub> и c-Si/Ag-TiO<sub>2</sub> на сканирующем электронном микроскопе Quanta 3D 200i, составляла около 100 нм (Рисунок 1). Элементный состав пленок TiO<sub>2</sub> и пленочных нанокompозитов Ag-TiO<sub>2</sub> определялся методом энерго-дисперсионного анализа и приведен в таблице.

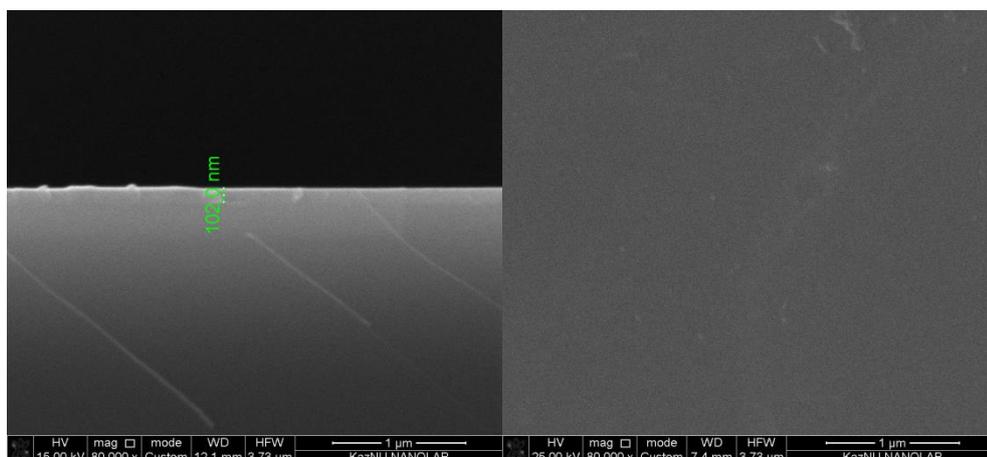


Рисунок 1 – СЭМ изображения скола структуры c-Si/пленка TiO<sub>2</sub> и морфология пленки TiO<sub>2</sub>

Для изучения свойств матрицы были получены пленки чистого диоксида титана  $\text{TiO}_2$  без добавления примеси серебра. На рисунке 2 представлен спектр комбинационного рассеяния света пленки  $\text{TiO}_2$ . Анализ пиков в спектре показывает, что исходные пленки  $\text{TiO}_2$ , осажденные на подложки при комнатной температуре, находятся в фазе анатаза (рисунок 2).

Таблица - Элементный состав пленок  $\text{TiO}_2$  и пленочных нанокомпозитов  $\text{Ag-TiO}_2$  в ат.%

Состав/элемент	$O_K$	$Si_K$	$Ti_K$	$Ag_L$
$\text{TiO}_2$	18,47	74,40	7,12	-
$\text{Ag-TiO}_2$	20,52	67,76	9,99	1,73

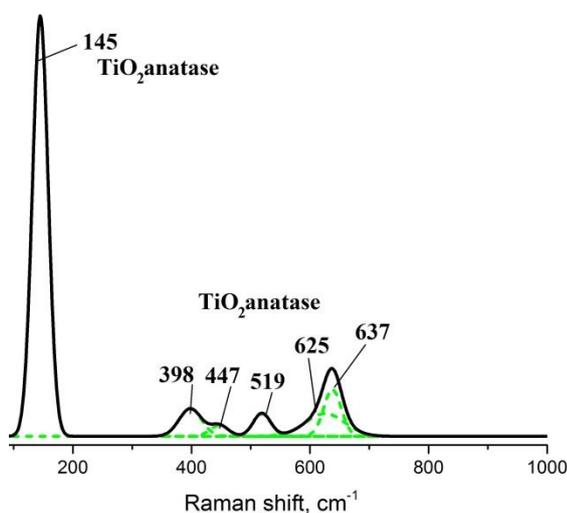


Рисунок 2 – Рамановские спектры пленок  $\text{TiO}_2$

На рисунке 3 представлены спектры оптической плотности образцов, полученные с использованием спектрофотометра Lambda 35.

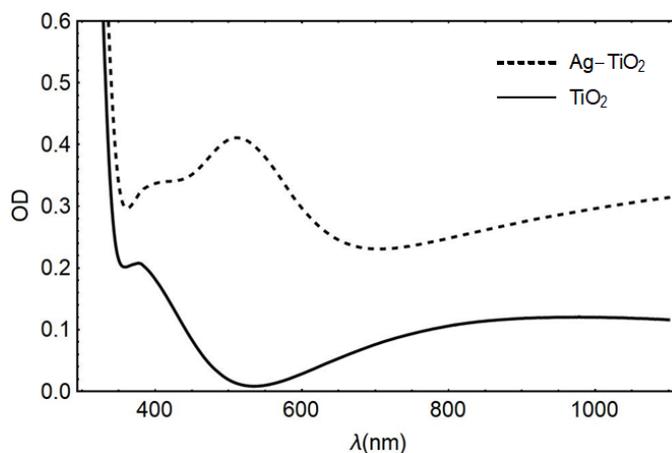


Рисунок 3 – Спектры оптической плотности пленок  $\text{TiO}_2$  и пленочных нанокомпозитов  $\text{Ag-TiO}_2$

Из рисунка видно что, нанокompозитная пленка Ag-TiO<sub>2</sub> имеет иной характер спектральной зависимости по сравнению с чистой пленкой TiO<sub>2</sub>. Для Ag-TiO<sub>2</sub> в области 530 нм наблюдается максимум оптической плотности, связанный с плазмонным резонансным поглощением света наночастицами серебра, образованными в матрице TiO<sub>2</sub>.

Таким образом, методом ионно-плазменного распыления мишени из титана и комбинированной мишени из титана и серебра возможно получение соответственно пленок TiO<sub>2</sub> и пленочных нанокompозитов Ag-TiO<sub>2</sub>. При этом структура пленок TiO<sub>2</sub> находятся в фазе анатаза. В нанокompозитных пленках Ag-TiO<sub>2</sub> в области 530 нм наблюдается плазмонный резонанс, обусловленный поглощением света наночастицами серебра, образованными в матрице TiO<sub>2</sub>.

### Список литературы

1. Wenbo Hou, Prathamesh Pavaskar, Zuwei Liu, Jesse Theiss, Mehmet Aykol and Stephen B. Cronin. Plasmon resonant enhancement of dye sensitized solar cells // Energy Environ. Sci. –2011. –Vol.4. –P.4650–4655.
2. Atwater H.A.; Polman A. Plasmonics for improved photovoltaic devices // Nature Materials. 2010. –Vol.9. DOI:205. doi:10.1038/nmat2629.
3. Jeffrey N. Anker, W. Paige Hall, Olga Lyandres, Nilam C. Shah, Jing Zhao and Richard P. Van Duyne. Biosensing with plasmonic nanosensors // Nature Materials. 2008.–Vol.7.
4. Quinten, M. Optical Properties of Nanoparticle Systems // Wiley-VCH. –2011. doi:10.1002/9783527633135.
5. Asiala S.M., Marr J.M., Gervinskas G., Juodkazis S., Schultz Z.D. Plasmonic color analysis of Ag-coated black-Si SERS substrate //Phys Chem Chem Phys. –2015. – Vol.17(45). –P.30461-7. doi: 10.1039/c5cp04506a.
6. Jai Prakash, Promod Kumar, R. A. Harris, Chantel Swart, J. H. Neethling, A Janse van Vuuren and H.C. Swart. Synthesis, characterization and multifunctional properties of plasmonic Ag–TiO<sub>2</sub> nanocomposites // Nanotechnology. –2016. –Vol.27. –Art.No.35.
7. Qilin Li, Shaily Mahendra, Delina Y. Lyon, Lena Brunet, Michael V. Liga, Dong Li, Pedro J.J. Alvarez. Antimicrobial nanomaterials for water disinfection and microbial control: Potential applications and implications // Water Research. 2008. –Vol.42. –P.4591–4602.
8. J. R. Swathy, M. Udhaya Sankar, Amrita Chaudhary, Sahaja Aigal, Anshup & T. Pradeep. Antimicrobial silver: An unprecedented anion effect // Scientific Reports 4. –2014. – Art.No.7161.

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