

**ДОНИШГОҶИ МИЛЛИИ ТОҶИКИСТОН  
ТАДЖИКСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛТЕТИ ФИЗИКА  
ФАКУЛЬТЕТ ФИЗИКИ  
КАФЕДРАИ ФИЗИКАИ УМУМӢ  
КАФЕДРА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ**

**М А В О Д И**

**Конференсияи байналмилалӣ дар мавзӯи «Мақоми физика дар рушди илм, маориф ва инноватсия» бахшида ба «Бистсолаи омӯзиш ва рушди фанҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илму маориф (солҳои 2020-2040)» ва 80-солагии ёдбуди Арбоби илм ва техникаи Тоҷикистон, узви вобастаи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, доктори илмҳои физикаю математика, профессор Бобоев Тошбой Бобоевич  
(27 октябри соли 2022)**

**М А Т Е Р И А Л Ы**

**Международной конференции на тему «Роль физики в развитии науки, просвещения и инновации», посвященной «Двадцатилетию изучения и развития естественных, точных и математических наук в сфере науки и образования (2020-2040 годы)» и 80-летию памяти Заслуженного деятеля науки и техники Таджикистана, члена-корреспондента Национальной академии наук Таджикистана, доктора физико-математических наук, профессора Бобоева Тошбоя Бобоевича  
(27 октября 2022 года)**

Дар маҷмӯа маводи конференсияи байналмилалии «Мақоми физика дар рушди илм, маориф ва инноватсия» бахшида ба «Бистсолаи омӯзиш ва рушди фанҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илму маориф (солҳои 2020-2040)» ва 80-солагии ёдбуди Арбоби илм ва техникаи Тоҷикистон, узви вобастаи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, доктори илмҳои физикаю математика, профессор Бобоев Тошбой Бобоевич чамъ оварда шудааст. Самтҳои фаъолияти конференсия асосан ба омӯзиш ва таҳлили дастовардҳои навини илмӣ дар равияҳои “Муаммоҳои технологияҳои инноватсионӣ ва саҳми физикаю техника дар рушди онҳо”, “Физикаи ҳолати конденсӣ”, “Физикаи назариявӣ, амсиласозии равандҳои физикӣ”, “Паҳлуҳои физикии равандҳои метеорологӣ”, “Муаммоҳои методикаи таълим дар раванди омӯзиш ва рушди фанҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ” ва истифодаи дастовардҳои илмӣ дар раванди таълим бахшида шудааст.

Боварӣ дорем, ки маводи конференсия барои пешрафту инкишофи самтҳои илмии дар конференсия баррасишуда ва дар тайёр намудани мутахассисони маълумоти олимдор, магистрон, унвончуён, аспирантону докторантон кумак менамояд.

Сборник содержит материалы международной конференции «Роль физики в развитии науки, просвещения и инновации» посвященная «Двадцатилетию изучения и развития естественных, точных и математических наук в сфере науки и образования (2020-2040 годы)» и 80-летию памяти Заслуженного деятеля науки и техники Таджикистан, члена-корреспондента Национальной академии наук Таджикистана, доктора физико-математических наук, профессора Бобоева Тошбая Бобоевича.

Основное направление работы конференции посвящено изучению и анализу научных достижений и проблем по тематикам: «Проблемы инновационных технологий и вклад физики и техники в их развитие», «Физика конденсированного состояния», «Теоретическая физика, моделирование физических процессов», «Физические аспекты метеорологических процессов», «Проблемы методики преподавания в процессе изучения и развития естественных, точных и математических науки» их внедрение в учебном процессе.

Надеемся, что материалы приведенные в сборнике помогут развитию научных направлений рассмотренных на конференции и будут способствовать подготовке специалистов с высшим образованием, магистров, стажеров, аспирантов и докторантов по соответствующим специальностям.

### **Научный оргкомитет (Кумитаи тадорукотии илмӣ)**

К.Х.Хушвахтзода (ректор ТНУ, председатель), Ф.Рахими (заместитель председателя, Таджикистан), С.М.Сафармамадзода (заместитель председателя, Таджикистан), Д.К.Солихов (Таджикистан), С.Одинаев (Таджикистан), С.А.Двинин (Россия), Г.К.Ельяшевич (Россия), А.Жумабаев (Узбекистан), Н.П.Маломуж (Украина), Б.А.Тимеркаев (Россия), С.А.Маскевич (Беларусь), А.И.Жакин (Россия), Ю.В.Архипов (Казахстан), В.И.Лебедев (Россия), Н.А.Тимофеев (Россия), В.М.Лелевкин (Киргизистан), Н.Л.Лаврик (Россия), Кодирзода З.А. (Таджикистан).

### **Рабочий оргкомитет (Кумитаи тадорукотии корӣ):**

Д.М.Акдодов, Б.И.Махсудов, Х.М.Абдуллоев, Р.А.Абдуллозода, Н.С.Султонов, Т.Х.Салихов, К.Комилов, Дж.Рашидов, И.Ш.Норматов, З.Низомов, С.Х.Табаров, С.Ф.Абдуллаев, Х.А.Тошхуджаев, Д.С.Шерматов, Ф.Холмуродов, Х.Ш.Джураев, С.И.Раджабзода, Ф.Х.Истамов, Б.Н.Гулов, У.М.Шоимов, М.Б.Мухамеджанова, Х.Д.Додоматов, С.Дж.Гафуров

### **Секретари конференции (котибони конференсия):**

Х.Б.Шарифзода, З.З.Исломов, Дж.Г.Шарипов

УДК: 001:53 (063.3) (575.3)

ББК: 22.3+72 (2 Т)

М – 12

Зери назари доктори илмҳои физикаю математика, профессор Махсудов Барот Исломович ва номзоди илмҳои физикаю математика, дотсент Табаров Саъди Холович

**Котиби масъул:**

доктори илмҳои физикаю математика, профессор Ақдодов Д.М. ва номзоди илмҳои филологӣ, дотсент Рустам Наботӣ

**Мураттибон:**

Ақдодов Д.М.

Абдуллозода Р. А.

Гулов Б.Н.

Маводи Конференсияи байналмилалӣ дар мавзӯи «Мақоми физика дар рушди илм, маориф ва инноватсия» бахшида ба «Бистсолаи омӯзиш ва рушди фанҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илму маориф (солҳои 2020-2040)» ва 80-солагии ёдбуди Арбоби илм ва техникаи Тоҷикистон, узви вобастаи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон, доктори илмҳои физикаю математика, профессор Бобоев Тошбой Бобоевич – Душанбе: Чопхонаи ДМТ. – 225 саҳ.

**ISBN 978-99985-0-018-1**

**@ДОНИШГОҲИ МИЛЛИИ ТОҶИКИСТОН  
@ТАДЖИКСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Рис.3 (а, б).** Обратные траектории воздушных масс с наибольшими концентрациями углеродных компонент аэрозоля.

На рис.3 видно, что траектории воздушных масс, соответствующие максимальному содержанию органического углерода, прошли высоко над Европой, Турцией и Ираном и вряд ли могли захватить карбоны с этой территории. Скорее всего, источники ОС масляные, находятся на территории Таджикистана вблизи от места сбора проб (Душанбе, Восточные холмы). Траектории воздушных масс для элементарного углерода, проходят, в основном, очень низко над Центральной Азией. Возможные источники ЕС могли находиться как на этой территории, так и в Таджикистане.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Власенко С.С., Волкова К.А., Ионов Д.В. и др. Изменчивость углеродсодержащей фракции атмосферного аэрозоля вблизи Санкт-Петербурга. - Изв. РАН. Физ. атмос. и океана, 2019, Т.55, №6, с. 147–156.
2. Evangelia D., Kalogridis A. C. Annual Variability of Black Carbon Concentrations Originating from Biomass and Fossil Fuel Combustion for the Suburban Aerosol in Athens, Greece/ // Atmosphere 2017, №8, V.234, p.2 – 14.
3. Cao J.J., Shen Z., Chow J.C., Qi G., Watson, J.G. Seasonal variations and sources of mass and chemical composition for PM 10 aerosol in Hangzhou, China. - Particuology 2009, V.7, p.161–168.
4. Абдуллаев С.Ф., Шарипов С.Р., Фомба К.В., Маслов В.А. и др. Исследование карбоновых компонентов атмосферного аэрозоля полуаридной зоны Таджикистана (часть 1). - Вестник ТТУ, 2018, т.44, №4, с.36-40.
5. Попова С.А. Макаров В.И. Определение концентраций вторичного органического углерода. в аэрозолях континентальной территории. - ИХКГ СО РАН, Новосибирск, 2009, с.1-5.
6. Национальный план действий Республики Таджикистан по смягчению последствий изменению климата. Душанбе. 2003, №259, с.14 – 15.
7. Кондратьев К.Я. Лесные пожары как компонент природной экодинамики. - Оптика атмосферы и океана. 2004, т.17, №4, с. 279–292.

#### КОНДЕНСАТОРНЫЕ СТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ ТИТАНАТА СТРОНЦИЯ, СФОРМИРОВАННОГО ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДОМ

П.А. Холов<sup>1</sup>, Н.В. Гапоненко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Физико-технический институт им. С. У. Умарова НАНТ,  
Айни 299/1, Душанбе, 734063, Таджикистан

<sup>2</sup>Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,  
П. Бровка, 6, Минск, 220013, Беларусь

E-mail: [kholov87@mail.ru](mailto:kholov87@mail.ru), [nik@nano.bsuir.edu.by](mailto:nik@nano.bsuir.edu.by)

Материалы со структурой перовскита, такие как титанат стронция ( $\text{SrTiO}_3$ ) активно исследуются для формирования тонкопленочных конденсаторов, варисторов, мемристоров, а также легированных лантаноидами люминофоров [1 - 5]. Для синтеза плёнок  $\text{SrTiO}_3$  используется золь-гель метод. Электрофизические свойства пленок зависят от технологии синтеза. В данной работе определены значения диэлектрической проницаемости ( $\epsilon$ ) и тангенса угла диэлектрических потерь ( $\text{tg}\delta$ ) тонкопленочных конденсаторов на основе пленок титаната стронция, полученных золь-гель методом (ксерогель  $\text{SrTiO}_3$ ) [1]. Исходными компонентами золь-геля являлись ацетат гидрат стронция  $\text{Sr}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$  и тетраизопророксид титана  $\text{Ti}(\text{OCH}(\text{CH}_3)_2)_4$ . В качестве растворителей использовали уксусную кислоту и монометиловый эфир этиленгликоля, в качестве стабилизатора добавляли ацетон. Концентрация золь составляла 55 мг/мл. Далее методом центрифугирования (скорость 2700 об/мин, время 30 с) золь наносился на подложки

Si/TiO<sub>x</sub>/Pt. Каждый слой подвергался сушке при температуре 200°C в течение 10 мин, затем термообработке при температуре 750°C в течение 60 минут. Для изготовления конденсаторной структуры были сформированы верхние электроды из никеля диаметром 300 мкм. Сформированная пленка титаната стронция золь-гель методом при температуре 750°C имеет поликристаллическую структуру.

Морфология полученных структур исследовалась методом растровой электронной микроскопии на установке HITACHI S-4800. Рентгенодифракционные исследования проведены на автоматизированном дифрактометре ДРОН-3 с использованием монохроматического CuK $\alpha$ -излучения. Емкость (C) и тангенс угла диэлектрических потерь (tg $\delta$ ) получены с использованием измерителя RLC E7-20 на частоте 25 Гц -1 МГц.

На рисунке 1 представлены результаты анализа конденсаторных структур методом растровой электронной микроскопии.

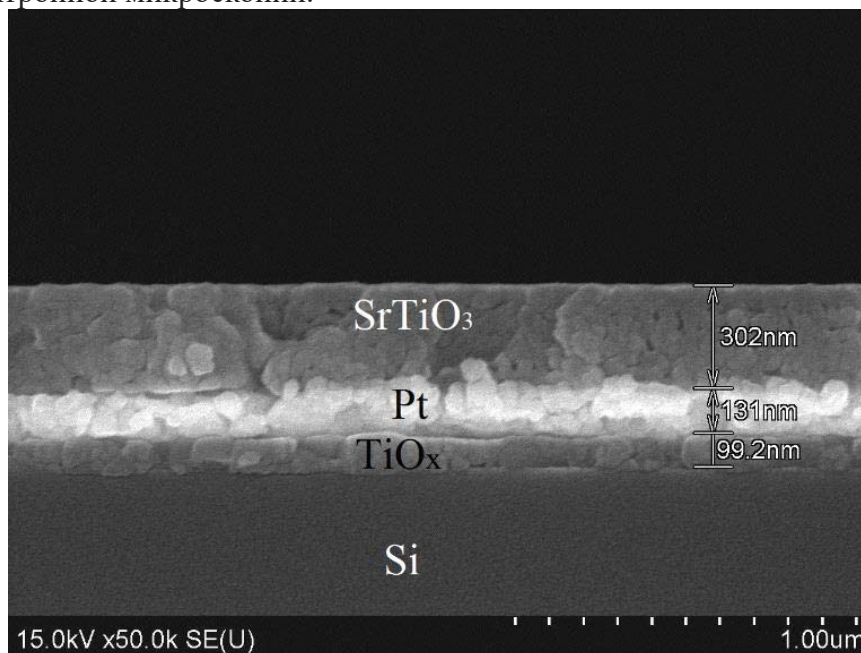


Рис 1. РЭМ изображения пленок ксерогеля титаната стронция на структуре кремний/оксид титана/платина после отжига при температуре 750°C в течение 60 мин.

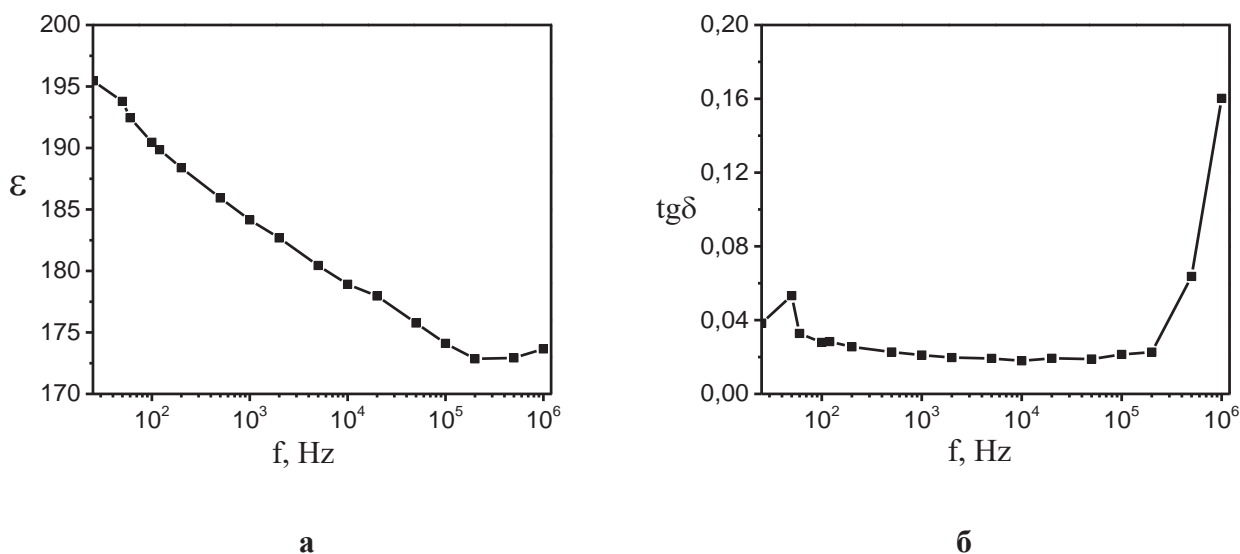


Рис 2. Зависимость диэлектрической проницаемости (а) и тангенса угла диэлектрических потерь(б) пленок SrTiO<sub>3</sub> от частоты



Толщина титаната стронция составляет приблизительно 300 нм для шестислойной пленки. Полученные структуры использовались для изготовления плёночного конденсатора и измерения его характеристик. Значения диэлектрической проницаемости рассчитывались, Измерения проводились в 15 точках, далее приведены средние значения измеренных величин.

Результаты измерений тангенса угла диэлектрических потерь ( $\text{tg}\delta$ ) и диэлектрической проницаемости ( $\epsilon$ ) (Рис 2) на частоте от 25 Гц до 1МГц показали, что для сформированной конденсаторной структуры с толщиной 300 нм средние значения тангенса угла диэлектрических потерь и диэлектрической проницаемости составили  $\epsilon$  195 – 173 и  $\text{tg}\delta$  0,03 – 0,16, соответственно.

Таким образом, была сформирована многослойная структура, содержащая 6 слоев ксерогеля титаната стронция толщиной 300 нм, полученная последовательным нанесением слоев центрифугированием с термообработкой каждого слоя при температуре 750 °С, имеющая поликристаллическую структуру с диэлектрической проницаемостью около 195–173 для диапазона частот 25 Гц – 2 МГц. Сформированные конденсаторные структуры могут найти применение и для светоизлучающих электролюминесцентных приборов, принимая во внимание люминесценцию лантаноидов в ксерогелях оксида титана, легированных стронцием и тербием [5, 6].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. X. Сохраби Анараки и др. Микроэлектроника. 44, 6 (2015)
2. P. PASIERB, S. KOMORNICKI and M. REKAS, Journal of Physics and Chemistry of Solids 60(1999) 1835.
3. I. W. KIM, S. B. BAE, J. S. LEE, M. KAMEI and M. GOMI, Journal of the Korean Physical Society 32(1998) 1509.
4. Исследование люминесцентных свойств  $\text{SrTiO}_3:\text{Pr}^{3+}:\text{Al}$  при фотовозбуждении / Б.М. Синельников [и др.] // Вестн. Сев.-Кав. гос. техн. университета. Сер. «Физико-химическая». 2004. № 1 (8). С.6–15.
5. Photo- and cathodoluminescence of strontium titanate xerogel films doped with terbium ions/ M.V. Rudenko [et al.] // J. of Surface Investigation. 2015. Vol. 9, No. 5. P. 1012–1015.
6. Gaponenko N.V., Kortov V.S., Rudenko M.V., Pustovarov V.A., Zvonarev S.V., Slesarev A.I., Molchan I.S., Thompson G.E., Khoroshko L.S., Prislpskii S.Ya. // Journal of Applied Physics. 2012. Vol. 111. P. 103101-103107.

#### ИССЛЕДОВАНИЯ АСИМПТОТИЧЕСКИХ ПОВЕДЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДЯЩИХ СВОЙСТВ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИРОДЫ ЗАТУХАНИЯ РЕЛАКСИРУЮЩИХ ПОТОКОВ

С. Одинаев<sup>1</sup>, Д.М. Акдонов<sup>2</sup>, Ф.А. Аксаколов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Физико-технический институт им. С.У. Умарова Национальной академии наук, Душанбе

<sup>2</sup>Таджикский национальный университет, Душанбе

<sup>3</sup>Хорогский государственный университет им. М.Назаршоева, Хорог

Широкое применение жидкостей в качестве горючего, хладагентов, носителей тепла и в качестве рабочего материала в ряде технологических процессов выдвигает на первый план необходимость систематического исследования термоупругих свойств жидкостей в широком интервале изменения параметров состояния и частоты внешнего воздействия. Теплопроводность обуславливает передачу энергии в результате индивидуального и коллективного движения молекул. Говоря о термоупругих свойствах жидкостей, мы, главным образом, подразумеваем коэффициент теплопроводности и соответствующий ему термический модуль упругости. Когда жидкость подвергается быстрой деформации, наряду со сдвиговой и объемной модулями упругости появляется высокочастотный термический модуль упругости.