



Научно-практическая конференция  
«ФТОРИДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ»  
15 – 19 апреля 2024 | Москва ИОНХ РАН

---

# СБОРНИК ТЕЗИСОВ



**Институт общей и неорганической химии  
им. Н.С. Курнакова РАН**



ТВЭЛ  
РОСАТОМ  
**АО «ТВЭЛ»**

**ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ**

Академик РАН **Бузник В.М.** (ИОНХ РАН)  
председатель ОК

Академик РАН **Ярославцев А.Б.** (ИОНХ РАН)  
заместитель председателя ОК

Профессор **Угрюмов А.В.** (АО «ТВЭЛ»)  
заместитель председателя ОК

Д.х.н **Сафронова Е.Ю.** (ИОНХ РАН)  
учёный секретарь конференции

Академик РАН **Бойнович Л.Б.** (ИФХЭ РАН)

Академик РАН **Золотов Ю.А.** (ИОНХ РАН)

Академик РАН **Калмыков С.Н.**  
(Президиум РАН, МГУ)

Академик РАН **Лысак В.И.** (ВолгГТУ)

Академик РАН **Музафаров А.М.** (ИНЭОС РАН)

Академик РАН **Новиков И.А.** (ВолгГТУ)

Академик РАН **Рудской А.И.** (СПбПУ)

Академик РАН **Стороженко П.А.**  
(АО ГНИИХТЭОС)

Академик РАН **Хохлов А.Р.** (ИНЭОС РАН)

Академик РАН **Чарушин В.Н.** (ИОС УрО РАН)

Академик РАН **Чурбанов М.Ф.** (ИХВВ РАН)

Член-корреспондент РАН **Гнеденков С.В.**  
(ИХ ДВО РАН)

Член-корреспондент РАН **Дильман А.Д.**  
(ИОХ РАН)

Член-корреспондент РАН **Лукашин А.В.** (МГУ)

Член-корреспондент РАН **Пономаренко С.А.**  
(ИСПМ РАН)

Профессор **Апель П.Ю.** (ОИЯИ)

Профессор **Бермешев М.В.** (ИНХС РАН)

Профессор **Кауль А.Р.** (МГУ)

Профессор **Мурин И.В.** (СПбГУ)

Д.х.н. **Игумнов С.М.** (ИНЭОС РАН)

**ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ**

Член-корреспондент РАН **Иванов В.К.**  
(ИОНХ РАН), председатель ПК

Член-корреспондент РАН **Вошкин А.А.**  
(ИОНХ РАН)

Член-корреспондент РАН **Синебрюхов С.Л.**  
(ИХ ДВО РАН)

Профессор **Алентьев А.Ю.** (ИНХС РАН)

Профессор **Алиханян А.С.** (ИОНХ РАН)

Профессор **Бадамшина Э.Р.** (ФИЦ ПХФ и МХ)

Профессор **Стенина И.А.** (ИОНХ РАН)

Профессор **Фёдоров П.П.** (ИОФ РАН)

Д.т.н. **Фомин С.В.** (ВятГУ)

Д.ф.-м.н. **Козлова С.Г.** (ИНХ СО РАН)

Д.т.н. **Соколова М.Д.** (ИПНГ СО РАН)

Д.х.н. **Ткачева О.Ю.** (ИВТЭ УрО РАН)

Д.х.н. **Хохлов В.А.** (ИВТЭ УрО РАН)

Д.т.н. **Пророкова Н.П.** (ИХР РАН)

**ЛОКАЛЬНЫЙ КОМИТЕТ**

Д.х.н. **Сафронова Е.Ю.** (ИОНХ РАН)

К.х.н. **Кузнецов С.В.** (ИОФ РАН)

К.т.н. **Макасева А.Ю.** (АО «ТВЭЛ»)

К.х.н. **Мокрушин А.С.** (ИОНХ РАН)

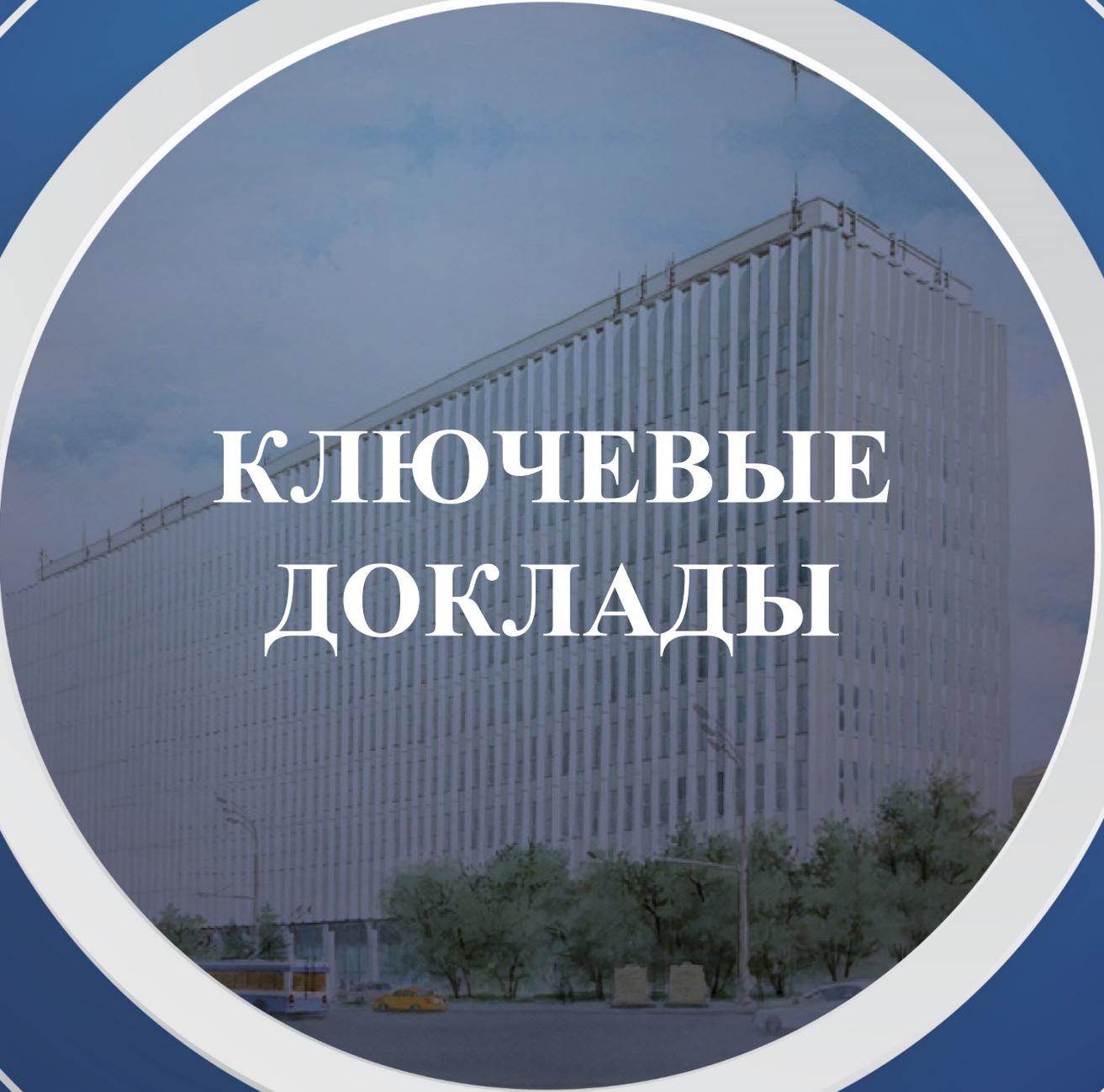
К.х.н. **Жданов А.П.** (ИОНХ РАН)

К.х.н. **Ямбулатов Д.С.** (ИОНХ РАН)

ISBN 978-5-6050309-8-0



9 785605 030980 >



# КЛЮЧЕВЫЕ ДОКЛАДЫ

# ОБРАЗОВАНИЕ НАНОКРИСТАЛЛОВ БИНАРНЫХ ФТОРИДОВ МЕТАЛЛОВ $Pb_{1-x}Ca(Sr)_xF_2$ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕНИЙ НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА ЖИДКОСТЬ-ГАЗ

Гулина Л.Б.<sup>1</sup>, Привалов А.Ф.<sup>2</sup>, Толстой В.П.<sup>1</sup>, Мурин И.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Кафедра химии твердого тела Санкт-Петербургского государственного университета, г. Санкт-Петербург

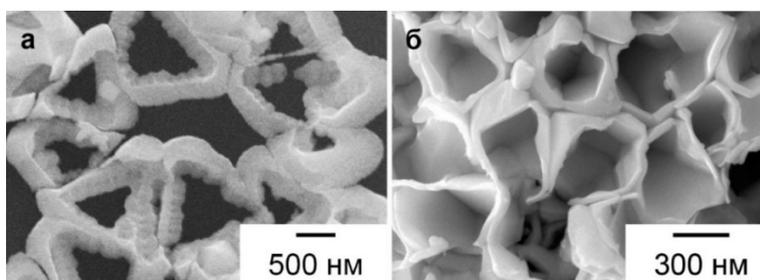
<sup>2</sup> Институт физики конденсированного состояния вещества Технического университета, г. Дармштадт  
*l.gulina@spbu.ru*

Материалы на основе неорганических фторидов находят широкое применение в биомедицине, оптике, ионике. Хорошо известно, что изовалентно допированные бинарные фториды металлов, например, состава  $Pb_{1-x}M_xF_2$  где  $M - Ca, Sr, Ba$  со структурой флюорита часто демонстрируют более высокие транспортные характеристики по сравнению с чистым  $\beta-PbF_2$  [1]. Кроме состава, значительное влияние на подвижность ионов фтора в неорганических фторидах оказывают размерный фактор, морфология, значение площади поверхности [2, 3]. Для создания новых материалов с контролируемыми транспортными свойствами представляется актуальным развивать перспективные экспериментальные методы получения бинарных фторидов металлов. При этом особое внимание следует уделить совершенствованию низкотемпературных методов «мягкой» химии, позволяющих контролировать состав, структуру, свойства и морфологию материалов.

В докладе рассматривается возможность получения кристаллов бинарных фторидов состава  $Pb_{1-x}M_xF_2$  где  $M - Ca, Sr$  в результате взаимодействия и кристаллизации на поверхности раствора смеси солей металлов  $Pb/Ca(Sr)$  под действием газообразного  $HF$ . При синтезе на границе раздела реализуется ряд пространственных и диффузионно-кинетических ограничений, управляя которыми возможно осуществить синтез кристаллов с нетипичной формой, например, полых структур [4]. Примерами объектов с подобной морфологией и кристаллической структурой флюорита могут служить бинарные фториды  $Pb_{1-x}Ca_xF_2$  и  $Pb_{1-x}Sr_xF_2$ , СЭМ изображения которых приведены на рисунке 1 а, б соответственно.

На основе экспериментальных данных и результатов исследования продуктов реакции методами оптической и электронной микроскопии, микроанализа, РФЭС, РФА предлагается модель образования кристаллов с подобной морфологией, а также приводятся результаты исследования подвижности ионов фтора в полых кристаллах  $Pb_{1-x}Sr_xF_2$ , полученные с помощью спектроскопии ЯМР.

В заключение доклада делается вывод о перспективах использования развиваемого метода синтеза для получения неорганических материалов с фторионной проводимостью.



**Рис. 1.** СЭМ изображения кристаллов  $Pb_{1-x}Ca_xF_2$  (а) и  $Pb_{1-x}Sr_xF_2$  (б), полученных в результате обработки парами  $HF$  поверхности растворов  $Pb(NO_3)_2/Ca(NO_3)_2$  и  $Pb(CH_3COO)_2/Sr(CH_3COO)_2$  соответственно

**Список литературы:**

1. Бучинская, И. И.; Федоров, П. П. // Успехи химии. 2004. Т. 73. С. 404.
2. Gulina, L. B.; Weigler, M.; Privalov, A. F.; Kasatkin, I. A.; Groszewicz, P. B.; Murin, I. V.; Tolstoy, V. P.; Vogel, M. // Solid State Ionics. 2020. V. 352. 115354.
3. Гулина, Л. Б.; Толстой, В. П.; Мурин, И. В. // Журнал неорганической химии. 2024. Т. 69. № 3. В печати.
4. Gulina, L. B.; Kasatkin, I. A.; Tolstoy, V. P.; Danilov, D. V.; Platonova, N. V.; Murin, I. V. // CrystEngComm. 2023. V. 25. P. 6644.