

# Особенности формирования латентных треков висмута и ксенона вблизи поверхности кристаллов диоксида титана

Сайфулин М.М.<sup>1,2</sup>, О'Connell J.<sup>3</sup>, Скуратов В.А.<sup>2</sup>, Janse van Vurren A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Университет «Дубна», Дубна, Россия

<sup>2</sup> ЛЯР, ОИЯИ, Дубна, Россия

<sup>3</sup> CHRTEM, NMMU, Port Elizabeth, South Africa



Алушта-2016



# Мотивация

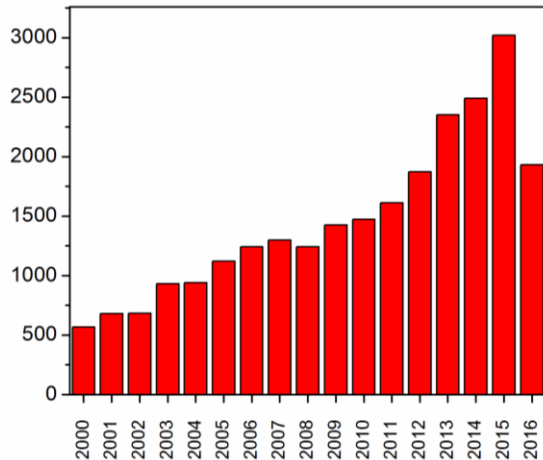
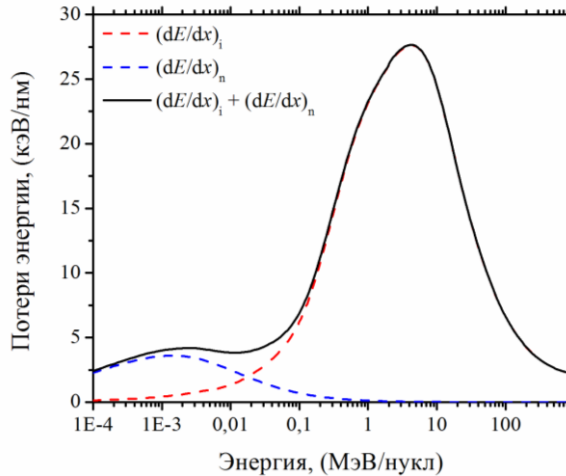
## Быстрые тяжелые ионы в веществе:

- Изменение физических свойств материалов
- Модификация поверхностей на масштабе ~нм
- Симуляция воздействия осколков деления

Какие процессы отвечают за преобразование ионизации в структурные изменения облученного материала?

На данный момент нет единого описания результатов воздействия БТИ

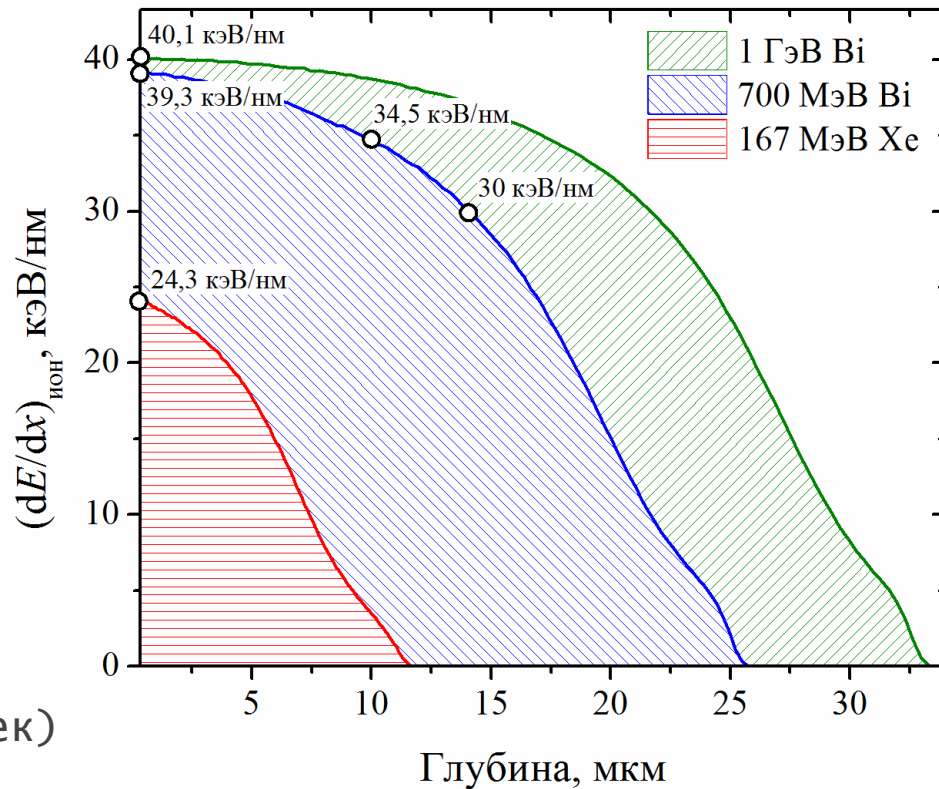
*Необходимо проводить эксперименты по измерению параметров треков БТИ*



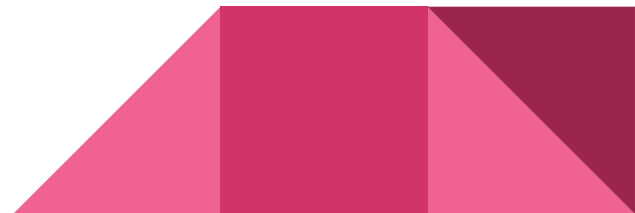
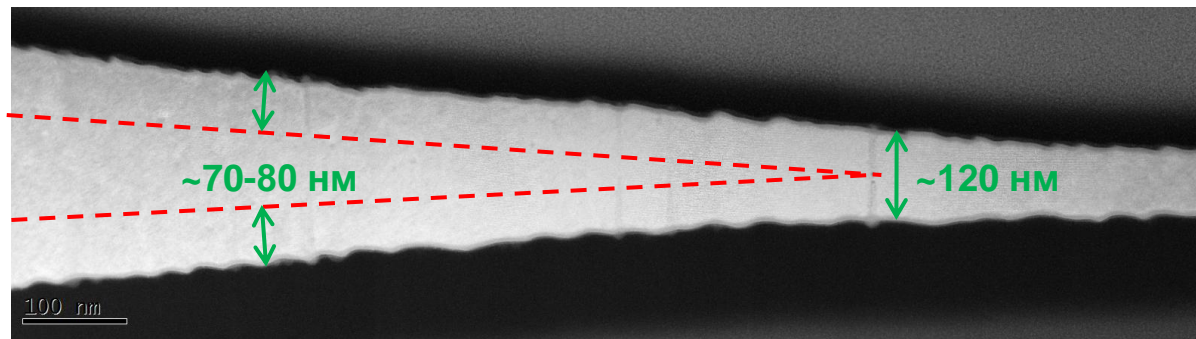
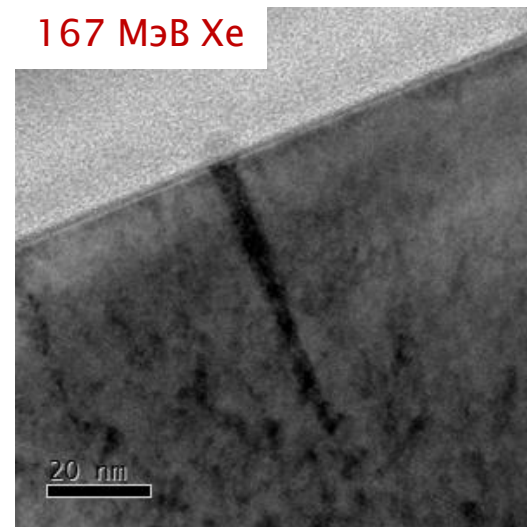
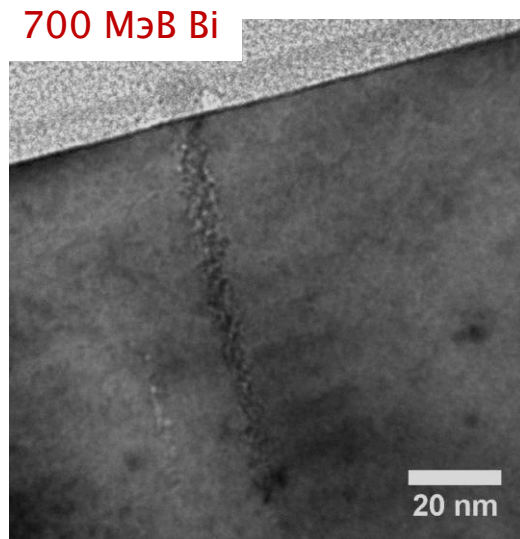
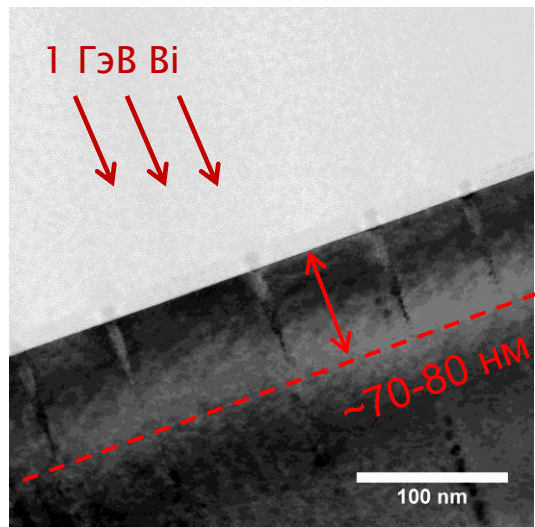
# Облучение $\text{TiO}_2$ ионами Bi и Xe

- 1 ГэВ Bi (МЦ-400)
- 700 МэВ Bi (У-400)
- 167 МэВ Xe (ИЦ-100)

- Комнатная температура
- Поток ионов,  $\sim 10^8$  ион/( $\text{см}^2 \cdot \text{сек}$ )
- Толщина образцов  $\sim 500 \text{ мкм} - 100 \text{ нм}$



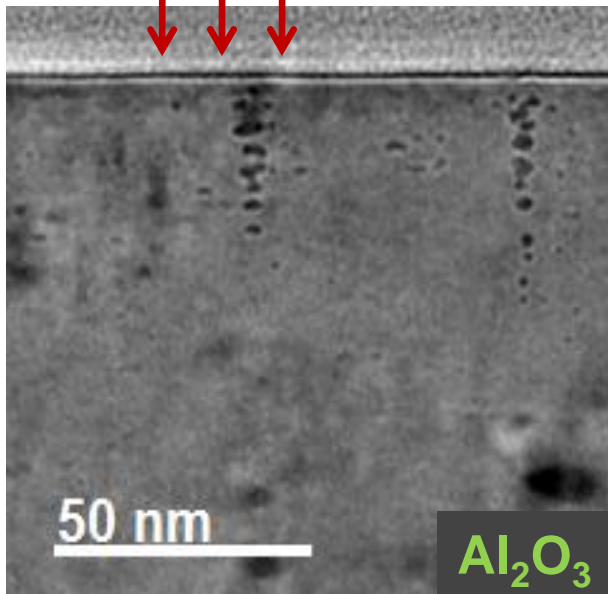
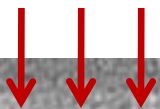
# ПЭМ исследование морфологии треков



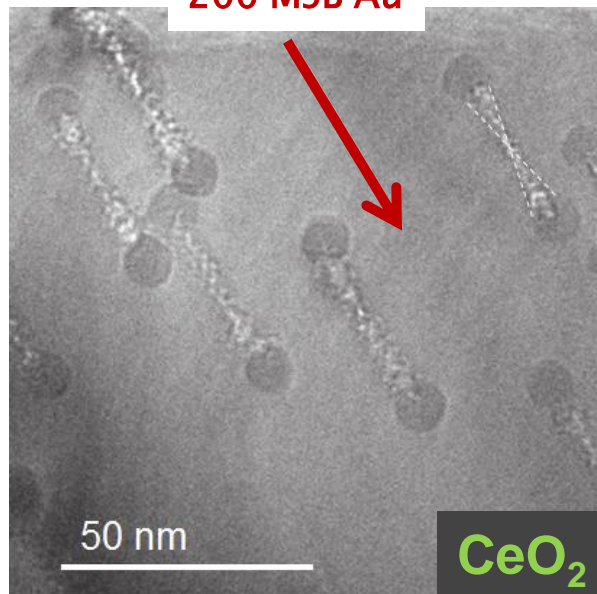
# Конические треки в других материалах

Ishikawa et al. Nanotechnology, 26, (2015) 355701

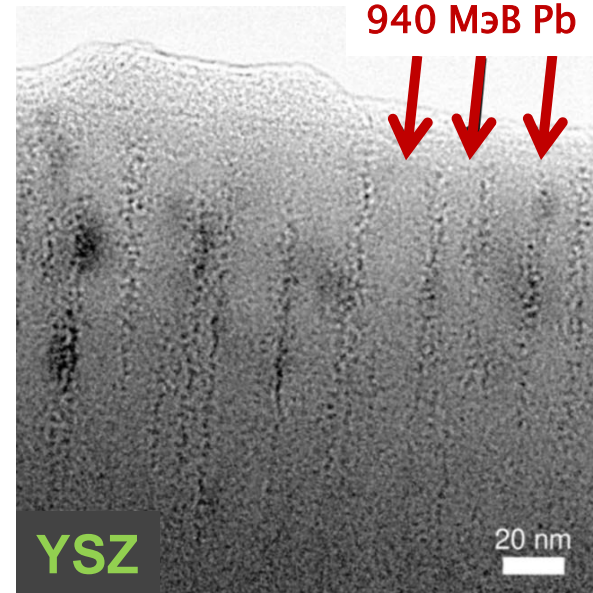
700 МэВ Bi



200 МэВ Au



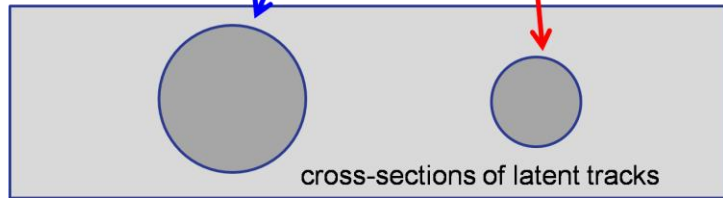
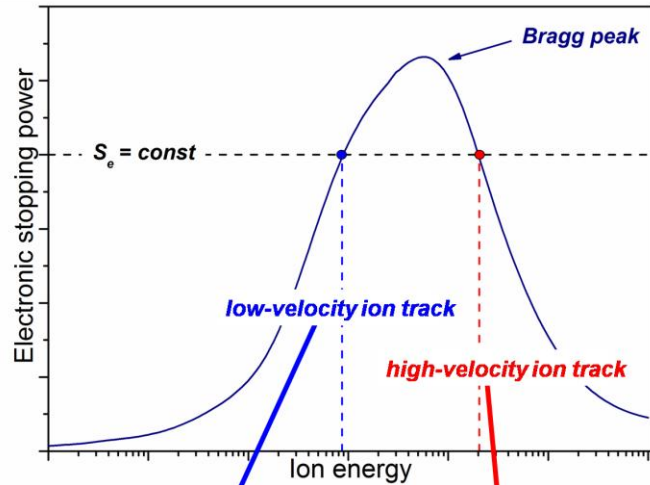
940 МэВ Pb



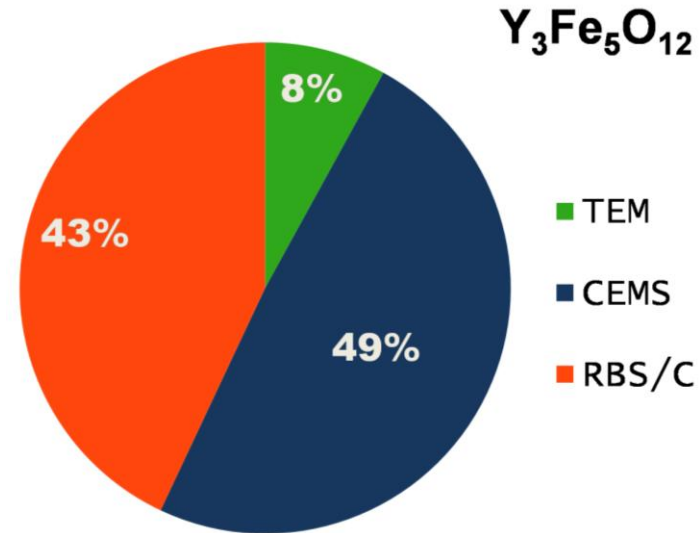
Moll et al. J.Appl.Phys., 105, (2009), 023512

O'Connell et al. Phys.Stat.Solidi C, (2016) in press

## Сомнения о существовании «эффекта скорости»?



Meftah et al. Phys.Rev.B, 48, (1993), 920



Методики, кроме просвечивающей электронной микроскопии, являются КОСВЕННЫМИ и предполагают образование ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ НЕПРЕРЫВНЫХ ТРЕКОВ

## Заключение

- Методом ПЭМ выявлена повышенная чувствительность  $TiO_2$  к образованию латентных треков вблизи поверхности в результате облучения БТИ
- Образование конических аморфных треков вблизи поверхности может быть связано с изменением свойств материала вблизи свободной поверхности
- Есть свидетельства, указывающие на наличие конических треков и в других простых оксидах ( $Al_2O_3$ ,  $CeO_2$ , YSZ)
- Коническая форма трека вблизи поверхности должна существенно влиять на правильность интерпретации данных, полученных косвенными методами
- Возникает повод для проверки наличия конических треков в сложных оксидах ( $Y_3Fe_5O_{12}$ ,  $Gd_2Ti_2O_7$ , YBCO) – верификация «эффекта скорости»

# Благодарность



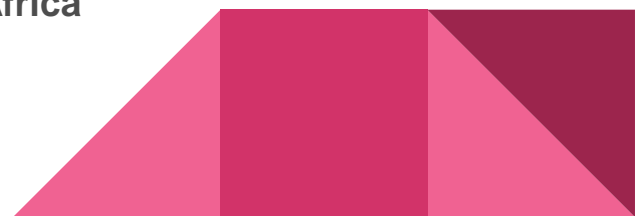
**д.ф.-м.н. Скуратов Владимир Алексеевич,  
ЛЯР ОИЯИ, Дубна, Россия**



**Dr. Arno Janse van Vuuren,  
CHREM NMMU, Port Elizabeth, South Africa**



**Dr. Jacques O'Connell,  
CHREM NMMU, Port Elizabeth, South Africa**





**Спасибо за внимание!**

