

# Результаты и перспективы развития экспериментальных установок «Рентген-1» и «Рентген-2»

Отдел физики высоких энергий ФИАН  
Лаборатория ускорительных устройств

Международная научно-образовательная  
Лаборатория радиационной физики НИУ «БелГУ»

# Лаборатория радиационной физики



# Лаборатория радиационной физики



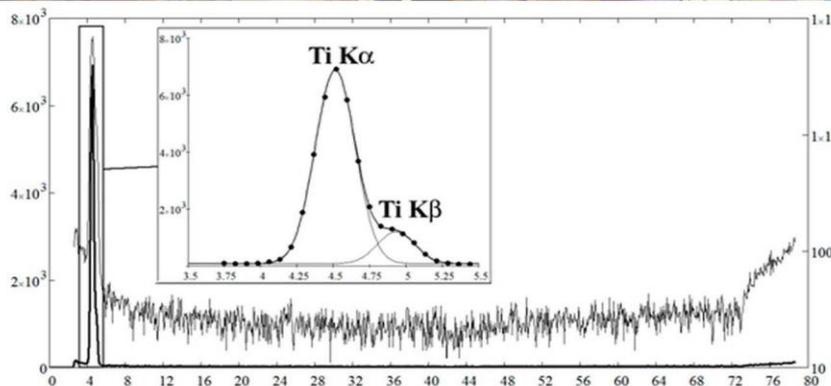
Студенческое конструкторское бюро

Опытный участок по производству  
вакуумных камер

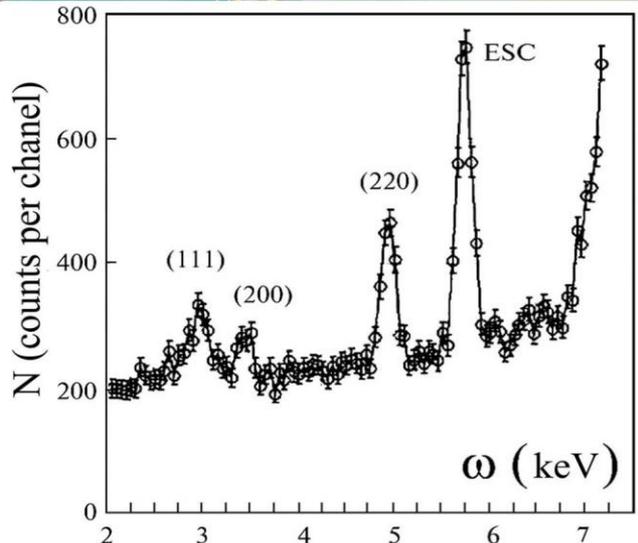
Электронно-лучевые установки на энергию  
10-200 кэВ

Системы регистрации заряженных частиц,  
электромагнитного излучения и нейтронов

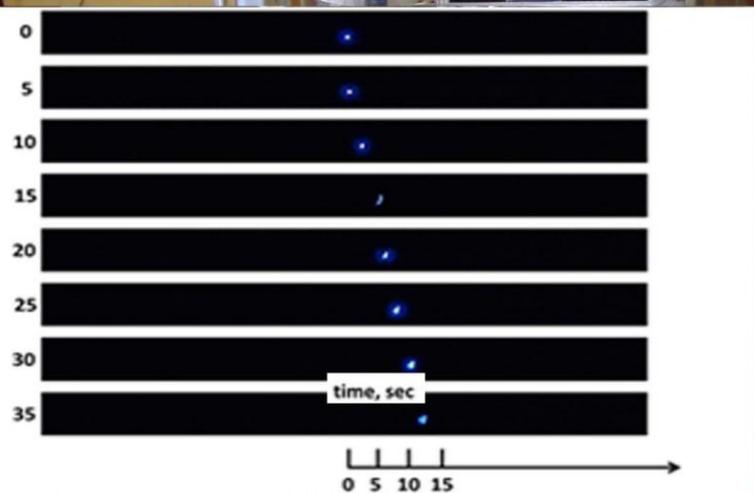
# Recent results



The development of new method for particles beam on-line diagnostics inside circular accelerators.



Diagnostics of polycrystals using coherent radiation generated during interaction of relativistic electrons with a target



New possibilities for particles beam transportation – pyroelectric deflecting systems.

glass capillary

The current density enhancement is  $\sim 100$  for 10 keV electrons!!!

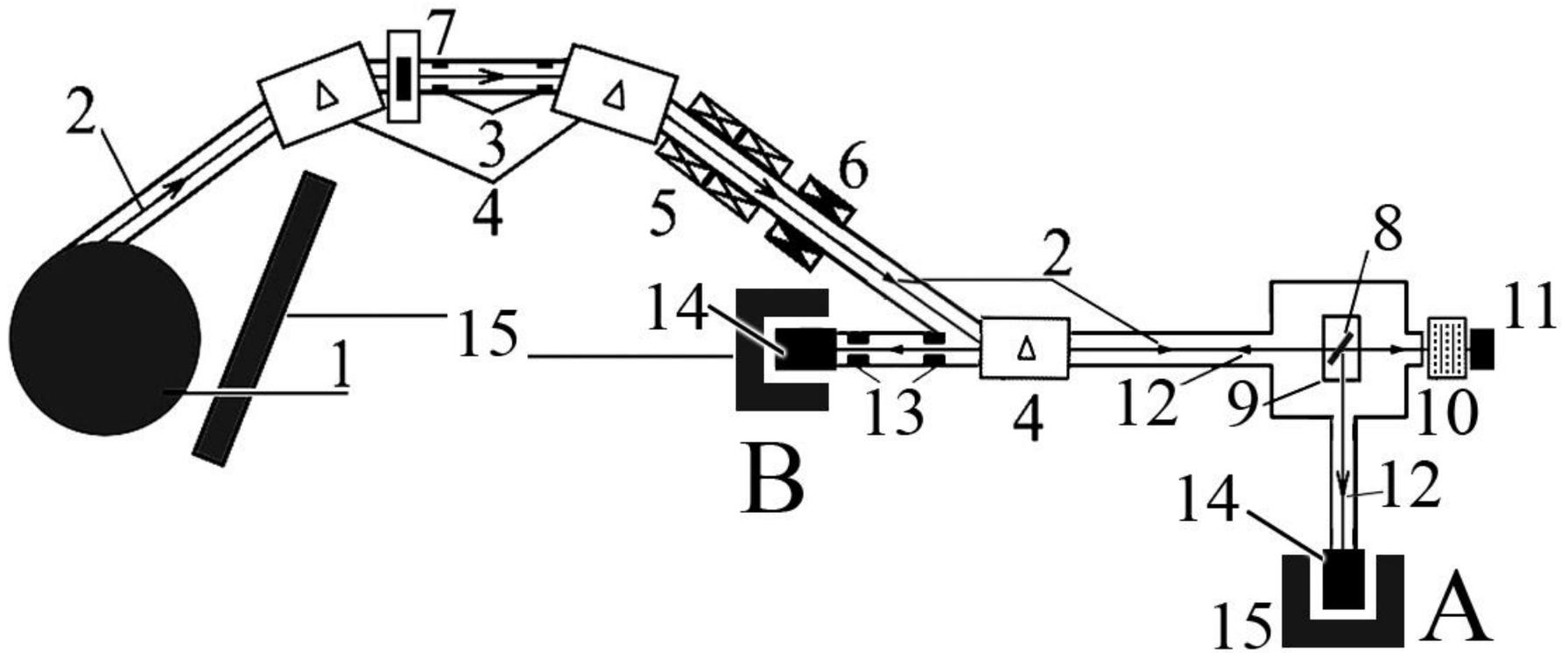
inlet

$\varnothing \sim 1\text{ mm}$

outlet

$\varnothing \sim 0.01\text{ mm}$

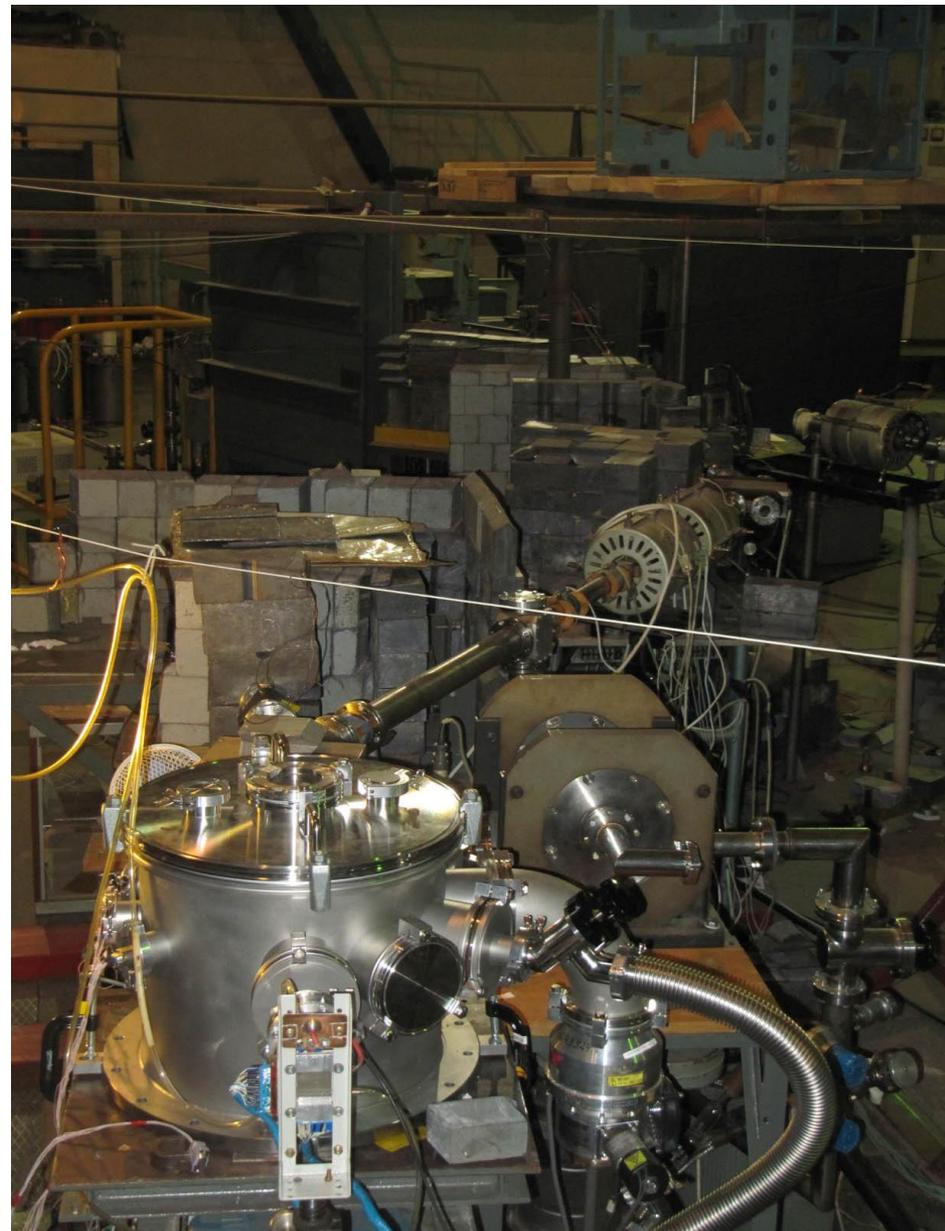
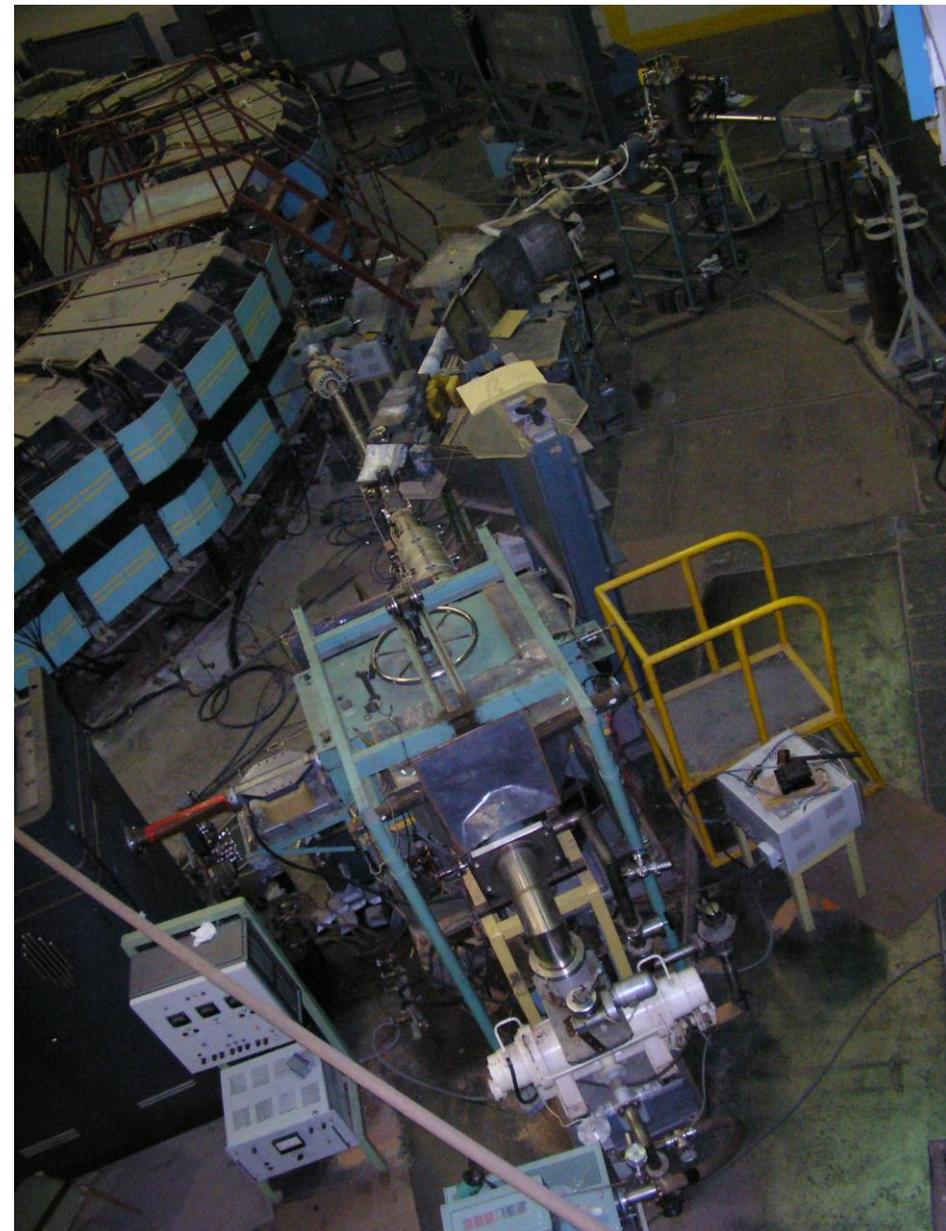
## Установка «Рентген-1»



1 – микротрон, 2 – пучок электронов, 3 – коллиматоры пучка электронов,  
4 – поворотные магниты, 5 – квадрупольные магнитные линзы,  
6 – корректор, 7 – вакуумный затвор, 8 – мишень, 9 – гониометр,  
10 – пропорциональная камера, 11 – цилиндр Фарадея, 12 – измеряемое излучение,  
13 – коллиматоры, 14 – детектор, 15 – свинцовая радиационная защита.

Параметры пучка электронов: энергия – 7 МэВ; ток в импульсе – до 40 мА;  
длительность импульса – до 4 мкс; рабочая частота – 50 Гц; скважность – 5000.

## Установка «Рентген-1»

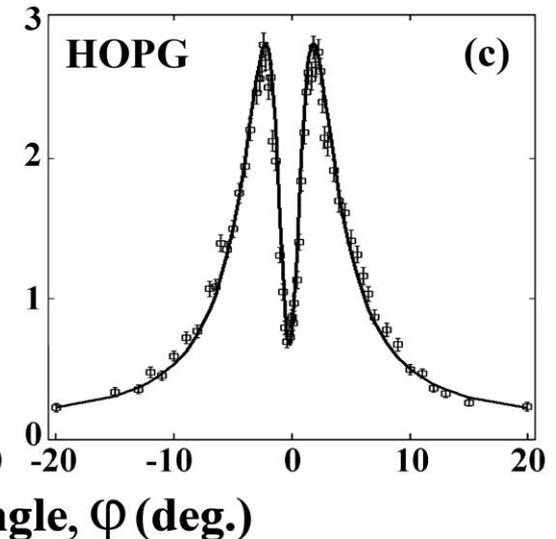
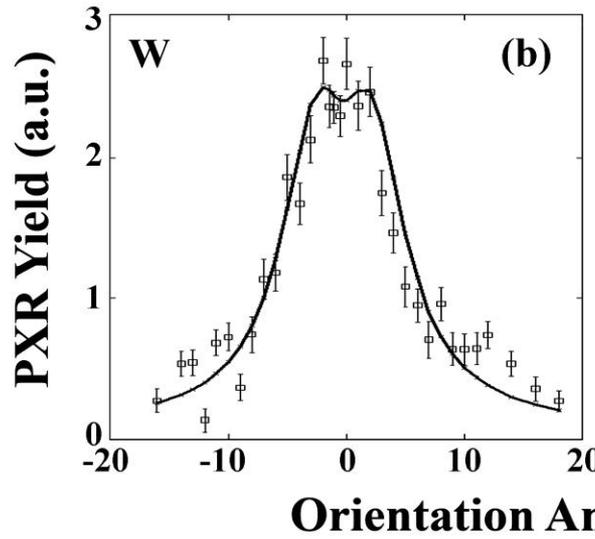
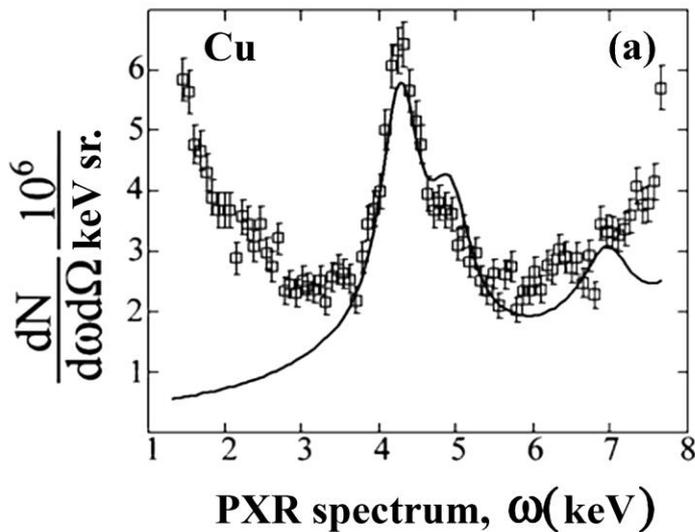


## Возможности «Рентген-1»

Измерение характеристик электромагнитного излучения в спектральном диапазоне 10 эВ – 100 кэВ при углах регистрации излучения 0 – 180 градусов относительно направления распространения ускоренных электронов.

Автоматизированная магнитооптическая система управления пучком ускоренных электронов для повышения стабильности положения и интенсивности пучка в мишенной камере.

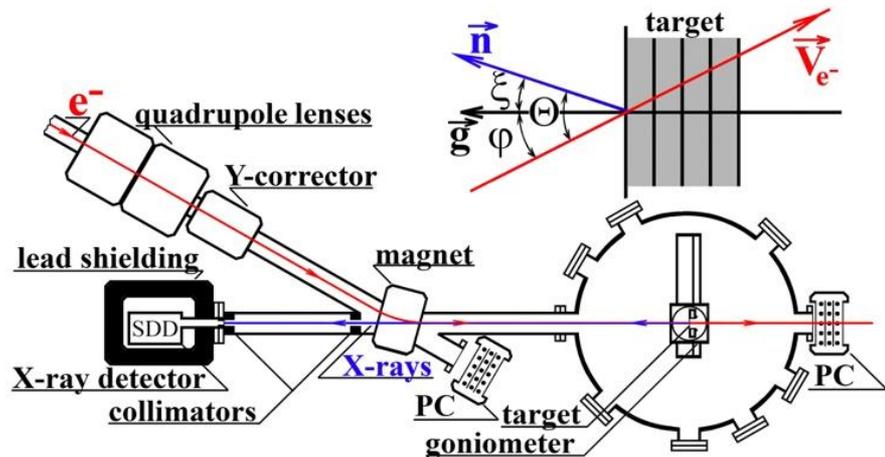
Установка обладает низким радиационным фоном, что позволило проводить измерения когерентной составляющей излучения в рентгеновском диапазоне, генерирующегося при взаимодействии пучка электронов с поликристаллами.



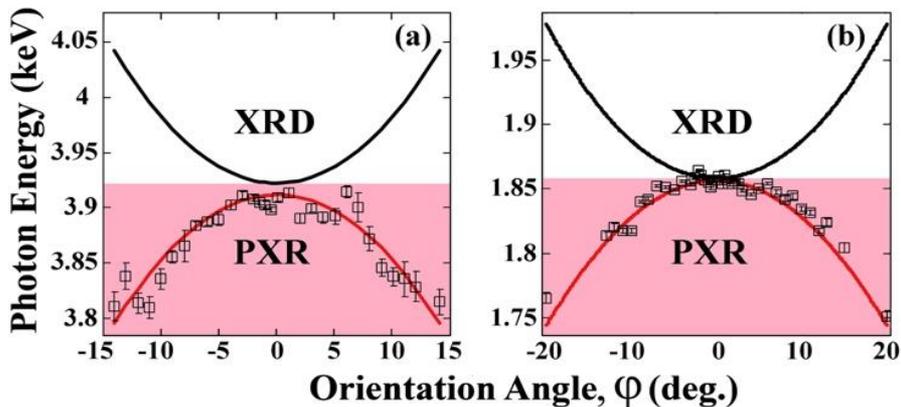
Результаты измерений характеристик когерентного поляризационного тормозного излучения из сред с частично-упорядоченной атомной и блочной структурой, сравнение теории и эксперимента

- (a) – поликристалл меди; (b) – текстурированный поликристалл вольфрама;  
(c) – кристалл пироэлектрического графита.

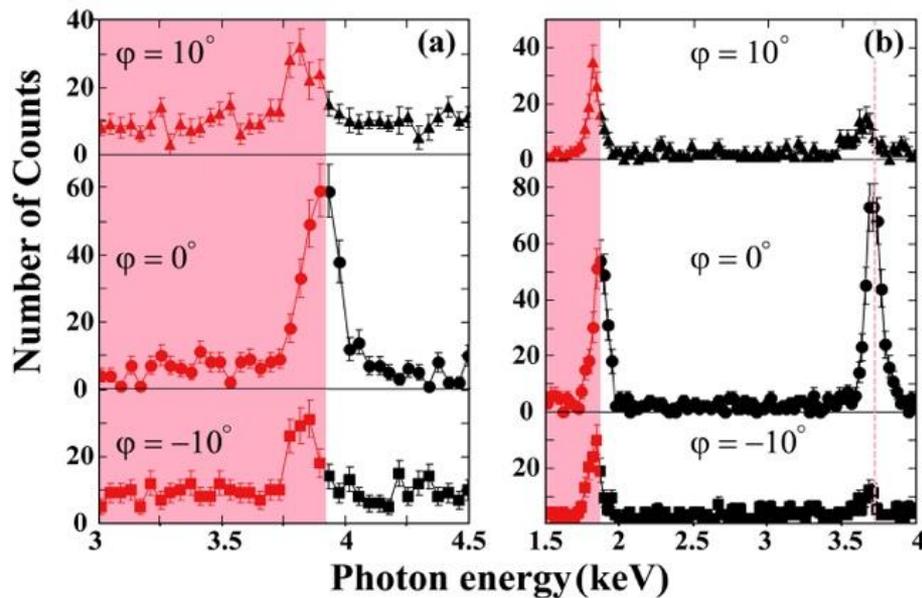
# Разделение вкладов реальных и виртуальных фотонов в когерентное излучение заряженных частиц в кристаллических средах



Геометрия измерений.  $\vec{n}$  – направление распространения излучения,  $\vec{V}_{e^-}$  – направления распространения ускоренных электронов,  $\vec{g}$  – вектор обратной решётки.



Зависимость смещения пика ПРИ при изменении ориентации мишени относительно оси пучка электронов.



Измеренные спектры излучения.

(a) – фольга вольфрама;  
 (b) – высокоориентированный пироэлектрический графит.

## Перспективы развития

Общая цель:

комплексное исследование механизмов генерации излучения в спектральном диапазоне от вакуумного ультрафиолета до жёсткого рентгена, реализующихся при взаимодействии пучков электронов с энергиями 10 кэВ – 500 МэВ с конденсированным веществом, включая наноструктуры.

Задачи:

- исследование поляризационного тормозного излучения на наночастицах;
- исследование процессов бесконтактного взаимодействия пучков релятивистских электронов с диэлектриками;
- исследование излучения Вавилова-Черенкова в рентгеновском диапазоне;
- исследование возможностей применения пироэлектрических материалов для управления пучками заряженных частиц.

# Коллаборация

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ

**Физический  
ИНСТИТУТ**



*имени  
П.Н.Лебедева*

Российской академии наук

**Ф И А Н**

- техническое оснащение и проведение экспериментов



Московский физико-технический институт  
(государственный университет)

- разработка теории



АО «НИИ «Полюс»  
им. М.Ф.Стельмаха»

- изготовление мишеней



**БелГУ**

- техническое оснащение и проведение экспериментов

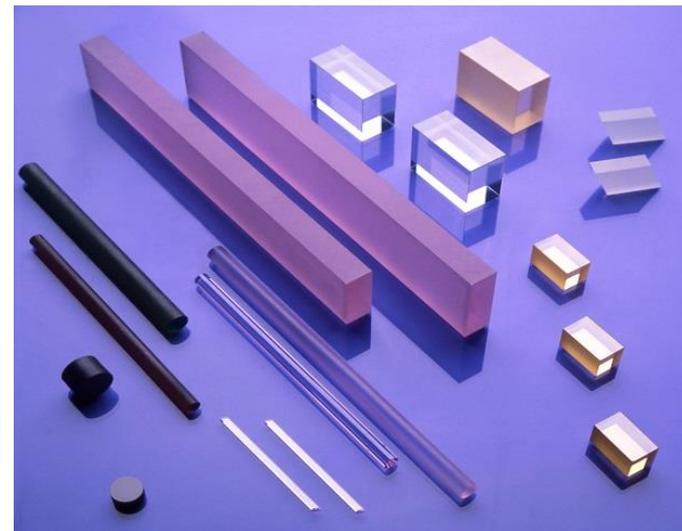


- техническое оснащение и участие в экспериментах

## **ТЕХНОЛОГИИ НИИ «ПОЛЮС»**

**ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ РОСТ  
ЛАЗЕРНЫХ КРИСТАЛЛОВ МЕТОДОМ  
ЧОХРАЛЬСКОГО**

**ТЕХНОЛОГИИ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И  
ПРОСВЕТЛЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ**



# ЭПИТАКСИАЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ



## **УСТАНОВКА МАГНЕТРОННОГО НАПЫЛЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ**



## **УСТАНОВКА ИОННОГО ТРАВЛЕНИЯ С ЛАЗЕРНЫМ ИНТЕРФЕРОМЕТРОМ**



**УЧАСТОК НАПЫЛЕНИЯ ЗЕРКАЛ  
П/П ЛАЗЕРОВ**



**УСТАНОВКА ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОГО  
НАПЫЛЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ**



**ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРЕЦИЗИОННЫХ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЗЕРКАЛ ДЛЯ  
ЛАЗЕРНЫХ ГИРОСКОПОВ МЕТОДОМ ИОННО-ЛУЧЕВОГО НАПЫЛЕНИЯ**



**Благодарим за внимание!!!**