

ВЛИЯНИЕ АСИММЕТРИИ ОТРАЖЕНИЯ НА ВЫХОД ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОНОВ В КРИСТАЛЛАХ

А.В. Бердниченко, И.Е. Внуков, Ю.А. Гопонов, Р.А. Шатохин, Y. Takabayashi,

НИУ «БелГУ», Белгород, Россия

SAGA Light Source, Tosu, Saga 841-0005, Japan

Кинематическая и **динамическая** теория ПРИ – какая точнее и надежнее?

В эксперименте обнаружено только ПРИ вперед. В случае регистрации ПРИ под брэгговскими углами предсказания обеих теорий практически совпадают.

S.V. Blazhevich, A.V. Noskov, Nucl. Instrum. Methods B 266 (2008) 3770.

S.V. Blazhevich, A.V. Noskov, Russian Phys. J. 52 (2009) 301.

$$\epsilon = \sin(\delta + \Theta_B) / \sin(\delta - \Theta_B)$$

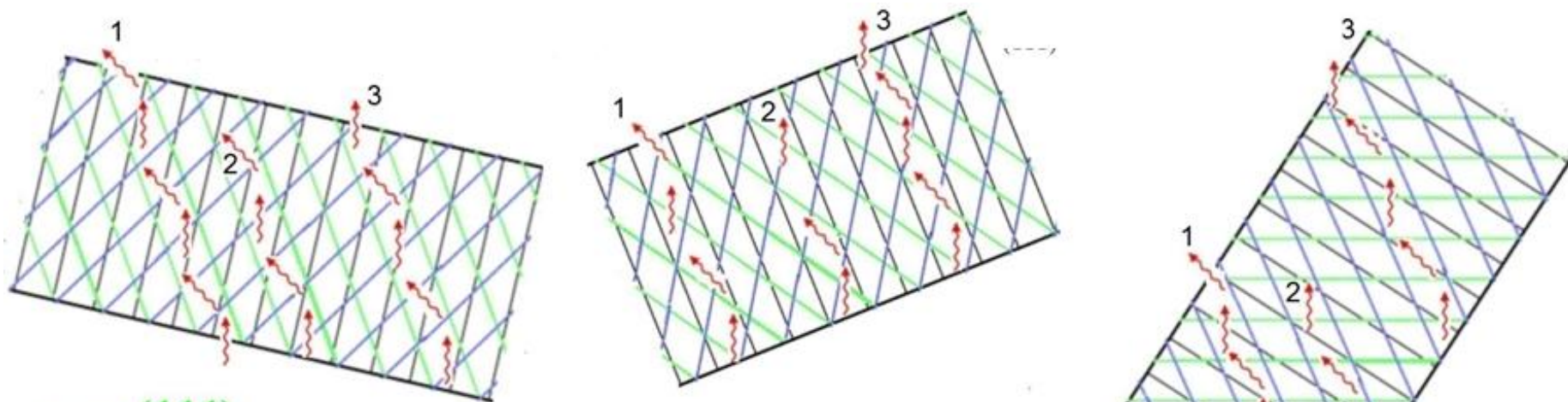
Y. Takabayashi, K.B. Korotchenko, Yu.L. Pivovarov, T.A. Tukhfatullin, Nucl. Instrum. Methods B 402 (2017) 79.

S.V. Blazhevich, A.V. Noskov, Nucl. Instrum. Methods B 441 (2019) 119.

Отношение выходов ПРИ пропорционален квадрату асимметрии?!

Это допускает прямую экспериментальную проверку путем измерения характеристик излучения в одинаковых условиях и с помощью одной и той же экспериментальной аппаратуры для разных значений асимметрии

Влияние асимметрии отражения на распространение свободных фотонов



— (111)

— (110)

— ($\bar{1}\bar{1}\bar{1}$)

$$l_{(111)} = l_{ex} \cos(\Theta_B + \delta')$$

$$l_{(\bar{1}\bar{1}\bar{1})} = l_{ex} \cos(\Theta_B - \delta')$$

$$I_{(111)}/I_{(\bar{1}\bar{1}\bar{1})} \sim l_{(111)}/l_{(\bar{1}\bar{1}\bar{1})} = \cos(\Theta_B + \delta')/\cos(\Theta_B - \delta') = \epsilon$$

$$l_{(111)}^e = T/\cos(\delta' - \Theta_B)$$

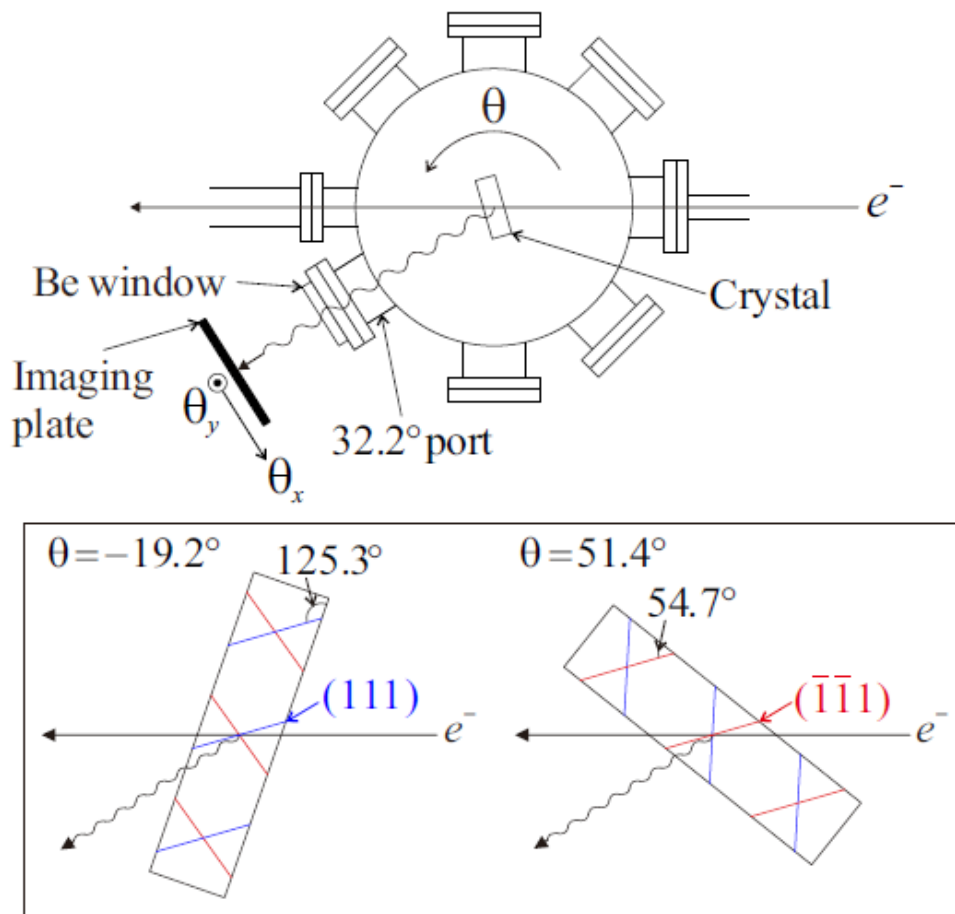
$$l_{(110)}^e = T/\cos(\Theta_B)$$

$$l_{(\bar{1}\bar{1}\bar{1})}^e = T/\cos(\delta' + \Theta_B)$$

$$l_{(111)}^e/l_{(\bar{1}\bar{1}\bar{1})}^e = \epsilon$$

Схема эксперимента

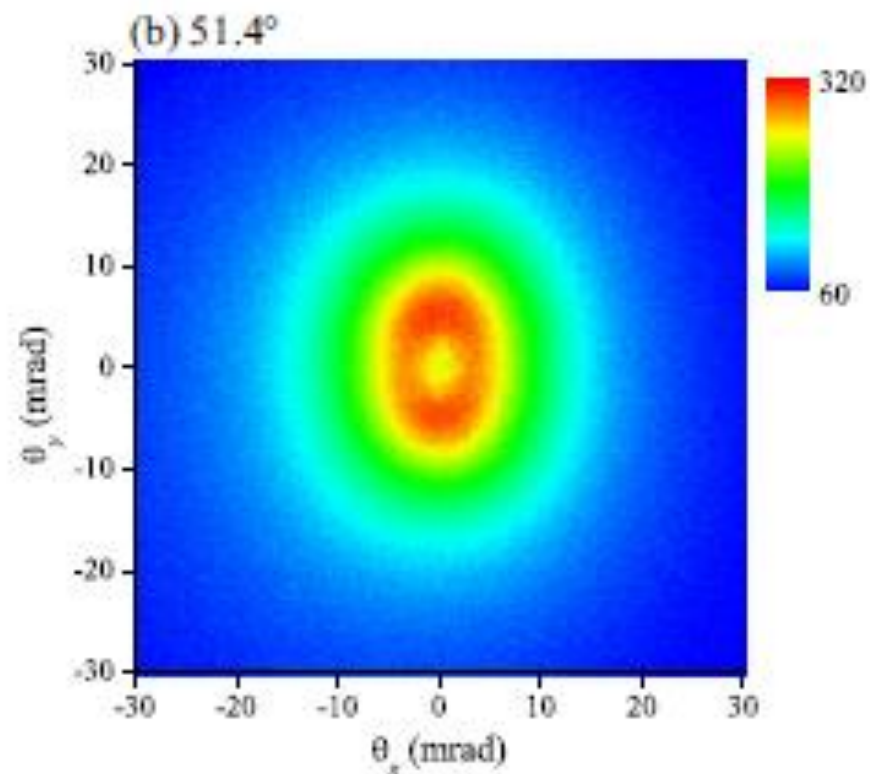
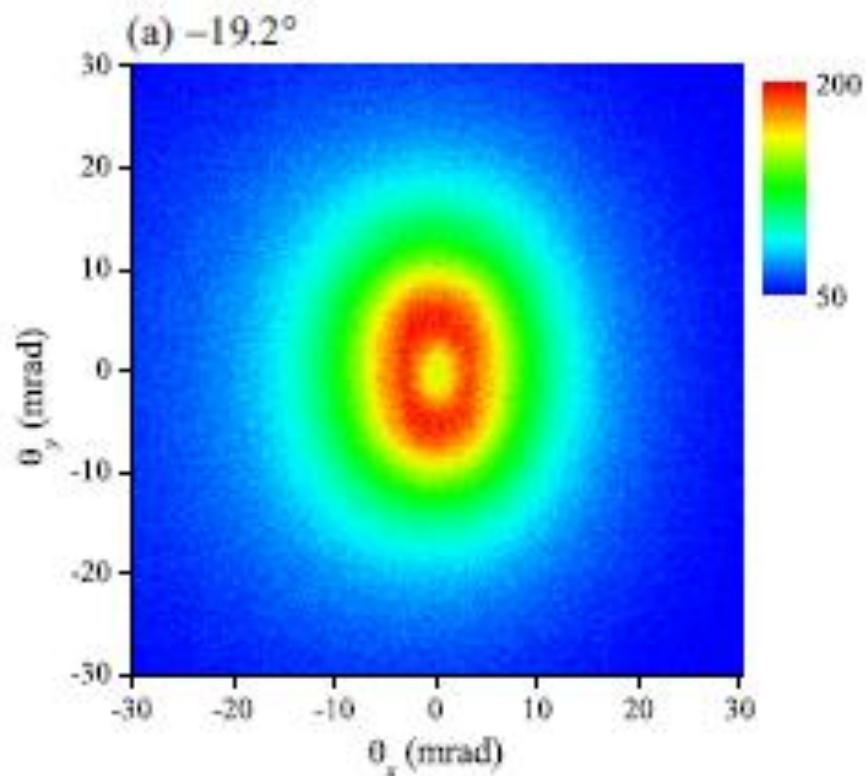
Кремний, $T=20$ микрон, $E=255$ МэВ, расходимость ~ 0.1 мрад, размер пучка 0.3 мм (x), 1.3 мм (y)



Рентгенографическая пластина (IP) типа IPU, Baker Hughes, толщиной 112 микрон
Состав: BaCsIBrF, приведен в работе: A.S.S. Silva, C.S. Gomes, A.S. Machado, J.R. Nascimento, R.S. Santos, D.F. Oliveira, M.J. Dos Anjos, R.T. Lopes, X-Ray Spectrometry 48 (2019) 375. с погрешностью $\sim 5-7\%$

Размер лазерного пятна устройства считывания 35x35 микрон

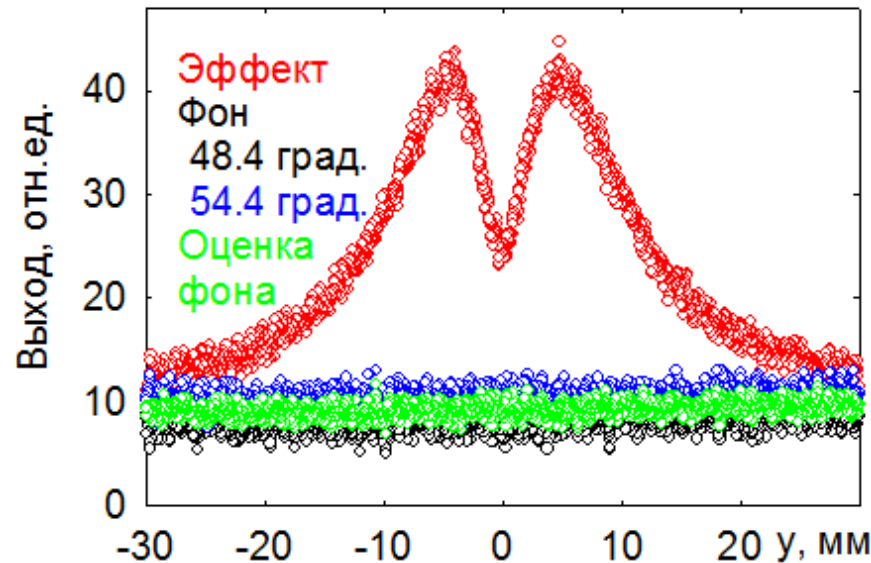
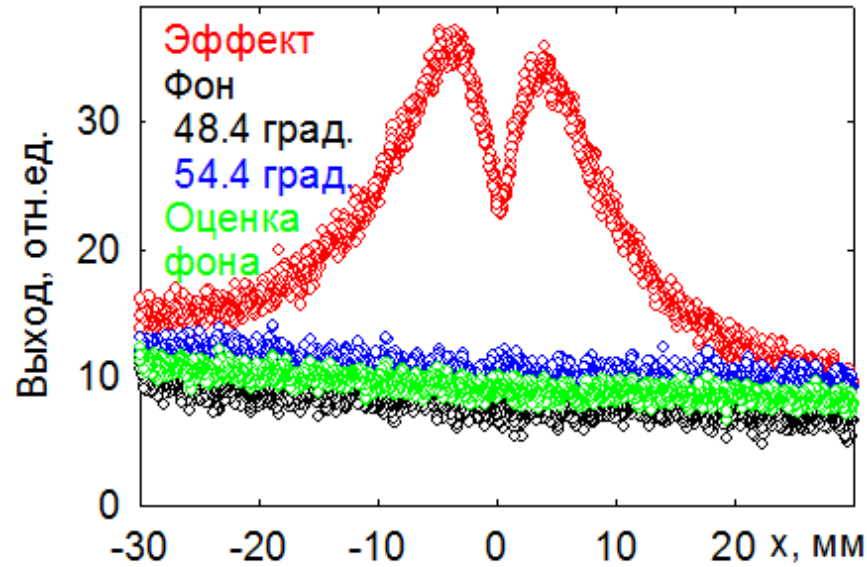
Регистрируемые двумерные распределения



Измерение фона путем поворота кристалла на +/- 3 градуса.

Расстояние между кристаллом и детектором 1 м

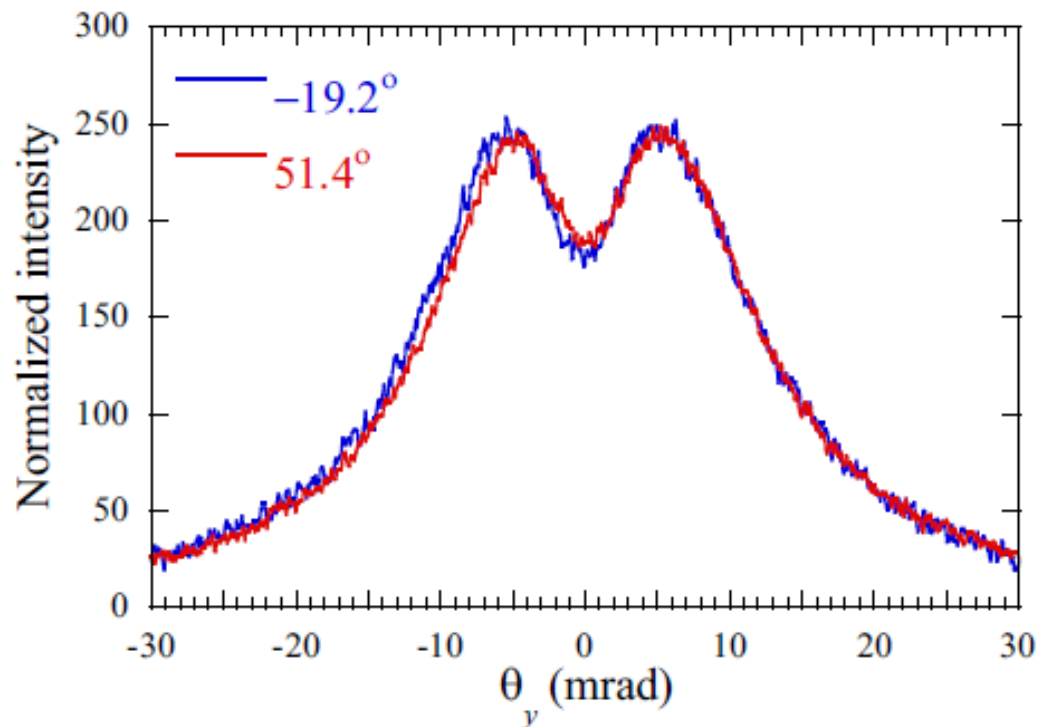
Захват 0.035x0.7 мм и 0.7x0.035 мм



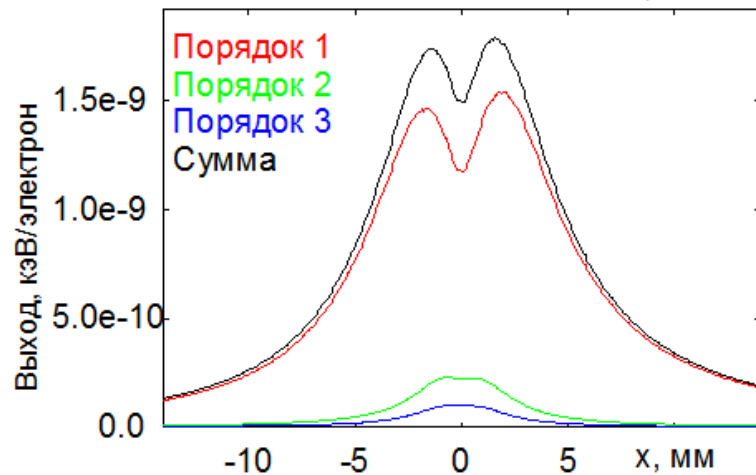
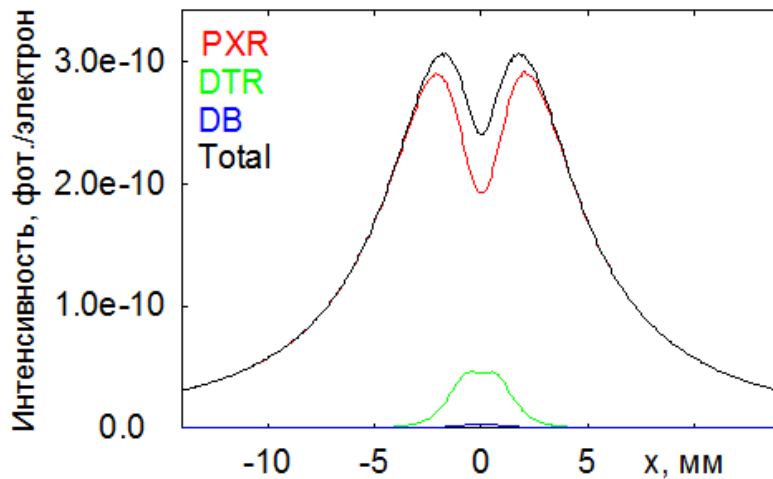
Результаты измерений

| | | |
|--|---------------|--------------|
| θ | -19.2° | 51.4° |
| ε | 0.66 | 1.51 |
| $L_{\text{eff}} (\mu\text{m})$ | 21.2 | 32.1 |
| T_{cry} | 0.725 | 0.805 |
| $T_{\text{cry}}L_{\text{eff}} (\mu\text{m})$ | 15.4 | 25.8 |

T_{cry} Коэффициент
пропускания
Отношение
величин
 $T_{\text{cry}}L_{\text{eff}}$
=1.68



Расчет



Для первого порядка отражения
отношение:

Выходов ПРИ ~ 1.52 (1.7 с поглощением)

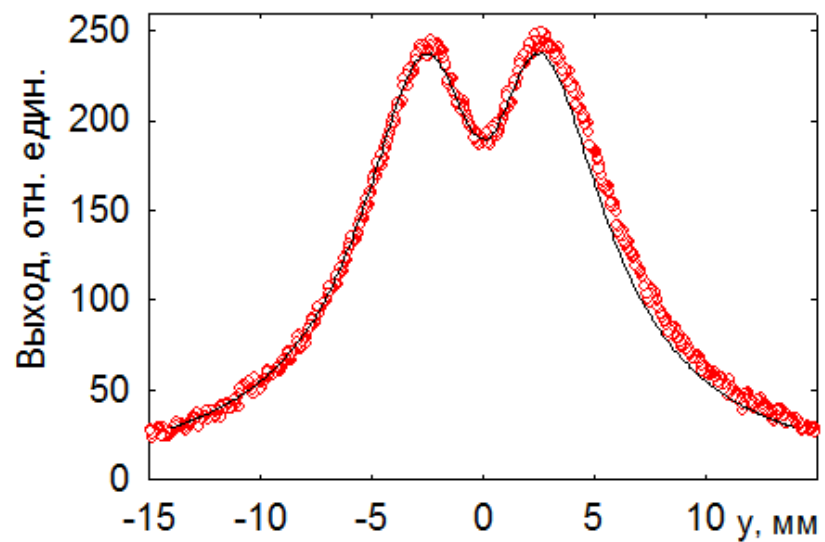
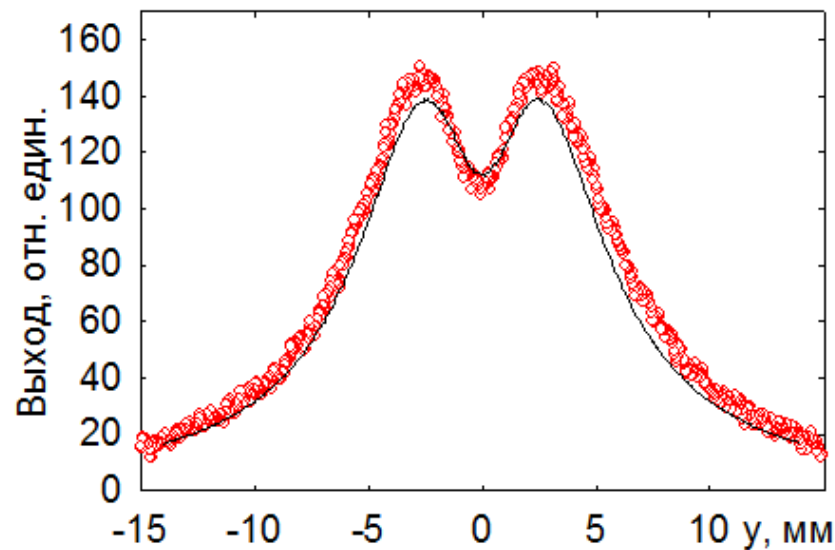
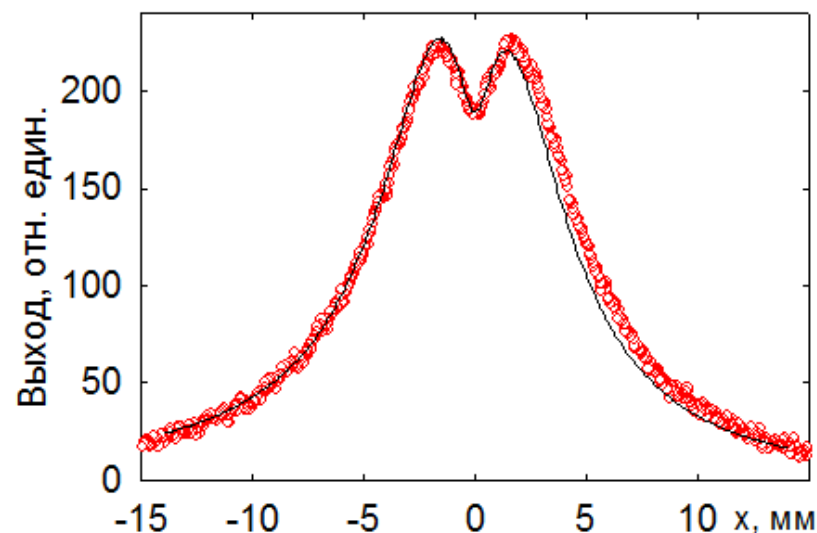
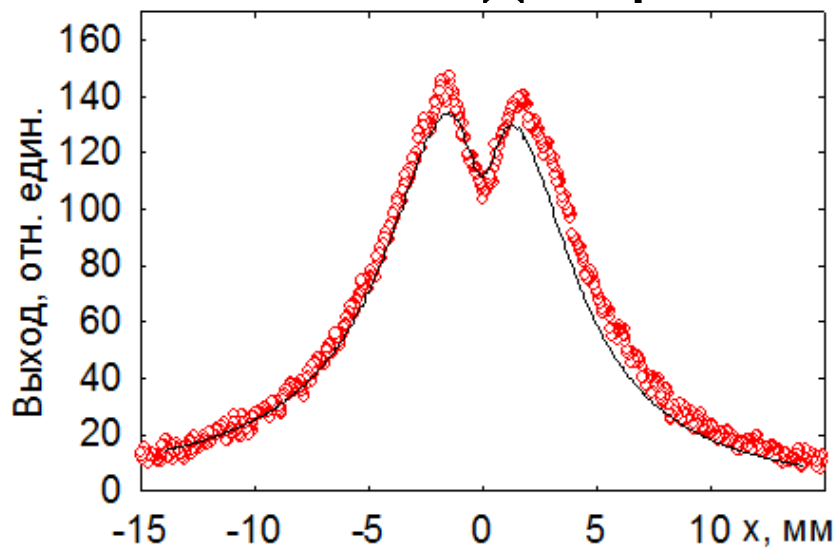
Выходов ДПИ ~ 1.52

Выходов ДТИ ~ 2.31 ($1.52 * 1.52$)

Полных выходов ~ 1.68

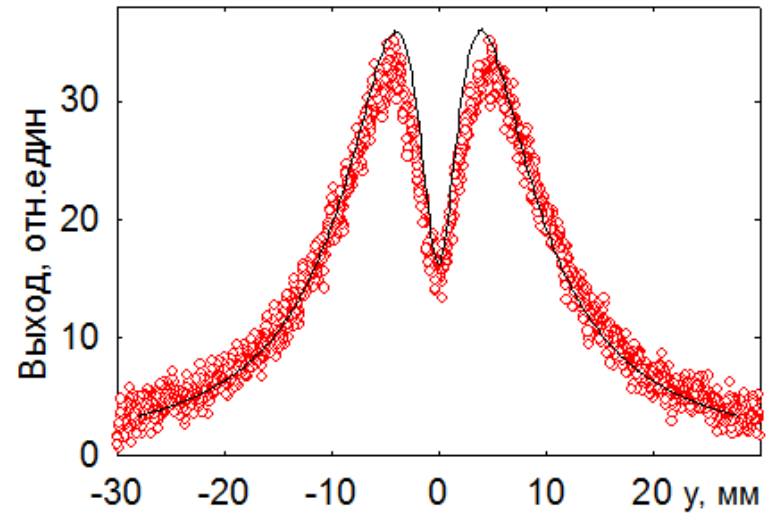
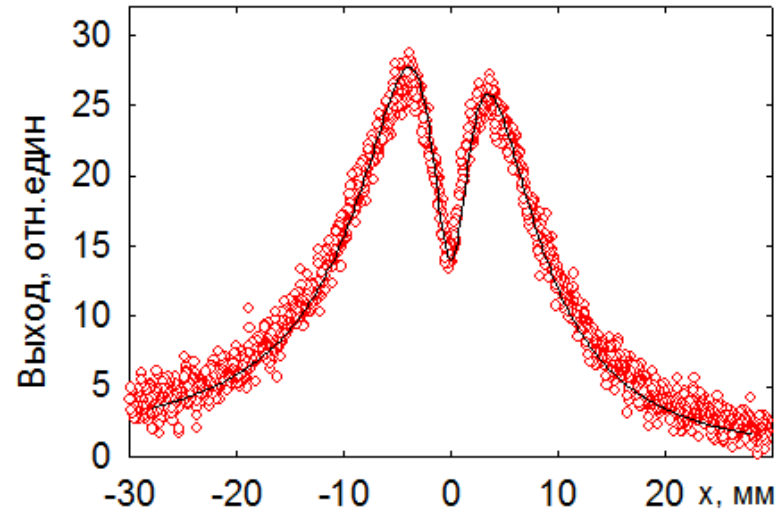
Вклад разных порядков отражения зависит
от толщины слоя воздуха.

Сопоставление с расчетом для обеих ориентаций для расстояния 0.5 м.



Причина разногласий: погрешность определения размера пучка и неточность информации о составе рентгенографической пластины??

Сопоставление результатов эксперимента и расчета для расстояния 1 м.



Заключение

- 1) Влияние асимметрии отражения на выход ПРИ отсутствует, что не согласуется с предсказаниями динамической теории. Динамические эффекты в ПРИ под брэгговскими углами, понимаемые как многократное перерасcеяние фотонов на плоскостях кристалла, отсутствуют.
- 2) Для лучшего сопоставления результатов расчета и эксперимента необходимо точная информация о химическом составе рентгенографической пластины (IP) и точное измерение размеров пучка на мишени.