

М.С. Фоломешкин¹, Ю.А. Волковский¹, А.Ю. Серегин¹, В.Г. Кон¹,
П.А. Просеков¹, А.В. Мянконых¹, К.В. Руденко¹, В.А. Юнкин², А.А. Снигирёв³,
С.Н. Якунин¹, Ю.В. Писаревский¹, А.Е. Благов¹, М.В. Ковальчук¹

¹ НИЦ «Курчатовский институт»

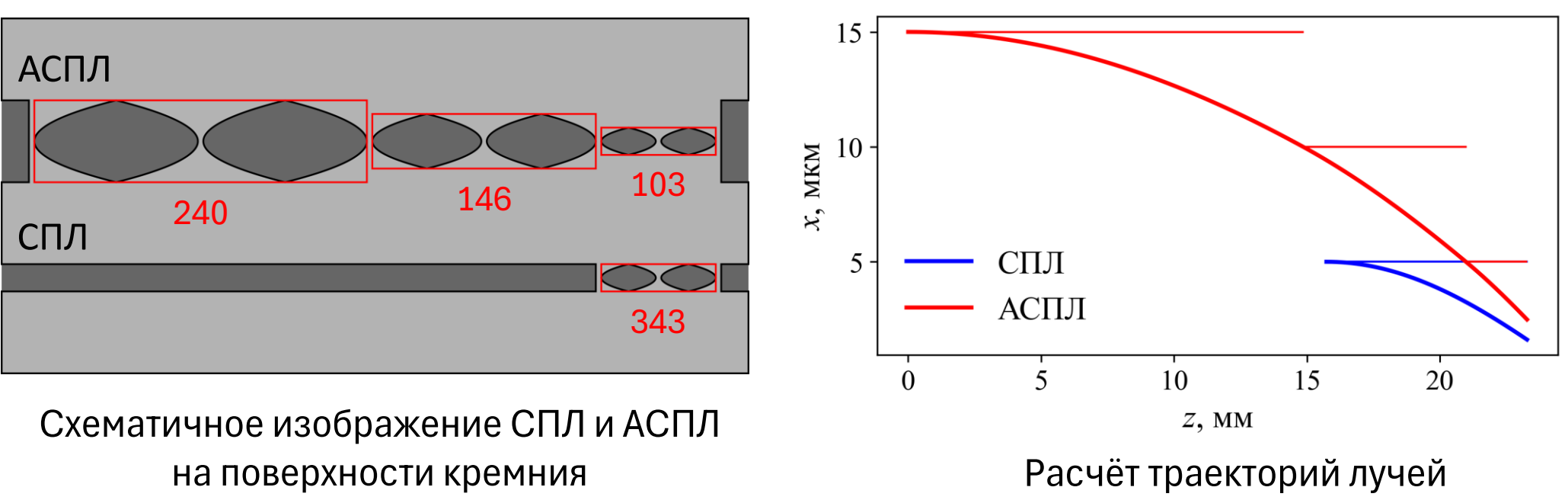
² Институт проблем технологии микроэлектроники и особочистых материалов РАН

³ Балтийский федеральный университет им. И. Канта

Введение

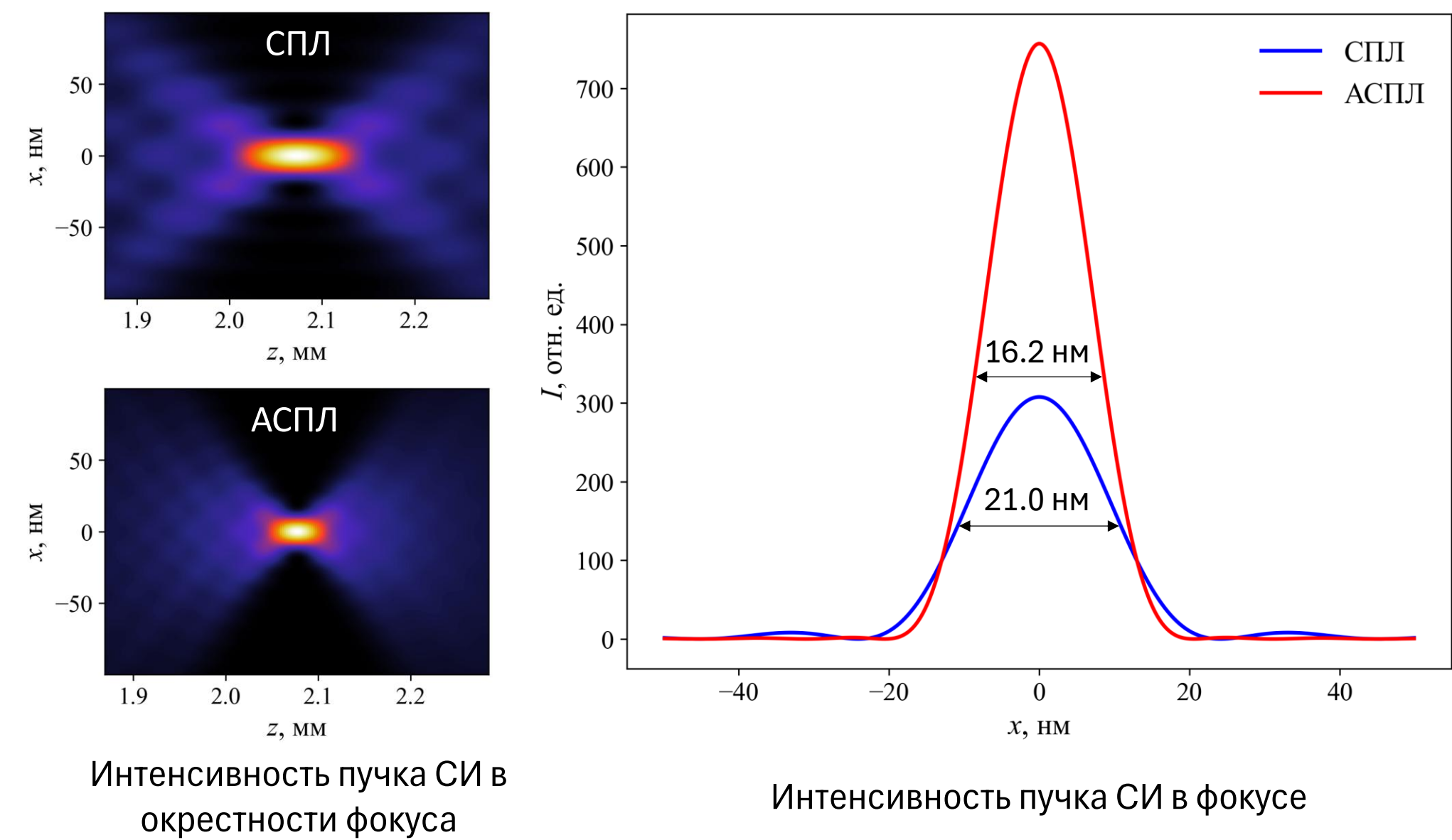
- В связи со строительством в России новых источников СИ 4-го поколения и ЛСЭ [1] актуальной является задача разработки технологий изготовления нанофокусирующей рентгеновской оптики для будущего оснащения разрабатываемых экспериментальных станций.
- В настоящее время в рамках НИОКР «СИЛА» ведется активная работа по изготовлению и тестированию элементов планарной рефракционной оптики на основе монокристаллического кремния. Кремниевые составные преломляющие линзы (СПЛ) [2] способны сфокусировать пучок жёсткого рентгеновского излучения до поперечного размера около 20 нм [3].
- Концепция адиабатически фокусирующих СПЛ (АСПЛ) [4-6] позволяет преодолеть указанный предел и уменьшить размер пучка в фокусе до рекордных значений 10 нм и менее, что обеспечит решение широкого круга задач структурного материаловедения на мировом уровне.

Дизайн каскадной АСПЛ для энергии 36 кэВ

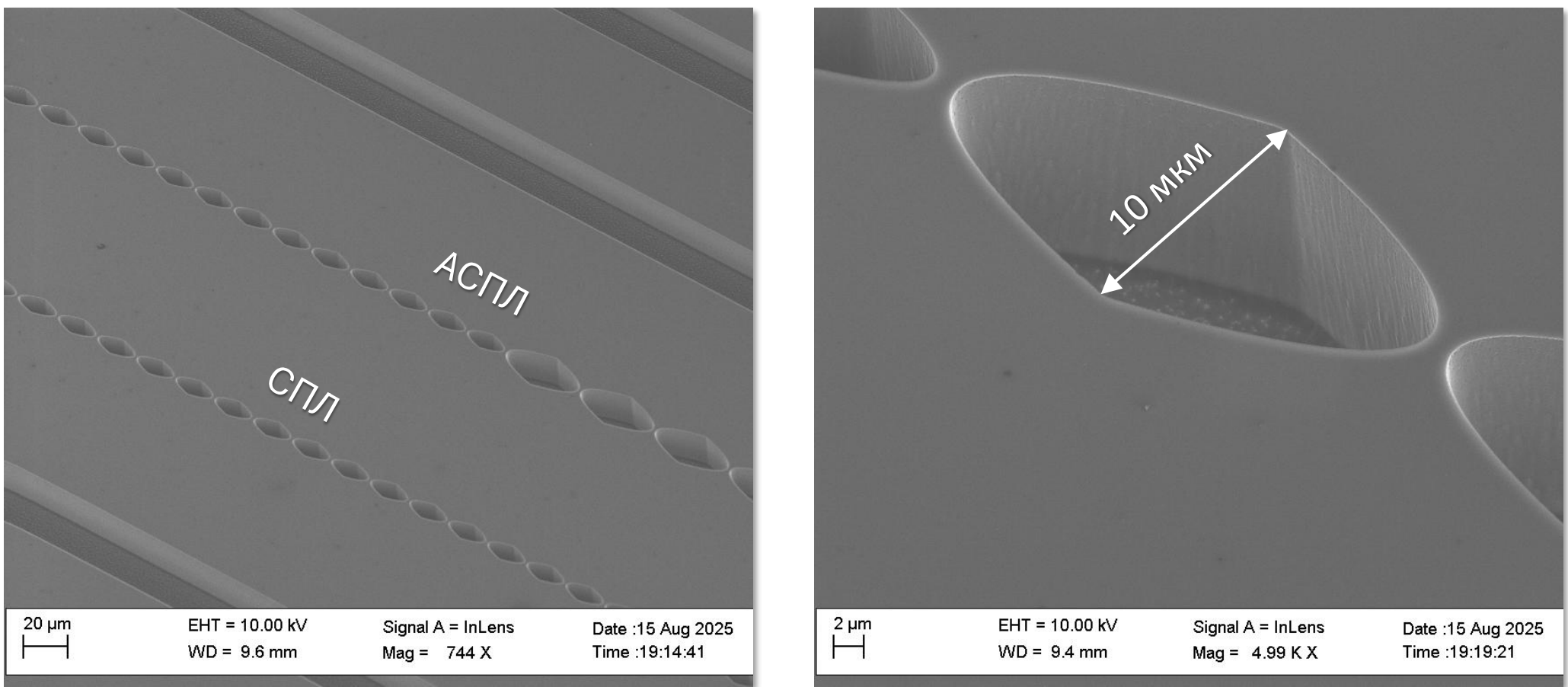


Линза	Апертура, мкм	Фокусное расстояние, мм	Размер пучка в фокусе, нм	Интегральная интенсивность, мкм
СПЛ	10	2.1	21.0	6.88
АСПЛ	30, 20, 10	2.1	16.2	12.53

Расчёт фокусировки пучка СИ

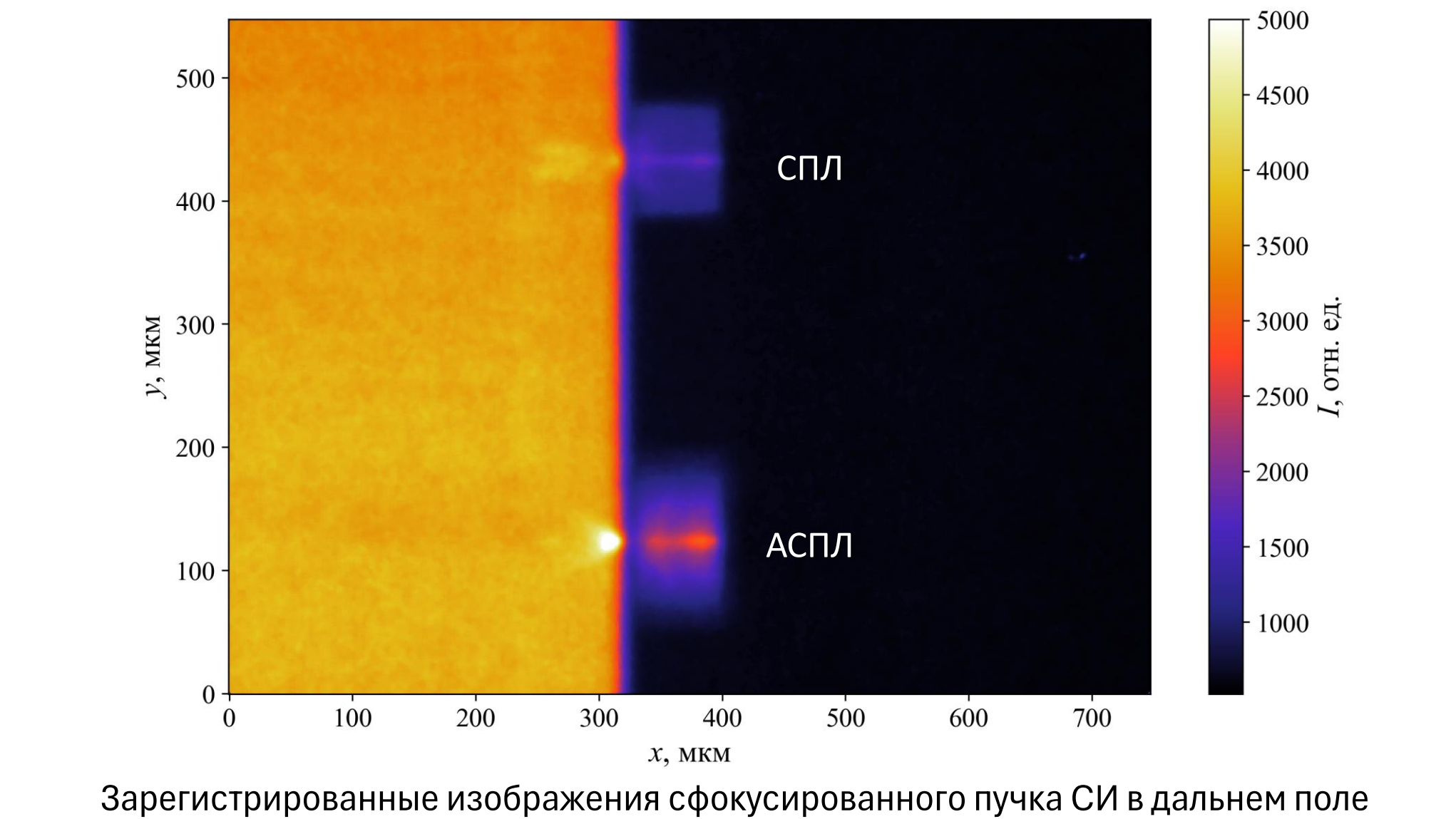


Изготовленные образцы

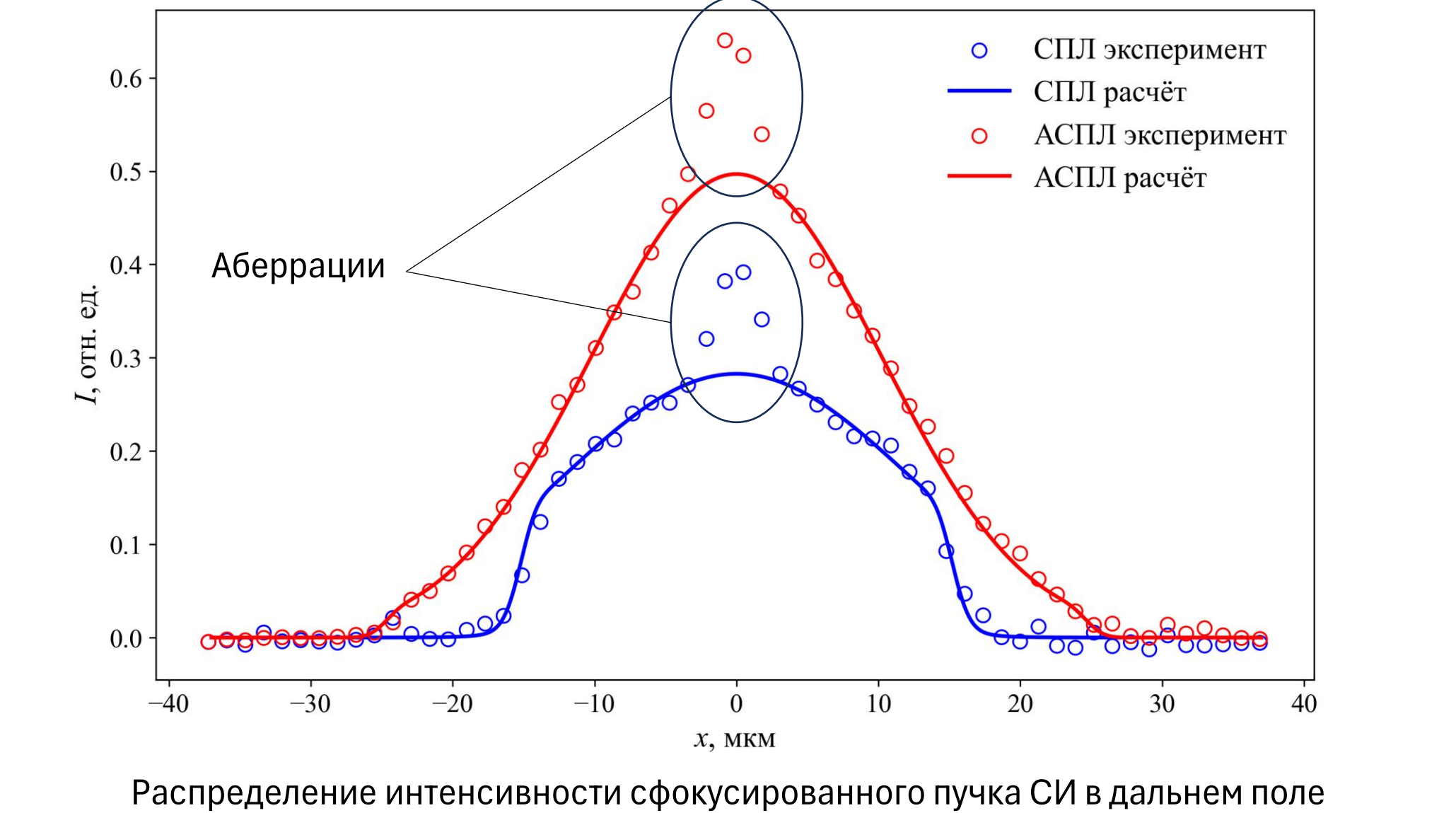


РЭМ-изображения СПЛ и АСПЛ на поверхности кремния

Тестирование на источнике «КИСИ-Курчатов»



Обработка данных эксперимента



Результаты

- Впервые в России разработаны кремниевые адиабатические составные преломляющие линзы, теоретически позволяющие сфокусировать пучок жёсткого синхротронного излучения до размера менее 20 нм.
- Предварительные эксперименты по тестированию разработанных линз на источнике «КИСИ-Курчатов» продемонстрировали справедливость теоретических оценок и позволили выявить наличие аберраций сфокусированного пучка.

Литература

- М.В. Ковальчук и др. // Кристаллография. 67, 5 (2022).
- A. Snigirev et al. // Phys. Rev. Lett. 103 (2009).
- V.G. Kohn, M.S. Folomeshkin // J. Synchrotron Rad. 28 (2021).
- I. Snigireva et. al. // Proc. SPIE. 4499 (2001).
- J. Patommel et. al. // Appl. Phys. Lett. 110 (2017).
- В.Г. Кон, М.С. Фоломешкин // Российские Нанотехнологии. 17, 1 (2022).