Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Факультет фундаментальной физико-химической инженерии

Исследования процессов формирования структуры активного слоя полностью полимерных солнечных батарей в реальном времени

аспирант ФФФХИ МГУ

Герасимов Кирилл

научные руководители:

к.ф.-м.н. Анохин Д.В.

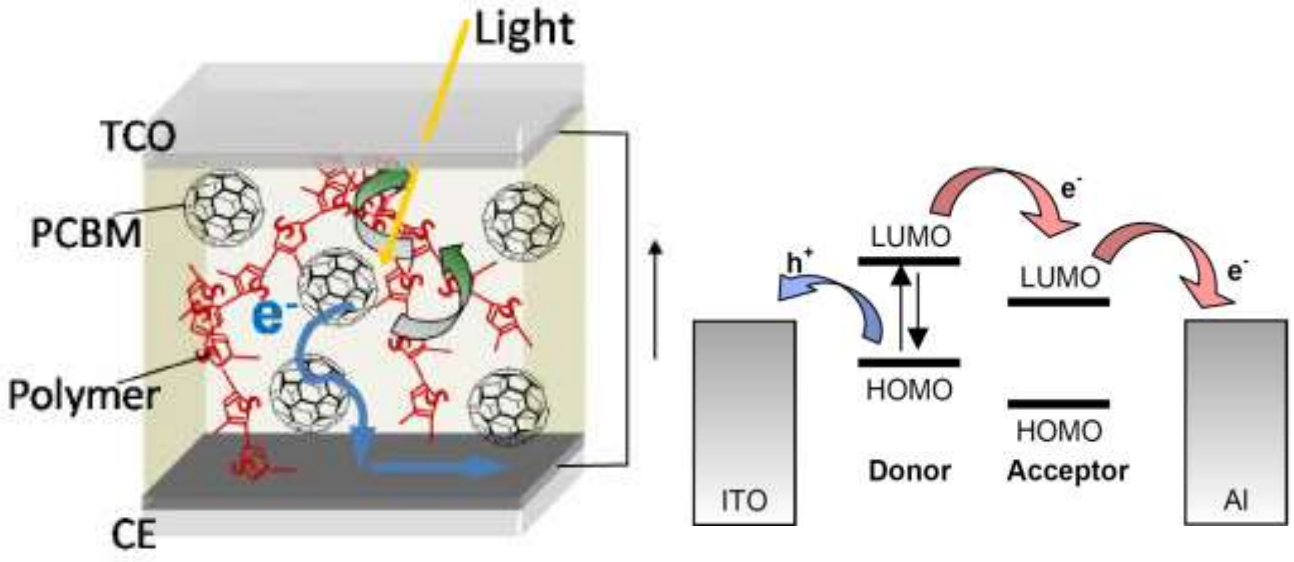
к.ф.-м.н. Иванов Д.А..

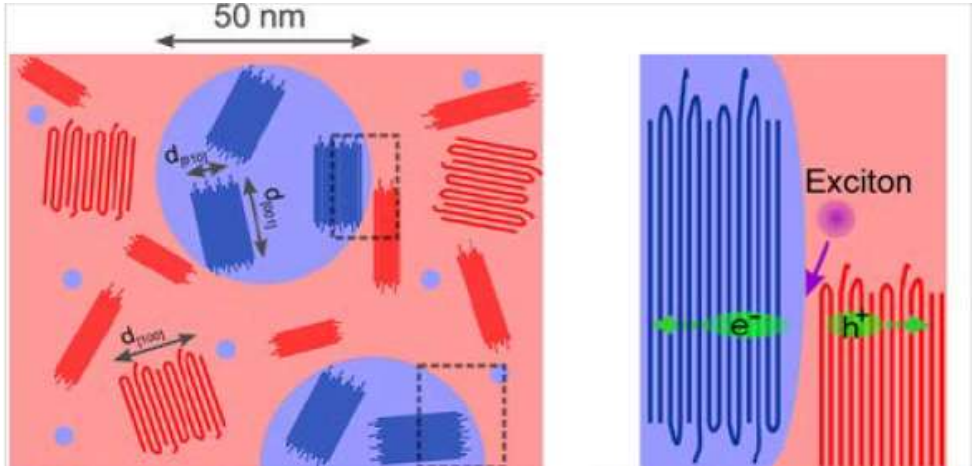
Черноголовка, 2016 г.

Полностью полимерные солнечные батареи

Стандартный подход при создании органических солнечных батарей:
донор – сопряженный полимер,
акцептор – производные фуллерена

Наш подход:
использовать в качестве акцептора другой полимер

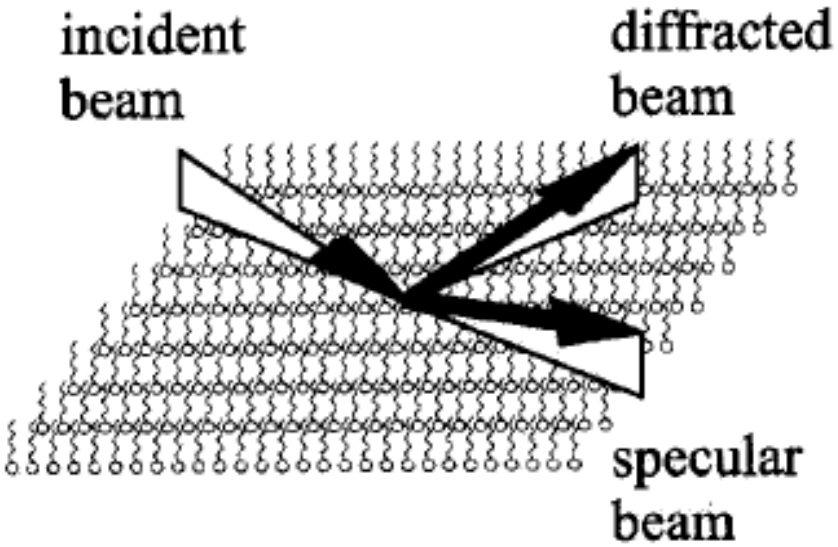




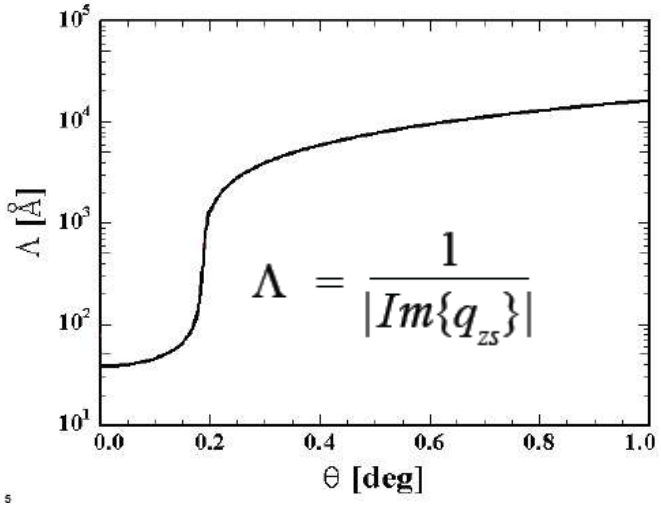
Преимущества:
- простота получения
- совместимость компонентов
- стабильность и управляемость структуры
- высокий коэффициент поглощения

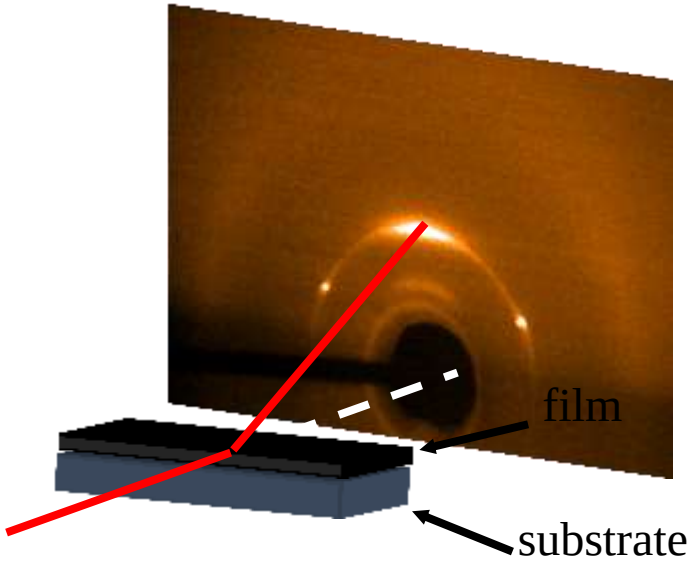
Недостатки:
- ниже КПД
- сложность подбора компонентов

Дифракция рентгеновских лучей под скользящим пучком GIWAXS



Глубина проникновения в пленку



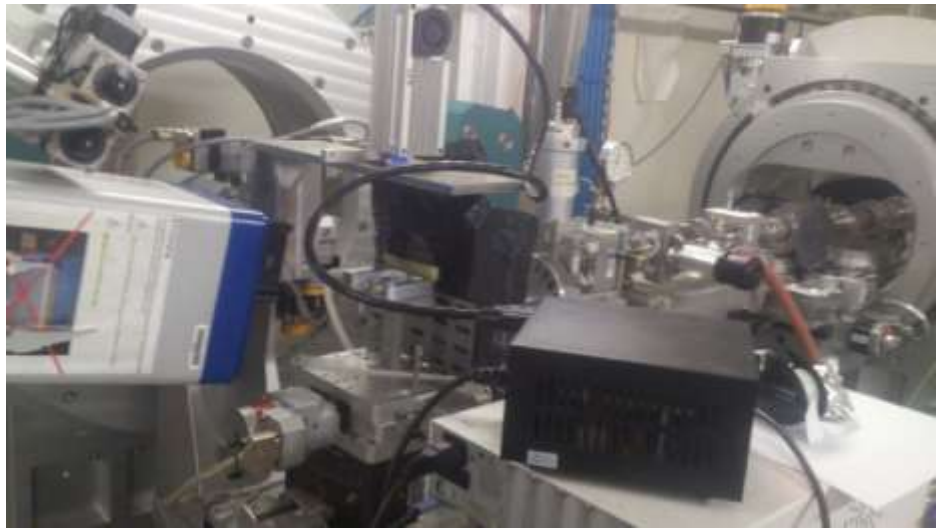


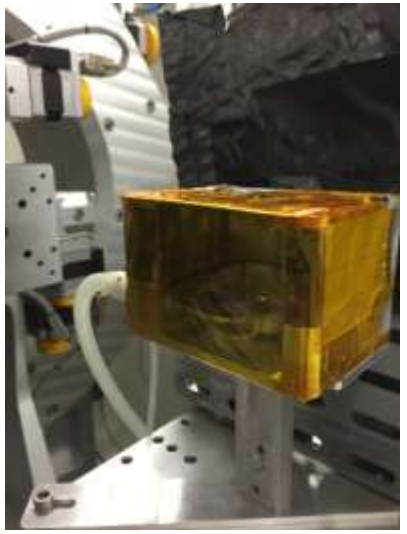
Достоинства:

- Информация о структуре в плоскости и в толщине пленки
- Высокое разрешение по времени и чувствительность
- Измерения на различной глубине
- Сочетание с другими экспериментальными методиками

Оборудование для GIWAXS измерений

Европейский центр синхротронного излучения ESRF (Гренобль, Франция)

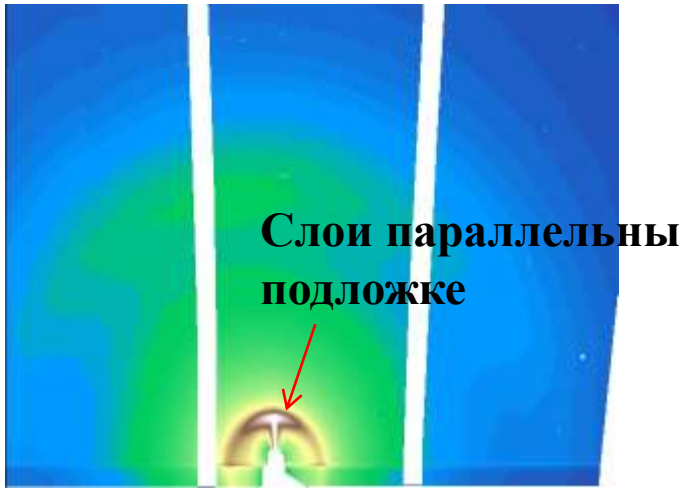




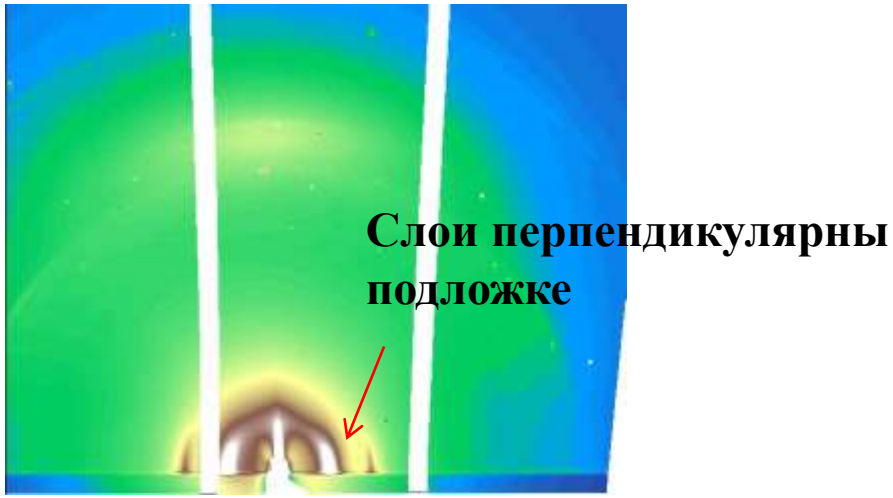
Лабораторный источник рентгеновского излучения
WAXS/SAXS/GIWAXS/GISAXS Xenocs

Структура компонентов активных слоев

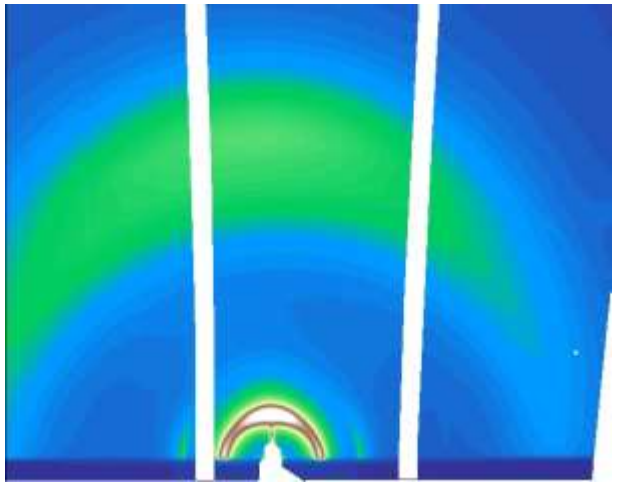
PNDIT



PTQ



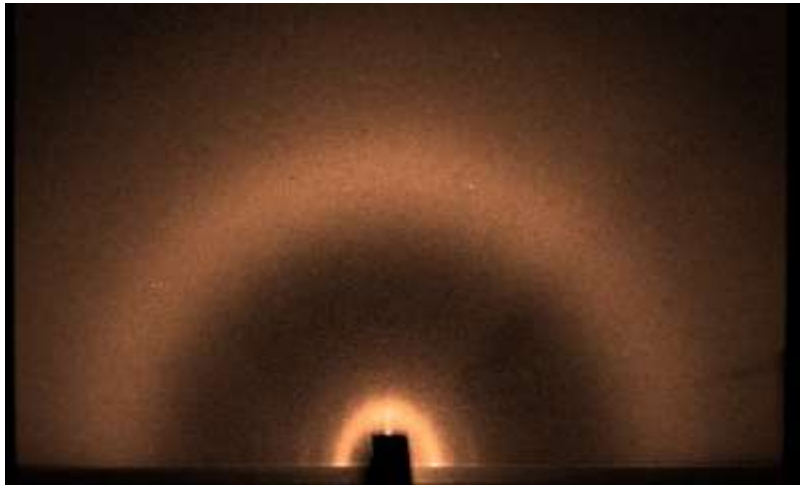
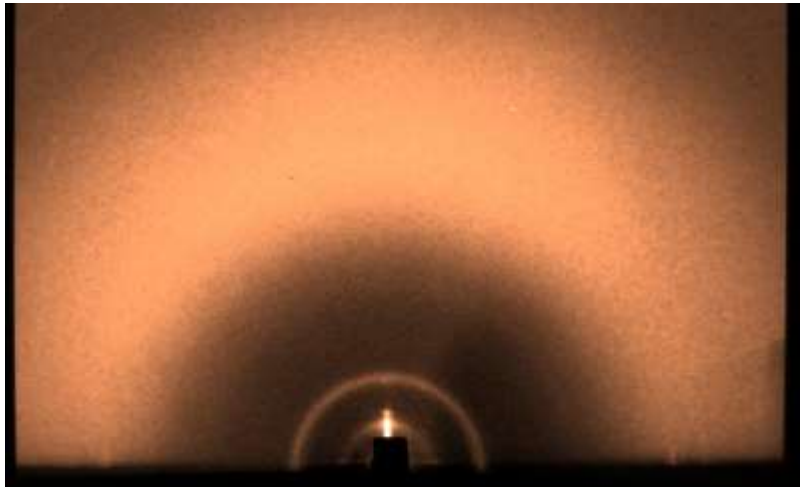
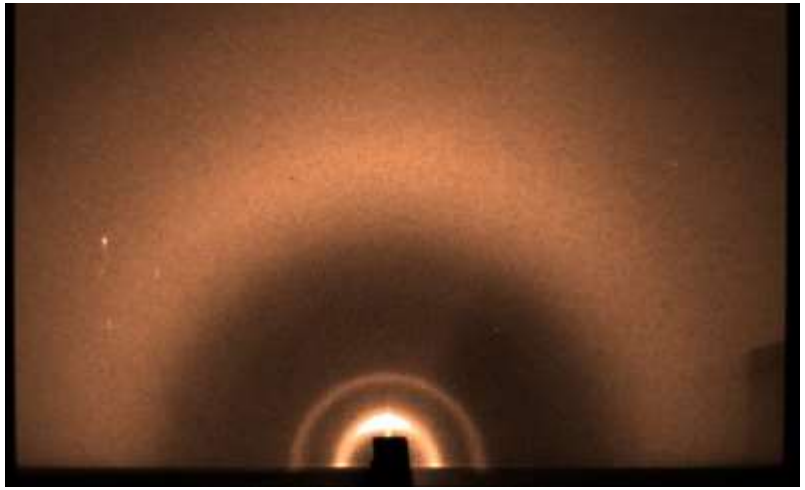
Смесь PTQ/ PNDIT



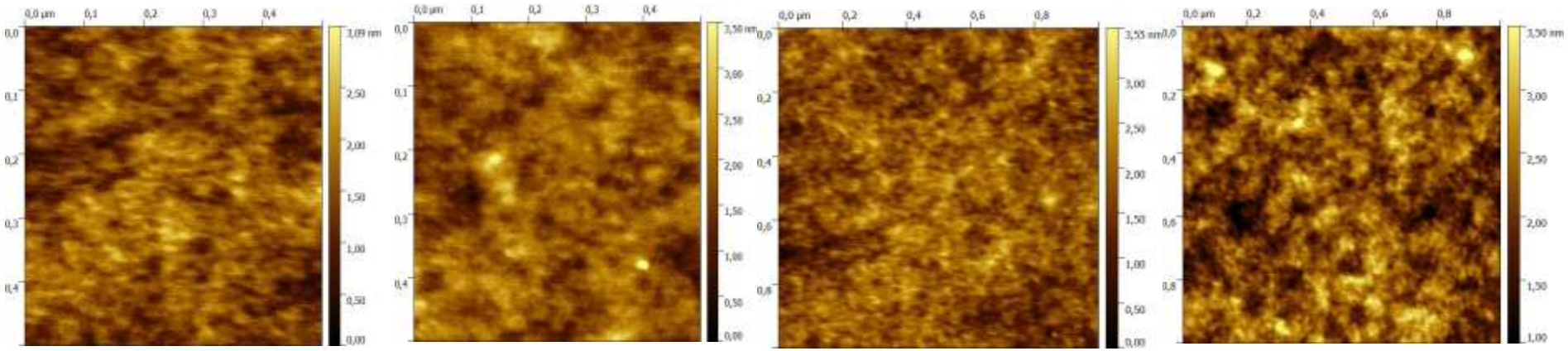
- Блоки формируют независимые жидкокристаллические фазы
- Молекулярные слои имеют взаимоперпендикулярную ориентацию

D. V. Anokhin, K. L. Gerasimov, A. Kiriy, D. A. Ivanov *Appl. Mech. Mater.* **2015**, V.792, P.640

Влияние условий приготовлений смеси

PTQ/PNDIT	Толуол	Хлорбензол
до отжига		
после отжига		

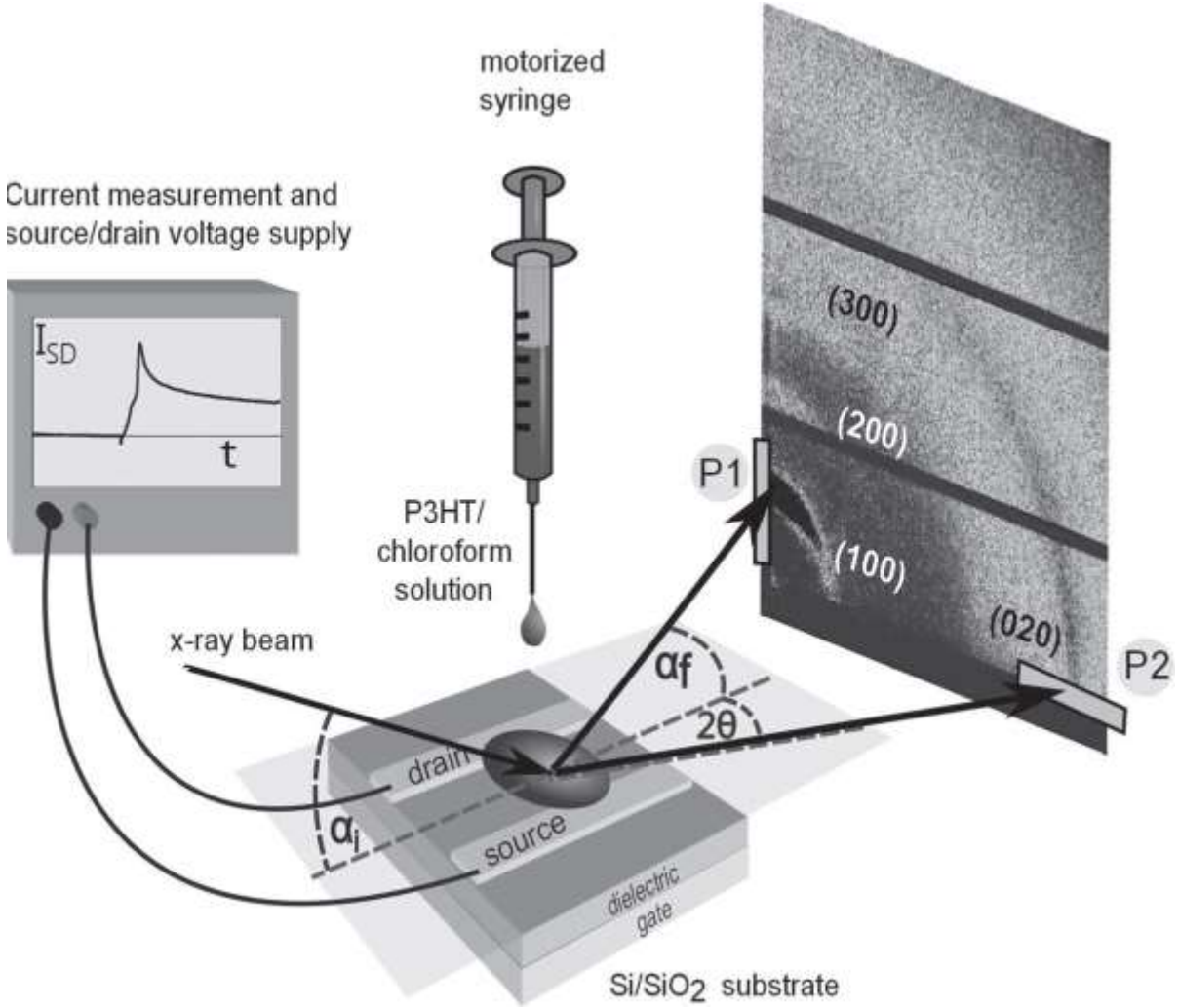
Атомно-силовая микроскопия

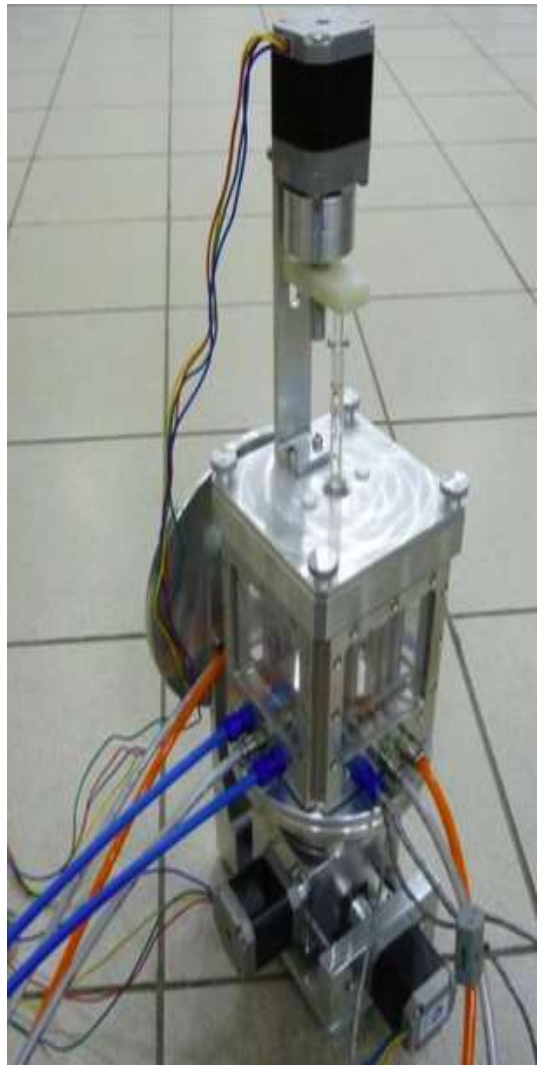


Изображения тонких пленок активных слоев солнечных батарей в разных масштабах до и после отжига

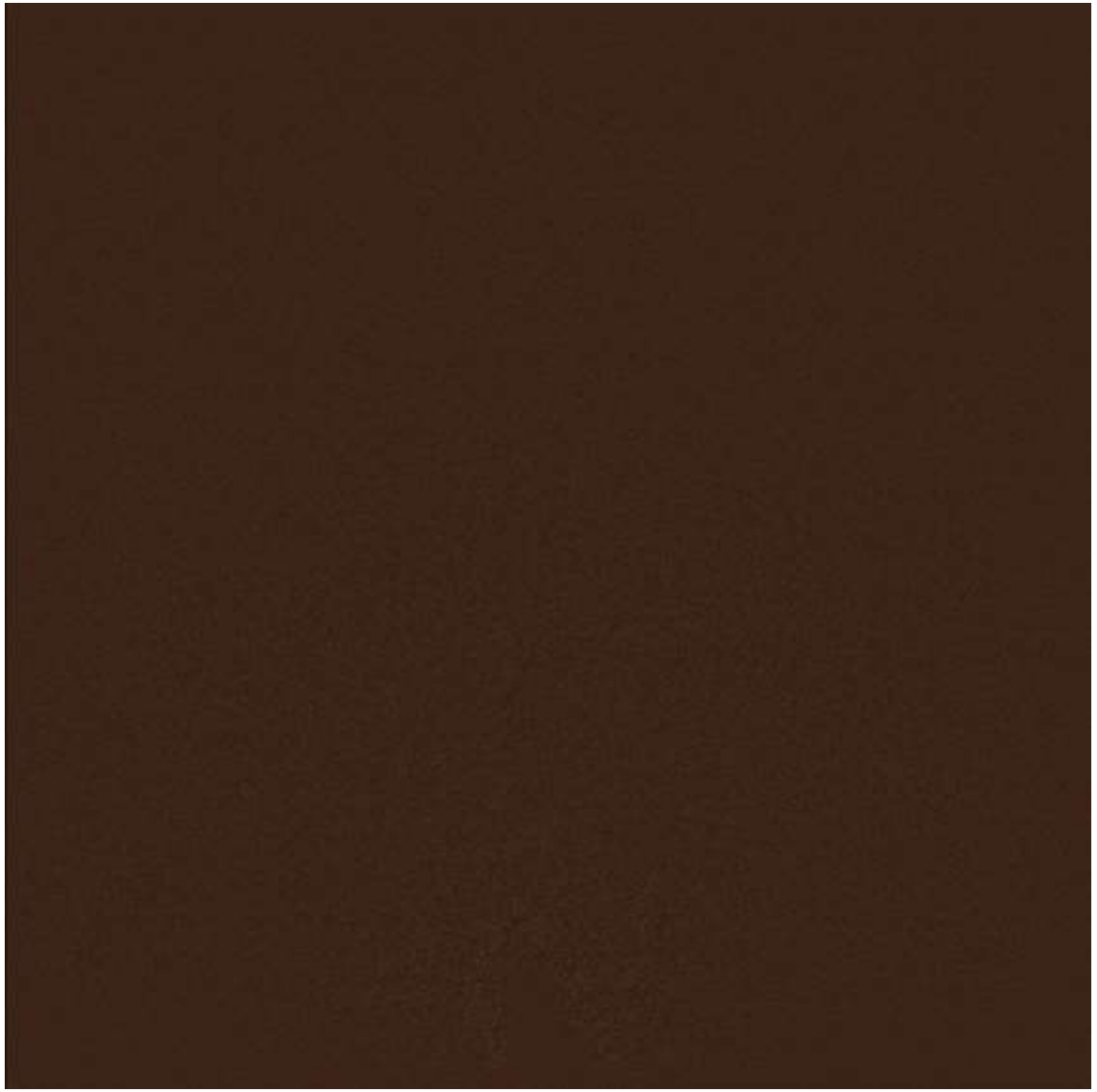
Образец	**Масштаб, мкм**	**Размер доменов, нм**
Тонкие пленки активных слоев солнечных батарей, содержащие полимерные доноры и акцепторы	5	48
	2	35
	1	29
	0,5	17
Тонкие пленки активных слоев солнечных батарей, содержащие полимерные доноры и акцепторы **после отжига**	5	49
	2	35
	1	42
	0,5	47

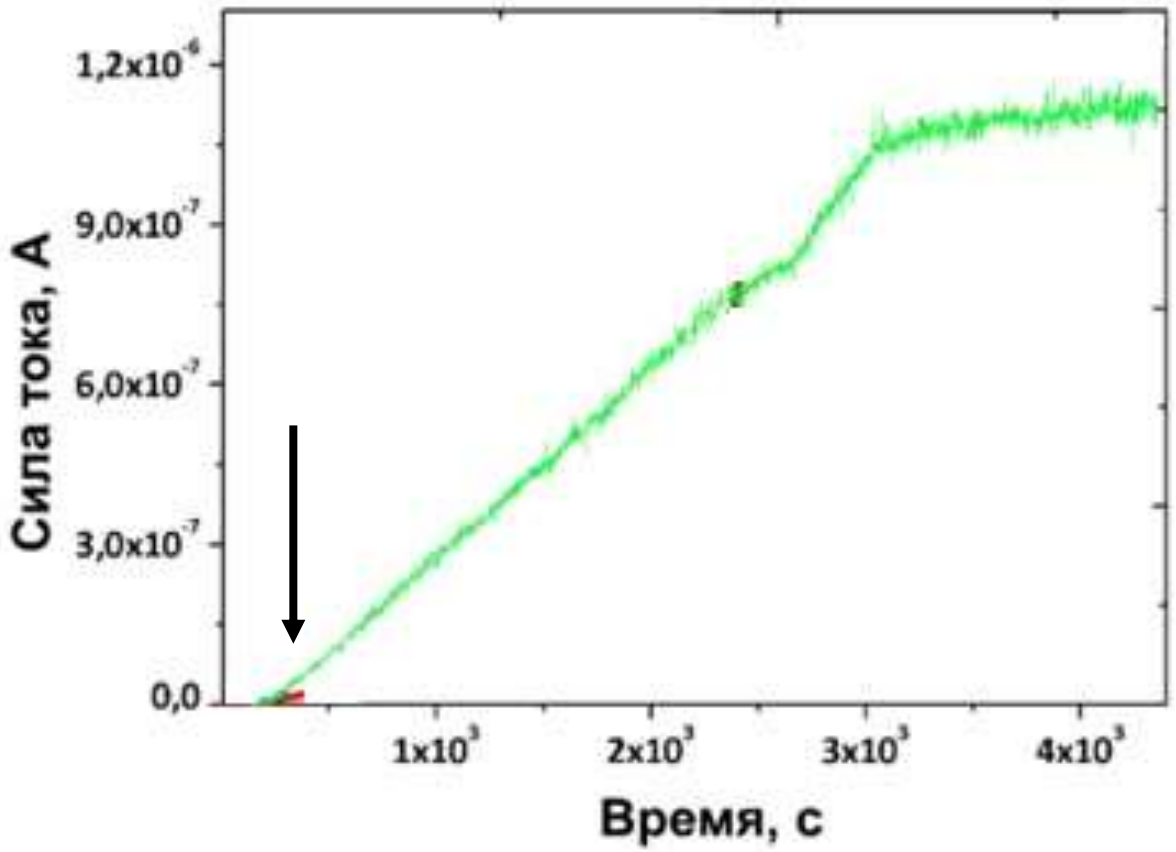
Исследования процессов формирования структуры в реальном времени





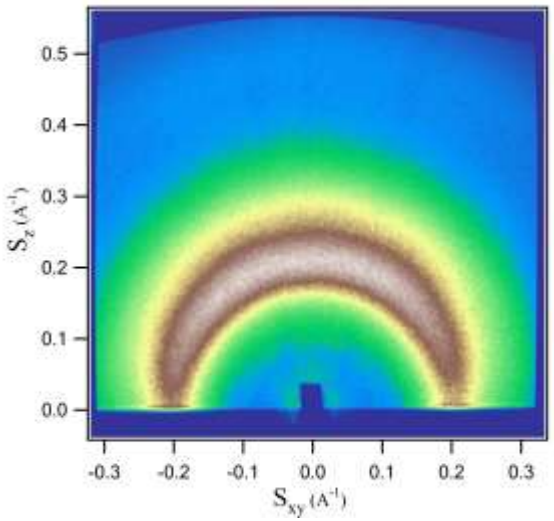
Исследования процессов формирования структуры в реальном времени

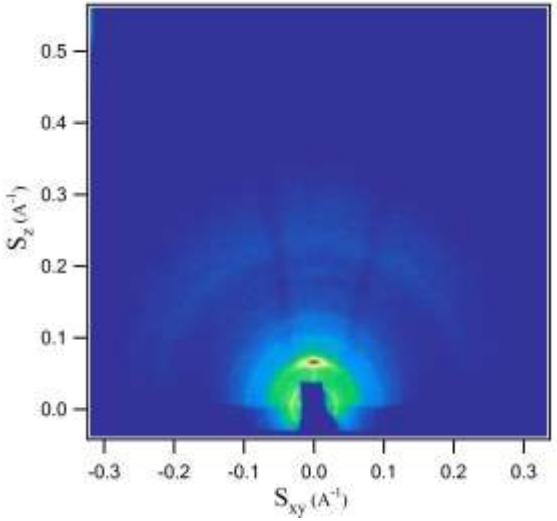


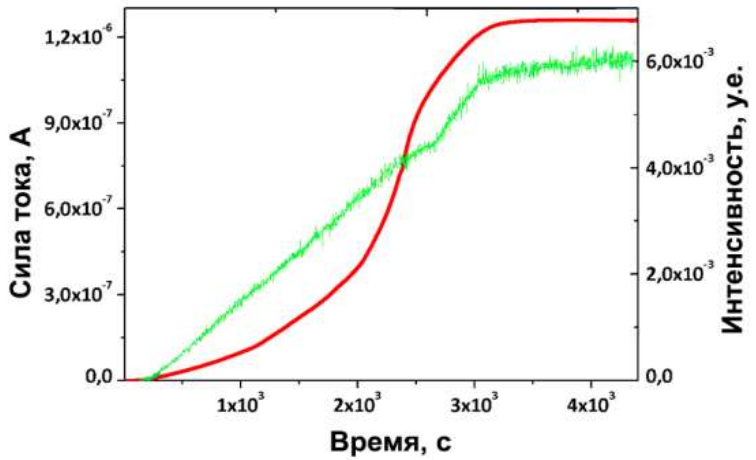


Исследования процессов формирования структуры в реальном времени

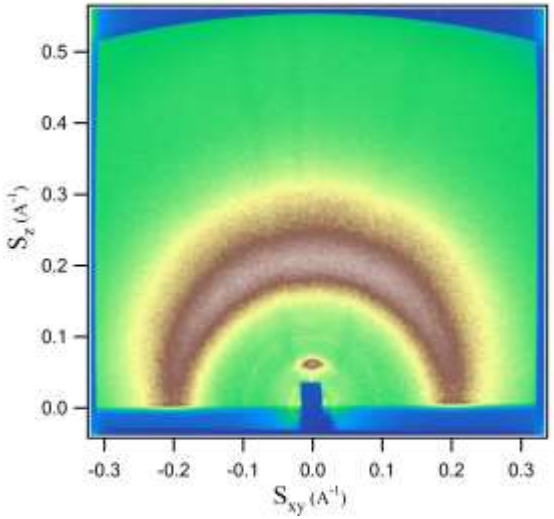
P3HT:PCBM

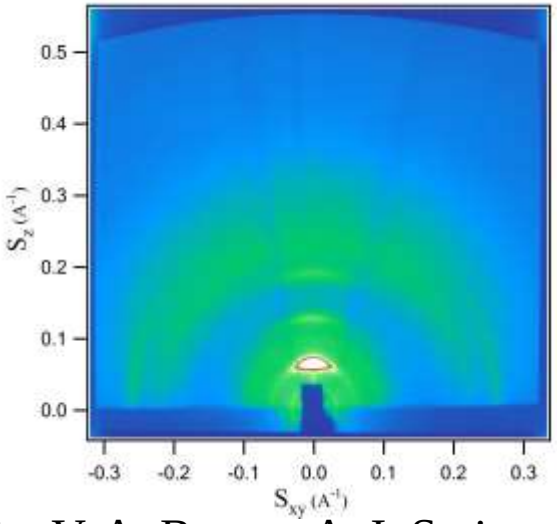


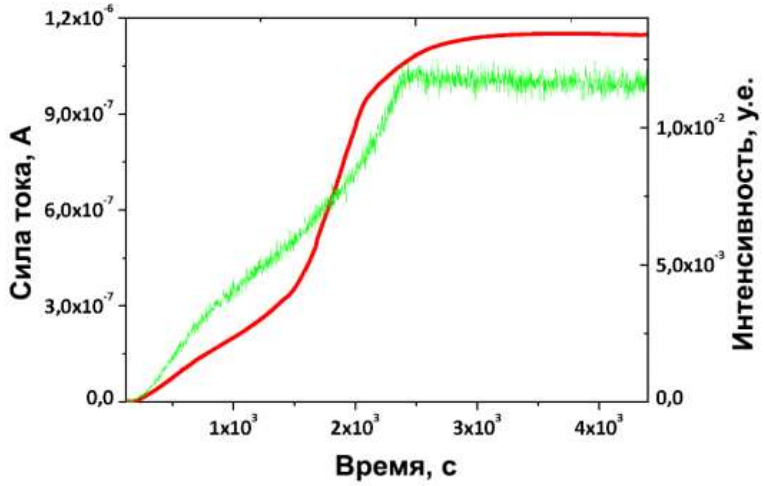




P3HT:ICBA

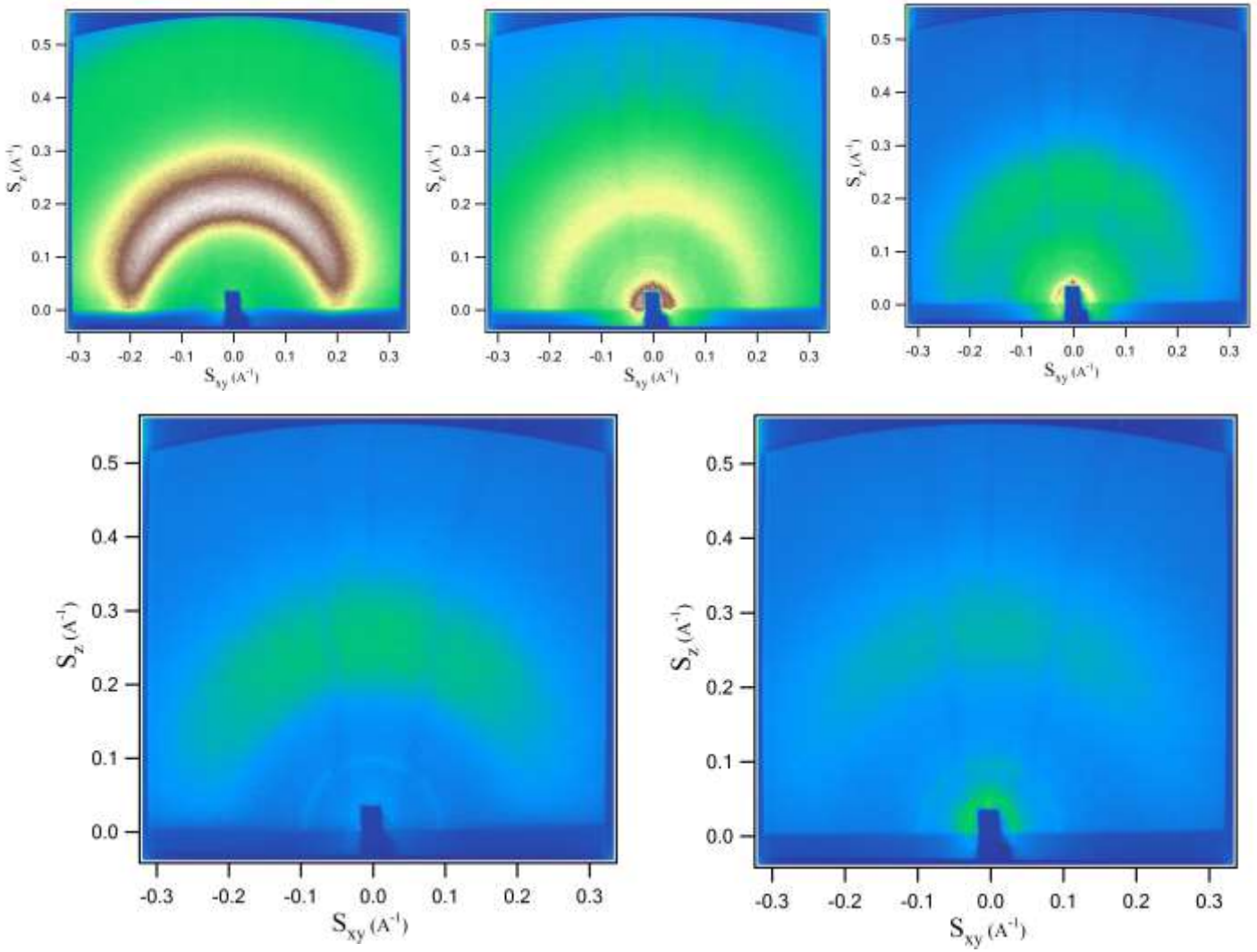


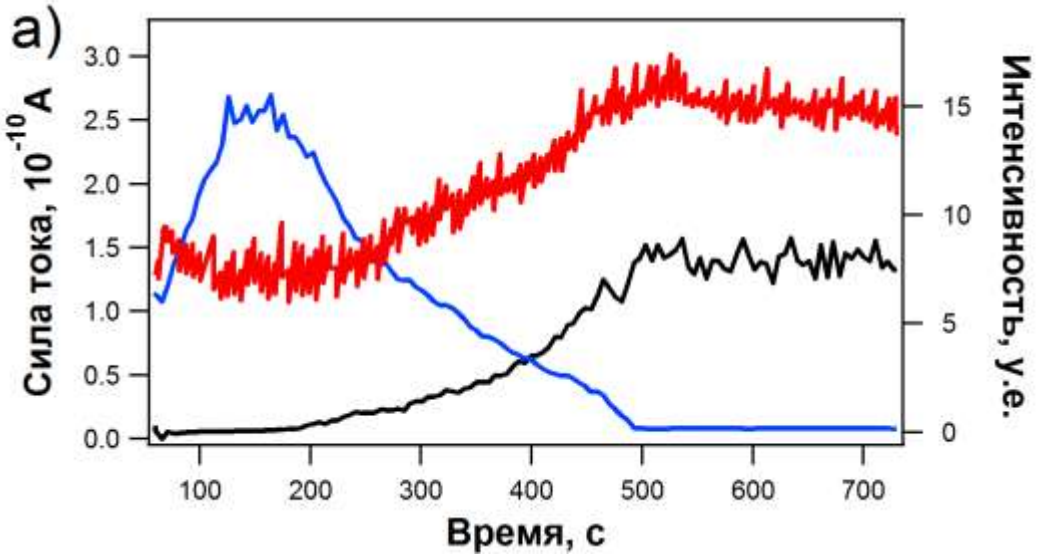


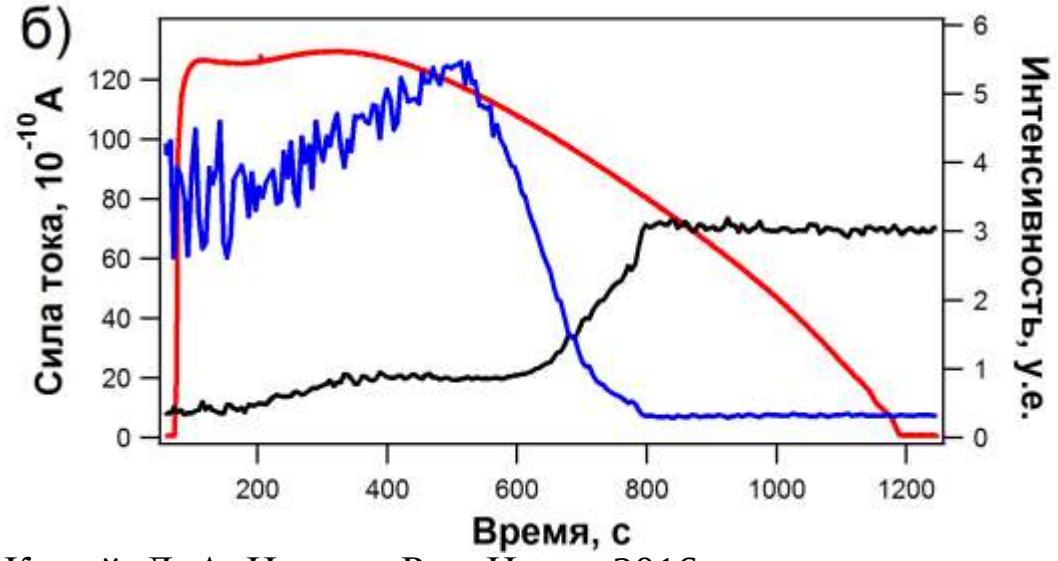


K. Kvamen, S. Grigoryan, D. V. Anokhin, V. A. Bataev, A. I. Smirnov, D. A. Ivanov *Nanotechnol. Russ.*, **2015**, V.10, P.600

Исследования процессов формирования структуры в реальном времени







Д. В. Анохин, К. Л. Герасимов, С. Григорян, Д. Р. Стрельцов, С.Н. Чвалун, А. Кирий, Д. А. Иванов, Рос. Нано., 2016

Выводы

1. Показана взаимосвязь структуры и условий приготовлений за счет эффективного фазового разделения полимерных доменов донора и акцептора.
2. Разработана методика измерения в реальном времени структуры и проводимости пленки органических полупроводников.
3. Для полимер-фуллереновых слоев показаны две стадии формирования пленок.
4. Для полимер-полимерных показана влияние растворителя на формирование пленок

Благодарности

1. С. Григорян (ИИП Дрезден)

2. Д.Р. Стрельцов (ИСПМ РАН)

3. Т. Хайзер (Университет Страсбурга)

4. А. Кирий (Университет физики твердого тела Зигена)

5. Е. Радченко (Лаборатория инженерного материаловедения ФФФХИ МГУ)

Работа выполнена при финансовой поддержки Министерства образования и науки Российской Федерации (контракт № 14.604.21.0121 (RFMEFI60414X0121))

Спасибо за внимание