



Монокристаллы олиготиофен-фениленов для гибкой оптоэлектроники



Доминский Д.И.^{1*}, Константинов В.Г.¹, Казанцев М.С.^{2,3}, Тафеенко В.А.⁴, Лупонос Ю.Н.⁵, Пономаренко С.А.⁵, Паращук Д.Ю.¹

¹Физический факультет и Международный лазерный центр, МГУ им. М.В. Ломоносова

²Новосибирский государственный университет

³Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН

⁴Химический факультет, МГУ им. М.В. Ломоносова

⁵Институт Синтетических Полимерных Материалов им. Н.С. Ениколопова

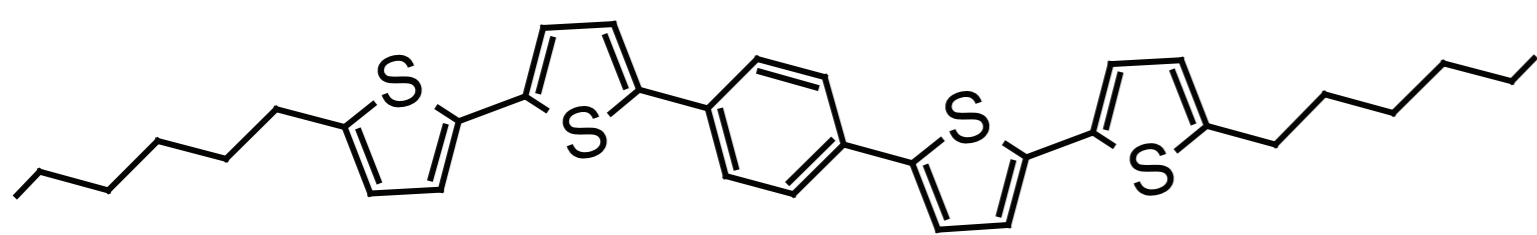
*email: di.dominskiy@physics.msu.ru

Аннотация

Монокристаллы тиофен-фениленовых со-олигомеров (ТФСО) являются многообещающими оптоэлектронными материалами для гибких светоизлучающих устройств, так как они сочетают в себе эффективный транспорт носителей заряда и высокую люминесценцию [1,2].

Из производной тиофен-фениленовых со-олигомеров (DH-TTPPT) были впервые выращены монокристаллы, установлена их структура и исследованы их фотолюминесцентные (ФЛ) и полупроводниковые свойства. Результатом роста из раствора были пластинчатые гибкие монокристаллы длиной до 1 см, шириной 50-200 мкм и толщиной 20 мкм со ступенчатой поверхностью. Внешний квантовый выход фотолюминесценции кристаллов достигает 12%. Максимальный критический радиус кривизны кристаллической иголки DH-TTPPT, при котором иголка не ломается, составляет 0.2 мм. Из монокристаллов были изготовлены полевые транзисторы, проявившие подвижность р-типа до 0,083 см²/Вс.

DH-TTPPT молекула



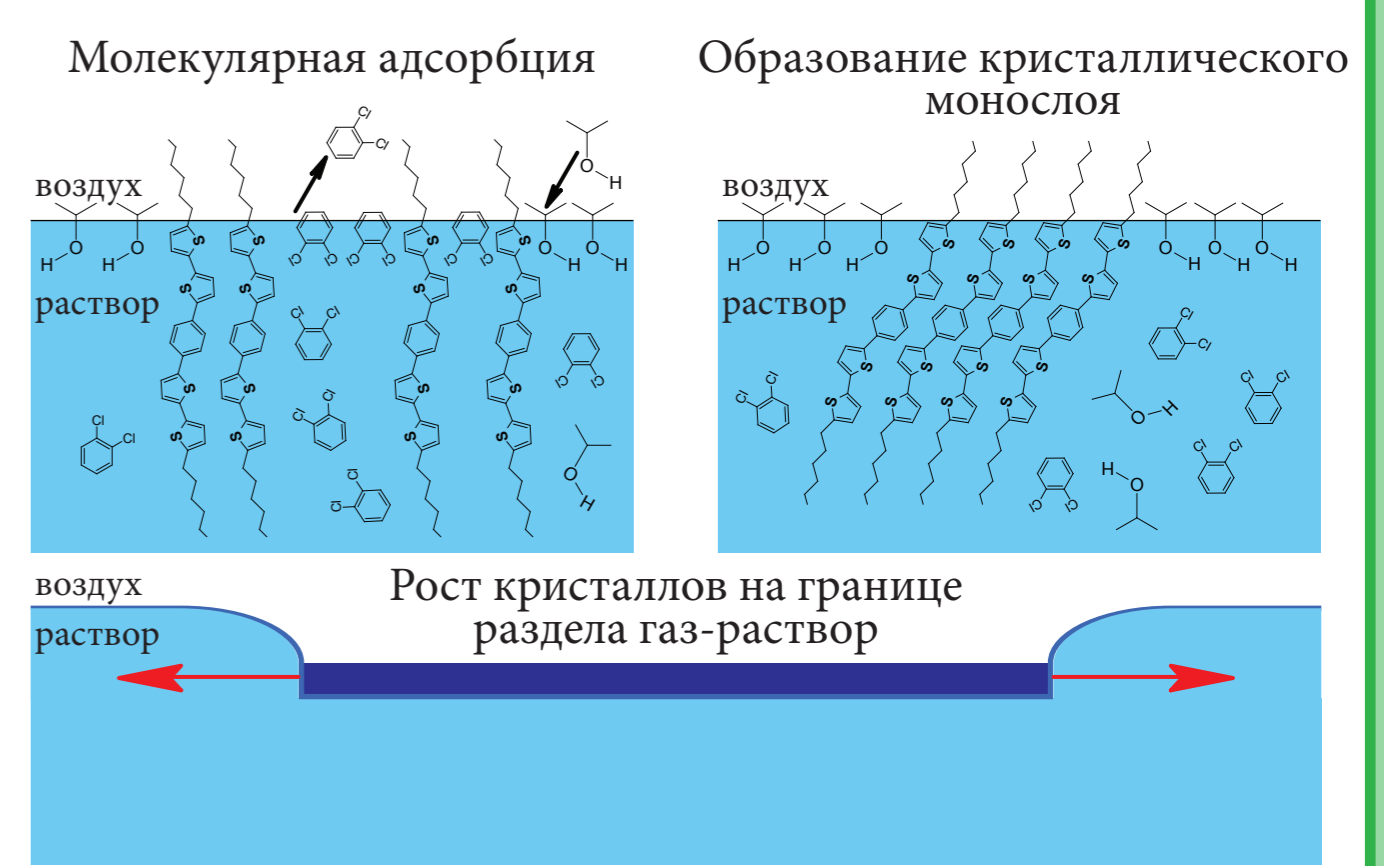
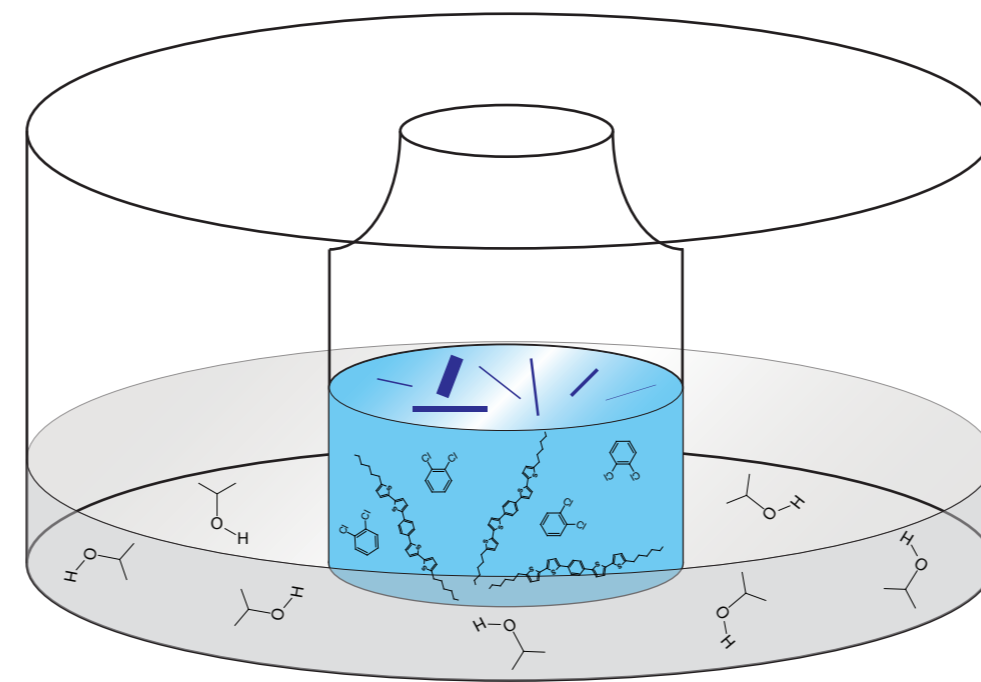
DH-TTPPT - 1,4-bis(5'-hexyl-[2,2'-bithiophene]-5-yl)benzene

- Высокоизлучающее сопряженное ядро (ВКВ 40% в растворе)
- Длинные концевые алкильные заместители помогают упаковке молекул и гасят межмолекулярные колебания [4]

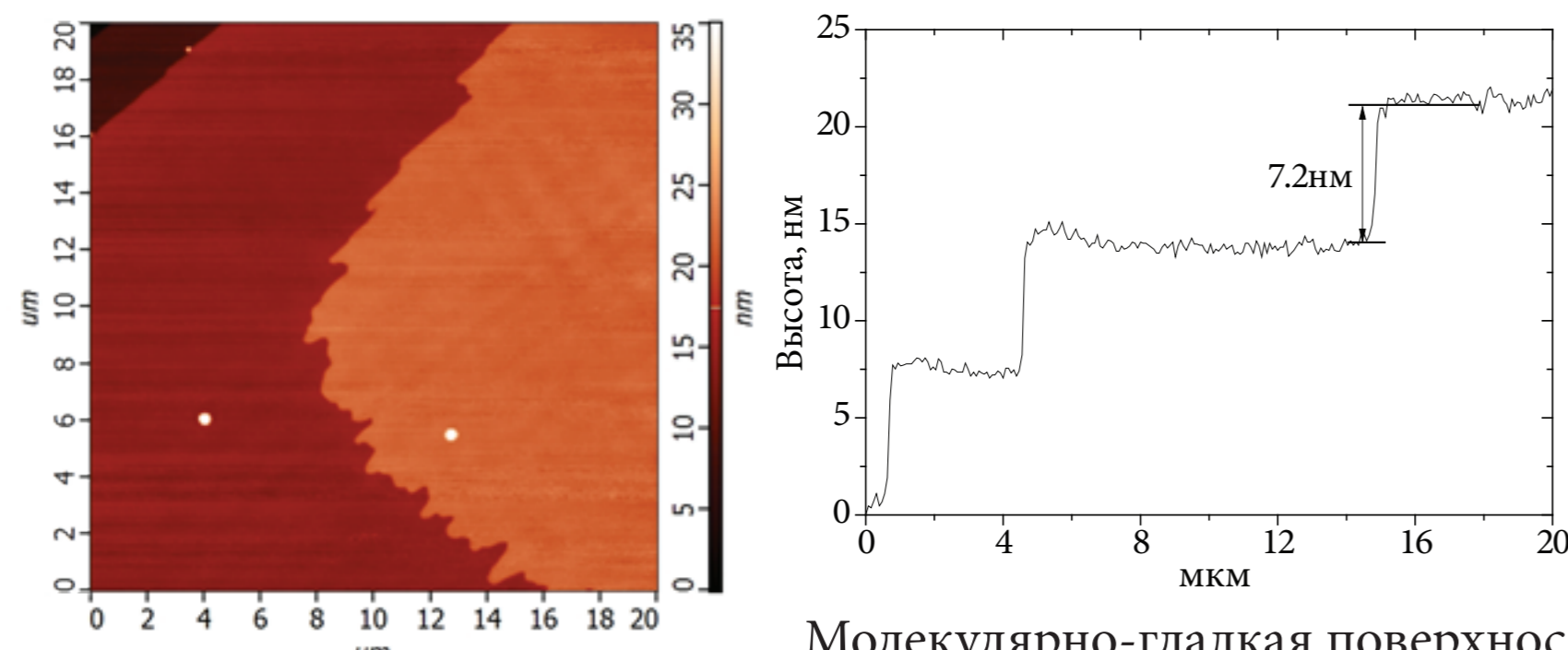
Рост из смеси

растворитель-антирастворитель [3]

Растворитель - дихлорбензол
Антирастворитель - изопропанол



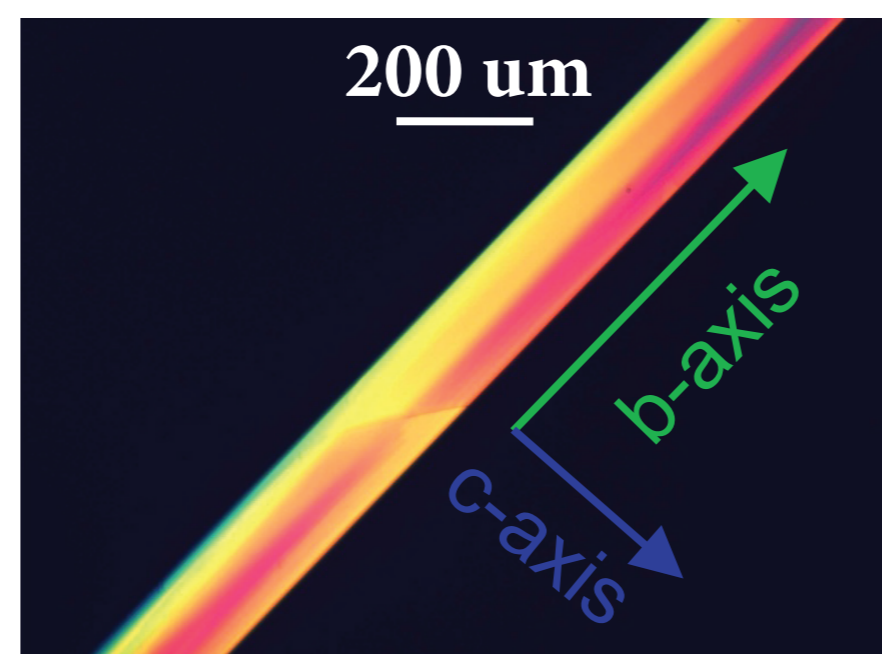
Морфология кристаллов



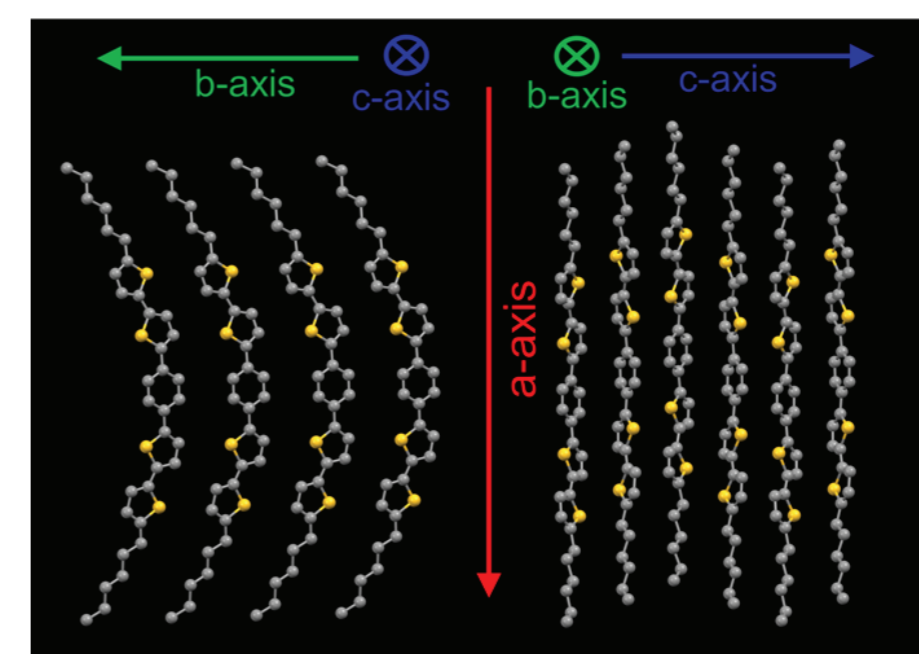
Слоистая структура монокристалла

Молекулярно-гладкая поверхность
Высота ступеньки 7,2 нм

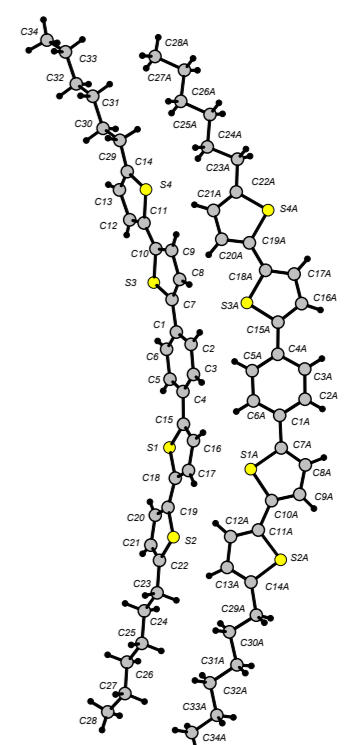
Рентгеноструктурные данные



Вытянутые пластинки достигают
1 см в длину
и 20 мкм в толщину



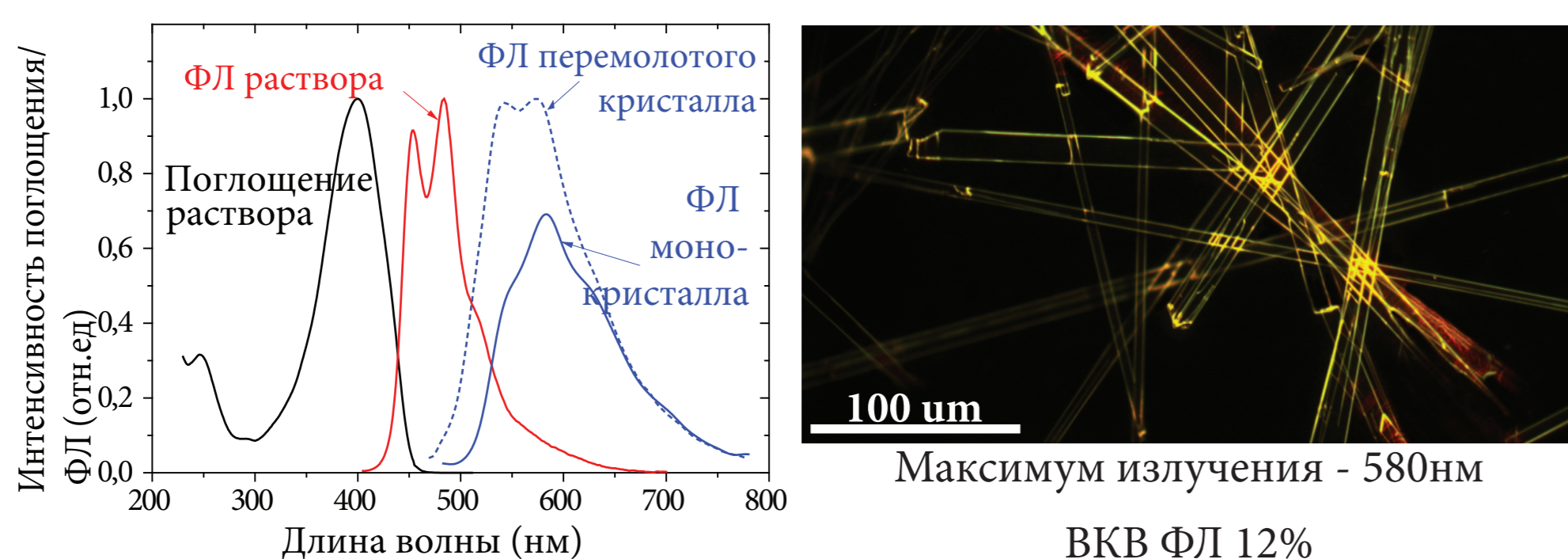
Класс решётки: орторомбическая
Пространственная группа Pca21



Две молекулы в ячейке
повернуты и сдвинуты

Фотолюминесценция*

*измерения твердых образцов в интегрирующей сфере[2]



Максимум излучения - 580нм
ВКВ ФЛ 12%

Механическая гибкость

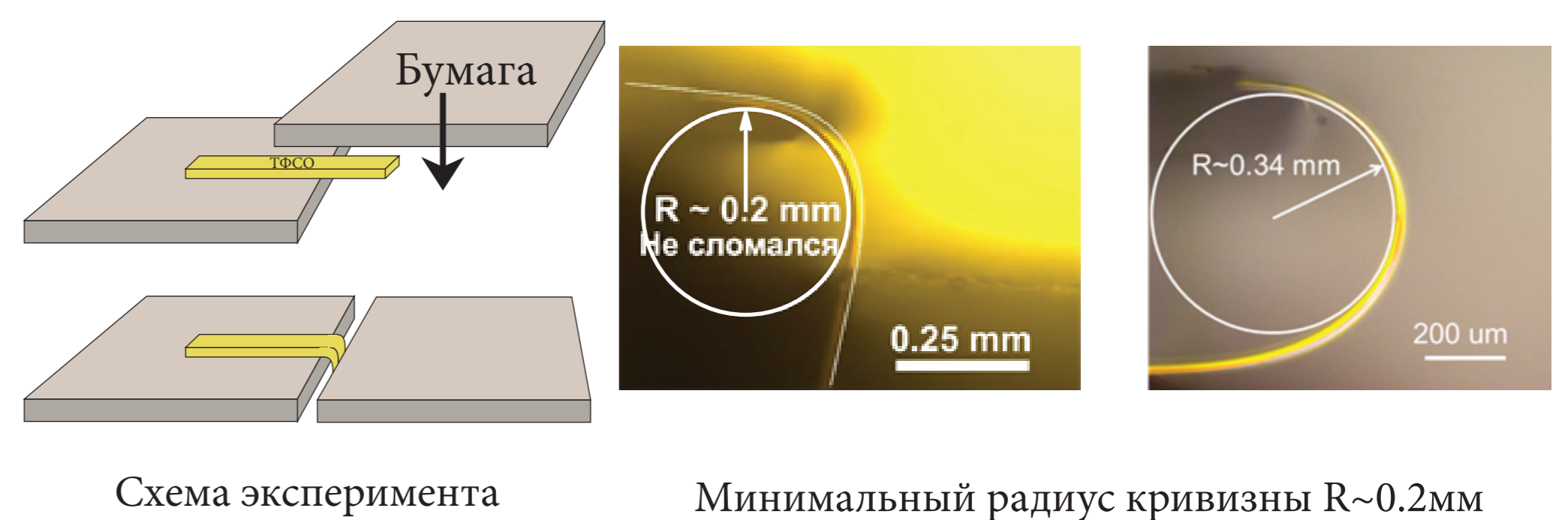


Схема эксперимента

Минимальный радиус кривизны R~0.2мм

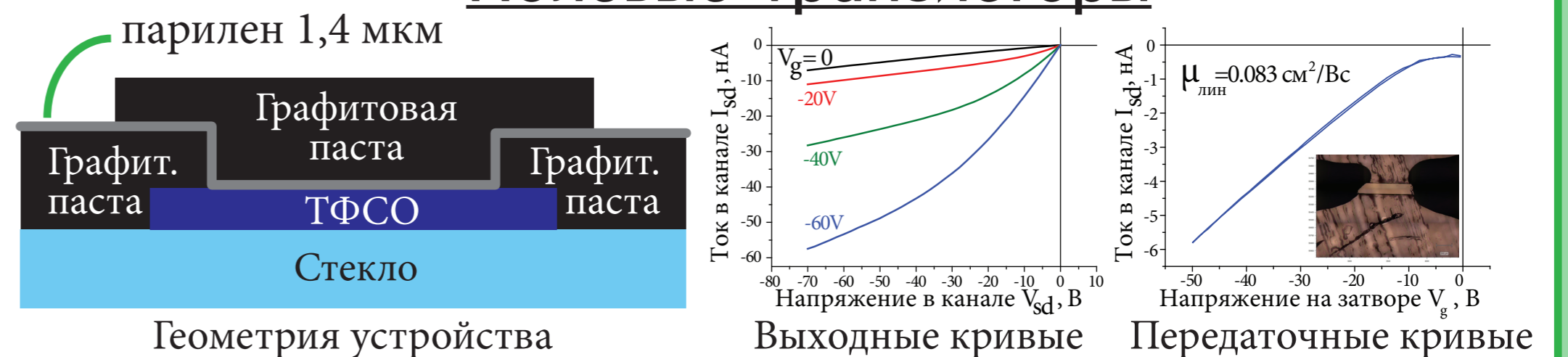
Заключение

- Впервые выращены кристаллы DH-TTPPT и установлена их структура.
- Кристаллы DH-TTPPT сочетают высокую механическую гибкость, ФЛ и эффективные полупроводниковые свойства.
- Квантовый выход ФЛ достигает 12%, дырочная подвижность составляет 0.083 см²/Вс.
- Кристаллы могут быть согнуты с минимальным радиусом изгиба 0.2 мм.
- Кристаллы DH-TTPPT перспективны для устройств гибкой органической оптоэлектроники.

Благодарности

Выражаем благодарность В.В. Бруевичу за АСМ изображения и Н.М. Сурину за оптические измерения в растворе. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 15-12-30031.

Полевые транзисторы



Геометрия устройства

Выходные кривые

Передаточные кривые

Литература

- [1] Hotta S., et al. // Journal of Materials Chemistry, 2011, Vol. 21, №5, P. 1295-1304
- [2] Kudryashova L. G., et al. // ACS Applied Materials & Interfaces, 2016, Vol. 8, № 16, P. 10088-10092
- [3] Postnikov V. A., et al. // Crystal Growth & Design, 2014, Vol. 14, P. 1726-1737.
- [4] Illig S., et al. // Nature Communications, 2016, Vol. 7, P. 10736