

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Щербины Максима Анатольевича  
«Структура и фазовые превращения низкоразмерных самоорганизующихся систем  
различной симметрии»,  
представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по  
специальности 1.4.7. Высокомолекулярные соединения

Диссертационная работа Максима Анатольевича Щербины «Структура и фазовые превращения низкоразмерных самоорганизующихся систем различной симметрии» посвящена чрезвычайно важному вопросу современной науки исследованию физики и кристаллографии низкоразмерных самоорганизующихся систем и является актуальной как с теоретической точки зрения (низкоразмерные системы имеют существенные особенности как в фазовом поведении, так и в отклике на стандартные методы исследования), так и с практической (создание умных материалов для биологии, медицины, органической фотовольтаики, сенсорики и т.д.).

Автором был сделан ряд важных выводов. В частности, было показано, что

1. Инкрементные изменения химического строения секторообразных и конусообразных дендронов и связанные с ними изменения формы приводят к предсказуемому изменению фазового поведения материала и структуры сформированных супрамолекулярных агрегатов: размер фокальной группы определяет в первую очередь фазовое поведение системы, в то время как ее химическая природа влияет на структуру образующихся супрамолекулярных агрегатов и их температурную стабильность.
2. Самоорганизация производных симметричной и несимметричной три(алкилокси)бензолсульфоновой кислоты происходит при участии паров воды, играющих важную роль в стабилизации цилиндров упорядоченной колончатой мезофазы.
3. Геликоидальные молекулы на основе [7]-гетерогелицена способны к двухуровневой самоорганизации – образованию дискотических супрамолекулярных агрегатов, которые в свою очередь формируют спиральные цилиндры колончатой мезофазы. При самосборке супрамолекулярных агрегатов наблюдается отбор оптических изомеров – каждая индивидуальная колонна формируется молекулами одной и той же хиральности.
4. Поведение колончатой мезофазы в полидиалкоксифосфазенах связано с взаимодействием двух факторов: межмолекулярным взаимодействием основных цепей полифосфазеновых макромолекул, образованных полярными

фосфорно-азотными связями и/или полярными связями –P–O–S– в боковых группах, с одной стороны, и внутри- и межмолекулярным взаимодействием алкильных фрагментов боковых заместителей – с другой. Обычное плавление колончатой мезофазы при высоких температурах связано с разрывом межмолекулярных взаимодействий алифатических фрагментов, сопровождающимся соответствующим изменением их степеней свободы (энтропии). Возвратное плавление, в свою очередь, связано с изменением экранирующего эффекта боковых заместителей.

5. Обнаруженные для ряда полимеров (длинные алканы, полиэтиленоксид, поливинилиденфторид) особенности формы полимерных монокристаллов (искривленные боковые грани, некристаллографические углы между различными плоскостями роста) обусловлены различием скорости распространения растущего слоя в двух направлениях. Модификация системы уравнений Мансфилда и ее решение позволяют определить форму фронта роста асимметричных кристаллографических поверхностей. Она определяется двумя безразмерными параметрами: отношением скоростей распространения ступеней вправо и влево, а также отношением скорости вторичного зародышеобразования к средней скорости распространения ступени вдоль плоскости роста.
6. Ряд производных  $\alpha, \alpha'$ -диалкилолиготиофена характеризуется формированием слоевых смектических структур, в которых области, насыщенные алифатическими окончаниями и отличающиеся низкой степенью порядка, чередуются с кристаллитами, составленными из олиготиофеновых фрагментов, характеризующихся кристаллической упаковкой типа «елочка». Их кристалличность напрямую коррелирует с полупроводниковыми и фотофизическими свойствами материала.

Представленный автореферат вызывает ряд вопросов:

1. Как соотносятся колончатые фазы, сформированные дискотическими и секторообразными дендронами?
2. Как соотносятся описанные в автореферате колончатые фазы с классификацией классических мезофаз?
3. К сожалению, на большинстве графиков не указана ошибка измерений.

Указанные вопросы не снижают общее впечатление от работы, которая, безусловно, является важным вкладом в развитие современного материаловедения и современной кристаллографии.

Степень достоверности полученных результатов и выводов обеспечивается использованием в работе комплекса современных методов исследования, воспроизводимостью и согласованностью данных, регистрируемых с помощью независимых методов, применением при обработке и интерпретации результатов измерений стандартных и принятых в мировой научной практике методик и теоретических положений.

Автореферат полностью соответствует основным положениям диссертации и отражает ее содержание материалы, представленные диссертации.

По материалам диссертации соискатель имеет 134 работы, из них 47 статей, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в российских и международных базах данных (РИНЦ, *Web of Science*, *Scopus*) и рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Задачи, поставленные и решенные в данной диссертационной работе, несомненно, актуальны и обладают как практической, так и теоретической значимостью. Диссертация по актуальности, научной новизне и практической значимости полностью соответствует требованиям, предъявляемым ВАК к докторским диссертациям.

Диссертационная работа Щербины Максима Анатольевича отвечает всем требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям в соответствии с пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842.

Автор диссертационной работы Щербина Максим Анатольевич заслуживает присуждения искомой ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.4.7 Высокомолекулярные соединения.

Доктор химических наук, Академик РАН,  
Научный руководитель ФИЦ ХФ РАН

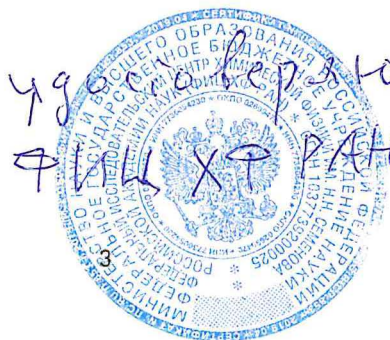
Берлин Александр Александрович

Почтовый адрес: 119991, г. Москва, ул. Косыгина, 4

Телефон: +7-499-137-67-11

E-mail: berlin@chph.ras.ru

Подпись А.А. Берлина  
Ученый секретарь  
9.06.2021.



Удостоверено  
ФИЦ ХФ РАН

Ларичев М.Н.