

Прием студентов 3 курса на кафедру физики полимеров и кристаллов будет осуществляться по результатам собеседования.

Для прохождения собеседования необходимо **до 24 ноября** подать в учебную часть заявление о зачислении на кафедру.

Форма заявления:

*Прошу зачислить меня на кафедру физики полимеров и кристаллов.  
Число, подпись.*

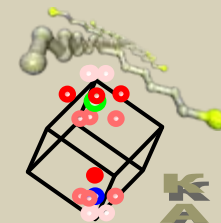
О дате зачисления будет объявлено дополнительно (доска объявлений кафедры находится на II этаже в северном крыле факультета).

Основным критерием при отборе студентов на кафедру будет число потерянных баллов (с учетом уменьшения этого числа по итогам курсовых работ на 2 курсе). При зачислении им будет задан вопрос о лаборатории, в которой они собираются работать. Ответ будет пониматься как намерение, а не как твердое обязательство.

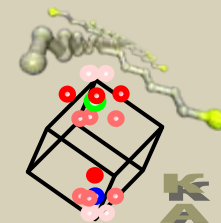
Дополнительную информацию о кафедре можно получить на web-site кафедры <http://polly.phys.msu.ru>

а также у будущего куратора 3-го курса Малышкиной Инны Александровны,

к. 2-73, тел. 939-44-08, [malysh@polly.phys.msu.ru](mailto:malysh@polly.phys.msu.ru)



# Общая Информация о Кафедре



КАФЕДРА ФИЗИКИ ПОЛИМЕРОВ И КРИСТАЛЛОВ

Кафедра физики полимеров и кристаллов (до 1994 года – кафедра физики кристаллов) была организована в 1953 году академиком А.В. Шубниковым.

Новое название кафедра получила после объединения с лабораторией физики полимеров в 1993 году. С этого времени кафедрой заведует профессор А.Р. Хохлов, академик Российской Академии Наук.

На кафедре в настоящее время обучаются 55 студентов и 29 аспирантов.

Обучение осуществляется по специальностям “физика полимеров”, “кристаллофизика”.

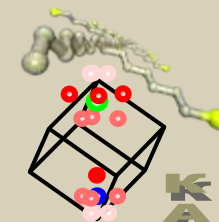
Учебный план для каждого студента составляется индивидуально научным руководителем по согласованию с заведующим кафедрой

# А.Р. Хохлов – лауреат Государственной премии РФ 2007 г. за фундаментальные научные исследования в области науки о полимерах

Церемония вручения Государственных премий  
состоялась 12 июня 2008 г. в Кремле.



## Перечень специальных отделенческих и кафедральных курсов для студентов кафедры (2008/2009 учебный год)



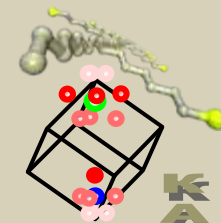
### III курс, 6 семестр (2 зачета)

Хохлов А.Р., Филиппова О.Е., Тамм М.В.	«Введение в науку о полимерах» (1 часть)
Филиппова О.Е.	«Актуальные направления физики полимеров и кристаллов» (спецсеминар)
	Спецпрактикум

### IV курс, 7 семестр (2 экзамена, 2 зачета)

Хохлов А.Р., Филиппова О.Е.	«Введение в науку о полимерах» (2 часть)
Киселева О.И.	«Молекулярные основы живых систем» (1 часть)
Рашкович Л.Н., Беляев О.А.	«Введение в физику конденсированных сред»
Рамбиди Н.Г.	«Молекулярная структура полимеров»
Щедрин Б.М.	«Математические аспекты обработки данных физического эксперимента»
	Спецпрактикум

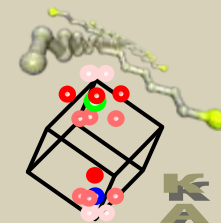
## Перечень специальных отделенческих и кафедральных курсов для студентов кафедры (2008/2009 учебный год)



IV курс, 8 семестр (3 экзамена, 1 зачет)

Рашкович Л.Н., Беляев О.А.	«Физика реального кристалла»
Киселева О.И.	«Молекулярные основы живых систем» (2 часть)
Образцов А.Н.	«Физика углеродных материалов»
Лаптинская Т.В.	«Оптика анизотропных сред»
Иванов В.А.	«Методы компьютерного моделирования в статистической физике»
Яминский И.В.	«Аналитическая наноскопия»
Крамаренко Е.Ю., Говорун Е.Н.	«Статистическая физика макромолекул» (1 часть)
Хохлов А.Р.	«Современные проблемы физики полимеров и кристаллов»
Казначеев А.В.	«Физика жидких кристаллов»
	Спецпрактикум

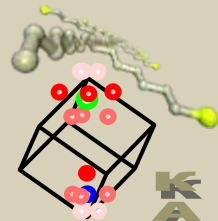
## Перечень специальных отделенческих и кафедральных курсов для студентов кафедры (2008/2009 учебный год)



V курс, 9 семестр (4 экзамена, 1 зачет)

Беляев О.А.	«Квантовая теория твёрдого тела»
Рамбиди Н.Г.	«Физические основы нанотехнологии»
Потемкин И.И.	«Основные теоретические модели и методы в физике полимеров»
Крамаренко Е.Ю., Говорун Е.Н.	«Статистическая физика макромолекул» (2 часть)
Лаптинская Т.В.	«Оптические методы исследования полимеров»
Галлямов М.О.	«Диффузия в полимерах»
Музафаров А.М.	«Молекулярные нанобъекты»
Образцов А.Н.	«Физика поверхности кристаллов»
Иванов В.А.	«Современные методы Монте-Карло для моделирования полимеров»
Иванов В.А.	«Компьютерное моделирование полимерных систем»
Хохлов А.Р.	«Современные проблемы физики полимеров и кристаллов»

# Перечень специальных отделенческих и кафедральных курсов для студентов кафедры (2008/2009 учебный год)

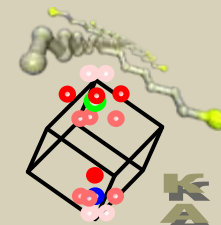


V курс, 10 семестр (2 экзамена, 1 зачет)

Образцов А.Н.	«Функциональные наноматериалы для современных высокотехнологичных приложений»
Потемкин И.И.	«Полимеры на поверхностях»
Яминский И.В.	«Введение в экспериментальную нанотехнологию»
Беляев О.А.	«Квантовая теория твёрдого тела» (2 часть)
Хохлов А.Р.	«Современные проблемы физики полимеров и кристаллов»
Яминский И.В.	«Методы экспериментальных нанотехнологий»

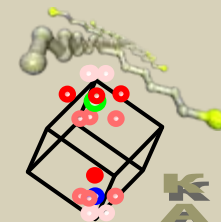
# Специальные практикумы

1. Использование компьютеров в физических исследованиях (физфак МГУ).
2. Практикум по химии и физике полимеров (физфак МГУ).
3. Математический практикум (факультет ВМиК МГУ).
4. Физические методы исследования полимеров и тонких органических пленок (физфак МГУ, ИНЭОС РАН, ИК РАН).





# НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ПО ХИМИИ И ФИЗИКЕ ПОЛИМЕРОВ И ТОНКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ПЛЕНОК



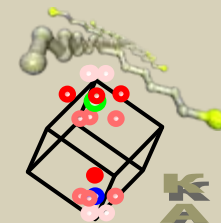
КАФЕДРА ФИЗИКИ  
ПОЛИМЕРОВ И  
КРИСТАЛЛОВ

В 1997 году на базе кафедры физики полимеров и кристаллов физического факультета МГУ был создан **Научно-образовательный Центр по химии и физике полимеров и тонких органических пленок (НОЦ)**. Среди учредителей НОЦ - Институт Элементоорганических соединений им. Несмеянова РАН (ИНЭОС РАН) и Институт Кристаллографии им. В.А. Шубникова РАН (ИК РАН).

Благодаря деятельности Центра в расписание занятий на кафедре физики полимеров и кристаллов включены не только лекции преподавателей кафедры, но и специальные курсы лекций сотрудников ИНЭОС РАН. Кроме того, в ИНЭОС РАН создан специальный практикум на современном оборудовании, и в этом учебном году были созданы новые задачи по методам рентгеноструктурного анализа и методам ядерно-магнитного резонанса.



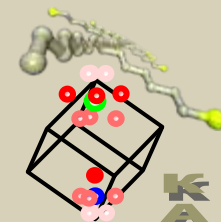
# Организации – учредители НОЦ



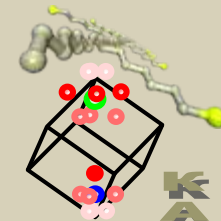
- *Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова.*
- *Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН.*
- *Институт кристаллографии им. А.В.Шубникова РАН.*
- *Российский Химико-Технологический Университет им. Д.И. Менделеева.*
- *Факультет вычислительной математики и кибернетики МГУ.*
- *Тверской Государственный Университет (ТвГУ).*
- *Тверской Государственный Технический Университет (ТГТУ).*

# ОСНОВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ЦЕНТРА

- создание системы курсов лекций по химии и физике полимеров и тонких органических пленок;
- создание современного практикума по химии и физике полимеров и тонких органических пленок;
- организация преддипломной практики студентов в лабораториях ИНЭОС РАН и ИК РАН;
- проведение рабочих школ семинаров для студентов, аспирантов и молодых ученых, специализирующихся в области химии и физики полимеров и тонких органических пленок;
- совместная подготовка и издание учебных пособий, методических разработок, учебников; издание тематических сборников совместных научных трудов в области химии и физики полимеров и тонких органических пленок;
- проведение совместных научных исследований с участием студентов и аспирантов Центра.



# Специальные практикумы



На базе научного оборудования академических институтов было создано семь специальных практикумов:

- *Физические методы исследования полимеров;*
- *Синтез полимеров методом поликонденсации;*
- *Исследование тонких органических пленок;*
- *Методы получения тонких органических пленок;*
- *Методика малоуглового рентгеновского эксперимента;*
- *Практическая структурная электронография.*

Всего в практикумах Центра в академических институтах поставлено более 40 новых задач. По каждой из задач подготовлено методическое руководство.

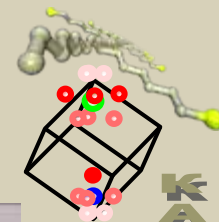
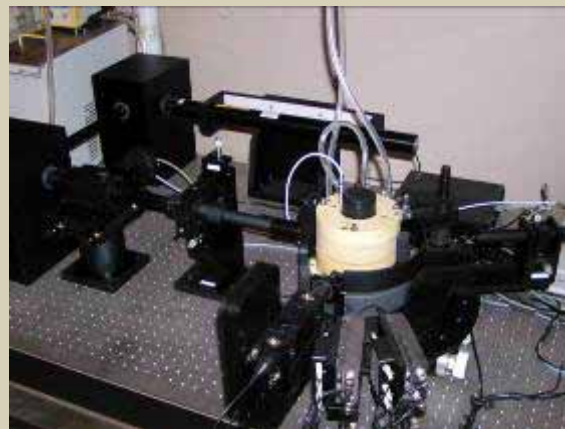


Практикум по седиментации полимеров ведет старший научный сотрудник ИНЭОС РАН И.В.Благодатских



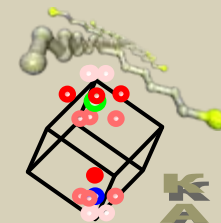
# Оборудование

- Атомно силовой микроскоп Nanoscope-3 (Digital Instruments)
- Просвечивающий электронный микроскоп LEO 912 AB OMEGA
- Светорассеяние AVL/DLS/SLS – 5000 System
- Broadband Dielectric Spectrometer (Novocontrol)
- Атомно силовой микроскоп Nanoscope-3 (Digital Instruments)
- УФ спектрофотометр Hewlett-Packard HP 8452 A
- Флюоресцентный спектрофотометр
- Флюоресцентный микроскоп Carl Zeiss
- Роторный испаритель BUCHI R-205/A
- Реометр Haake RheoStress RS 150

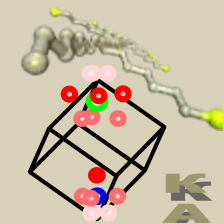


# Оборудование

- Микрореометр
- Статическое светорассеяние: FICA 50 гониометр
- Динамическое светорассеяние: Photon correlation spectrometer
- Ультрацентрифуга MOM
- Установка по миллиметровой спектроскопии полимеров
- HPLC хроматография
- Установка для экспериментов в суперкритических средах
- Кластер из 24 компьютеров Pentium III и Pentium IV для исследований по компьютерному моделированию
- Оптический микроскоп Zeiss Axioplan 2



# Оборудование



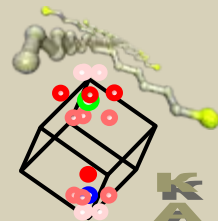
- Стенд для комплексных испытаний топливных элементов FCTS-200W, Arbin (USA)
- Набор оборудования для термомеханических исследований, Netsch, (Germany)
- Пресс гидравлический автоматический AutoFour 30P, Carver (USA)



# Международное научное сотрудничество

Кафедра поддерживает научные контакты с университетами и научными центрами:

университет г.Ульм (Германия),  
университет Пьера и Марии Кюри (Франция),  
университет г.Нагоя (Япония),  
университет г. Хельсинки (Финляндия),  
университет г. Майнц (Германия),  
университет г. Байройт (Германия),  
университет г. Токио (Япония),  
национальная Лаборатория в Ливерморе (США),  
институт полимерных исследований Макса-Планка г. Майнц (Германия),  
центр ядерных исследований Карлсруе (Германия).



В рамках сотрудничества с университетом г. Ульм (Германия) аспиранты кафедры имеют возможность обучаться в совместной аспирантуре. В процессе обучения, аспиранты выполняют научно-исследовательскую работу одновременно на базе Московского и Ульмского университетов. После завершения обучения аспирант имеет возможность защитить кандидатскую диссертацию как в России, так и в Германии.

# Международные и Российские проекты кафедры

**РФФИ**

**Ведущие научные школы**

**Программа Российской Академии наук**

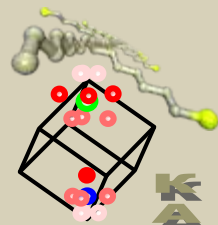
**Программа Минобрнауки по проведению исследований по приоритетным направлениям научно-технического прогресса**

**Гранты Немецкого научно-исследовательского общества**

**Проекты в рамках Совместной лаборатории МГУ-НИИПТ  
(Тайвань)**

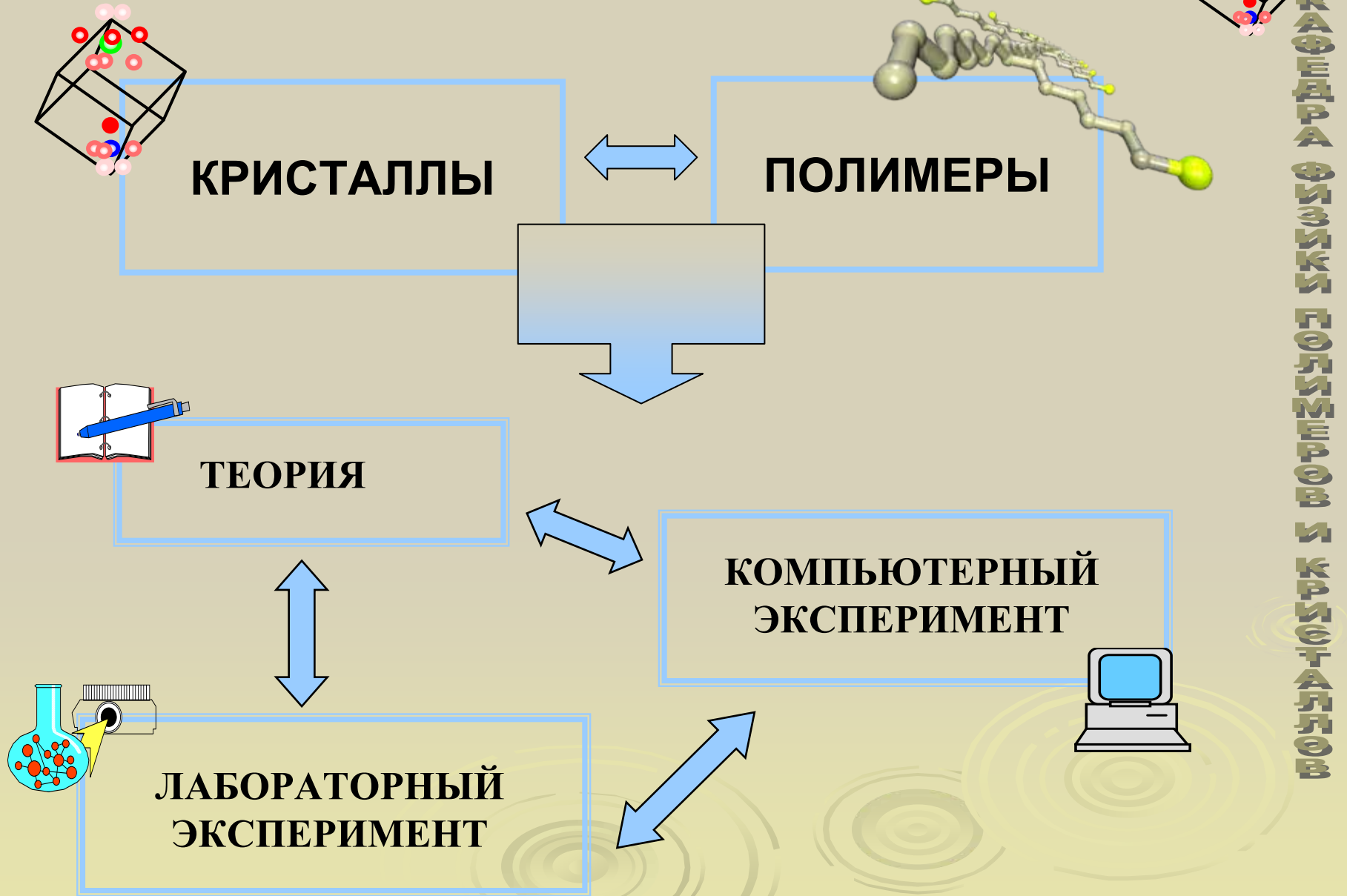
**Проекты в рамках Совместной лаборатории МГУ-LG Chem**

**Проекты в рамках Совместной лаборатории МГУ-Schlumberger**



КАФЕДРА ФИЗИКИ ПОЛИМЕРОВ И КРИСТАЛЛОВ

# Научные направления кафедры физики полимеров и кристаллов



КАФЕДРА ФИЗИКИ ПОЛИМЕРОВ И КРИСТАЛЛОВ

# Научные направления кафедры физики полимеров и кристаллов

## •Теоретическая физика полимеров

**Профессор Ерухимович Игорь Яковлевич**

**(к. 2-71, т.939-2959, e-mail: [ierukhs@polly.phys.msu.ru](mailto:ierukhs@polly.phys.msu.ru))**

**Вед.н.сопр. Кучанов Семен Ильич**

**(к. 2-71, т. 939-2959, e-mail: [kuchanov@polly.phys.msu.ru](mailto:kuchanov@polly.phys.msu.ru))**

**Доцент Крамаренко Елена Юльевна**

**(к. 2-70, т.939-4013, e-mail: [kram@polly.phys.msu.ru](mailto:kram@polly.phys.msu.ru))**

**Доцент Потемкин Игорь Иванович**

**(к. 2-70, т.939-4013, e-mail: [igor@polly.phys.msu.ru](mailto:igor@polly.phys.msu.ru))**

**Ст. н. сопр. Говорун Елена Николаевна**

**(к. 2-70, т. 939-4013, e-mail: [govorun@polly.phys.msu.ru](mailto:govorun@polly.phys.msu.ru))**

**Н. сопр. Тамм Михаил Владимирович**

**(к. 2-71, т. 939-2959, e-mail: [tamm@polly.phys.msu.ru](mailto:tamm@polly.phys.msu.ru))**

**Н. сопр. Аэров Артем Анатольевич**

**(к. 2-70, т. 939-4013, e-mail: [aerov@polly.phys.msu.ru](mailto:aerov@polly.phys.msu.ru))**

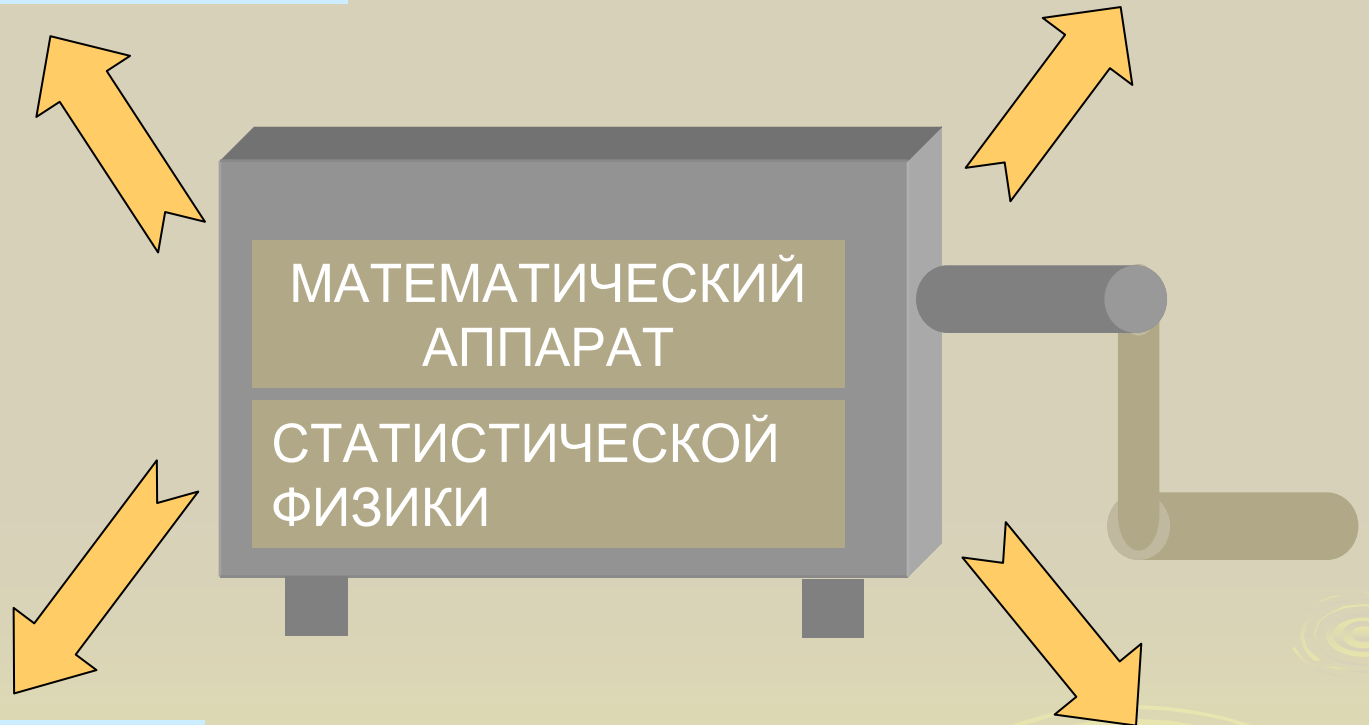
**Н. сопр. Певная Ольга Сергеевна**

**(к. 2-28, т. 939-1013, e-mail: [pevnaya@polly.phys.msu.ru](mailto:pevnaya@polly.phys.msu.ru))**

# ТЕОРИЯ

Пространственная  
структура  
макромолекулы  
(случайные блуждания)

Фазовые  
переходы



Термодинамика  
поверхностных  
слоев

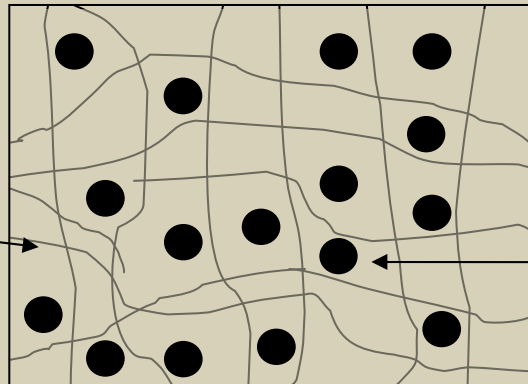
Диффузионные  
процессы

# Магнитные эластомеры

(д.ф.-м.н., доцент Крамаренко Е.Ю.)

- новый тип композита, представляющего собой **высокоэластичную полимерную матрицу** с диспергированными в ней **магнитными частицами** нано- или микронного размера (патент RU 2157013)

Полимерная матрица  
 $E \sim 1-50$  кПа



Магнитные наночастицы

Жесткие ( $E > 1000$  кПа)  
магнитоэласты

**МАГНИТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ  
ПОЛИМЕР !**

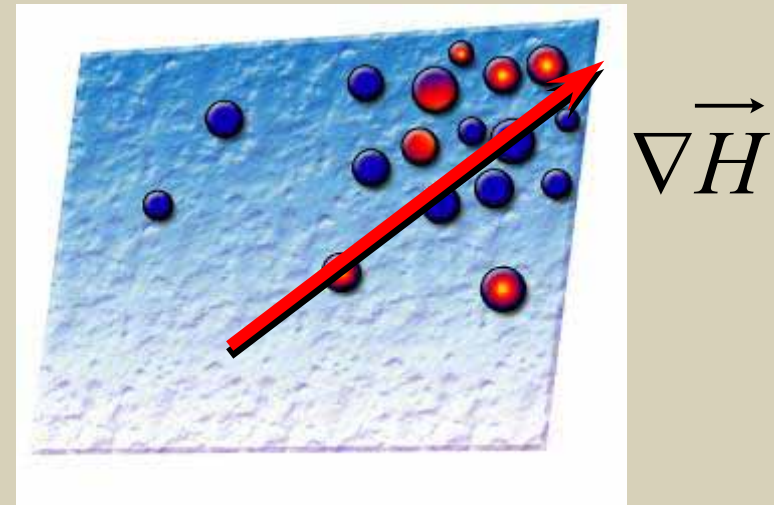
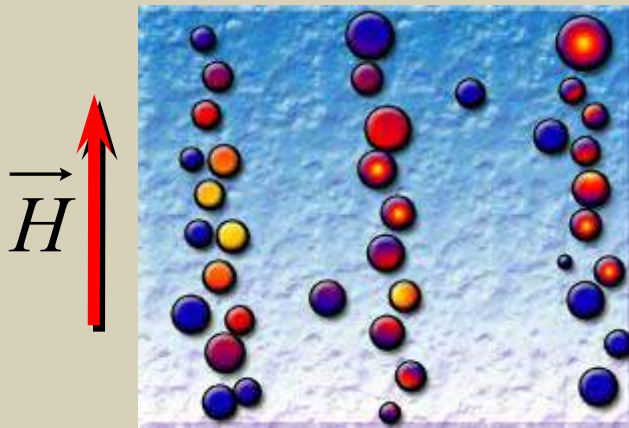
Магнитные  
жидкости

Сочетание магнитных и упругих свойств приводит к появлению уникальной способности материала к обратимому **изменению размера и вязкоупругих свойств** во внешнем магнитном поле.

# Влияние магнитных полей

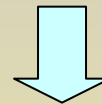
в однородных полях

в неоднородных полях



магнитоконтролируемый  
модуль упругости

Гигантская  
магнитострикция



Широкие возможности  
практического применения

демпферы ←

→ уплотнители



# ***Теоретическая группа д.ф.-м.н. И.И. Потёмкина***



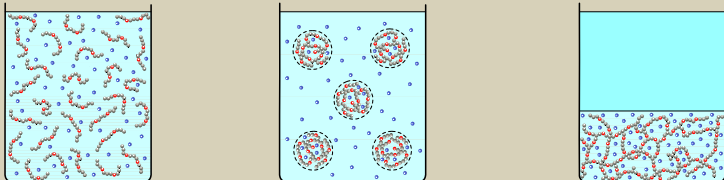
***Научная работа ведется в Московском государственном университете и Ульмском университете (Германия).***

***Аспиранты имеют возможность защищать канд. диссертации в двух университетах***

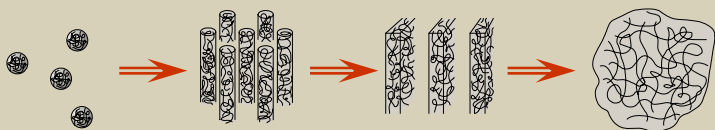
# Теория ионосодержащих систем

## Ассоциирующие полиэлектролиты

Предсказанные новые эффекты: **образование кластеров оптимального размера, аномальное гелеобразование**



Микрофазное расслоение

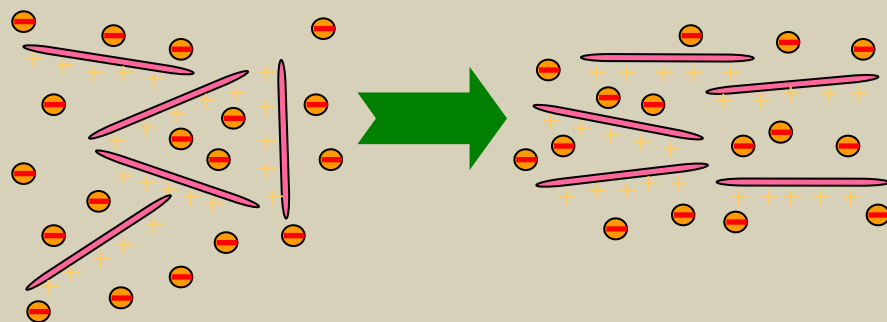


## Стержнеобразные полиэлектролиты

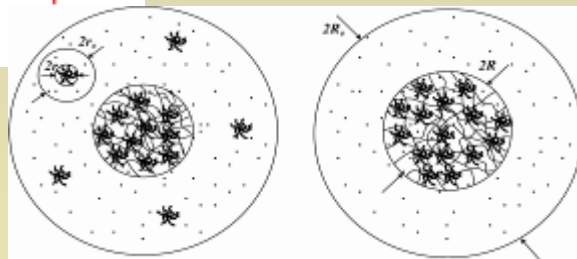
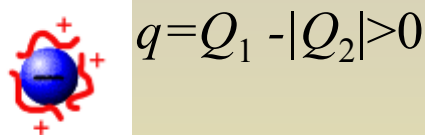
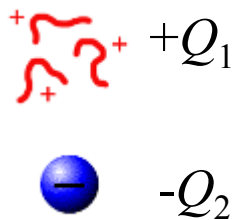
(вирус табачной мозаики, сегменты ДНК и др.)

Жидкокристаллическое упорядочение в растворах

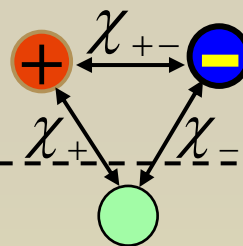
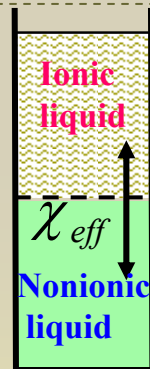
Предсказанный новый эффект: **ориентирующее действие кулоновских сил**



## Комплексы противоположно заряженных полиэлектролитов. Эффект перезарядки



## Ионные жидкости



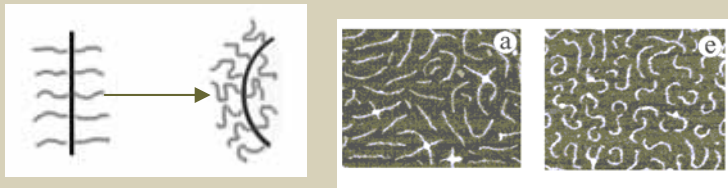
$$\chi_{eff} = \frac{\chi_{+} + \chi_{-}}{2} - \frac{\chi_{+-}}{4}$$

Низкомолекулярные ионные жидкости состоят из ионов и обладают текучестью при комнатной температуре

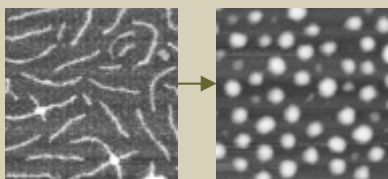
# Теория адсорбированных полимеров

## Гребнеобразные полимеры

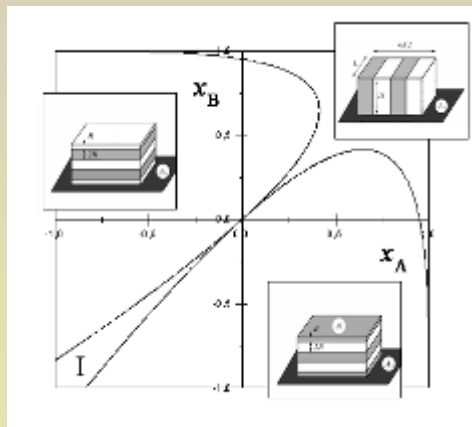
Эффект спонтанного искривления



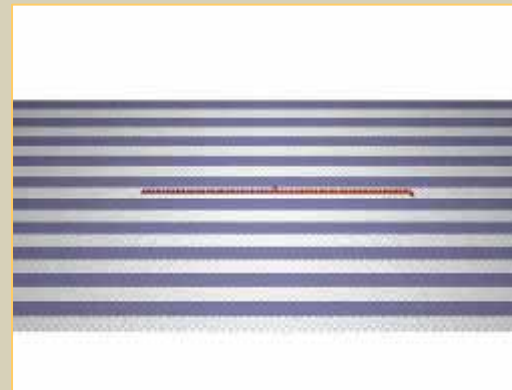
Фазовый переход «стержень-глобула»



**Ориентация слоев в тонких пленках блок-сополимеров**

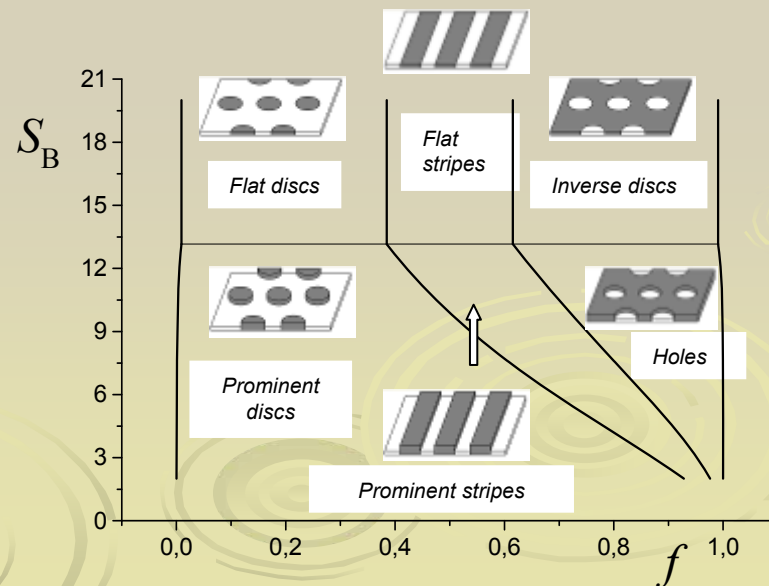


## Молекулярные моторы, основанные на адсорбированных блок-сополимерах



*Периодические коллапс и адсорбция одного из блоков вызывают направленное движение молекулы*

**Микрофазное расслоение в сверхтонких пленках блок-сополимеров**



# Научные направления кафедры физики полимеров и кристаллов

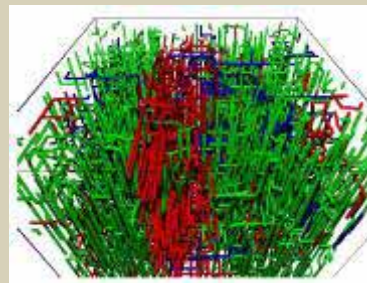
•Компьютерное моделирование полимерных систем

**Доцент Иванов Виктор Александрович**  
(к. 2-70, т. 939-1013, e-mail: [ivanov@polly.phys.msu.ru](mailto:ivanov@polly.phys.msu.ru))  
**Н. сопр. Мартемьянова Юлия Алексеевна**  
(к. 2-28, т. 939-1013, e-mail: [julia@polly.phys.msu.ru](mailto:julia@polly.phys.msu.ru))

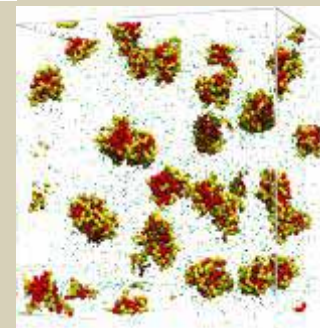
- Твердые полимерные электролиты, топливные элементы. Работы с никельским Никелем.
- Синтез полимеров.
- Полимеры в сверхкритических жидкостях.
- Экспериментальные методы исследования полимерных растворов
- Сканирующая зондовая микроскопия биополимеров.
- Диэлектрическая спектроскопия полимеров и кристаллов.
- Физика кристаллизации. Кристаллизация белков.
- Изучение нелинейных явлений в сложных системах. Биомолекулярный компьютеринг.
- Теоретическая физика нелинейных явлений и неравновесных процессов
- Физическая акустика кристаллов.
- Теоретическая физика кристаллов и квазикристаллов. Информационно-синергетические и теоретико-групповые методы в науке и искусстве.
- Поиск и исследование новых монокристаллов сегнетоэлектриков и суперионных проводников.
- Перспективные углеродные материалы.

# Некоторые примеры исследований по компьютерному моделированию полимеров

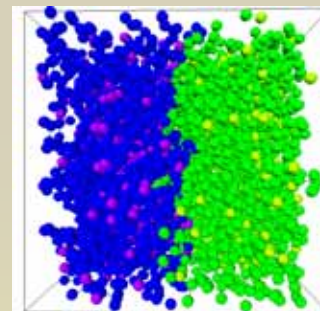
1) Растворы и расплавы жесткоцепных полимеров



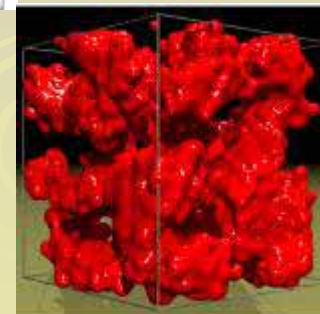
2) Растворы сильноассоциирующих полимеров, т.е. макромолекул, в состав которых входят помимо “обычных” звеньев еще и звенья, сильно притягивающиеся друг к другу.



3) Изучение композитных материалов, в том числе с учетом реакции. Задача подобного моделирования – научиться прогнозировать



4) Микрофазное расслоение в растворах сополимеров.



# Вычислительный кластер ANT

- Количество процессоров: 160
- Пиковая производительность: 704 Gflop/s
- Производительность на Linpack: 512 Gflop/s,
- Суммарный объём оперативной памяти: 320 Гбайт
- Коммуникационная сеть InfiniBand, транспортная сеть Gigabit Ethernet, сервисная сеть Fast Ethernet



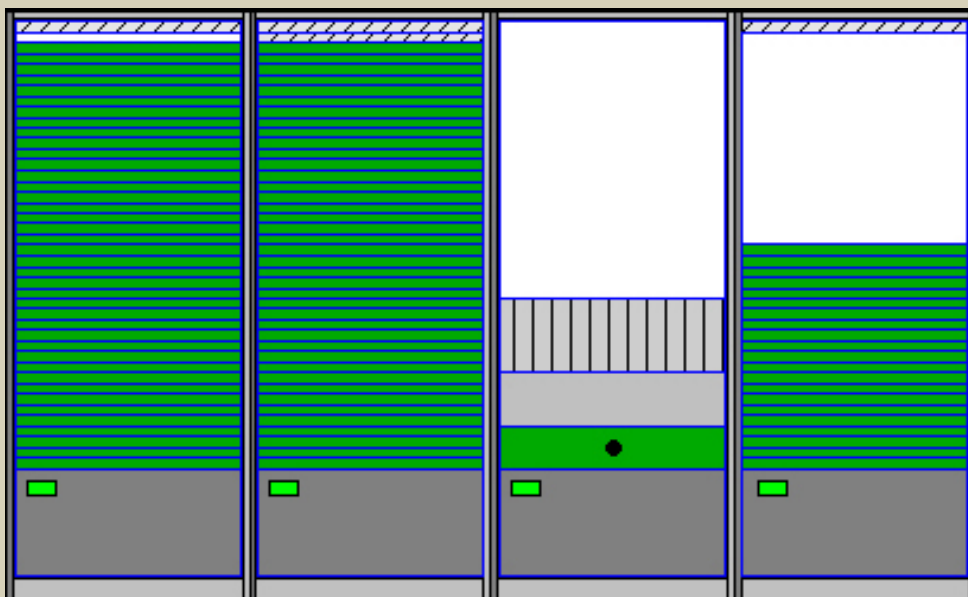


Схема кластера



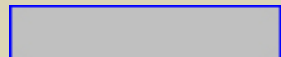
Узлы кластера: вычислительный узел: 2xOpteron 248 2.2 ГГц, 4 Гбайт RAM, HDD 40 Гбайт 7200 rpm, 1U (80 шт.)



Управляющий узел: 2xOpteron 248 2.2 ГГц, 2 Гбайт RAM, HDD 52 Гбайт, 4U



Коммуникационная сеть InfiniBand: Mellanox Infiniband Switch 84-Port, 7U



Транспортная сеть Gigabit Ethernet: ProCurve Switch 4160gl 100-Port, 5U



Сервисная сеть Fast Ethernet: HP ProCurve Switch 2524 24-Port, 1U (4 шт)



Источник бесперебойного питания: UPS, 10U (4 шт.)

# Научные направления кафедры физики полимеров и кристаллов

•Компьютерное моделирование биополимеров

**Вед.н.сопр. Василевская Валентина Владимировна**

**(ИНЭОС РАН, к. 348, т.8-499-783-2373, e-mail: vvvas@ineos.ac.ru)**

**Профессор Халатур Павел Геннадьевич**

**(ИНЭОС РАН, к. 348, т. 8-499-783-2373., e-mail: khalatur@germany.ru)**

**Вед.н.сопр. Ронова Инга Александровна**

**(ИНЭОС РАН, к. 224, т. 8-499-135-8035, e-mail: ron@ineos.ac.ru)**

**Ст.н.сопр. Комаров Павел Вячеславович**

**(ИНЭОС РАН, к. 348, т. 8-499-783-2373., e-mail: Pavel.Komarov@tversu.ru)**

**Н.сопр. Лазутин Алексей Александрович**

**(ИНЭОС РАН, к. 348, т.8-499-783-2373, e-mail: lazutin@polly.phys.msu.ru)**

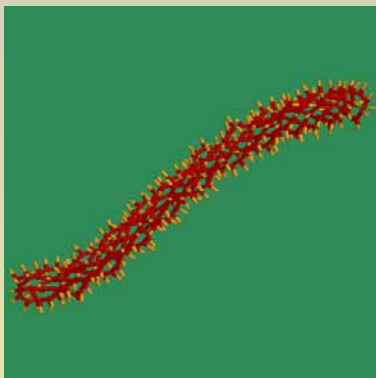
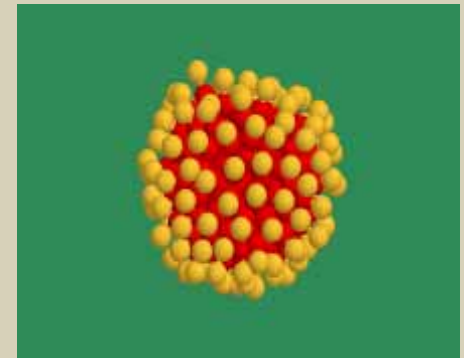
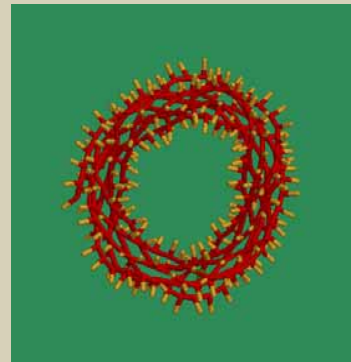
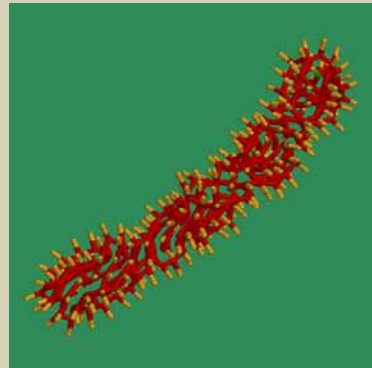
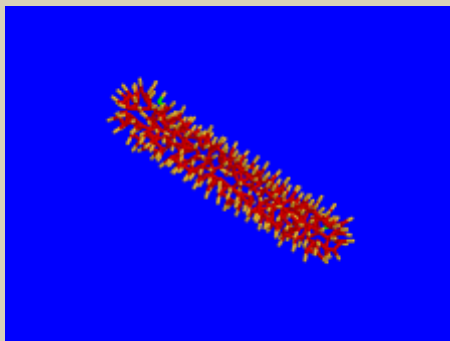
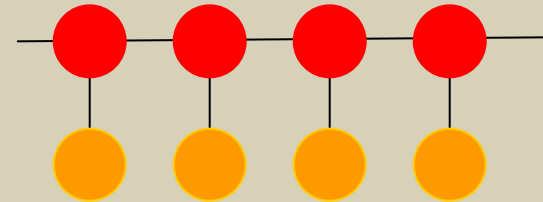
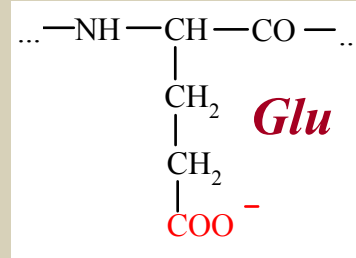
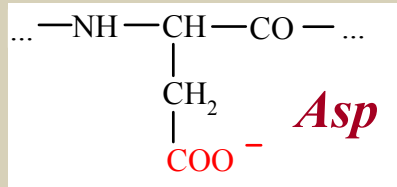
**Н.сопр. Клочков Алексей Александрович**

**(ИНЭОС РАН, к. 348, т. 8-499-135-9372, e-mail: klochkov@polly.phys.msu.ru)**

- Теоретическая физика нелинейных явлений и неравновесных процессов
- Физическая акустика кристаллов.
- Теоретическая физика кристаллов и квазикристаллов. Информационно-синергетические и теоретико-групповые методы в науке и искусстве.
- Поиск и исследование новых монокристаллов сегнетоэлектриков и суперионных проводников.
- Перспективные углеродные материалы.

# Амфифильные полимеры

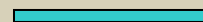
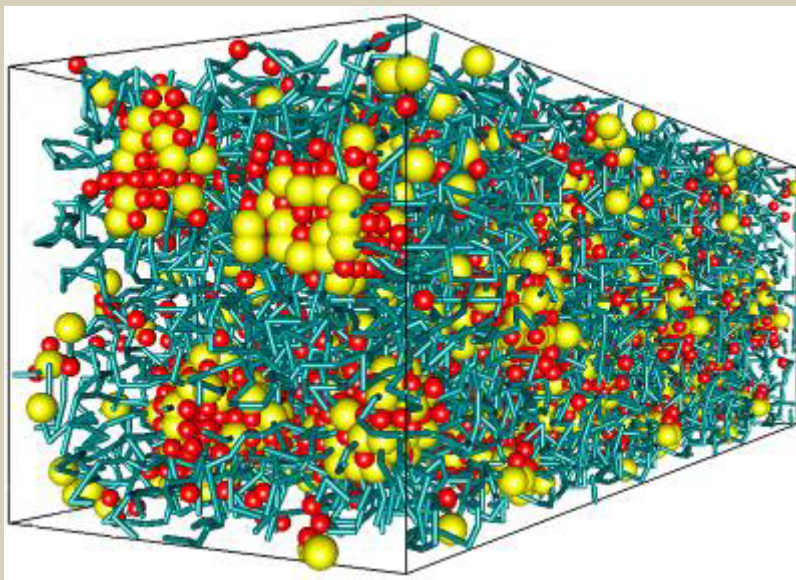
как модель белковых макромолекул.



V.V. Vasilevskaya, P.G. Khalatur, A.R. Khokhlov  
*Macromolecules* 2003, v.36, p.10103

V.V. Vasilevskaya, A.A. Klochkov, A.A. Lazutin,  
P.G. Khalatur, A.R. Khokhlov *Macromolecules* 2004, v.37,  
n.14, pp.5444

# Структура мембраны Nafion с молекулами воды внутри ионных каналов



перфторированные углеродные цепи



ионные группы  $\text{SO}_3\text{-H}^+$



молекулы воды

**В настоящее время в ИНЭОС РАН моделируются протонопроводящие мембраны на основе полибензимидазолов в рамках проекта «Разработка новых электродов-катализаторов и токопроводящих разделительных устройств для топливных элементов» совместной программы РАН и ГМК "Норильский никель"**

# Научные направления кафедры физики полимеров и кристаллов

•Физическая химия полимерных гелей и коллоидных систем

**Профессор Филиппова Ольга Евгеньевна**

**(к. 3-74, т. 939-1464, e-mail: [phil@polly.phys.msu.ru](mailto:phil@polly.phys.msu.ru))**

**Н. сопр. Барабанова Анна Ивановна**

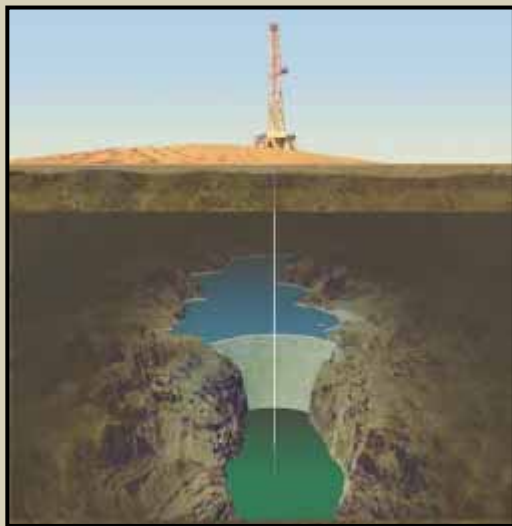
**(ИНЭОС РАН, к. 263, т.8-499-135-6502, e-mail: [barabanova@polly.phys.msu.ru](mailto:barabanova@polly.phys.msu.ru))**

**Мл. н. сопр. Молчанов Вячеслав Сергеевич**

**(к. 3-74, т. 939-1464, e-mail: [molchan@polly.phys.msu.ru](mailto:molchan@polly.phys.msu.ru))**

- Синтез полимеров.
- Полимеры в сверхкритических жидкостях.
- Экспериментальные методы исследования полимерных растворов
- Сканирующая зондовая микроскопия биополимеров.
- Диэлектрическая спектроскопия полимеров и кристаллов.
- Физика кристаллизации. Кристаллизация белков.
- Изучение нелинейных явлений в сложных системах. Биомолекулярный компьютеринг.
- Теоретическая физика нелинейных явлений и неравновесных процессов
- Физическая акустика кристаллов.
- Теоретическая физика кристаллов и квазикристаллов. Информационно-синергетические и теоретико-групповые методы в науке и искусстве.
- Поиск и исследование новых монокристаллов сегнетоэлектриков и суперионных проводников.
- Перспективные углеродные материалы.

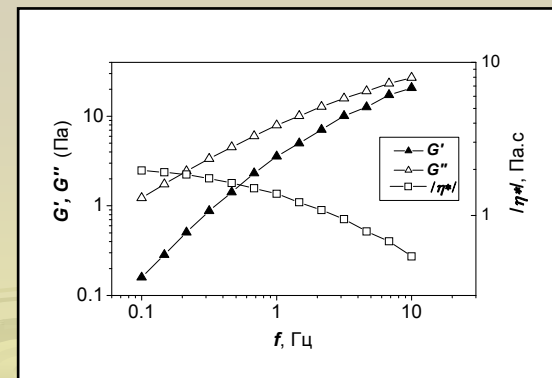
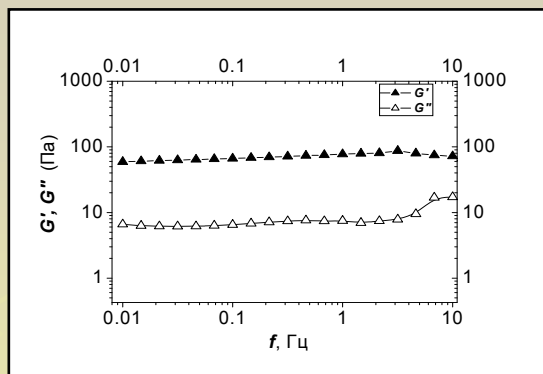
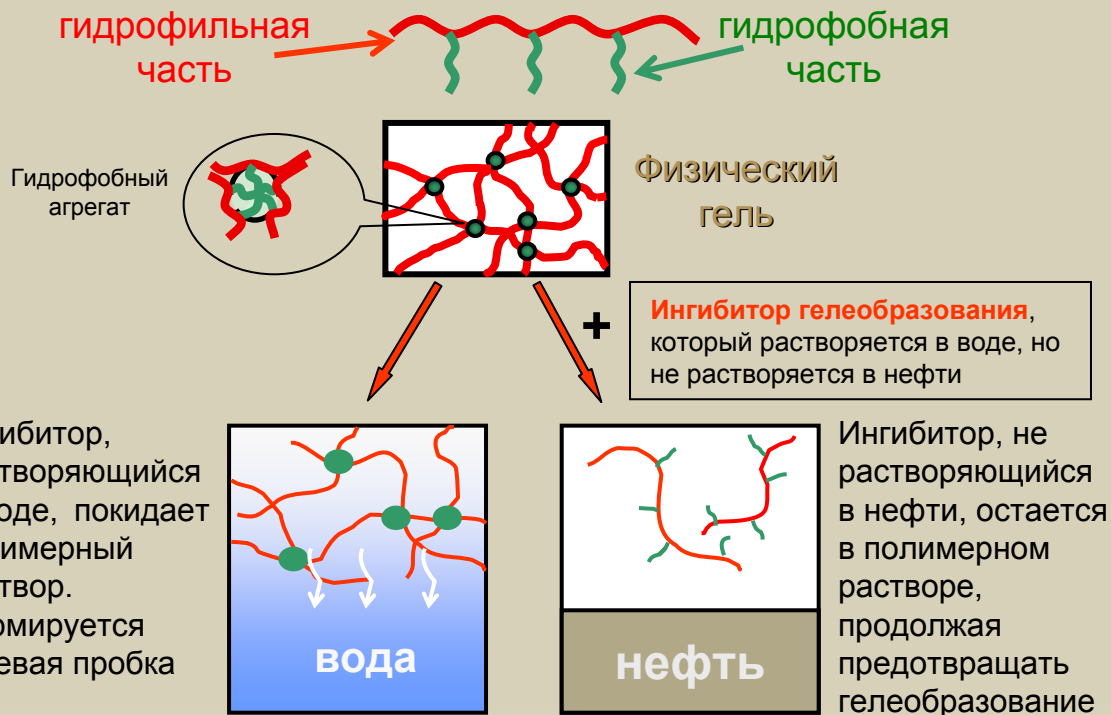
# “Умные” полимерные системы для блокирования воды в скважине



3 тонны воды  
добывается на  
1 тонну нефти

**Задача:** найти систему,  
которая находит приток воды и  
блокирует его, но не  
препятствует течению нефти

## Ассоциирующий полимер



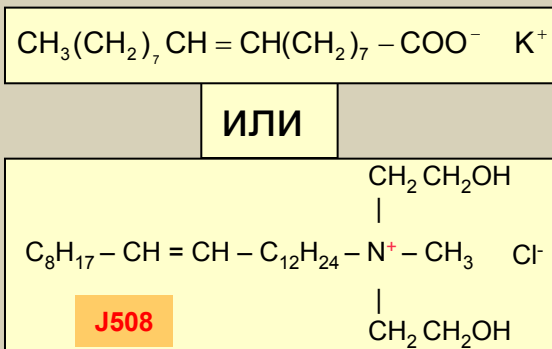
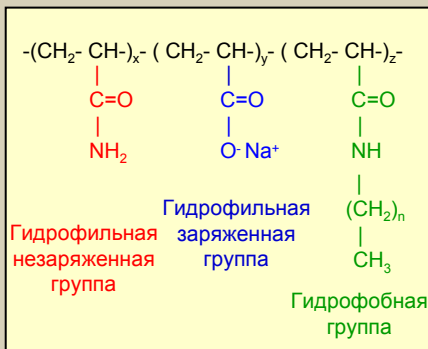
# Самоорганизующиеся сети, восприимчивые к углеводородам

## Эффект полимера

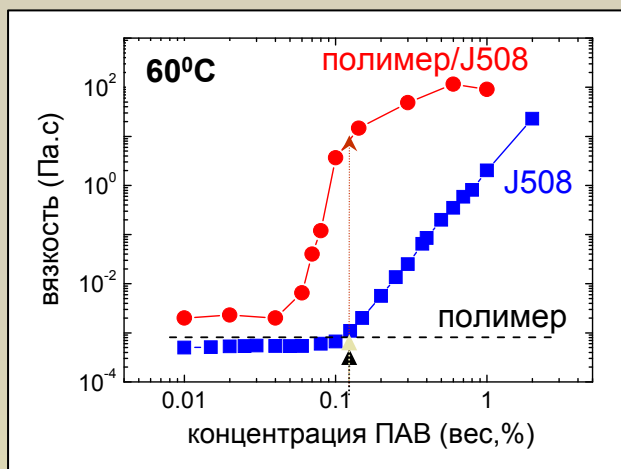
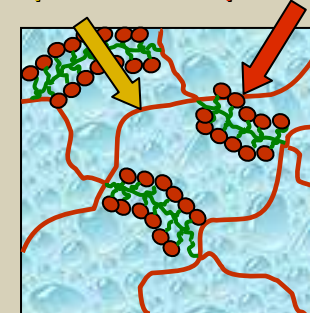
## Эффект углеводорода

Ассоциирующий полимер

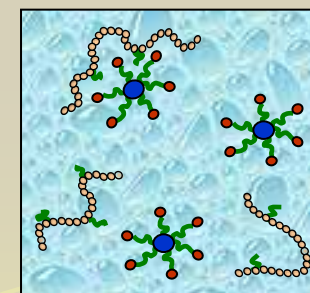
Вязкоупругое ПАВ



Полимерная цепь      Мицеллярная цепь J508



углеводород



- Вязкость системы ПАВ/полимер превышает на 4 порядка вязкость растворов полимера и ПАВ, взятых по-отдельности при тех же концентрациях.

- При добавлении углеводорода гель превращается в жидкость с вязкостью порядка вязкости воды из-за перехода цилиндрических мицелл ПАВ в сферические в результате сольubilизации молекул углеводорода.

# Научные направления кафедры физики полимеров и кристаллов

## •Физическая химия биополимеров

**Вед.н.сопр. Гринберг Валерий Яковлевич**

**(ИНЭОС РАН, к. 155, т. 8-499-135-6457)**

**Ст. н. сопр. Бурова Татьяна Васильевна**

**(ИНЭОС РАН, т.8-499-135-0728, e-mail: [burova@ineos.ac.ru](mailto:burova@ineos.ac.ru))**

- Теоретическая физика полимерных систем.
- Компьютерное моделирование полимерных систем.
- Физическая химия полимерных гелей и полимерных систем.
- Растворы амфифильных полимеров, полимерные наноконструкции. Совместная лаборатория с институтом промышленных технологий Тайваня.
- Твердые полимерные электролиты, топливные элементы. Работы с Норильским Никелем.
- Синтез полимеров.
- Полимеры в сверхкритических жидкостях.
- Экспериментальные методы исследования полимерных растворов
- Сканирующая зондовая микроскопия биополимеров.
- Диэлектрическая спектроскопия полимеров и кристаллов.
- Физика кристаллизации. Кристаллизация белков.
- Изучение нелинейных явлений в сложных системах. Биомолекулярный компьютеринг.
- Теоретическая физика нелинейных явлений и неравновесных процессов
- Физическая акустика кристаллов.
- Теоретическая физика кристаллов и квазикристаллов. Информационно-синергетические и теоретико-групповые методы в науке и искусстве.
- Поиск и исследование новых монокристаллов сегнетоэлектриков и суперионных проводников.
- Перспективные углеродные материалы.

**НАПРАВЛЕНИЕ:** Энергетика и механизм кооперативных переходов порядок-беспорядок

**ТИПЫ ПЕРЕХОДОВ:** Глобула  $\Leftrightarrow$  Клубок, Двойная спираль  $\Leftrightarrow$  Клубок, Мицеллообразование, Жидкофазное расслоение, Коллапс.

**СИСТЕМЫ:** Белки, Полисахариды, ДНК, Синтетические Полимеры, Раз-бавленные Растворы и Гели.

**МЕТОДЫ:** Высокочувствительная Дифференциальная Сканирующая Кало-риметрия, Денсиметрия, Скоростная Седиментация.

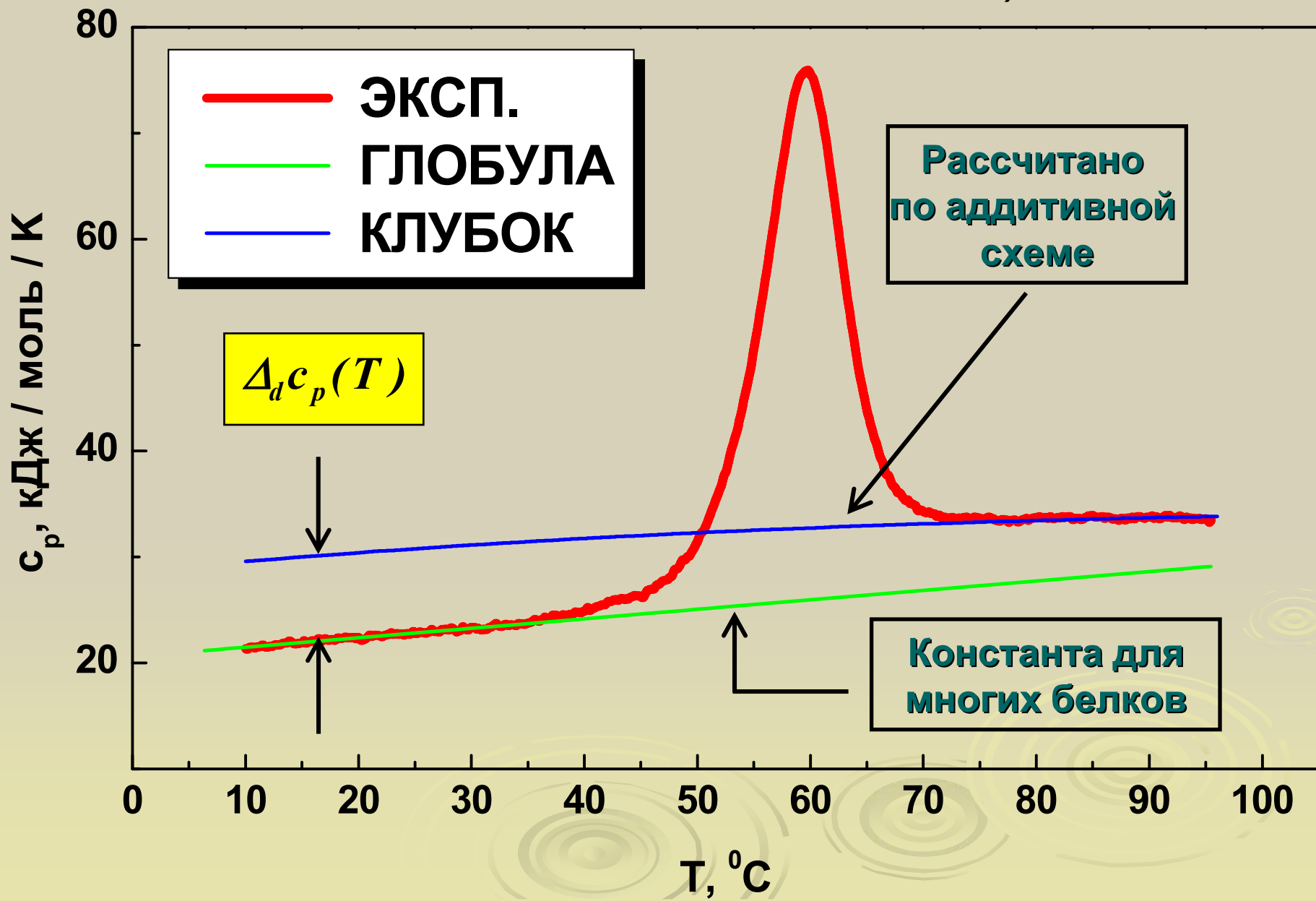
**ВЫХОДНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ:** Парциальная Теплоемкость,  $RHC(T)$ ; Размерное Распределение Частиц,  $PSD(T)$ .

**ПАРАМЕТРЫ ПЕРЕХОДА:** Избыточная Теплоемкость,  $ENC(T)$ ; Темпера-тура, Энтальпия, Инкремент Теплоемкости,  $T_t, \Delta_t H(T_t), \Delta_t C_p$  Перехода:

<p><b><math>RHC(T)</math></b></p>	<p>+ Аддитивные Расчетные Схемы <math>\rightarrow</math></p>	<p>МЕХАНИЗМ ПЕРЕХОДА</p>
<p><math>T_t, \Delta_t H(T_t), \Delta_t C_p</math></p>	<p><math>\rightarrow \Delta_t H(T)</math>  <math>\rightarrow \Delta_t S(T) + \Delta_t ASA</math>  <math>\rightarrow \Delta_t G(T)</math></p> <p><math>\rightarrow</math> Гидратационные вклады Вклады физических связей</p>	
<p><b><math>ENC(T) + PSD(T)</math></b></p>	<p>+ Термодинамические Модели <math>\rightarrow</math></p>	

# Парциальная теплоемкость белка

(Лизоцим, pH 2.5, 40 mM глицин)



# Научные направления кафедры физики полимеров и кристаллов

## •Физическая химия полимеров и композитных материалов

**Доцент Махаева Елена Евгеньевна**

(к. 2-71, т. 939-2959, e-mail: [makh@polly.phys.msu.ru](mailto:makh@polly.phys.msu.ru))

**Вед.н.сопр. Стародубцев Сергей Геннадиевич**

(ИНЭОС РАН, к. 352, т. 8-499-135-1017, e-mail: [sgs@ineos.ac.ru](mailto:sgs@ineos.ac.ru))

**Н. сопр. Насимова Ирина Рашитовна**

(к. 2-71, т. 939-2959, e-mail: [nasimova@polly.phys.msu.ru](mailto:nasimova@polly.phys.msu.ru))

**Н. сопр. Комарова Галина Александровна**

(к. Ц-33, т. 939-3191, e-mail: [komarova@polly.phys.msu.ru](mailto:komarova@polly.phys.msu.ru))

**Профессор Рамбиди Николай Георгиевич**

(к. Ц-29, т. 8-499-135-3191, e-mail: [rambidi@polly.phys.msu.ru](mailto:rambidi@polly.phys.msu.ru))

- Диэлектрическая спектроскопия полимеров и кристаллов.
- Физика кристаллизации. Кристаллизация белков.
- Изучение нелинейных явлений в сложных системах. Биомолекулярный компьютеринг.
- Теоретическая физика нелинейных явлений и неравновесных процессов
- Физическая акустика кристаллов.
- Теоретическая физика кристаллов и квазикристаллов. Информационно-синергетические и теоретико-групповые методы в науке и искусстве.
- Поиск и исследование новых монокристаллов сегнетоэлектриков и суперионных проводников.
- Перспективные углеродные материалы.

# Полимеры, восприимчивые к внешним полям



В 2005 г. На базе кафедры была создана совместная лаборатория МГУ-LG Chem для проведения долгосрочных научно-исследовательских работ по отдельным проектам. Главная цель Лаборатории – фундаментальные исследования, представляющие интерес для промышленности.

Директор лаборатории - академик А.Р.Хохлов.

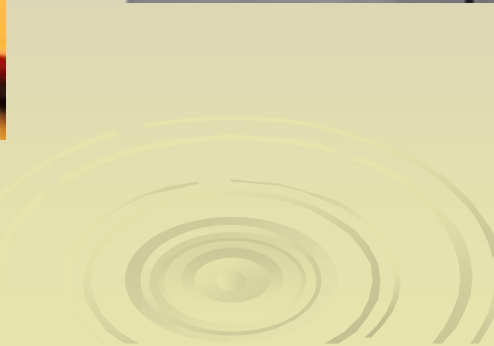
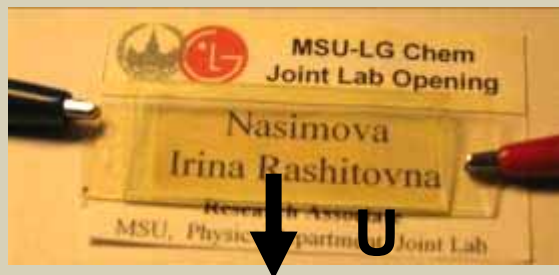


На фото: проректора МГУ А.В.Сидорович, президент компании LG CHEM др. Д.К. Йео, зав.кафедрой физики полимеров и кристаллов, академик РАН А.Р.Хохлов (слева направо) во время процедуры торжественного открытия Лаборатории.

В лаборатории разработаны новые электрохромные полимерные материалы и устройства с электрически управляемой величиной светопоглощения, «умные» окна.

В настоящее время в Лаборатории проводятся исследования по проекту «Функциональные полимеры нового поколения».

Цель проекта - создание на основе проводящих полимеров прозрачных композиций и антистатических покрытий, разработка методов получения супергидрофильных и супергидрофобных поверхностей.



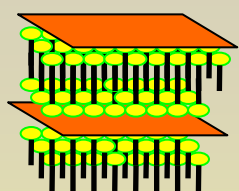
# КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ГЕЛЕЙ И ОРГАНО-ГЛИН

*Д.х.н. Стародубцев Сергей Геннадиевич*

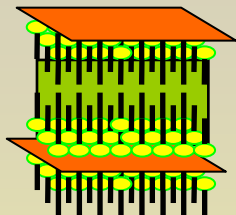
**Обработка пластинок глины, бентонита катионными ПАВ придает им гидрофобный характер и способность поглощать углеводороды.**

**ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ ПАВ НА ПОГЛОЩЕНИЕ БЕНЗОЛА Q  
КОМПОЗИТОМ НА ОСНОВЕ ПАА ГЕЛЯ И БЕНТОНИТА**

ПАВ	Q, об. %
ЦЕТИЛПИРИДИНИЙ ХЛОРИД	37
ГЕКСАДЕЦИЛТРИМЕТИЛАММОНИЙ БРОМИД	42
ТЕТРАДЕЦИЛТРИМЕТИЛАММОНИЙ БРОМИД	49
ДОДЕЦИЛТРИМЕТИЛАММОНИЙ БРОМИД	26

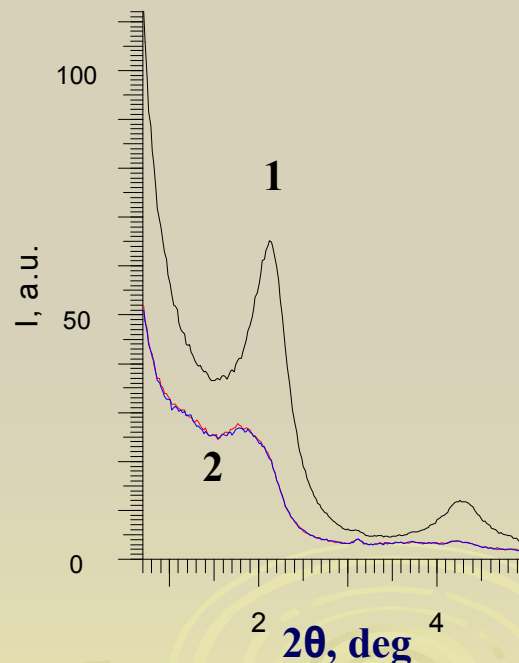


$d=3.9 \text{ nm}$



$d \sim 4.7 \text{ nm}$

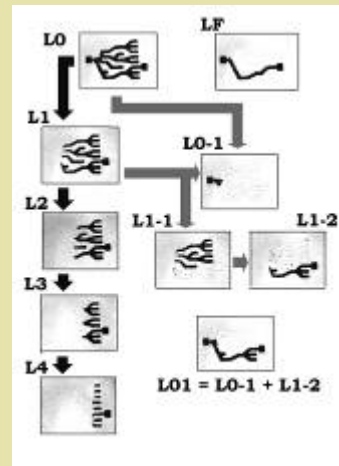
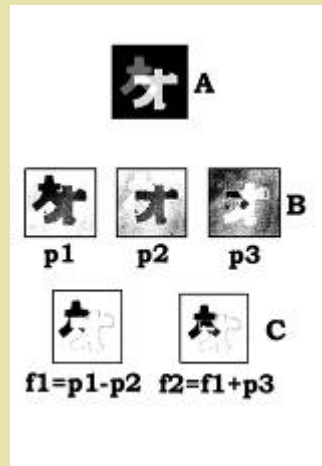
**Схематическое изображение пластинок органо-глины в геле после поглощения толуола**



**Диффрактограммы композита ПАА-БЕНТ-ЦПХ до (1) и после (2) набухания в толуоле.**

# НЕЛИНЕЙНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В СЛОЖНЫХ ХИМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

## БИОМОЛЕКУЛЯРНЫЙ КОМПЬЮТИНГ



- Нелинейная динамика – ключ к пониманию сложного поведения химических и биомолекулярных систем различного уровня организации.
- Нелинейные динамические механизмы ответственны за выполнение био-молекулярной системой логически сложных операций обработки информации.
- Среди них – операции обработки изображений, поиск кратчайшего пути в лабиринте.
- Для экспериментального изучения пространственно-временных структур в нелинейных средах используются оптические и радиоспектроскопические методы.

# Научные направления кафедры физики полимеров и кристаллов

• **Жидкие кристаллы и жидкокристаллические полимерные комплексы**

**Ст. н. сопр. Емельяненко Александр Вячеславович**  
**(ЦКП, т. 939-4013, e-mail: emel@polly.phys.msu.ru)**

**Профессор Сонин Анатолий Степанович**  
**(ЦКП, e-mail: son@ineos.ac.ru)**

**Вед. н. сопр. Казначеев Анатолий Викторович**  
**(ЦКП, e-mail: kazna@ineos.ac.ru)**

- Тес
- Кол
- Фи
- Растворы амфифильных полимеров. Совместная лаборатория с Институтом промышленности Тайваня.
- Полимеры, восприимчивые к внешним воздействиям. Совместная лаборатория с компанией LG Chem (Корея).
- Жидкие кристаллы. Совместная лаборатория с Институтом промышленности Тайваня.
- Твердые полимерные композиты. Совместная лаборатория с компанией LG Chem (Корея).
- Никель-полимерные композиты.
- Синтетические полимеры.
- Полимеры с функциональными группами.
- Экспериментальные методы исследования полимеров.
- Сканирующая зондовая микроскопия биополимеров.
- Диэлектрическая спектроскопия полимеров и кристаллов.
- Физика кристаллизации. Кристаллизация белков.
- Изучение нелинейных явлений в сложных системах. Биомолекулярный компьютеринг.
- Теоретическая физика нелинейных явлений и неравновесных процессов
- Физическая акустика кристаллов.
- Теоретическая физика кристаллов и квазикристаллов. Информационно-синергетические и теоретико-групповые методы в науке и искусстве.
- Поиск и исследование новых монокристаллов сегнетоэлектриков и суперионных проводников.
- Перспективные углеродные материалы.

# Жидкие кристаллы и жидкокристаллические полимерные комплексы

*Совместная лаборатория с Институтом промышленных технологий Тайваня*

## Руководитель направления:

Ст. н. сотр. Емельяненко Александр Вячеславович  
(физический факультет МГУ, ЦКП,  
т. 939-4013, <http://polly.phys.msu.ru/~emel/>)



## Сотрудники:

Проф. Сонин Анатолий Степанович  
(ЦКП, e-mail: [son@ineos.ac.ru](mailto:son@ineos.ac.ru))



Вед. н. сотр. Казначеев Анатолий Викторович  
(ЦКП, e-mail: [kazna@ineos.ac.ru](mailto:kazna@ineos.ac.ru))



Проф. Палто Сергей Петрович  
(Институт кристаллографии РАН, т. 330-7847,  
e-mail: [palto@online.ru](mailto:palto@online.ru))



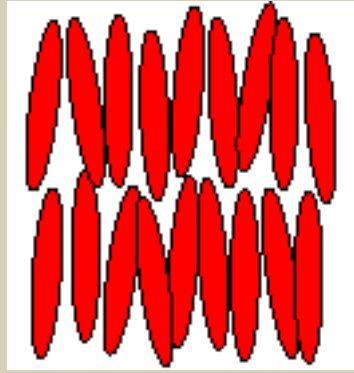
## Основные ЖК фазы



Изотропная  
жидкость



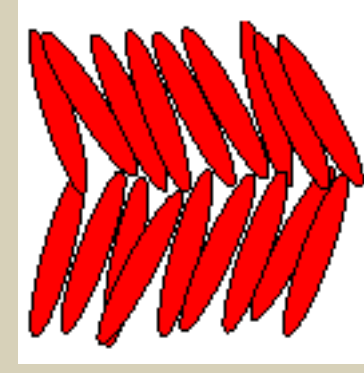
Нематик



Смектик А



Смектик С

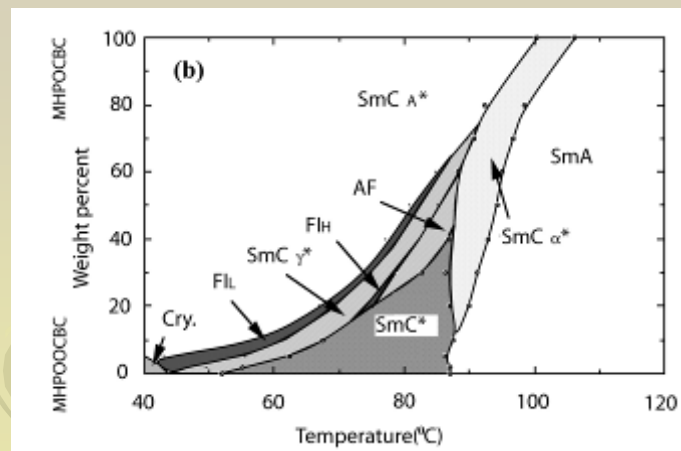
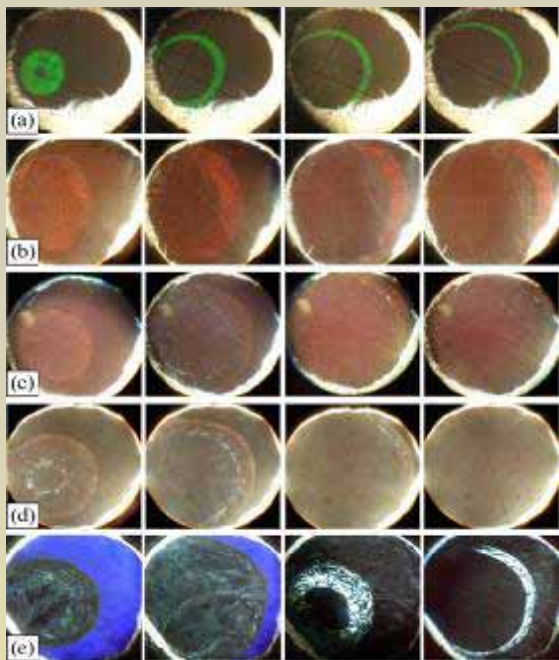
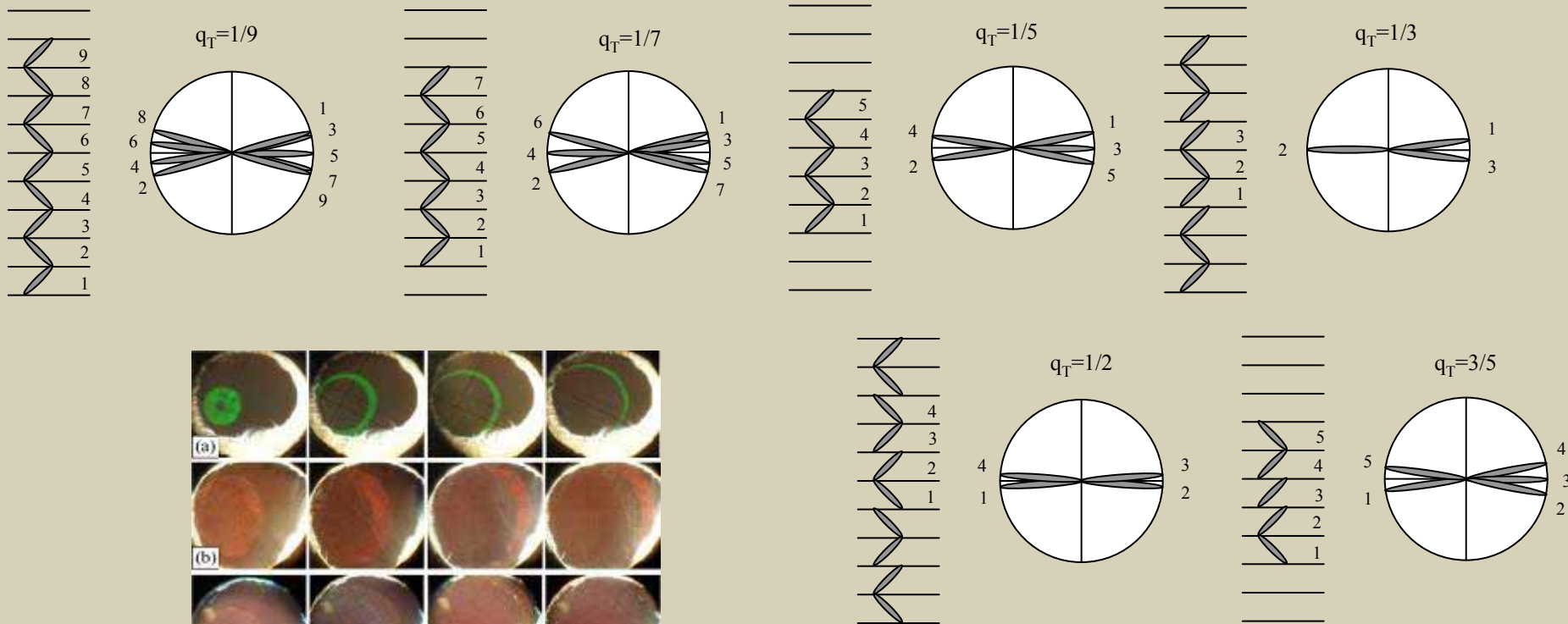


## Хиральные разновидности ЖК фаз



Хиральный  
нематик  
(холестерик)  
Хиральный смектик С

# Новейшие достижения в области состояния вещества: промежуточные смектические фазы (субфазы)



# Методы исследования

- теория (А.В. Емельяненко, С.П. Палто)
- эксперимент (А.С. Сонин, А.В. Казначеев, Е.П. Пожидаев)
- компьютерное моделирование (А.В. Емельяненко, С.П. Палто)

## Области знания

Молекулярно-статистическая физика, термодинамика, оптика, электродинамика

## Применение жидких кристаллов

- ЖК телевизоры и дисплеи
- Регистрирующие среды на основе ЖК (визуализация механических, акустических, химических и др. воздействий на материал, медицинская диагностика тканей)
- Быстродействующие модуляторы и переключатели (защитные сварочные маски, световые шторы с управляемой прозрачностью в автомобилях и т.п.)

# Научные направления кафедры физики полимеров и кристаллов

## • Полимеры на поверхностях.

**Новые полимерные материалы для топливных элементов**

**Ст.н. сопр. Галлямов Марат Олегович**

**(к. 2-72, т. 939-2982, e-mail: glm@polly.phys.msu.ru)**

**Н.сопр. Чертович Александр Викторович**

**(к. РУ-1Д, т. 939-4756, e-mail: chertov@polly.phys.msu.ru)**

**Н.сопр. Гусев Леонид Владимирович**

**(ИНЭОС РАН, к. 258, т.8-499-135-9372 e-mail: gusev@polly.phys.msu.ru)**

**Н. сопр. Григорьев Тимофей Евгеньевич**

**(ИНЭОС РАН, к. 460, т.8-499-1359360, e-mail: timgrigo@polly.phys.msu.ru)**

- Физическая акустика кристаллов.
- Теоретическая физика кристаллов и квазикристаллов. Информационно-синергетические и теоретико-групповые методы в науке и искусстве.
- Поиск и исследование новых монокристаллов сегнетоэлектриков и суперионных проводников.
- Перспективные углеродные материалы.



# Новые полимерные материалы для топливных элементов

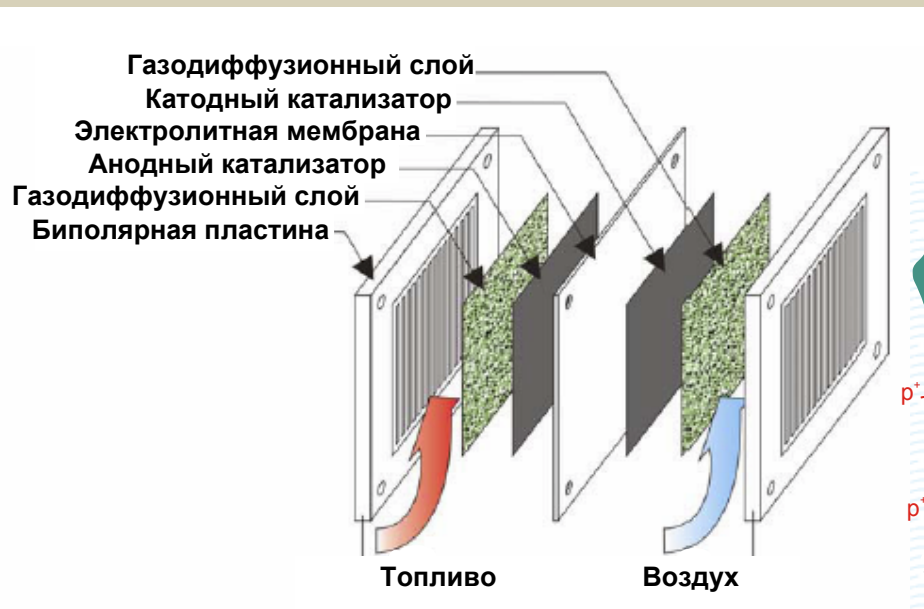


Основные компоненты топливного элемента:

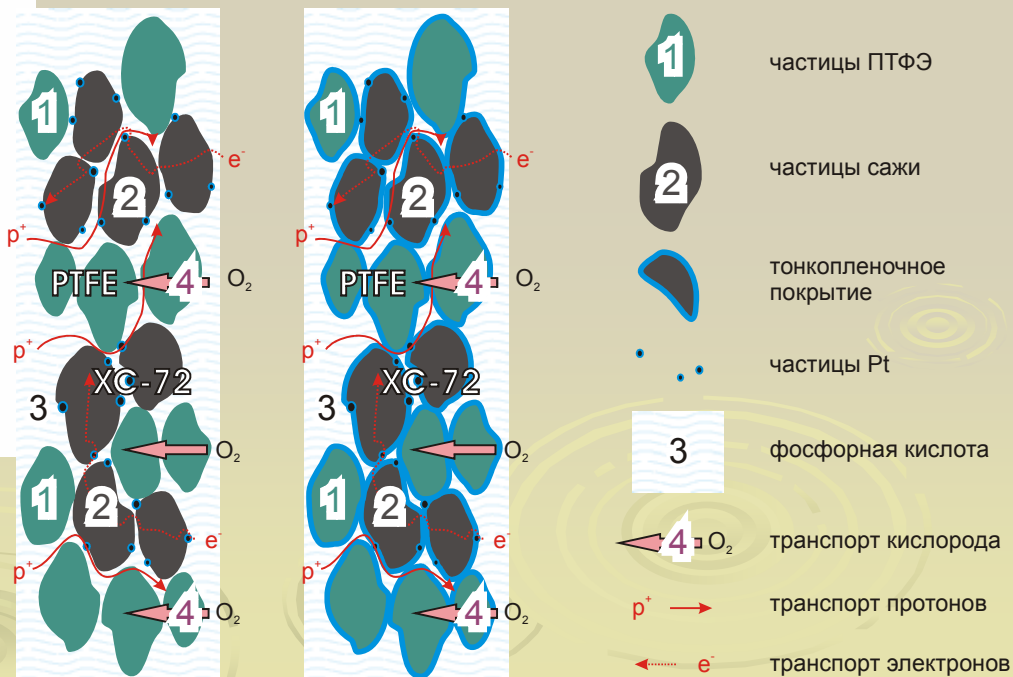
Полимерная протон-проводящая мембрана

Каталитический газопроницаемый электрод

Стоит задача оптимизации функциональности и улучшения характеристик полимерных материалов мембраны и электродов

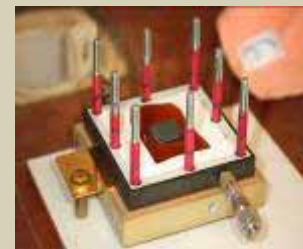
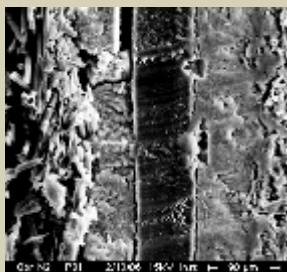


## Активный слой





**Мы создаем топливные элементы – от идеи нового материала до испытания прототипа, патентования и рекомендаций заинтересованным производителям.**



**Лаборатория оснащена современным оборудованием по исследованию материалов и испытанию готовых топливных элементов**

**Некоторые разработки уже находятся на стадии внедрения в производство**

**Работа идет в сотрудничестве со российскими и зарубежными научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими коллективами**



# Научные направления кафедры физики полимеров и кристаллов

## •Синтез полимеров

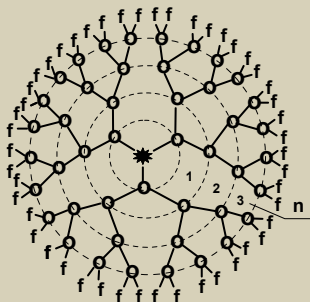
**Член-корр. РАН, профессор Музафаров Азиз Мансурович**  
(ИСПМ РАН, к. 51, т. 332-5895, e-mail: aziz@ispmt.ru)

**Вед. н. сотр. Кештов Мухамет Лостамбиевич**  
(ИНЭОС РАН, к. 269, т. 651-2930, e-mail: keshtov@ineos.ac.ru)

**Ст.н.сотр. Чурочкина Наталья Алексеевна**  
(ИНЭОС РАН, к. 352, т. 8-499-135-1017, e-mail: chur@ineos.ac.ru)

**Ст.н.сотр. Стаханов Андрей Игоревич**  
(ИНЭОС РАН, к. 434, т. 8-499-135-9296, e-mail: stakh@ineos.ac.ru)

**Н. сотр. Давыдова Надежда Константиновна**  
(ИНЭОС РАН, к. 352, т. 8-499-135-1017, e-mail: davydova@ineos.ac.ru)



**Институт синтетических полимерных материалов  
РАН им. Н.С.Ениколопова**

**Лаборатория Синтеза элементоорганических  
полимеров ИСПМ РАН**

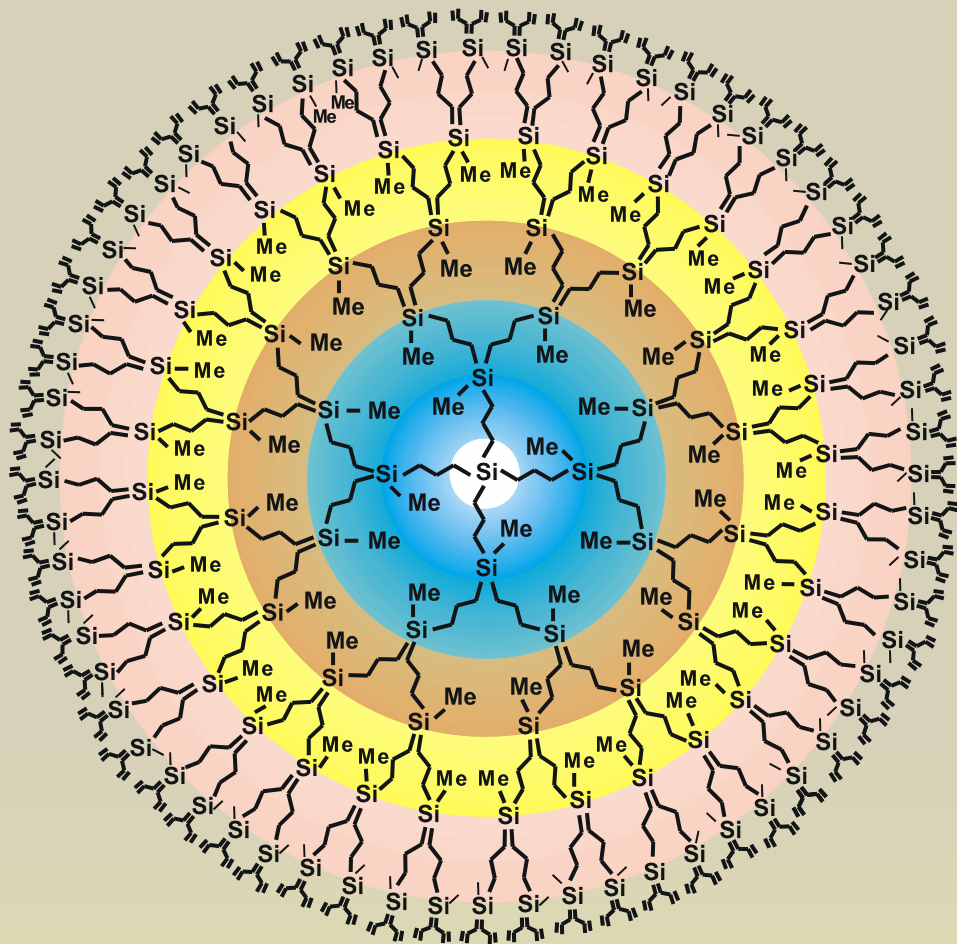
**<http://www.ispm.ru> (lab.1)**

## **Азиз Мансурович Музафаров**

Член-корр. РАН, доктор химических наук,  
лауреат премии РАН им. С.В.Лебедева (1998),  
заведующий лабораторией синтеза элементоорганических  
полимеров Института синтетических полимерных  
материалов им. Н.С.Ениколопова РАН

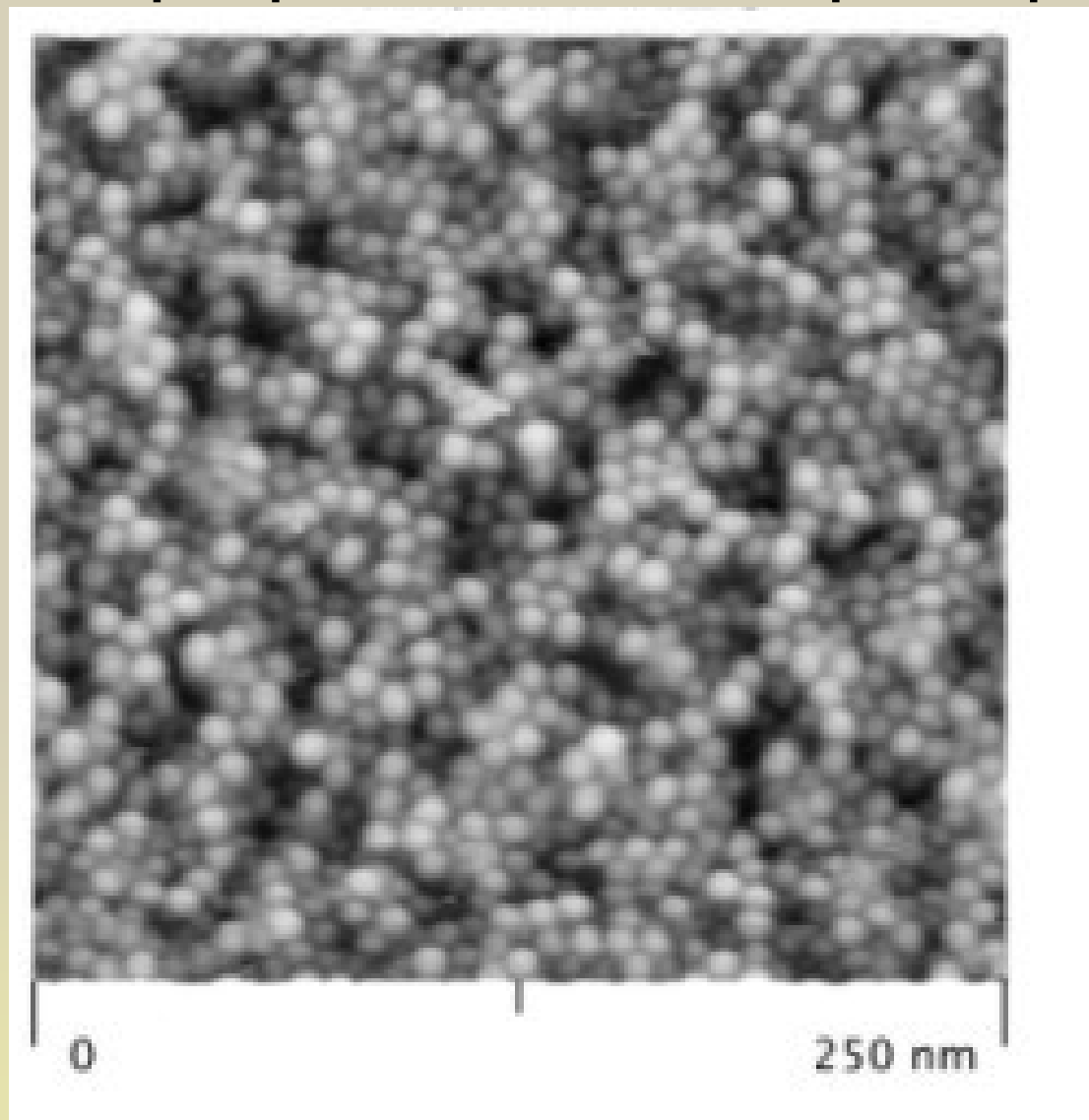
А.М.Музафаров специализируется в области синтеза  
кремнийорганических полимеров. Является одним из  
пионеров ряда новых направлений современной химии  
полимеров, таких как синтез дендримеров и  
сверх-разветвленных полимеров, многолучевых  
звездообразных полимеров, к которым можно применить  
общее название макромолекулы-частицы.





$\text{Si}_{125}^{128}(\text{All}), \text{G-5}(\text{All})$

# Микрофотография АСМ дендримера –G9(Bu)



# Научные направления кафедры физики полимеров и кристаллов

• **Полимеры в сверхкритических жидкостях**

**Ст. н. сопр. Саид-Галиев Эрнест Ефимович**

**(ИНЭОС РАН, к. 276, т. 8-499-135-0522, e-mail: [ernest@ineos.ac.ru](mailto:ernest@ineos.ac.ru))**

**Вед.н.сопр. Никитин Лев Николаевич**

**(ИНЭОС РАН, к. 276, т. 8-499-135-0522, e-mail: [lnik@ineos.ac.ru](mailto:lnik@ineos.ac.ru))**

**Н. сопр. Николаев Александр Юрьевич**

**(ИНЭОС РАН, к. 276, т. 8-499-135-0522, e-mail: [nikolaev@polly.phys.msu.ru](mailto:nikolaev@polly.phys.msu.ru))**

# ПОЛИМЕРЫ В СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ СРЕДАХ



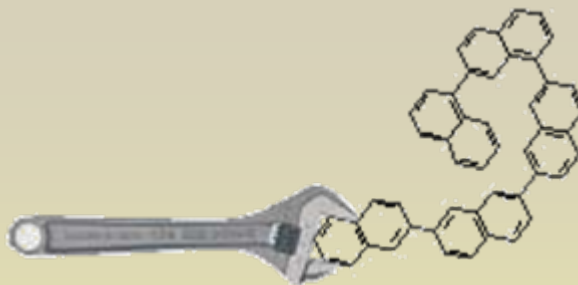
**Лев Николаевич НИКИТИН**



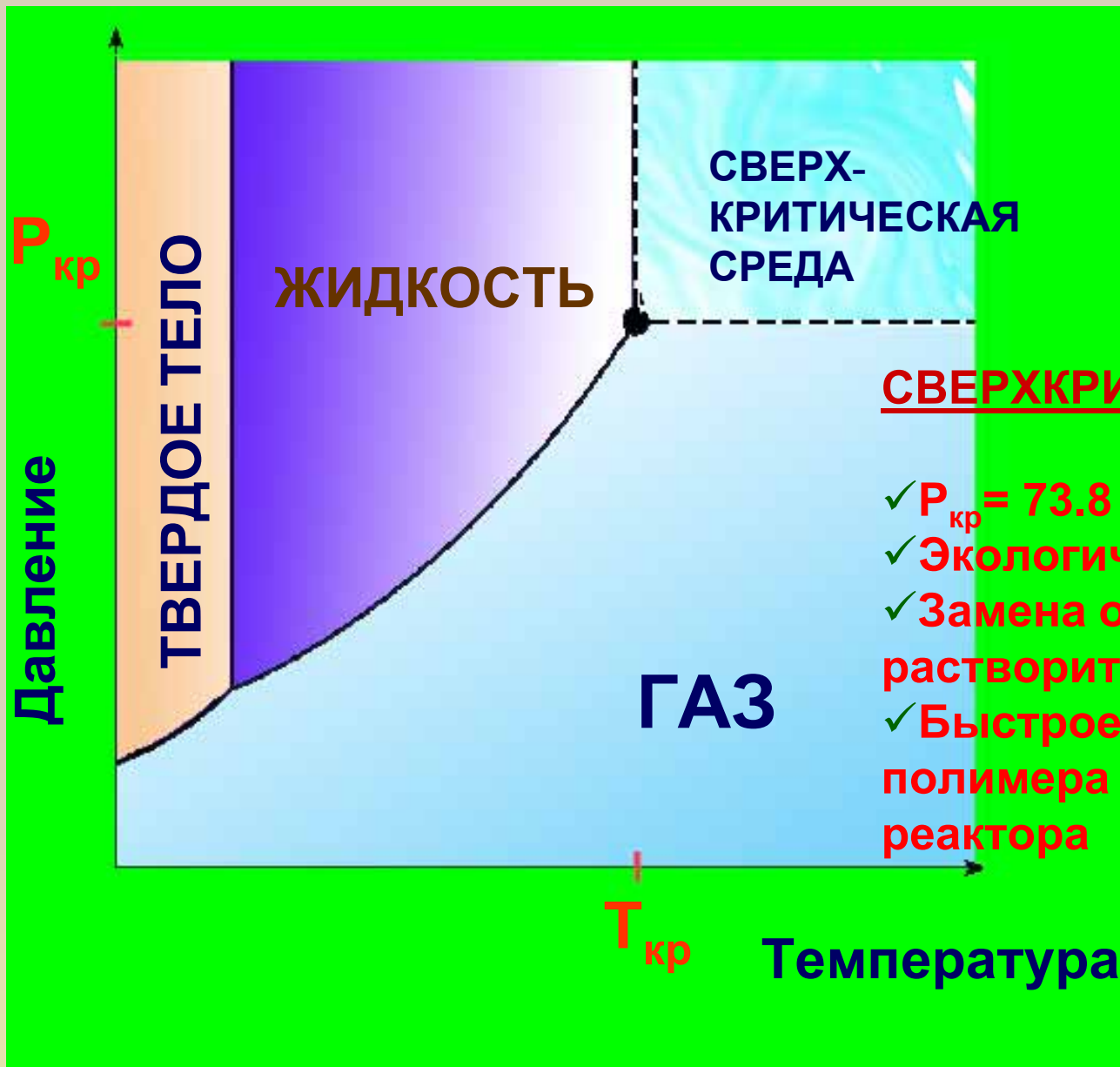
**ИНЭОС-РАН**



**Эрнест Ефимович Саид-ГАЛИЕВ**



# СВЕРХКРИТИЧЕСКИЕ СРЕДЫ

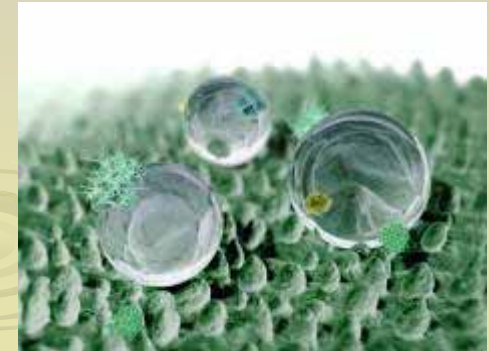
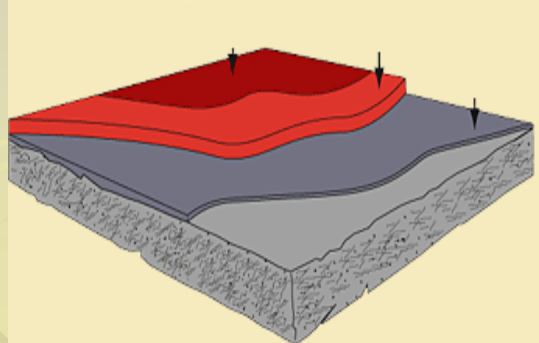
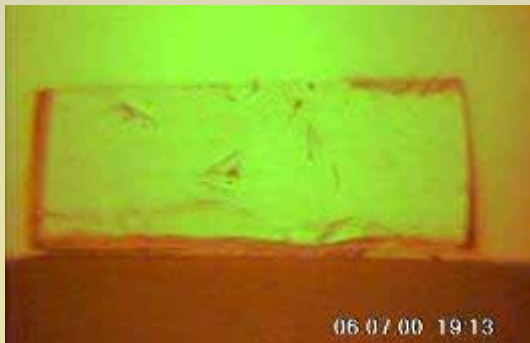


## СВЕРХКРИТИЧЕСКИЙ CO<sub>2</sub>:

- ✓  $P_{кр} = 73.8$  атм,  $T_{кр} = 31.1$  °С
- ✓ Экологическая чистота
- ✓ Замена органических растворителей
- ✓ Быстрое удаление из полимера при вскрытии реактора

# СВЕРХКРИТИЧЕСКИЕ СРЕДЫ: НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

- **Модификация полимеров в сверхкритических средах**
  - Нанопористые материалы, в т.ч. для биомедицинских целей
  - гидрофобизация тканей и сухое окрашивание природных и синтетических материалов («*smart-текстиль*»)
  - Биотопливо из растительного сырья и отходов сельского хозяйства и легкой промышленности («*биодизель*»)
- **Синтез полимерных композитов в сверхкритических средах**
  - **Функциональные материалы** (наночастицы металлов в полимерных и карбоновых матрицах для микроэлектроники, оптики, катализа, материалов с магнитными и нелинейно-оптическими свойствами)
  - Катализаторы для топливных элементов («*fuel cells*»)
  - Новые поколения полимеров (**проводящие полимеры**, полимеры с низкой диэлектрической проницаемостью и др.)



# Научные направления кафедры физики полимеров и кристаллов

• Экспериментальные методы исследования полимерных растворов

**Ст.н.сопр. Благодатских Инесса Васильевна**  
(ИНЭОС РАН, к. 267, 280, т. 8-499-135-9248, e-mail: [blago@ineos.ac.ru](mailto:blago@ineos.ac.ru))

**Ст.н.сопр. Тимофеева Галина Ивановна**  
(ИНЭОС РАН, к.265, 278, т. 8-499-135-9381, e-mail: [tim@ineos.ac.ru](mailto:tim@ineos.ac.ru))

**Ст.н.сопр. Воробьев Михаил Михайлович**  
(ИНЭОС РАН, к.350, т. 8-499-135-0522, e-mail: [mmvor@ineos.ac.ru](mailto:mmvor@ineos.ac.ru))

**Доцент Лаптинская Татьяна Васильевна**  
(к. Ц-33, т. 939-3191, e-mail: [laptin@polly.phys.msu.ru](mailto:laptin@polly.phys.msu.ru))

# Группа исследования растворов полимеров



**С.н.с. к.х.н.  
Тимофеева  
Галина Ивановна**



**С.н.с. д.х.н.  
Благодатских  
Инэса Васильевна**

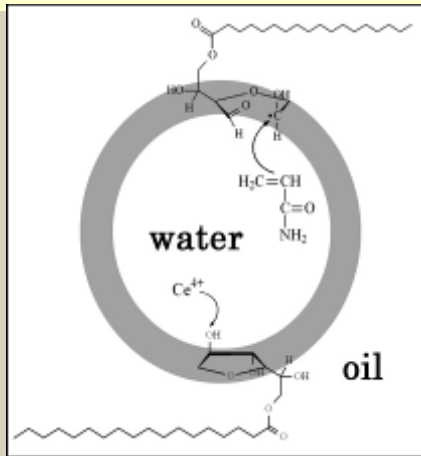


**Фоменков  
Александр**

# Основные направления

- **Определение молекулярных и конформационных характеристик и молекулярной неоднородности полимеров (методы рассеяния света, седиментации, гель-проникающей хроматографии). Установление закономерностей их синтеза**
- **Проблемы водородной энергетики: изучение зависимости между условиями синтеза полибензимидазолов различного строения, их молекулярными характеристиками и потребительскими свойствами мембраны, полученной из данного материала.**
- **Синтез и изучение свойств ассоциирующих амфифильных полимеров**
- **Синтез «умных» гидрогелевых наночастиц и создание на их основе биосенсоров нового поколения**

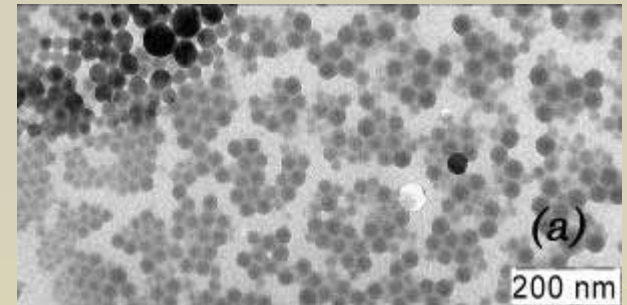
# Новые подходы к синтезу амфифильных макромолекул и гидрогелевых наночастиц



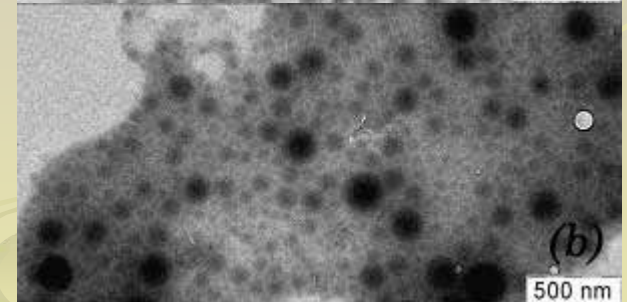
- Миниэмульсионная полимеризация с иницированием на поверхности раздела фаз:
- **эмульгатор** и ион церия(IV) составляют окислительно-восстановительную систему, образующую **свободные радикалы**, прикрепленные к межфазной границе.
- **Радикалы** иницируют полимеризацию.
- Получены амфифильные **ассоциирующие макромолекулы** и дисперсии **наночастиц** с высокой агрегативной устойчивостью

Наночастицы перспективны для создания **биосенсоров** путем введения в их состав фрагментов, селективно взаимодействующих с определенными компонентами биологических жидкостей (например, гликозилированным гемоглобином для **диагностики диабета**).  
Преимущества: высокая емкость по отношению к биологическим макромолекулам, простота анализа.

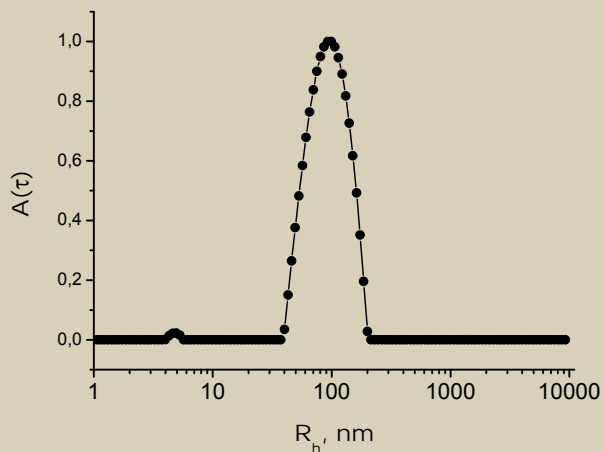
*Латекс в органической фазе*



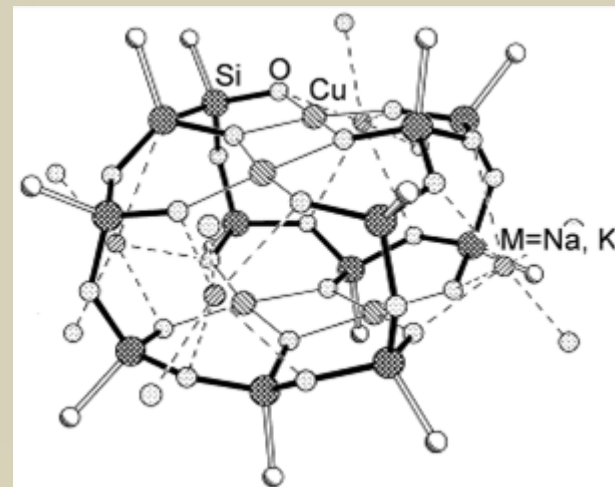
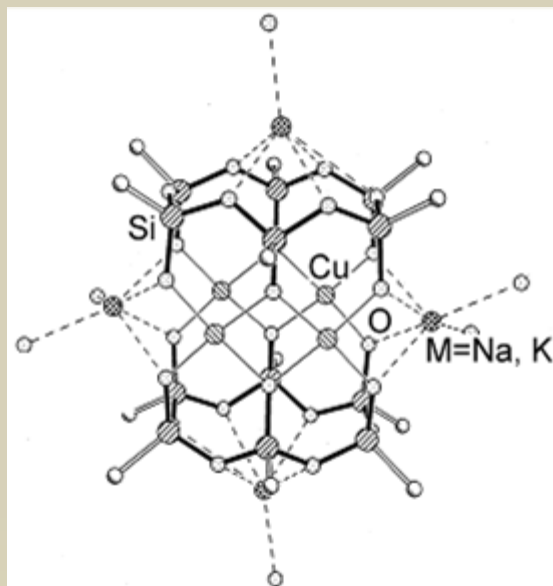
*Частицы гидрогеля в воде*



# Органометаллосилоксаны и их интермедиаты



Распределение по размерам коллоидных частиц интермедиата силоксанолята натрия (метод фотонной корреляционной спектроскопии)



Типы молекулярной структуры медь/натрий органосилоксана (метод рентгеноструктурного анализа).

# Научные направления кафедры физики полимеров и кристаллов

• Сканирующая зондовая микроскопия полимеров, биополимеров и полимерных композиционных материалов

**Профессор Яминский Игорь Владимирович, (Лабораторный корпус «А», к. 225, т. 939-1009, e-mail: yaminsky@nanoscopy.org)**  
**Ст.препод. Киселева Ольга Игоревна (Лабораторный корпус «А», к. 225, т. 939-1009, e-mail: ok@polly.phys.msu.ru)**  
**Ст. н. с. Абрамчук Сергей Савельевич (Лабораторный корпус «А», к.208, т. 939-3128, e-mail: abr@polly.phys.msu.ru)**  
**Н. сопр. Большакова Анастасия Владимировна (Лабораторный корпус «А», к. 225, т. 939-1009, e-mail: bolshakova@nanoscopy.net)**  
**Н. сопр. Мешков Георгий Борисович (Лабораторный корпус «А», к. 225, т. 939-1009, e-mail: meshkov@polly.phys.msu.ru)**  
**Н. сопр. Дубровин Евгений Владимирович (Лабораторный корпус «А», к. 225, т. 939-1009, e-mail: dubrovin@polly.phys.msu.ru)**

# **Группа сканирующей зондовой микроскопии полимеров**

*Руководитель группы –*

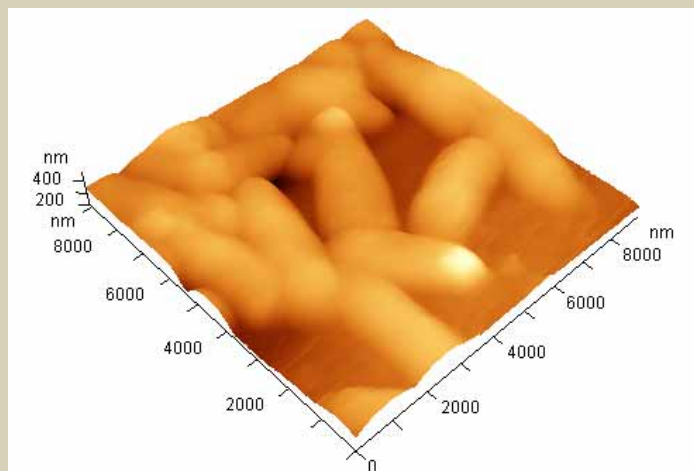
*ведущий научный сотрудник Яминский Игорь Владимирович*

**Ключевые слова:** атомное и молекулярное разрешение, наноструктуры, конформационные переходы, неразрушающие измерения, свойства поверхности, нанокompозитные и функциональные полимеры, бionанoeлектроника

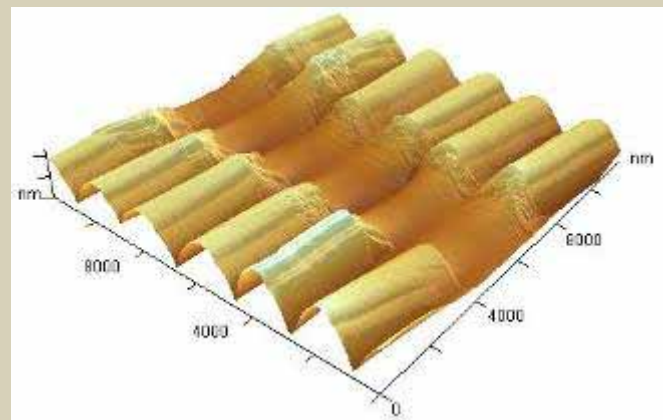
В настоящее время в группе проводятся исследования в следующих направлениях:

- *наномеханика полимерных материалов*
- *разработка зондовых микроскопов (Интернет-микроскопия, термонаноскопия)*
- *изучение конформационных переходов в биополимерах*
- *аналитическая нанобиотехнология*
- *комплексообразование в системах нуклеиновые кислоты – белки*
- *изучение структуры и физических свойств полимеров и полимерных композиционных материалов (совместно с кафедрой ВМС химического факультета МГУ)*

# Некоторые объекты исследования группы



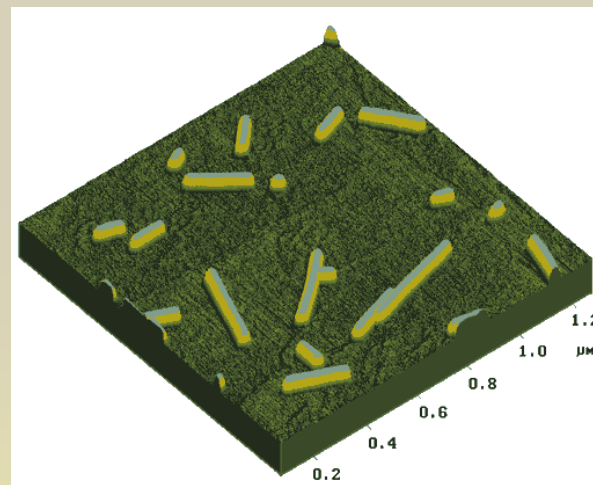
Изображение бактерий *Escherichia coli* (штамм JM109) в жидкости, полученное на атомно-силовом микроскопе.



Микрорельеф на полимерной пленке с тонким металлическим покрытием



Изображение отдельных полимерных молекул – ДНК, адсорбированных на слюде  
Размер кадра 4 микрона



Изображение частиц вируса табачной мозаики

# Просвечивающий электронный микроскоп LEO 912AB OMEGA



## Основные характеристики микроскопа:

Ускоряющее напряжение:

60, 80, 100, 120 кВ

Область освещения:

1 – 75 мкм

Увеличение:

от 80х до **500 000х**

Разрешение изображения:

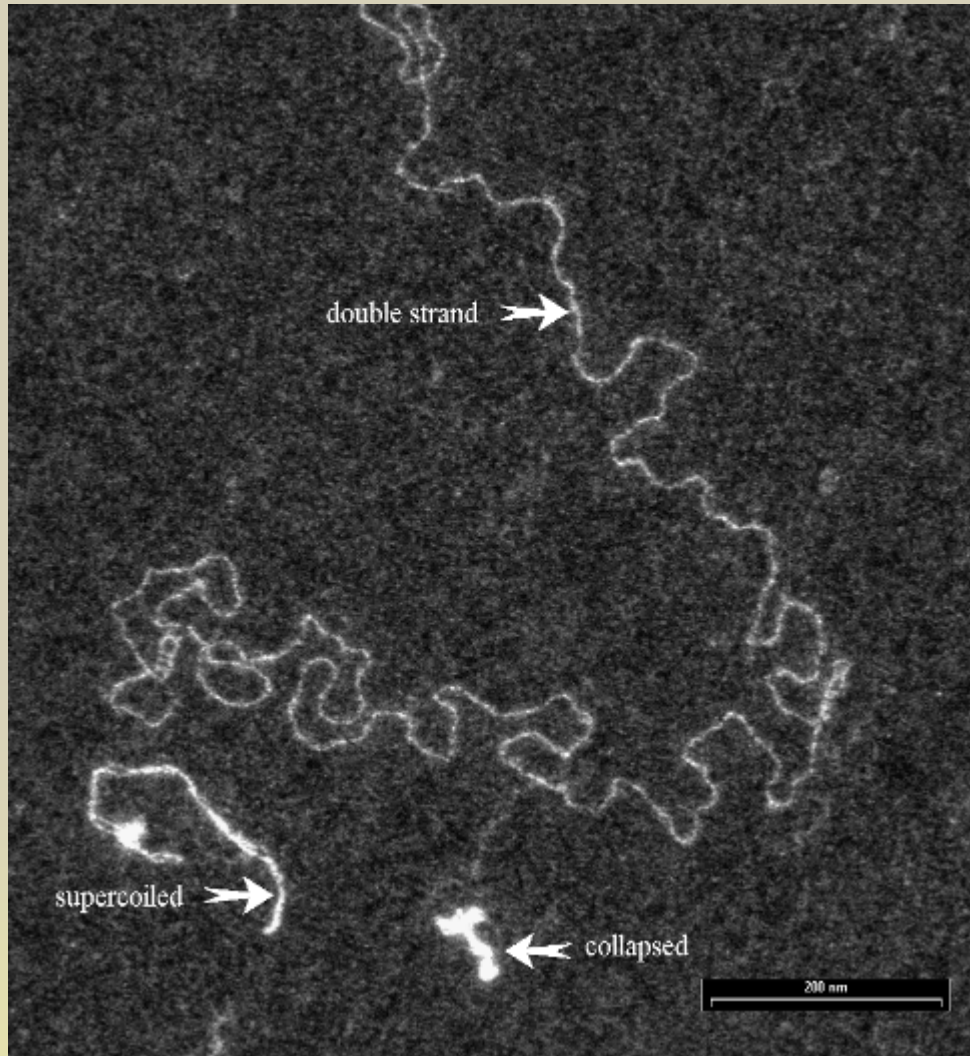
**0.2 – 0.34 нм**

Область измерения  
энергии неупругого

рассеяния:

0 – **2500 эВ.**

# Изображение развернутой молекулы ДНК методом темного поля в упруго рассеянных электронах



Инструментальные параметры:

LEO 912AB: 120 kV,

Ширина щели 10 eV,

Доза: 1060 электронов/nm<sup>2</sup>,

1kx1k SSCCD,

Увеличение микроскопа 20000x.

Образец: Dr. E. Delain, Париж

# Научные направления кафедры физики полимеров и кристаллов

•Физика кристаллизации. Кристаллизация белков.

**Профессор Рашкович Леонид Николаевич**

**(к. Ц-49, т. 939-2981, e-mail: rashk@polly.phys.msu.ru)**

**Вед. н. сотр. Швилкин Борис Николаевич (к. Ц-61, т. 939-2908)**

**Ст. н. сотр. Наумова Инесса Ивановна**

**(КНО, к.101а, 939-1630, e-mail: inna@crystal.phys.msu.ru)**

**Н. сотр. Петрова Елена Валерьевна**

**(к. Ц-49, т. 939-2981, e-mail: petrova@polly.phys.msu.ru)**

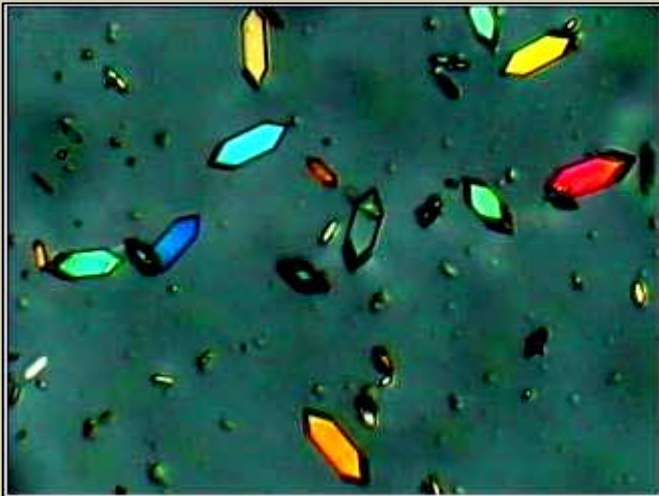
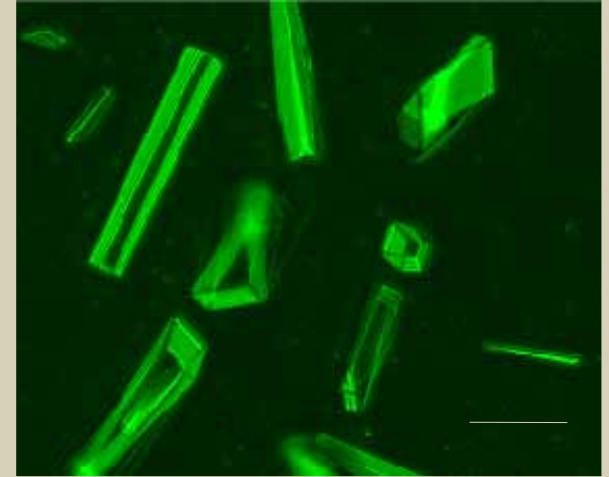
# РОСТ КРИСТАЛЛОВ

*Почему белковые кристаллы не растут большими (>2мм)?*

*Чем отличается рост белковых кристаллов от неживых кристаллов?*

*Почему так много модификаций?*

*Различные модификации кристаллов лизоцима содержат 20-40% водного раствора* →



*Как происходит биоминерализация?*

*От чего зависит рост оксалата, кальцита, брушита?*

*Кристаллы оксалата кальция – основного компонента почечных камней* ←

# Научные направления кафедры физики полимеров и кристаллов

•Диэлектрическая спектроскопия полимеров и кристаллов

**Вед.н.сопр. Гаврилова Надежда Дмитриевна**

(к. 2-73, т. 939-4408, e-mail: [novikmp@orc.ru](mailto:novikmp@orc.ru))

**Ст. н. сопр. Лотонов Александр Михайлович**

(к. 2-73, т. 939-4408, e-mail: [lotonov@polly.phys.msu.ru](mailto:lotonov@polly.phys.msu.ru))

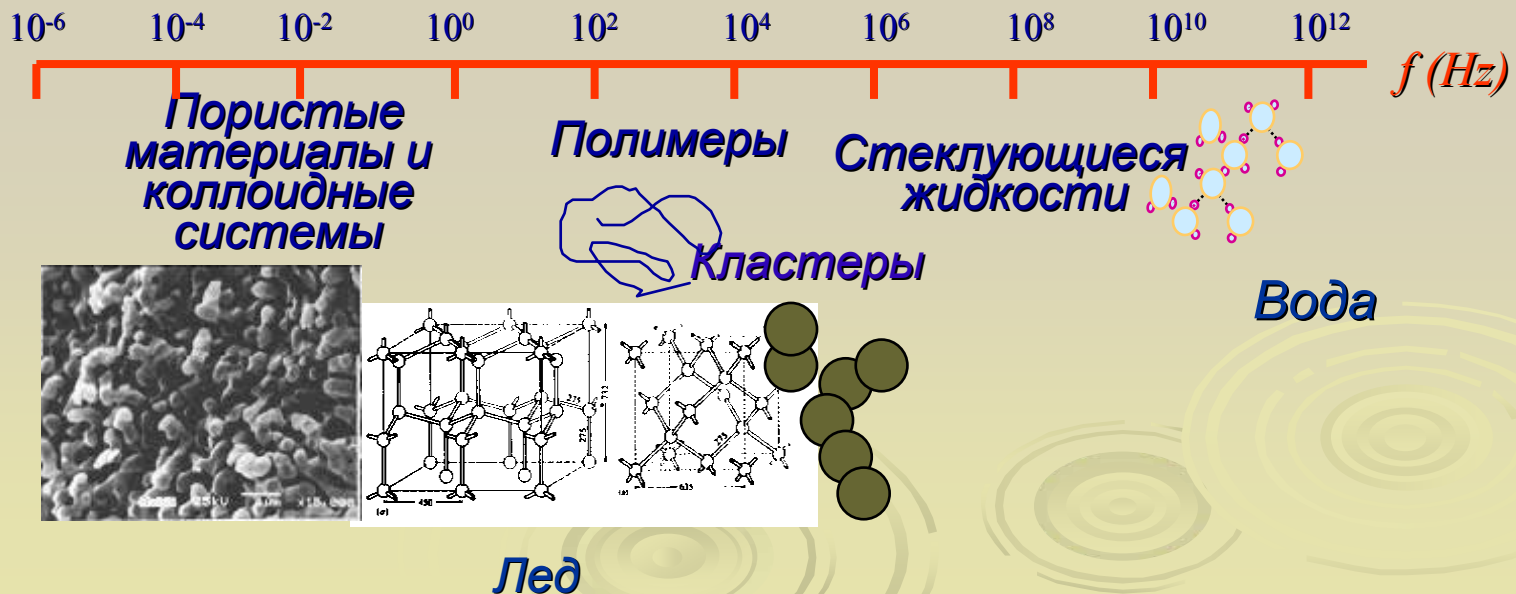
**Ст. н. сопр. Малышкина Инна Александровна**

(к. 2-73, т. 939-4408, e-mail: [malysh@polly.phys.msu.ru](mailto:malysh@polly.phys.msu.ru))

# Диэлектрическая спектроскопия

Широкополосная Диэлектрическая Спектроскопия ( $10^{-6}$  –  $10^{12}$  Гц) является мощным инструментом для исследования разнообразных диэлектрических процессов.

- Вращение небольших молекул в жидкостях
- Реориентация больших молекул в полимерах
- Объемная проводимость в твердых телах и жидкостях и отделение электродных эффектов
- Поверхностная проводимость и граничный заряд в пористых материалах.
- Ионные эффекты в различных твердых телах



# Оборудование

## Диэлектрический спектрометр NOVOCONTROL (Concept 40)



### Основные характеристики прибора:

Интервал частот: 1 мГц – 10 МГц

Интервал температур: -160 ... 400 °С

Диапазон измеряемой емкости:

$10^{-15}$  Ф ... 1 Ф

Диапазон измеряемого сопротивления:

$10^{-2}$  ..  $10^{14}$  Ом

# Основные направления исследований

- Кристаллы с водородными связями. Определение характера влияния структуры водородной связи, и в частности связанной воды, на электрические свойства сегнетоэлектрических материалов.
- Системы различной структурной организации. Изучение механизмов поляризуемости, электропроводности и релаксационных процессов в двумерных полимерных системах (пленках Ленгюра-Блоджетт), трехмерных полимерных сетках, полукристаллических полимерах, кристаллах.
- Ионные жидкости и полимеры на их основе. Исследование новых функциональных материалов с высокой ионной электропроводностью.
- Вода в полимерах и кристаллах. Изучение взаимодействий полимер-вода с целью моделирования свойств биополимеров.



MEETING THE CHALLENGES OF THE 21ST CENTURY –  
NOVEL APPLICATIONS OF  
BROADBAND DIELECTRIC SPECTROSCOPY

SUZDAL, RUSSIA  
22-26 JULY 2007



**novocontrol** Technologies



*This workshop  
is supported by:*

The NATO Science for Peace  
and Security Programme

# Научные направления кафедры физики полимеров и кристаллов

## •Теоретическая физика нелинейных явлений и неравновесных процессов

**Профессор Лоскутов Александр Юрьевич**

**(к. 3-24, т. 939-5156, e-mail: [loskutov@polly.phys.msu.ru](mailto:loskutov@polly.phys.msu.ru))**

**Н.сопр. Джаноев Арсен Робертович**

**(к.3-24, т. 939-5156, e-mail: [janoev@polly.phys.msu.ru](mailto:janoev@polly.phys.msu.ru))**

- Теоретическая физика полимеров.
- Коллоидная физика.
- Физика жидких кристаллов.
- Растворы полимеров.
- Лаборатория с Институтом промышленных технологий Тайваня.
- Полимеры, восприимчивые к внешним полям. Совместная лаборатория с компанией LG Chem (Корея).
- Жидкие кристаллы и жидкокристаллические полимерные комплексы. Совместная лаборатория с Институтом промышленных технологий Тайваня.
- Твердые растворы.
- Никель-полимерные комплексы.
- Синтетические полимеры.
- Полимерные наноструктуры.
- Экспериментальная физика полимеров.
- Сканирующая зондовая микроскопия биополимеров.
- Диэлектрическая спектроскопия полимеров и кристаллов.
- Физика кристаллизации. Кристаллизация белков.
- Изучение нелинейных явлений в сложных системах. Биомолекулярный компьютеринг.
- Теоретическая физика нелинейных явлений и неравновесных процессов
- Физическая акустика кристаллов.
- Теоретическая физика кристаллов и квазикристаллов. Информационно-синергетические и теоретико-групповые методы в науке и искусстве.
- Поиск и исследование новых монокристаллов сегнетоэлектриков и суперионных проводников.
- Перспективные углеродные материалы.

# Нелинейной динамики и хаоса

Нелинейность

● **Динамический хаос**

Нелинейность

● **Бильярды**

Нелинейность

● **Самоорганизация и хаотизация**

Нелинейность

● **Управление динамическими системами**

Нелинейность

● **Временные ряды**

Нелинейность

● **Фрактальные множества**

Нелинейность

● **Теория бифуркаций**

Нелинейность

● **Мезоскопическая кинетика**

Нелинейность

● **Финансовая математика**



**Александр Юрьевич Лоскутов**  
профессор, д.ф.м.н.

*Тел.:* 939-5156. *E-mail:* Loskutov@polly.phys.msu.ru

Область исследований:

*Динамический хаос, фракталы, самоорганизация, обработка информации, финансовая математика, ...*



**Джаноев Арсен Робертович,**  
к.ф.-м.н., научн. сотрудник.

*Тел.:* 939-5156. *E-mail:* janoev@polly.phys.msu.ru

**Область научных интересов:**

1. Хаос и математические методы;
2. Бильярды;
3. Динамика планетных колец;
4. Небесная механика.

# Научные направления кафедры физики полимеров и кристаллов

## •Физическая акустика кристаллов

**Профессор Баранский Константин Николаевич**  
(к. 1-39, т. 939-4678, e-mail: [baransky@polly.phys.msu.ru](mailto:baransky@polly.phys.msu.ru))

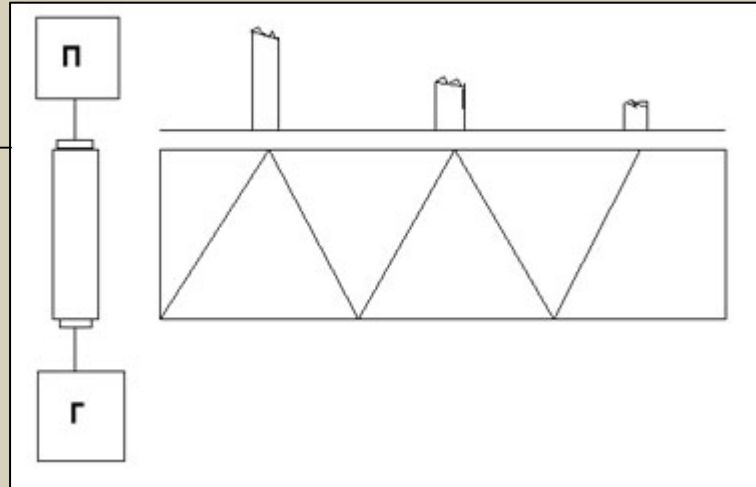
- Теоретическая физика полимеров.
- Коллоидная физика полимеров.
- Физика жидких кристаллов.
- Растворы полимеров. Совместная лаборатория с Институтом промышленности Тайваня.
- Полимеры, восприимчивые к внешнему воздействию. Совместная лаборатория с компанией LG Chem (Корея).
- Жидкие кристаллы и жидкокристаллические полимерные комплексы. Совместная лаборатория с Институтом промышленных технологий Тайваня.
- Твердые полимеры.
- Синтетические полимеры.
- Полимеры в сверхкритических жидкостях.
- Экспериментальные методы исследования полимерных растворов
- Сканирующая зондовая микроскопия биополимеров.
- Диэлектрическая спектроскопия полимеров и кристаллов.
- Физика кристаллизации. Кристаллизация белков.
- Изучение нелинейных явлений в сложных системах. Биомолекулярный компьютеринг.
- Теоретическая физика нелинейных явлений и неравновесных процессов
- Физическая акустика кристаллов.
- Теоретическая физика кристаллов и квазикристаллов. Информационно-синергетические и теоретико-групповые методы в науке и искусстве.
- Поиск и исследование новых монокристаллов сегнетоэлектриков и суперионных проводников.
- Перспективные углеродные материалы.

# ФИЗИЧЕСКАЯ АКУСТИКА КРИСТАЛЛОВ

Скорости  $V_{QL}, V_{QS}$



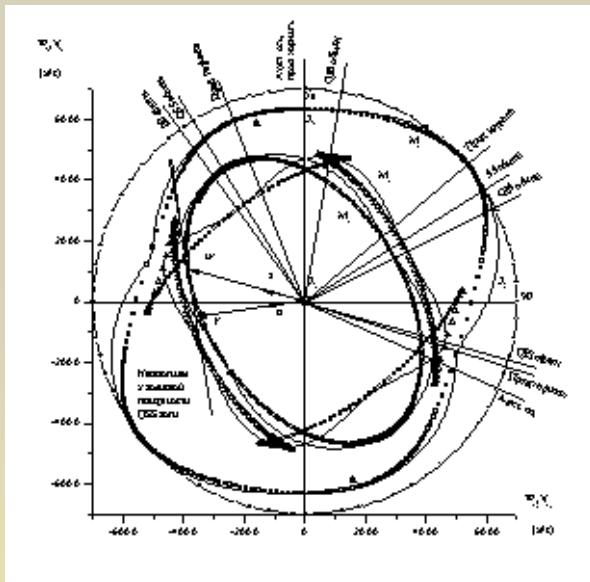
Упругие константы,  
тензор  $c_{ijkl}$



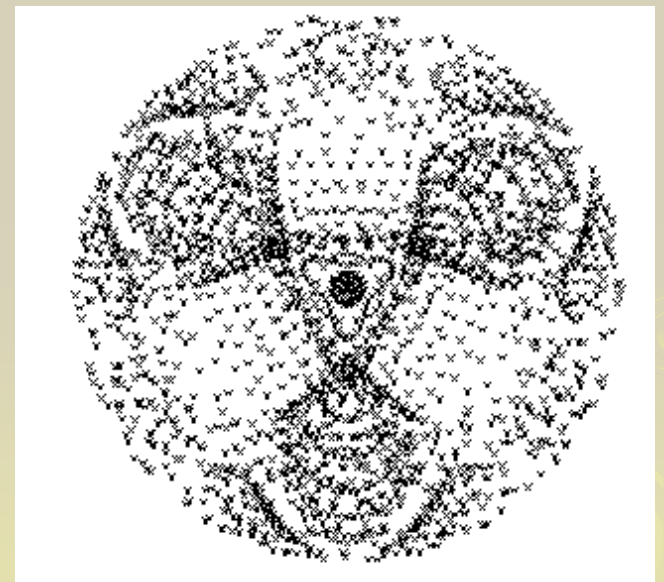
Поглощение



Тензор коэффициентов  
вязкости  $\eta_{ijkl}$



Сечения поверхностей групповых и фазовых скоростей в  $\text{SiO}_2$



Фокусировка фононов в  $\text{SiO}_2$

# Научные направления кафедры физики полимеров и кристаллов

## •Методы теории симметрии

**Н. сопр. Беляев Олег Антонович**

**(ЦКП, т.939-39-10, e-mail: [belyaev@polly.phys.msu.ru](mailto:belyaev@polly.phys.msu.ru))**

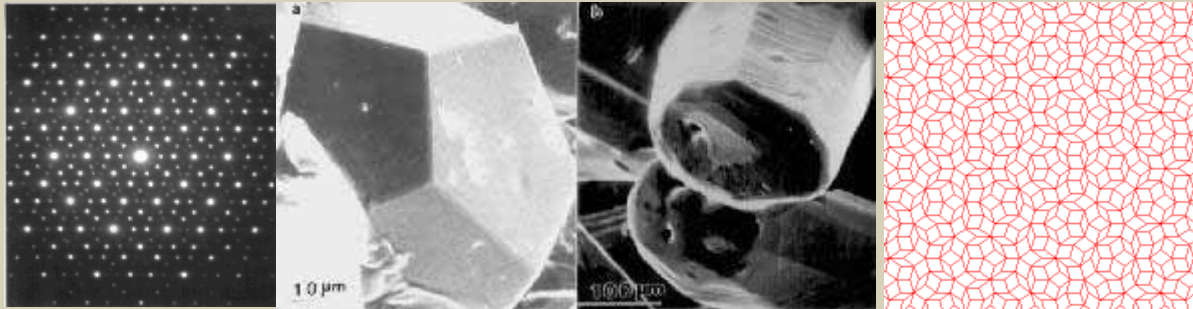
- Теоретическая физика полимеров и кристаллов.
- Компьютерное моделирование полимеров и кристаллов.
- Физическая химия полимеров и кристаллов.
- Растворы амфифильных полимеров, полимерные наноконструкции, полимерные нанокомпозиты. Совместная лаборатория с Институтом промышленных технологий Тайваня.
- Полимеры, восприимчивые к внешним полям. Совместная лаборатория с компанией LG Chem (Корея).
- Жидкие кристаллы и жидкокристаллические полимерные комплексы. Совместная лаборатория с Институтом промышленных технологий Тайваня.
- Твердые полимеры.
- Синтез полимеров.
- Полимеры в сверхкритических жидкостях.
- Экспериментальные методы исследования полимерных растворов
- Сканирующая зондовая микроскопия биополимеров.
- Диэлектрическая спектроскопия полимеров и кристаллов.
- Физика кристаллизации. Кристаллизация белков.
- Изучение нелинейных явлений в сложных системах. Биомолекулярный компьютеринг.
- Теоретическая физика нелинейных явлений и неравновесных процессов
- Физическая акустика кристаллов.
- Теоретическая физика кристаллов и квазикристаллов. Информационно-синергетические и теоретико-групповые методы в науке и искусстве.
- Поиск и исследование новых монокристаллов сегнетоэлектриков и суперионных проводников.
- Перспективные углеродные материалы.

# Теоретическая физика кристаллов и квазикристаллов.

## Теоретико – групповой и информационно – синергетический анализ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Важным средством теоретического исследования квазикристаллов является использование их необычной симметрии, которая наблюдается экспериментально:

В картинах дифракции электронов



мозаике Пенроуза

в формах роста икосаэдрических моно- и квазикристаллов и в моделях их структуры

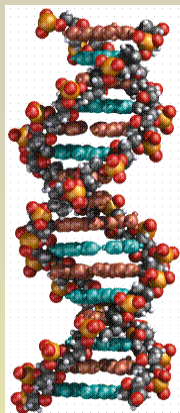
**обнаруживаются запрещённые оси симметрии пятого порядка**

Обобщённые группы симметрии позволяют исследовать и предсказывать физические и эстетические свойства объектов науки и искусства, таких сложных, как, например

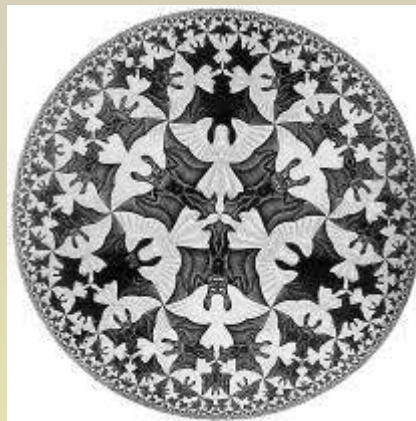
ДНК

гравюра Эшера

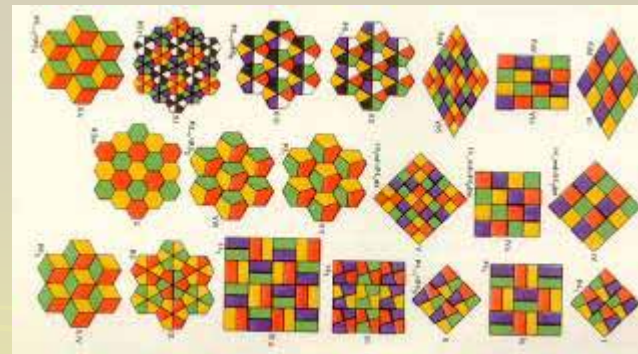
и цветные мозаики - модели двумерных кристаллов



Спиральная симметрия



Фрактальная симметрия самоподобия



Трансляционная и поворотная (пространственная) цветная симметрия, скомбинированная с перекрашиванием элементарных ячеек совмещает мозаики с собой

# Научные направления кафедры физики полимеров и кристаллов

**• Поиск и исследование новых монокристаллов сегнетоэлектриков и суперионных проводников.**

***Вед.н.сопр. Воронкова Валентина Ивановна***  
***(к. Ц-28, т. 939-2883, e-mail: [voronk@polly.phys.msu.ru](mailto:voronk@polly.phys.msu.ru))***  
***Н. сопр. Харитонова Елена Петровна***  
***(к. Ц-28, т. 939-2883, e-mail: [harit@polly.phys.msu.ru](mailto:harit@polly.phys.msu.ru))***

- Тес
- Кол
- Фи
- Рад
- лаборатория с институтом промышленной технологии Тайваня.
- Полимеры, восприимчивые к внешнему воздействию. Совместная лаборатория с компанией LG Chem (Корея).
- Жидкие кристаллы и жидкокристаллические полимерные комплексы. Совместная лаборатория с Институтом промышленных технологий Тайваня.
- Твер
- Нике
- Синт
- Поли
- Эксп
- Сканирующая зондовая микроскопия биополимеров.
- Диэлектрическая спектроскопия полимеров и кристаллов.
- Физика кристаллизации. Кристаллизация белков.
- Изучение нелинейных явлений в сложных системах. Биомолекулярный компьютеринг.
- Теоретическая физика нелинейных явлений и неравновесных процессов
- Физическая акустика кристаллов.
- Теоретическая физика кристаллов и квазикристаллов. Информационно-синергетические и теоретико-групповые методы в науке и искусстве.
- Поиск и исследование новых монокристаллов сегнетоэлектриков и суперионных проводников.
- Перспективные углеродные материалы.

# научная группа по поиску и исследованию новых материалов сегнетоэлектриков и суперионных проводников

Руководитель д.ф.м.н., проф. Воронкова Валентина Ивановна,  
сотрудники: к.ф.м.н. Харитонова Е.П., Леонтьева И.Н.,  
асп. Агапова Е.И., Рудницкая О.Г., студ. Колесникова Д.С., Красильникова А.Е.

## ЦЕЛЬ НАУЧНОЙ РАБОТЫ

- поиск и исследование материалов с особыми физическими свойствами:
  - ✓ сегнетоэлектрики
  - ✓ катионные и анионные проводники
  - ✓ нелинейные оптические кристаллы
  - ✓ пьезоэлектрики

## ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ


- ⇒ Взаимосвязь структуры и свойств
  - ⇒ Фазовые переходы
    - ⇒ Порядок и беспорядок в структуре и их влияние на проводимость
  - ⇒ Механизмы роста и проблема получения монокристаллов

# ОСНОВНЫЕ СТРУКТУРНЫЕ ТИПЫ И ИССЛЕДОВАННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

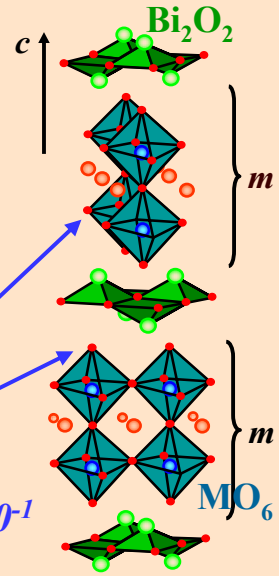
## СЛОИСТЫЕ

Купрат иттрия бария  
 $YBa_2Cu_3O_{7-y}$   
высокотемпературный  
сверхпроводник

Фазы Ауривиллиуса  
сегнетоэлектрики,  
кислородные проводники



$Bi_2WO_6$

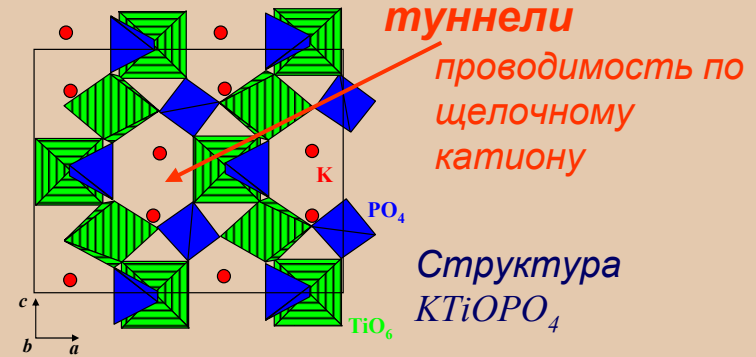


Структура фаз Ауривиллиуса

проводимость по кислороду ( $10^{-1}$  -  $10^{-3} \text{ Ом}^{-1}\text{см}^{-1}$ ) в слоях  $MO_6$

## ТУННЕЛЬНЫЕ

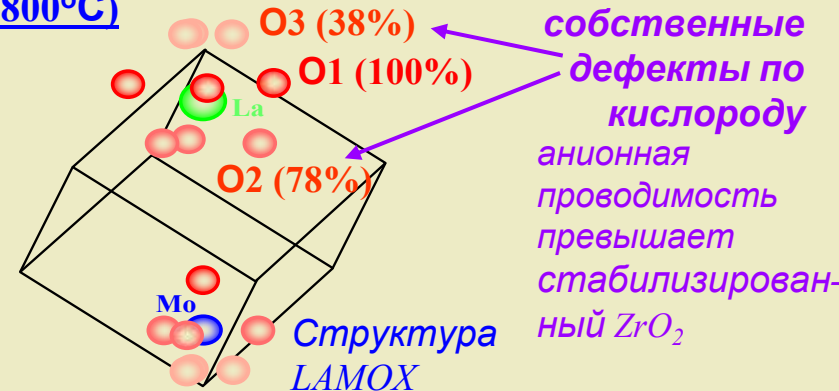
сегнетоэлектрики, суперионные проводники,  
нелинейные оптические материалы



сегнетоэлектрические свойства в семействе  $KTiOPO_4$  впервые были обнаружены в нашей лаборатории

## СТРУКТУРНЫЙ ТИП LAMOX ( $La_2Mo_2O_9$ )

сегнетоэлектрики, высокая проводимость по кислороду  
 ( $\sim 10^{-1} \text{ Ом}^{-1}\text{см}^{-1}$  при  $800^\circ\text{C}$ )



Нами впервые выращены монокристаллы LAMOX и исследованы особенности их фазовых переходов

# Научные направления кафедры физики полимеров и кристаллов

## •Перспективные углеродные материалы

**Профессор Образцов Александр Николаевич**

**(к. Ц-24, т. 939-4126, e-mail: [obraz@polly.phys.msu.ru](mailto:obraz@polly.phys.msu.ru))**

**Ст.н. сотр. Волков Александр Павлович**

**(к. Ц-24, т. 939-4126, e-mail: [avolk@polly.phys.msu.ru](mailto:avolk@polly.phys.msu.ru))**

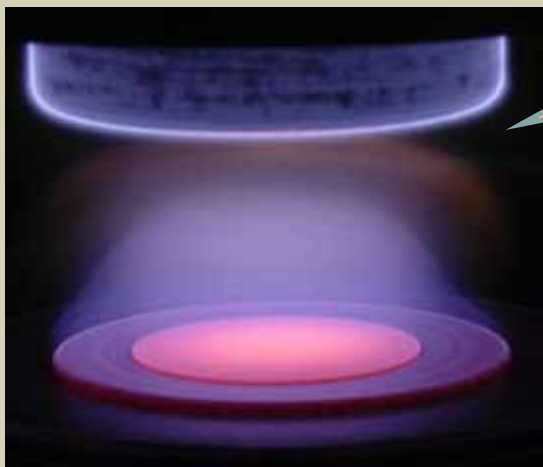
**Инженер Клещ Виктор Иванович**

**(к. Ц-24, т. 939-4126, e-mail: [klesch@polly.phys.msu.ru](mailto:klesch@polly.phys.msu.ru))**

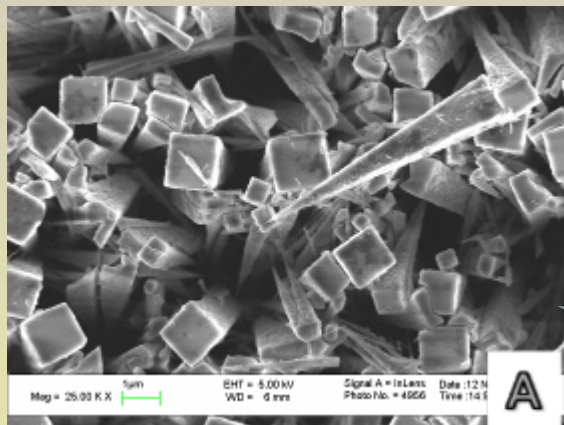
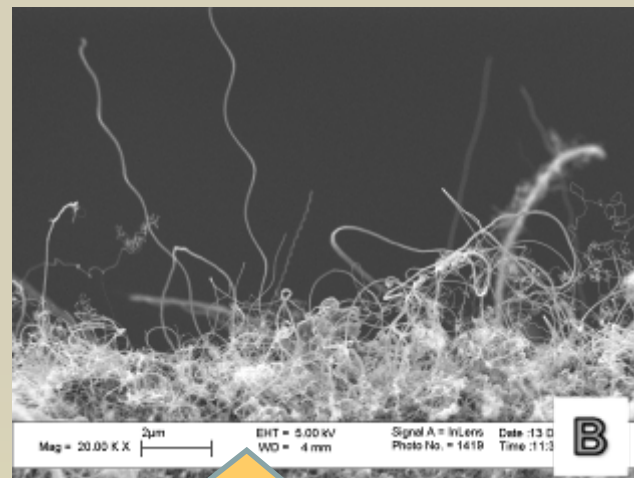
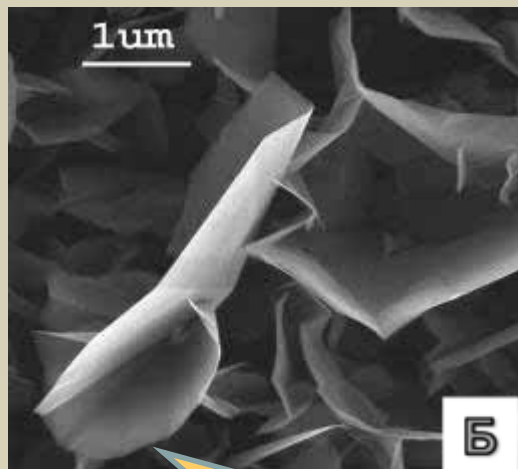
На кафедре ведутся работы по синтезу, исследованию и применению углеродных наноматериалов, включая: наноалмазные порошки и пленки; углеродные нанотрубки; нанокристаллический графит и графитные пленки нанометровой толщины.

Синтез этих материалов ведется путем осаждения углерода из активированной плазмой газовой среды.

На рисунках ниже показаны электронно-микроскопические изображения алмазных наноигл (А), нанокристаллитов графита (Б) и углеродных нанотрубок (В).

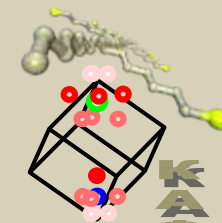


Фотография плазмы в процессе осаждения наноуглеродного материала.



Электронно-микроскопические изображения алмазных наноигл (А); нанокристаллитов графита (Б) и углеродных нанотрубок (В).





КАФЕДРА ФИЗИКИ ПОЛИМЕРОВ И КРИСТАЛЛОВ

Ждем вас на нашей кафедре!