

**КАФЕДРА ФИЗИКИ  
ПОЛИМЕРОВ  
И КРИСТАЛЛОВ**

09.04.2015

# Общая информация



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.

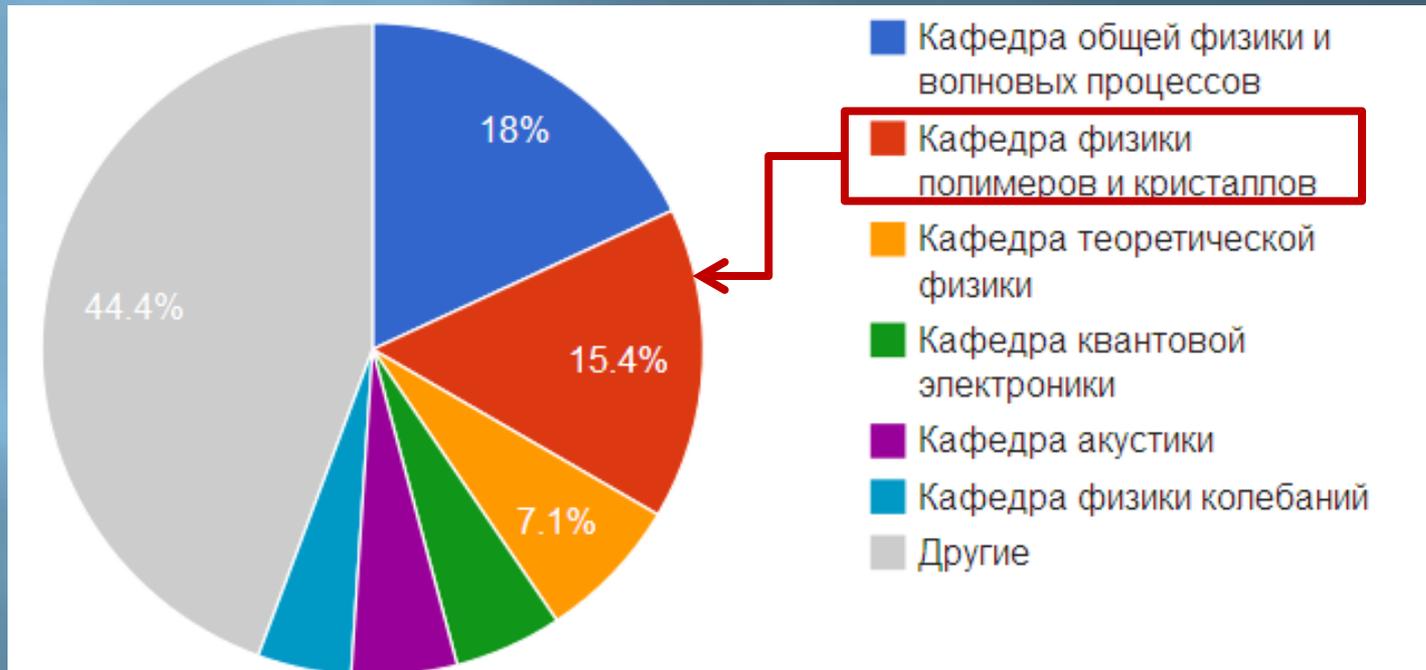
На кафедре в настоящее время обучаются  
42 студента и 20 аспирантов.

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

# Информация о кафедре

## Публикации Физического факультета

Статьи сотрудников факультета в престижных международных научных журналах (Top 25). Доля различных кафедр.



Кафедра физики полимеров и кристаллов – одна из наиболее активных с точки зрения публикаций в престижных научных журналах

# Информация о кафедре

## Публикации Физического факультета

Цитирование статей сотрудников факультета. Доля различных кафедр.



**Кафедра физики полимеров и кристаллов – одна из наиболее активных с точки зрения публикаций в престижных научных журналах**

# Информация о кафедре

## Финансирование научных исследований кафедры (на конец 2014 г.)

### **РФФИ**

- 19 проектов - финансирование более 12 млн.руб. в год

### **Российский Научный Фонд**

- финансирование около 12 млн.руб. в год

### **Сколковский институт науки и технологии**

- 2 проекта - финансирование около 15 млн.руб. в год

### **Министерство Образования РФ**

- 4 проекта - финансирование около 20 млн.руб. в год

# Информация о кафедре

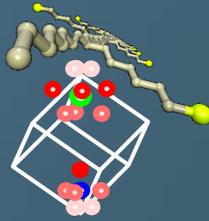
## Международное сотрудничество

- 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)
- Институт Садрона г. Страсбург (Франция)
- Университет г. Синьчжу (Тайвань)
- НИИ промышленных технологий (Тайвань)
- Университет Париж-11 (Франция)

- ✓ Гранты Немецкого научно-исследовательского общества
- ✓ Проекты в рамках Совместной лаборатории МГУ-НИИПТ (Тайвань)
- ✓ Проекты в рамках Совместной лаборатории МГУ-LG Chem



# Информация о кафедре



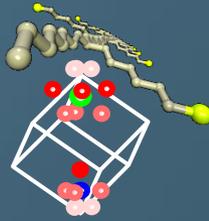
Дополнительную информацию о кафедре можно получить  
на сайте кафедры

<http://polly.phys.msu.ru>

а также у куратора 2-го курса  
**Малышкиной Инны Александровны,**

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

# Информация о зачислении



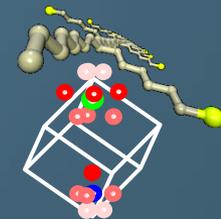
Прием студентов 2 курса на кафедру физики полимеров и кристаллов будет осуществляться по результатам собеседования.

Для прохождения собеседования необходимо подать в учебную часть заявление о зачислении на кафедру.

Основным критерием при отборе студентов на кафедру будет число потерянных баллов (с учетом уменьшения этого числа по итогам курсовых работ на 2 курсе).

Зачисление будет проходить в конце мая.

При зачислении каждому студенту будет задан вопрос о лаборатории, в которой он собирается работать. Ответ будет пониматься как намерение, а не как твердое обязательство.



# Перечень специальных отделенческих и кафедральных курсов для студентов кафедры (2014/2015 учебный год)

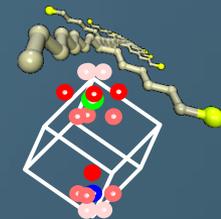
## III курс, 6 семестр (1 экзамен, 2 зачета)

Филиппова О.Е., Тамм М.В.	Введение в науку о полимерах
	Спецпрактикум

## IV курс, 7 семестр (3 экзамена, 1 зачет)

Киселева О.И.	Молекулярные основы живых систем (1 часть)
Виноградова О.И.	Коллоидные системы
Образцов А.Н.	Физика нанотуглеродных материалов
Иванов В.А.	Методы компьютерного моделирования в статистической физике
	Спецпрактикум

# Перечень специальных отделенческих и кафедральных курсов для студентов кафедры (2014/2015 учебный год)

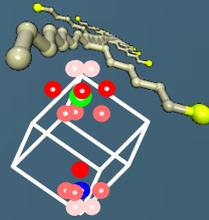


IV курс, 8 семестр (2 экзамена, 2 зачета, 1 дополнительный зачёт)

Иванов В.А.	Компьютерное моделирование полимерных систем
Казначеев А.В.	Физика жидких кристаллов
Хохлов А.Р.	Современные проблемы физики полимеров и кристаллов
Потемкин И.И.	Физика «мягких» сред
Киселева О.И.	Молекулярные основы живых систем (2 часть)
Лаптинская Т.В., Малышкина И.А., Харитонова Е.П.	Спектроскопические и дифракционные методы исследования полимеров и кристаллов
Трибельский М.И.	Физика конденсированного состояния
Махаева Е.Е.	Методы исследования макромолекул
	Спецпрактикум

# МАГИСТЕРСКАЯ ПРОГРАММА

## «ФИЗИКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ»



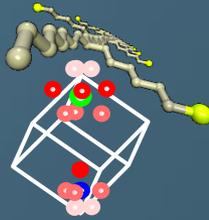
Очное обучение: 2 года, бюджетные и платные места  
Вступительные испытания: физика

### Основные дисциплины:

- Физика конденсированного состояния
- Физические принципы нанотехнологий
- Основы физики и химии полимеров
- Молекулярные основы живых систем
- Статистическая физика макромолекул
- Введение в органическую электронику
- Физика нанокристаллических материалов
- Физика кристаллов
- Методы микроскопии высокого разрешения в исследованиях наноматериалов
- Методы компьютерного моделирования в статистической физике
- Полиэлектролиты в растворе и вблизи поверхностей

# МАГИСТЕРСКАЯ ПРОГРАММА

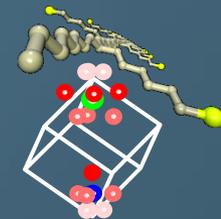
## «ФИЗИКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ»



### Дополнительные дисциплины (по выбору):

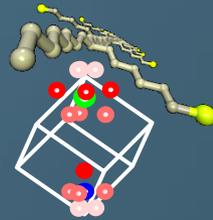
- Оптика анизотропных сред
- Введение в теорию жидкостей и фазовых переходов
- Введение в химическую информатику
- Рост кристаллов
- Физика «мягких сред»
- Компьютерное моделирование полимерных систем
- Методы исследования полимеров
- Кристаллизация в полимерах
- Бионаноскопия
- Физика поверхности кристаллов
- Современные модели неравновесной статфизики
- Функциональные материалы для электрохимической энергетики
- Коллоидные системы
- Самосборка как способ получения новых молекулярных систем
- Материалы для органической электроники
- Методы теории фазовых переходов в физике полимерных наноструктур
- Биомиметические системы и материалы
- Принципы и перспективы создания биотехнологических наноматериалов и наноустройств
- Самоорганизация в тонких полимерных пленках
- Диффузия в полимерах
- Люминесценция и рассеяние света в растворах и взвешях наночастиц

# Специальные практикумы



1. Использование компьютеров в физических исследованиях. 3-й курс (весенний семестр)
2. Практикум по химии и физике полимеров. 4-й курс (осенний семестр)
3. Методы исследования полимеров. 4-й курс (весенний семестр)
4. Практикум по сканирующей зондовой микроскопии
5. Компьютерное моделирование полимеров
6. Математический вычислительный практикум (ВМик МГУ)

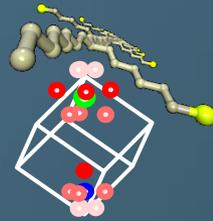
# Экспериментальное оборудование кафедры



- 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



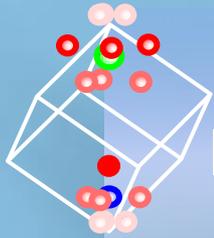
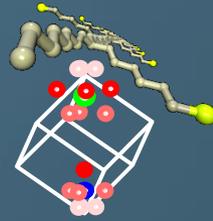
# Экспериментальное оборудование кафедры



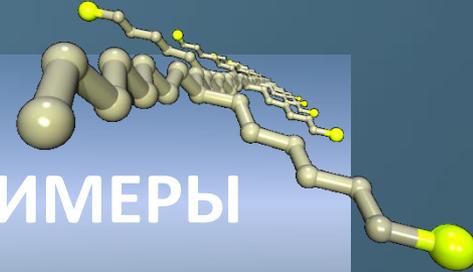
- Микрореометр
- Статическое светорассеяние: FICA 50 гониометр
- Динамическое светорассеяние: Photon correlation
- Ультрацентрифуга MOM
- Установка по миллиметровой спектроскопии полимеров
- HPLC хроматография
- Установка для экспериментов в суперкритических средах
- Оптический микроскоп Zeiss AxioPlan
- Набор оборудования для термомеханических исследований, Netsch, (Germany)



# Научные направления кафедры физики полимеров и кристаллов



КРИСТАЛЛЫ

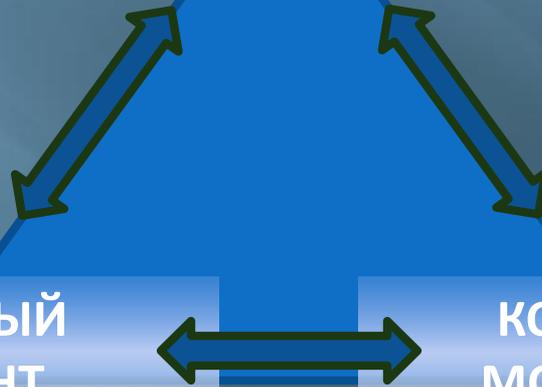


ПОЛИМЕРЫ

ТЕОРИЯ

ЛАБОРАТОРНЫЙ  
ЭКСПЕРИМЕНТ

КОМПЬЮТЕРНОЕ  
МОДЕЛИРОВАНИЕ



# 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))**

**Профессор Кучанов Семен Ильич**

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

**Профессор Потемкин Игорь Иванович**

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

**Профессор Крамаренко Елена Юльевна**

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

**Доцент Говорун Елена Николаевна**

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

СТЕМ

ЕНТОВ

•Теоретическая физика полимеров.

•Микро- и нанофлюидика. Коллоиды.

•Теоретическая физика нелинейных, неравновесных и сложных систем

•Комп

•Комп

•Физи

•Терм

•Физи

•Элект

•Поли

•Экспе

•Жидк

•Поли

•Скани

•Диэле

•Перспективные углеродные материалы

•Поиск и исследование новых монокристаллов сегнетоэлектриков и суперионных проводников

•Физика кристаллизации. Кристаллизация белков

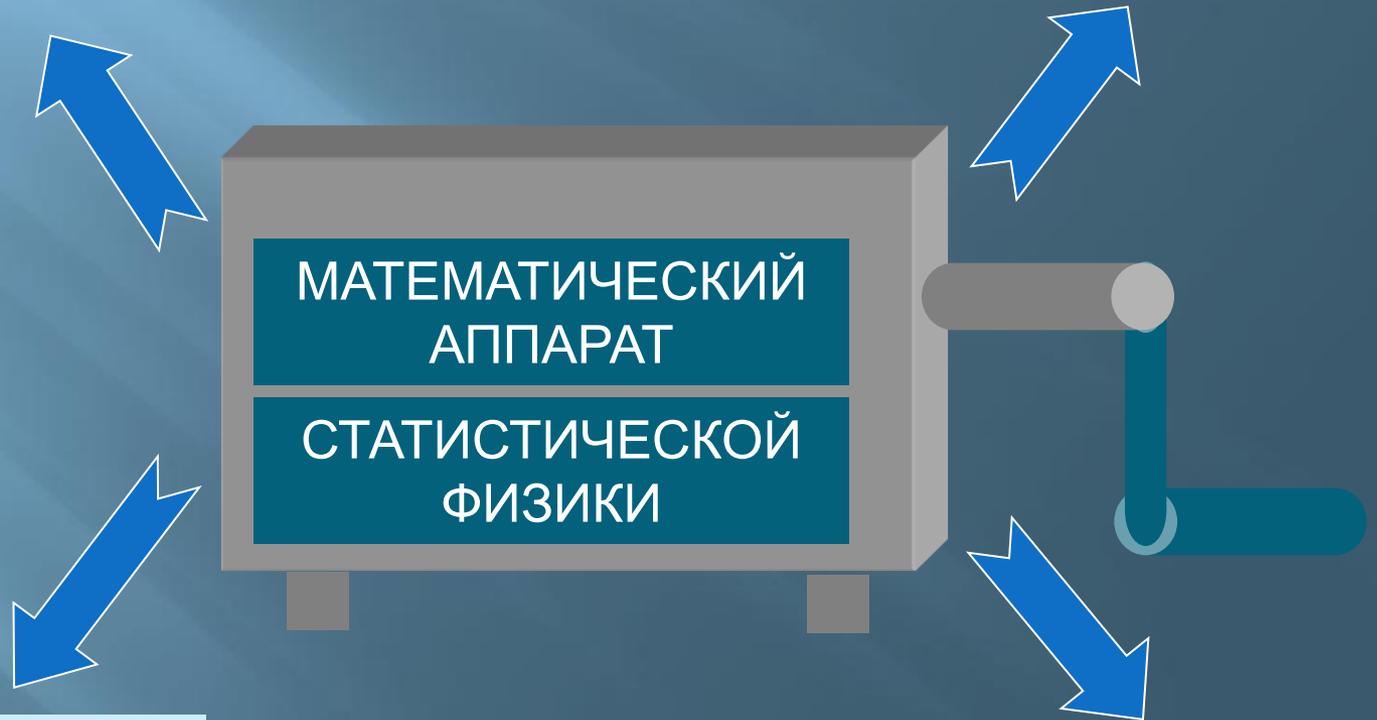
•Методы теории симметрии

•Хемоинформатика

# ТЕОРИЯ

Пространственная  
структура макромолекулы  
(случайные блуждания)

Фазовые переходы



Термодинамика  
поверхностных  
слоев

Диффузионные  
процессы

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



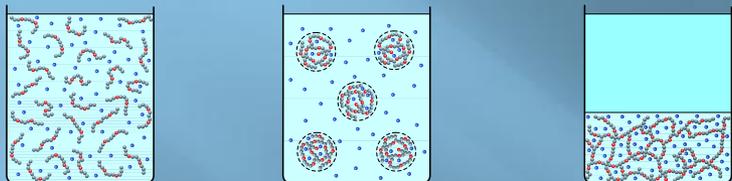
***Научная работа ведется в Московском государственном университете и Ульмском университете (Германия).***

***Аспиранты имеют возможность защищать кандидатские диссертации в двух университетах***

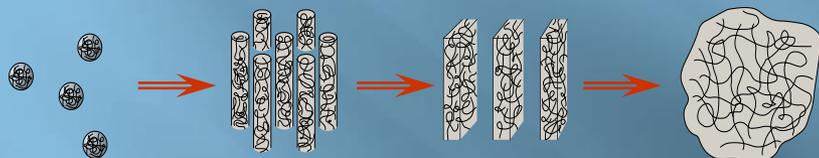
# Теория ионосодержащих систем

## Ассоциирующие полиэлектролиты

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



Микрофазное расслоение

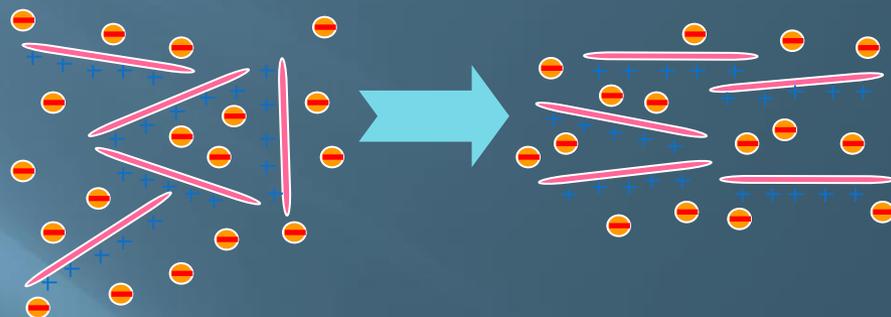


## Стержнеобразные полиэлектролиты

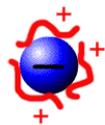
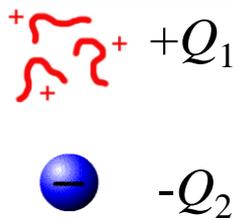
(вирус табачной мозаики, сегменты ДНК и др.)

Жидкокристаллическое упорядочение в растворах

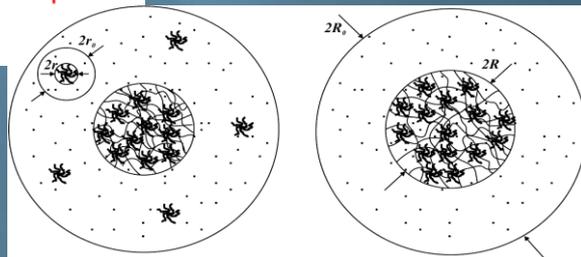
Предсказанный новый эффект: **ориентирующее действие кулоновских сил**



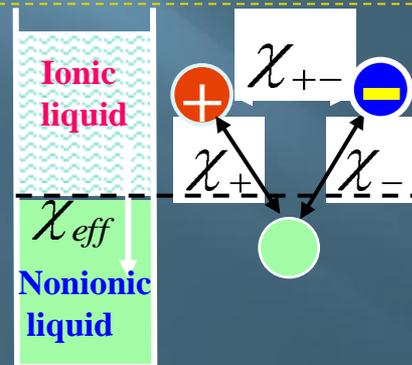
Комплексы противоположно заряженных полиэлектролитов.  
Эффект перезарядки



$$q = Q_1 - |Q_2| > 0$$



## Ионные жидкости



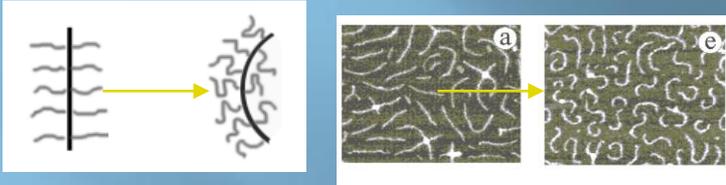
$$\chi_{eff} = \frac{\chi_+ + \chi_-}{2} - \frac{\chi_{+-}}{4}$$

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

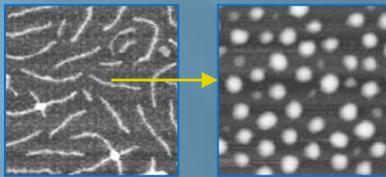
# Теория адсорбированных полимеров

## Гребнеобразные полимеры

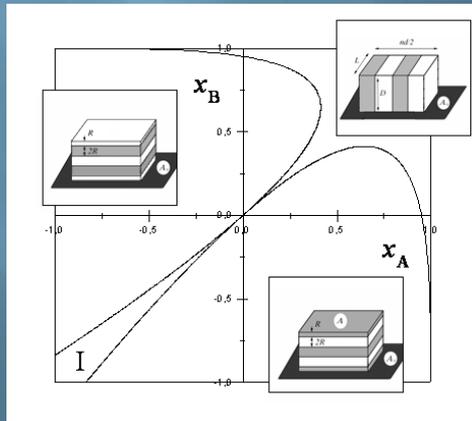
### Эффект спонтанного искривления



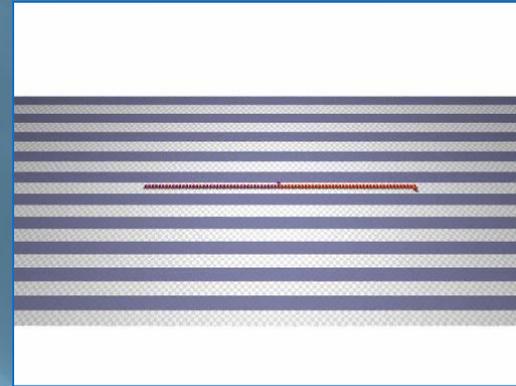
### Фазовый переход «стержень-глобула»



## Ориентация слоев в тонких пленках блок-сополимеров

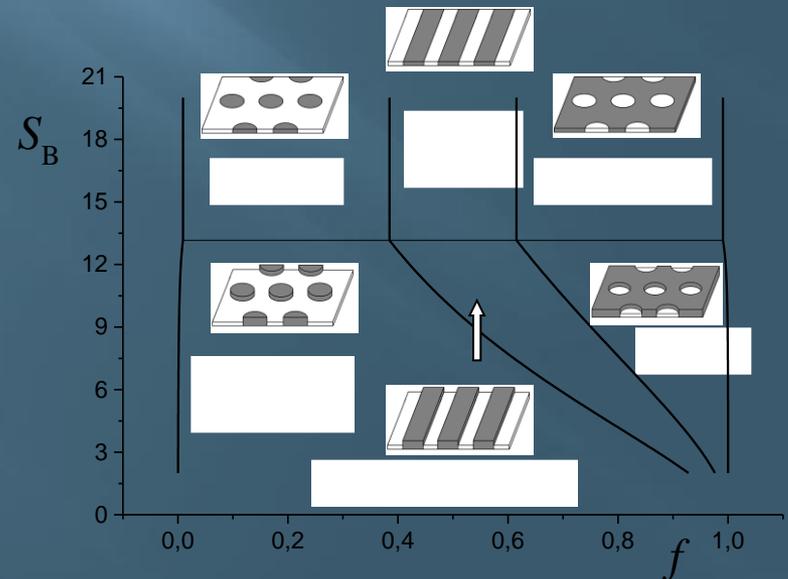


## Молекулярные моторы, основанные на адсорбированных блок-сополимерах



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

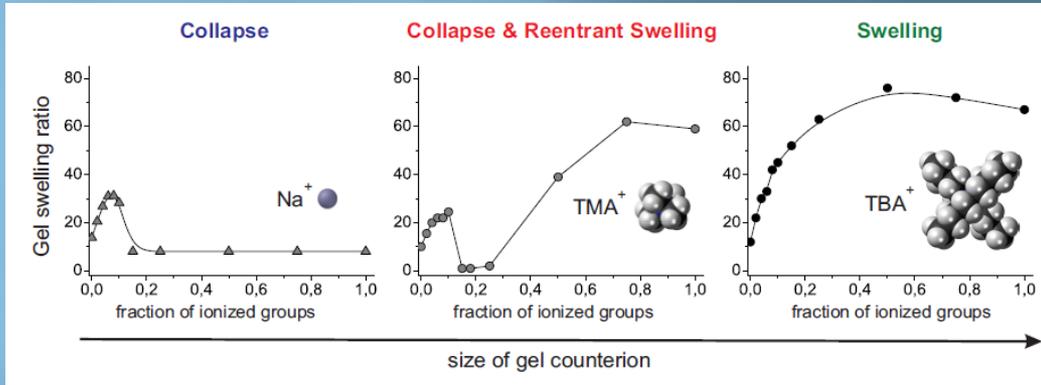
## Микрофазное расслоение в сверхтонких пленках блок-сополимеров



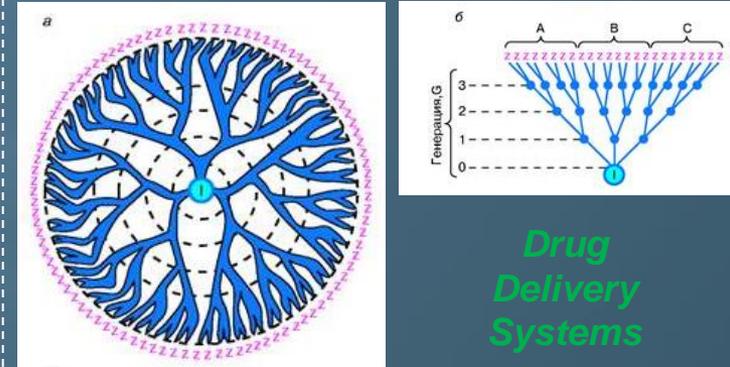
# Полиэлектролиты и сверхразветвленные полимеры: Теория + компьютерный эксперимент (д.ф.-м.н., профессор Крамаренко Е.Ю.)

## Полиэлектролитное / иономерное поведение

Теоретическое описание иономерного состояния позволяет обнаружить новые фазовые переходы в полиэлектролитных системах:



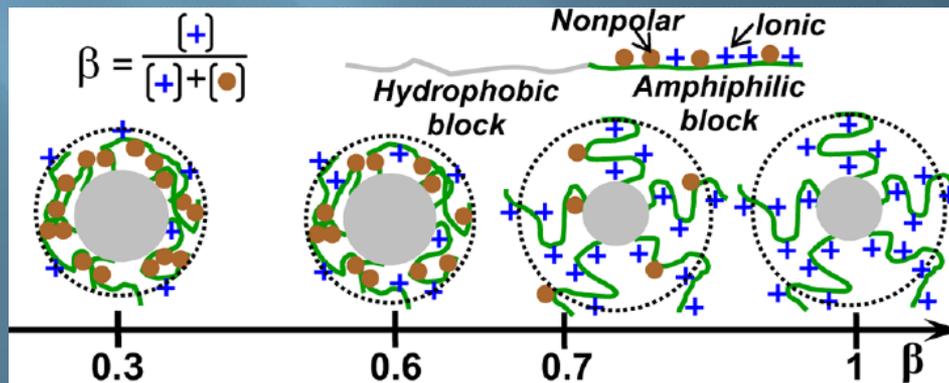
## Дендримеры



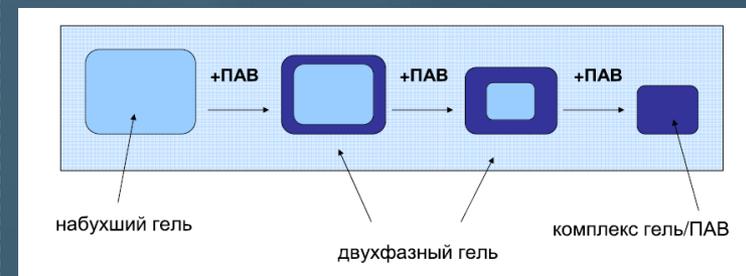
Использование дендримеров в качестве наноконтейнеров для направленного транспорта лекарств и генов.

## Комплексо- и мицеллообразование

Ионизация блока короны вызывает переход, сопровождающийся скачкообразным изменением агрегационного числа мицелл:



Возможность фазового расслоения в комплексе полиэлектролитного геля с ПАВ:

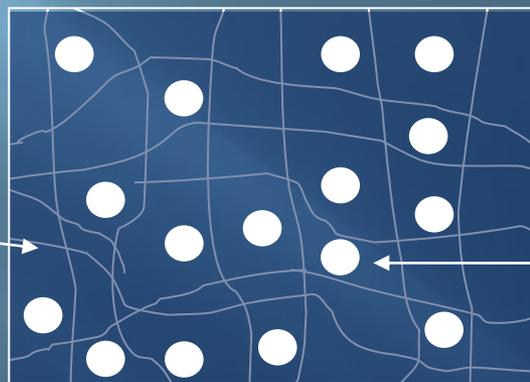


# Магнитные эластомеры: Теория + Эксперимент

(д.ф.-м.н., профессор Крамаренко Е.Ю.)

- НОВЫЙ ТИП КОМПОЗИТА, представляющего собой **высокоэластичную полимерную матрицу** с диспергированными в ней **магнитными частицами** нано- или микро- размера (патент RU 2157013)

Полимерная матрица  
 $E \sim 1-50$  кПа



Магнитные наночастицы

Жесткие ( $E > 1000$  кПа)  
магнитоэласты

**МАГНИТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ  
ПОЛИМЕР !**

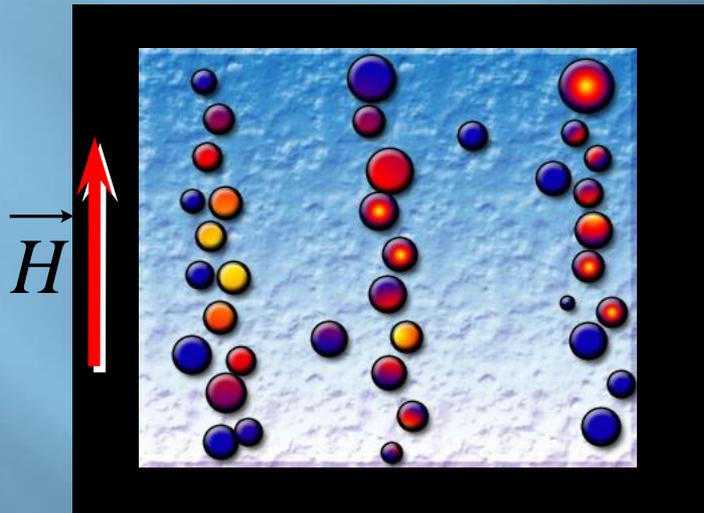
Магнитные  
жидкости



Сочетание магнитных и упругих свойств приводит к появлению уникальной способности материала к обратимому **изменению размера и вязкоупругих, электрических и магнитных свойств** во внешнем магнитном поле – **широкие возможности практического применения!**

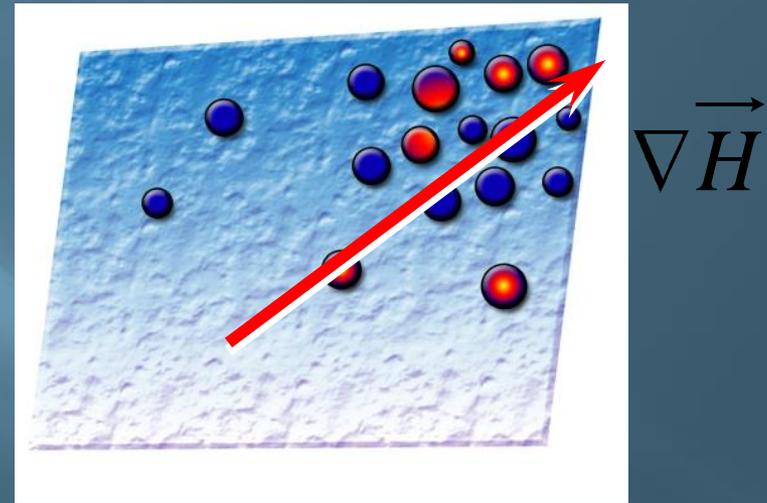
# Влияние магнитных полей

в однородных полях



магнитоконтролируемый  
модуль упругости

в неоднородных полях



Гигантская  
магнитострикция

Широкие возможности  
практического применения

← демпферы

→ уплотнители



# Научные направления кафедры физики полимеров и кристаллов

## Микро- и нанофлюидика. Коллоидные системы

**Профессор Виноградова Ольга Игоревна**

**(к. 1-53, ИФХЭ РАН, т. 955-4603, e-mail: oivinograd@yahoo.com)**

**Ст. н. сотр. Асмолов Евгений Савельевич**

**(ИФХЭ РАН, т. 955-4603, e-mail: aes50@yandex.ru)**

- Теоретическая физика полимеров.
- Микро- и нанофлюидика. Коллоидные системы.
- Теоретическая физика нелинейных, неравновесных и сложных систем
- Компьютерное моделирование
- Компьютерное моделирование
- Физика жидких кристаллов
- Термодинамика полимерных систем
- Физика полимерных систем
- Электроника полимеров
- Полимеры в сверхкритических жидкостях
- Экспериментальные методы исследования полимерных растворов
- Жидкие кристаллы и жидкокристаллические полимерные комплексы
- Полимеры на поверхностях. Новые полимерные материалы для топливных элементов
- Сканирующая зондовая микроскопия биополимеров
- Диэлектрическая спектроскопия полимеров и кристаллов
- Перспективные углеродные материалы
- Поиск и исследование новых монокристаллов сегнетоэлектриков и суперионных проводников
- Физика кристаллизации. Кристаллизация белков
- Методы теории симметрии
- Хемоинформатика

# Научные направления кафедры физики полимеров и кристаллов

- Теоретическая физика нелинейных, неравновесных и сложных систем

- Компьютерное моделирование полимеров
- Компьютерные методы исследования биополимерных и биополимерных систем
- Физическая химия ассоциирующих полимеров и коллоидных систем
- Термохимия макромолекул

- Физика полимеров
- Электроника полимеров
- Полимеры
- Экспериментальная физика полимеров
- Жидкие кристаллы
- Полимеры
- Сканирующая зондовая микроскопия
- Диэлектрики
- Переходные металлы

**Вед. н. сотр. Трибельский Михаил Исаакович**  
(к.3-24, т. 939-5156, e-mail: [tribelsky@polly.phys.msu.ru](mailto:tribelsky@polly.phys.msu.ru))

**Ст. н. сотр. Тамм Михаил Владимирович**  
(к.3-24, т. 939-5156, e-mail: [tamm@polly.phys.msu.ru](mailto:tamm@polly.phys.msu.ru))

**Н. сотр. Бодрова Анна Сергеевна**  
(к. 3-24, т. 939-5156, e-mail: [bodrova@polly.phys.msu.ru](mailto:bodrova@polly.phys.msu.ru))

**Инженер Стадничук Владимир Игоревич**  
(к. 3-24, т. 939-51-59, e-mail: [stadn@polly.phys.msu.ru](mailto:stadn@polly.phys.msu.ru))

- Поиск и исследование новых монокристаллов сегнетоэлектриков и суперионных проводников
- Физика кристаллизации. Кристаллизация белков
- Методы теории симметрии
- Хемоинформатика



# Профессор

## **Михаил Исаакович Трибельский**

Год рождения: 1951 г.

Окончил физ. фак. МГУ в 1973 г.,

Ведущий научный сотрудник

Кандидат физ.-мат. наук (МФТИ, 1976 г.)

Доктор физ.-мат. наук (ИТФ Ландау, 1985 г.)

Избран профессором The University of Tokyo, Japan; 1996 г.

Избран профессором Fukui University, Japan; 1998 г.

Избран СОЕ Professor, Kyushu University, Japan; 2007 г.

Премия Ленинского комсомола; 1979 г.

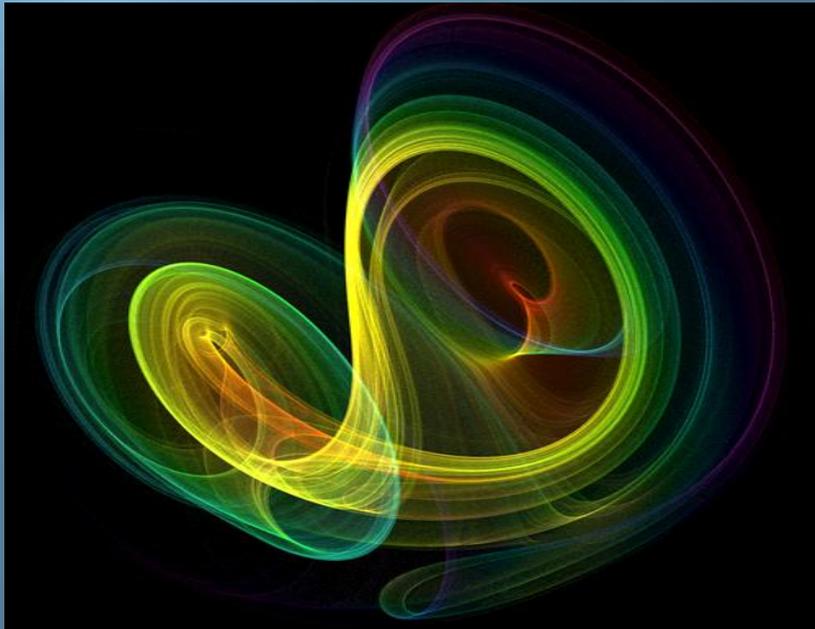
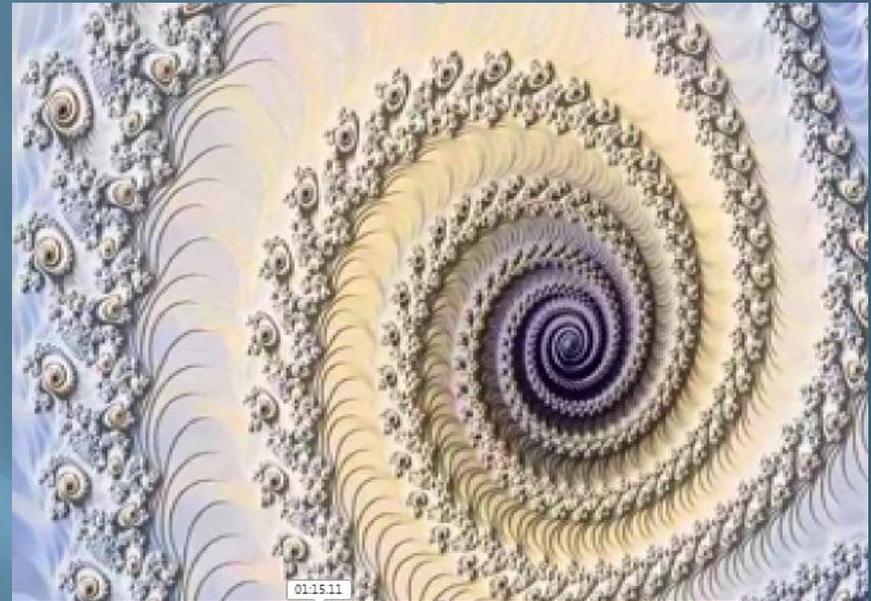
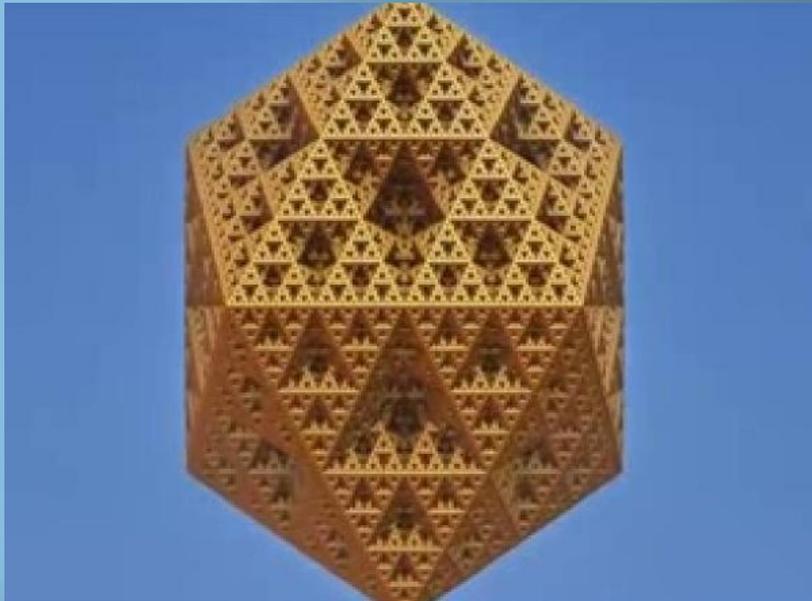
JSPS Fellowship, Japan; 2005 г.



### **Текущие научные интересы:**

- Самоорганизация и хаос в диссипативных системах.
- Эконофизика (описание и предсказание динамики рынка методами неравновесной статистической механики).
- Субволновая оптика наночастиц.

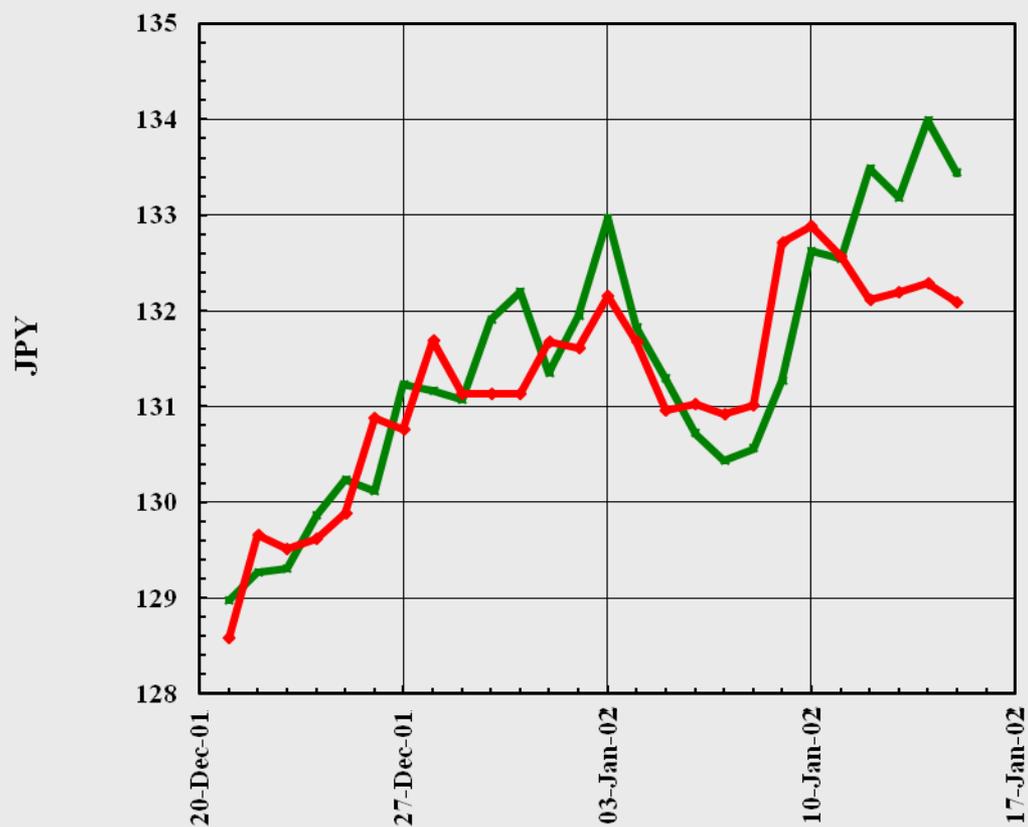
# Динамические системы и фракталы



# Прогнозы колебаний курсов валют на FOREX

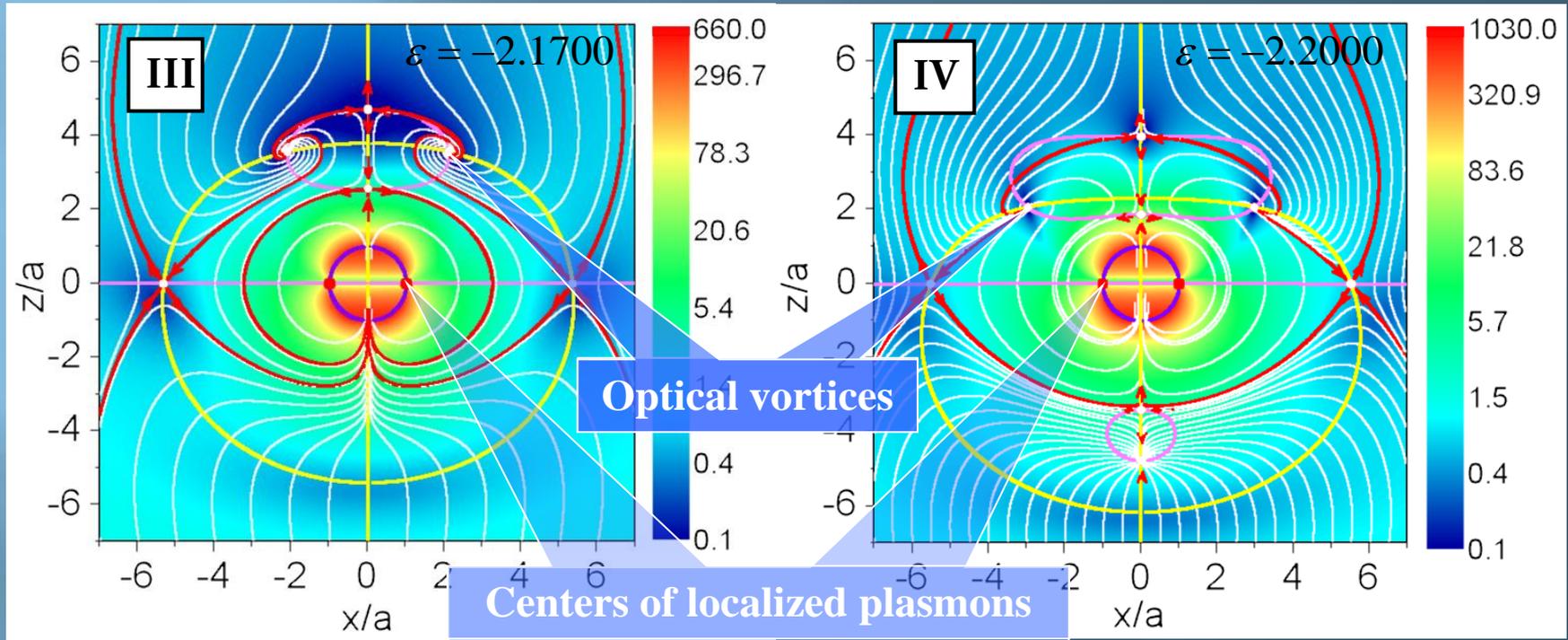
Exchange Rate USD to JPY  
Dec. 21, 2001 - Jan. 15, 2002

— Predicted  
— Actual





# Аномальное рассеяние и поглощение света наночастицами



Поле вектора Пойтинга в окрестности наночастицы при приближении к плазмонному резонансу, которому соответствует  $\varepsilon \approx 2.22$ . Плоскополяризованная электромагнитная волна. Вектор  $\mathbf{E}$  лежит в плоскости рисунка. Радиус частицы  $a \approx 0.048 \lambda$ . Величина вектора Пойтинга нормирована на поле падающей волны.

# Научные направления кафедры физики полимеров и кристаллов

## •Компьютерное моделирование полимерных систем

**Доцент Иванов Виктор Александрович**

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

**Н. сопр. Чертович Александр Викторович**

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

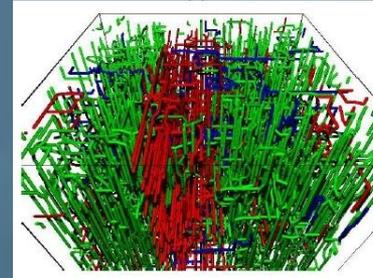
**Н. сопр. Гаврилов Алексей Андреевич**

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

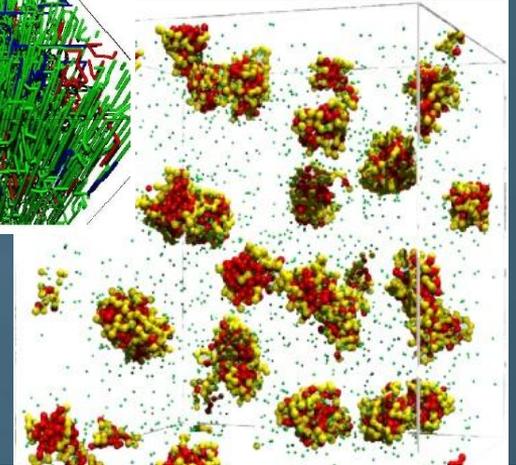
- Теоретическая физика полимеров.
- Микро- и нанофлюидика. Коллоиды.
- Теоретическая физика нелинейных, неравновесных и сложных систем
- Компьютерное моделирование полимерных систем
- Компьютерное моделирование кристаллов
- Физика жидких кристаллов
- Термодинамика полимерных систем
- Физика полимерных растворов
- Электродинамика полимерных систем
- Полимерные материалы
- Экспериментальные методы исследования полимерных растворов
- Жидкие кристаллы и жидкокристаллические полимерные комплексы
- Полимеры на поверхностях. Новые полимерные материалы для топливных элементов
- Сканирующая зондовая микроскопия биополимеров
- Диэлектрическая спектроскопия полимеров и кристаллов
- Перспективные углеродные материалы
- Поиск и исследование новых монокристаллов сегнетоэлектриков и суперионных проводников
- Физика кристаллизации. Кристаллизация белков
- Методы теории симметрии
- Хемоинформатика

# Некоторые примеры исследований по компьютерному моделированию полимеров

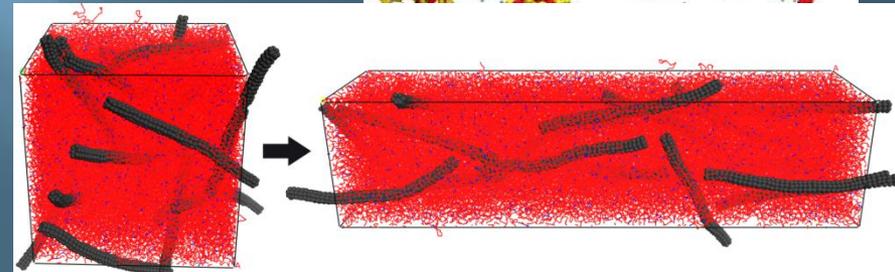
1) Растворы и расплавы «жесткоцепных» полимеров.



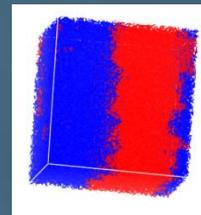
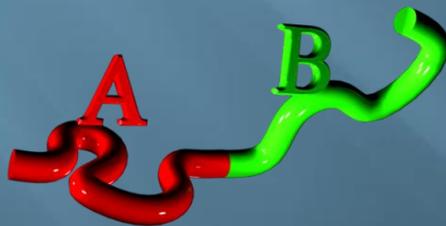
2) Растворы «сильноассоциирующих» полимеров.



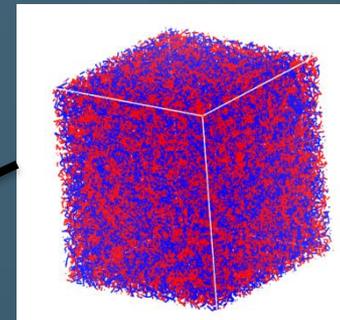
3) Изучение композитных материалов.



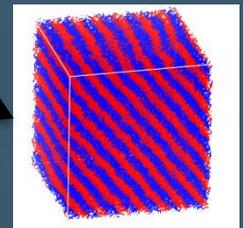
4) Микрофазное расслоение в сополимерах.



Макрофазное расслоение



Совместимая система



Микрофазное расслоение

# Суперкомпьютерный комплекс "Ломоносов"



## Основные технические характеристики суперкомпьютера "Ломоносов"

Пиковая производительность	510 Тфлопс
Производительность на тесте Linpack	397 Тфлопс
Эффективность	78%
Число вычислительных узлов	5 130
Число процессоров/ядер	10 260 / 44 000
Основной тип вычислительных узлов	<a href="#">T-Blade2</a>
Процессор основного типа вычислительных узлов	Intel® Xeon X5570 Nehalem
Оперативная память	73 920 ГБ
Общий объем дисковой памяти вычислителя	166 400 ГБ
Интерконнект	QDR Infiniband
Система хранения данных	T-Platforms ReadyStorage SAN 7998/Lustre
Объем системы хранения данных	до 1 350 ТБ
Операционная система	Clustrx T-Platforms Edition
Производитель	<a href="#">Т-Платформы</a>

# Суперкомпьютер СКИФ МГУ "ЧЕБЫШЁВ"

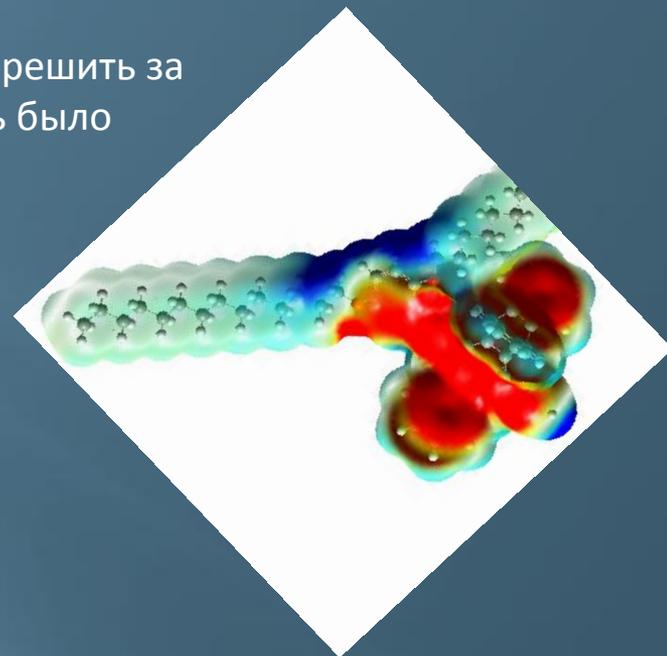
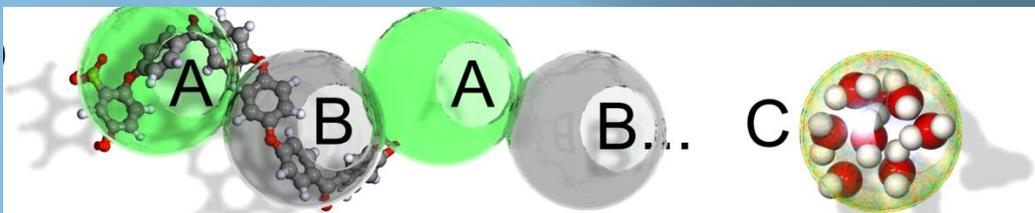


Пиковая производительность	60 TFlop/s
Производительность на Linpack	47.04 TFlop/s (78.4% от пиковой)
Число процессоров/ядер в системе	1250 / 5000
Модель процессора	Intel Xeon E5472 3.0 ГГц
Объём оперативной памяти	5.5 Тбайт
Дисковая память узлов	15 Тбайт
Число стоек всего/вычислительных	42 / 14
Число блэйд-шасси/вычислительных узлов	63 / 625
Производитель	<a href="#">Т-Платформы</a>

# Моделирование сложных систем на суперкомпьютерных кластерах

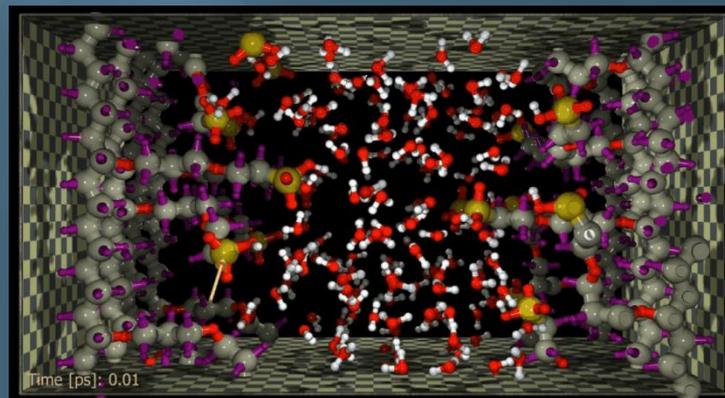
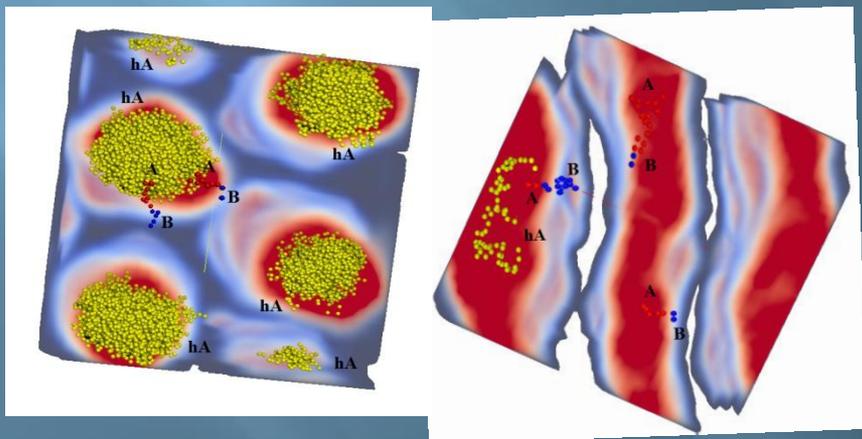
к.ф.-м.н. Чертович А.В.

С вводом в эксплуатацию кластера Ломоносов стало возможно решить за 2-3 месяца задачи, которые еще 3-4 года назад в России решить было невозможно.



«Огрубленное» моделирование

Моделирование «из первых принципов»



# Научные направления кафедры физики полимеров и кристаллов

## •Компьютерные методы исследования сложных полимерных и биополимерных систем

- Теоретическая физика нелинейных, хаотических и сложных систем
- Микро- и нанофлюидика. Коллоиды
- Компьютерное моделирование полимерных систем

**Профессор Василевская Валентина Владимировна**

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

**Н. сопр. Лазутин Алексей Александрович**

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

**Н. сопр. Глаголев Михаил Константинович**

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

**Н. сопр. Глаголева Анна Александровна**

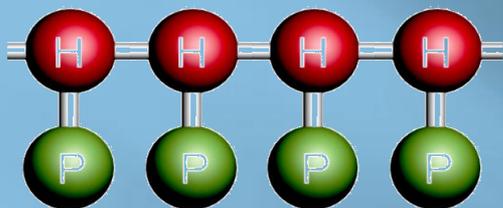
**(ИНЭОС РАН, к. 348, т.8-499-783-2373, e-mail: [starostina@polly.phys.msu.ru](mailto:starostina@polly.phys.msu.ru))**

Сканирующая зондовая микроскопия систем полимеров

- Диэлектрическая спектроскопия полимеров и кристаллов
- Перспективные углеродные материалы
- Поиск и исследование новых монокристаллов сегнетоэлектриков и суперионных проводников
- Физика кристаллизации. Кристаллизация белков
- Методы теории симметрии
- Хемоинформатика

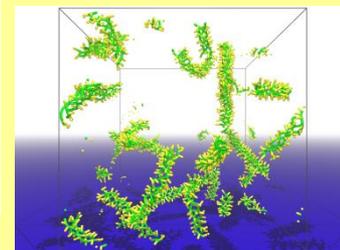
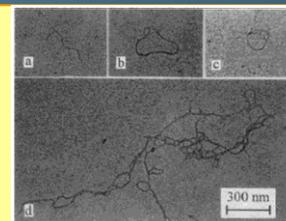
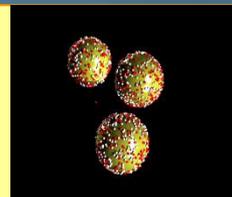
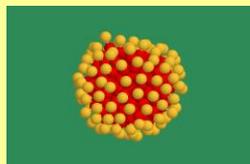
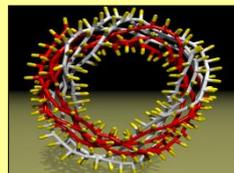
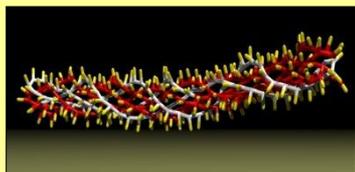
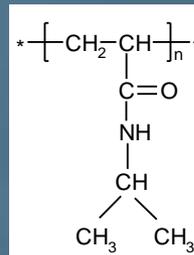
# Амфифильные макромолекулы содержат группы, имеющие различное сродство с полярными и неполярными растворителями

(профессор Василевская В.В.)

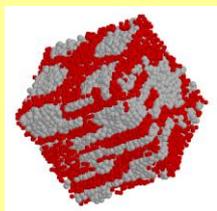


- гидрофобные группы

- гидрофильные группы

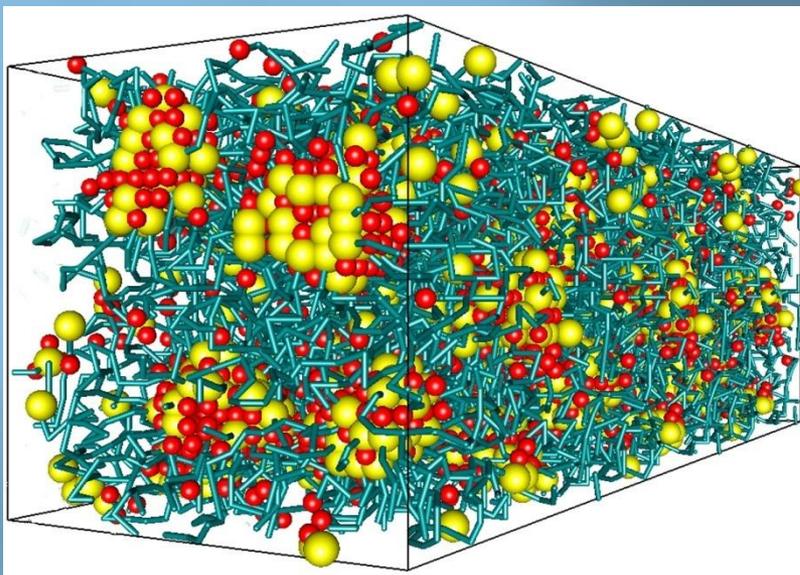


К настоящему времени в группе при использовании модели макромолекул с амфифильным строением звена были выявлены необходимые условия формирования растворимых при высоких концентрациях полимера глобул, предложены модели самоорганизации и формирования фибрилл в растворах биологических и имитирующих их синтетических макромолекул, введено понятие глобулярных поверхностных нанореакторов. Кроме того изучаются процессы наноструктурирования в концентрированных растворах амфифильных макромолекул, предложена оригинальная модель распознавания неоднородных поверхностей.





# 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»

# Научные направления кафедры физики полимеров и кристаллов

## •Физическая химия ассоциирующих полимеров и коллоидных систем

- Теоретическая физика полимеров.
- Микро- и нанофлюидика. Коллоиды.
- Теоретическая физика нелинейных, неравновесных и сложных систем
- Компьютерное моделирование полимерных систем

**Профессор Филиппова Ольга Евгеньевна**

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

**Ст. н. сотр. Барабанова Анна Ивановна**

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

**М. н. сотр. Молчанов Вячеслав Сергеевич**

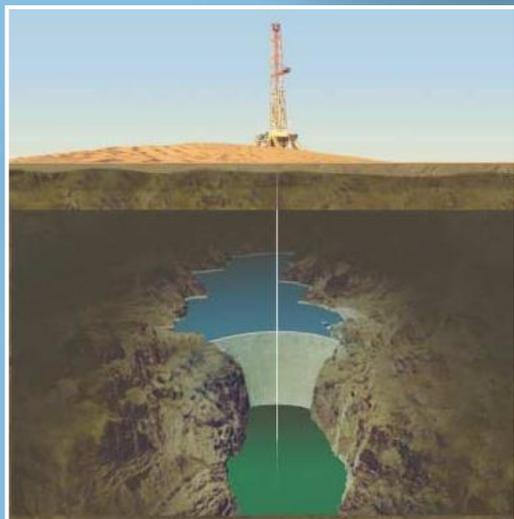
**(к. 3-74, ЦКП, т. 939-1464, e-mail: molchan@polly.phys.msu.ru)**

**Инженер Шibaев Андрей Владимирович**

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

- Сканирующая зондовая микроскопия биополимеров
- Диэлектрическая спектроскопия полимеров и кристаллов
- Перспективные углеродные материалы
- Поиск и исследование новых монокристаллов сегнетоэлектриков и суперионных проводников
- Физика кристаллизации. Кристаллизация белков
- Методы теории симметрии
- Хемоинформатика

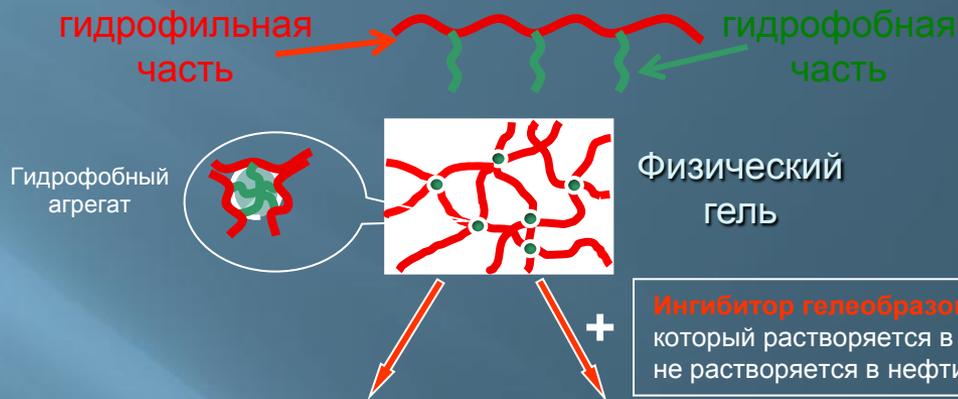
# “Умные” полимерные системы для блокирования воды в скважине



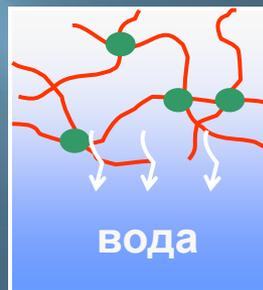
3 тонны воды добывается на 1 тонну нефти

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

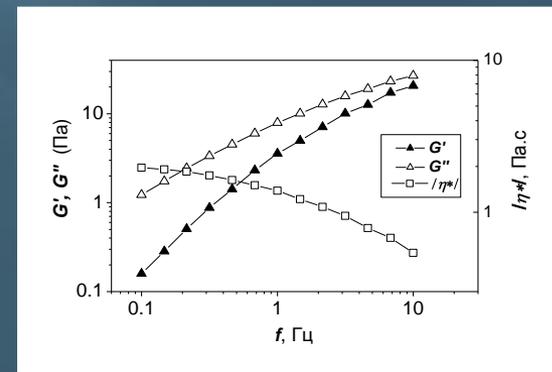
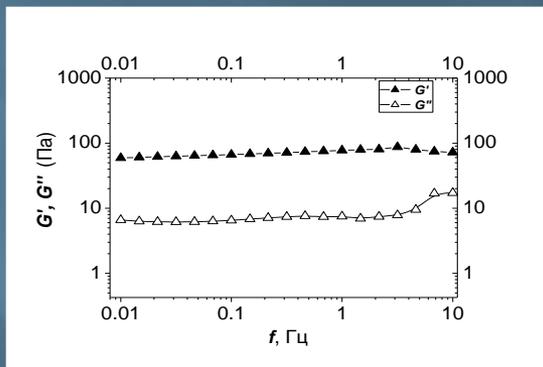
## Ассоциирующий полимер



Ингибитор, растворяющийся в воде, покидает полимерный раствор. Формируется гелевая пробка



Ингибитор, не растворяющийся в нефти, остается в полимерном растворе, продолжая предотвращать гелеобразование



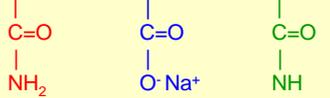
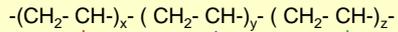
# Самоорганизующиеся сети, восприимчивые к углеводородам

## Эффект полимера

## Эффект углеводорода

Ассоциирующий полимер

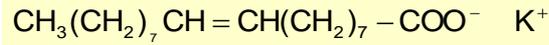
Вязкоупругое ПАВ



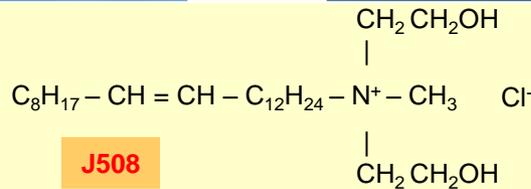
Гидрофильная незаряженная группа

Гидрофильная заряженная группа

Гидрофобная группа

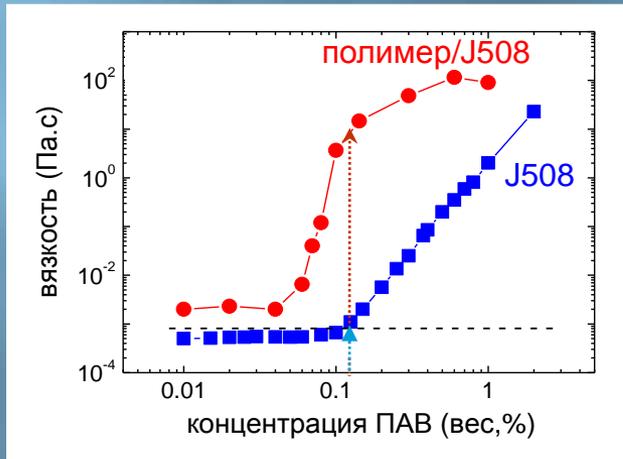
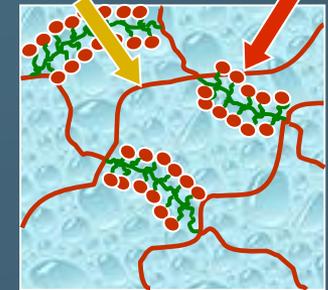


ИЛИ

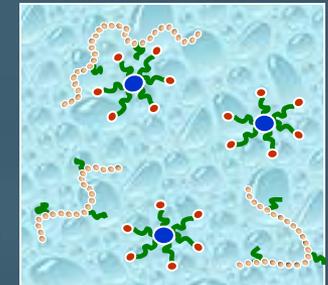


Полимерная цепь

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

## •Термохимия макромолекул

- Теоретическая физика полимеров
- Микро- и нанофлюидика. Коллоидные системы
- Термохимия макромолекул
- Кристаллизация полимеров
- Кристаллизация полимеров
- Физическая химия функциональных полимеров
- Теоретическая физика полимеров
- Физическая химия функциональных полимеров
- Электроактивные полимеры
- Полимеры в сверхкритических жидкостях
- Экспериментальные методы исследования полимерных растворов
- Жидкие кристаллы и жидкокристаллические полимерные комплексы
- Полимеры на поверхностях. Новые полимерные материалы для топливных элементов
- Сканирующая зондовая микроскопия биополимеров
- Диэлектрическая спектроскопия полимеров и кристаллов
- Перспективные углеродные материалы
- Поиск и исследование новых монокристаллов сегнетоэлектриков и суперионных проводников
- Физика кристаллизации. Кристаллизация белков
- Методы теории симметрии
- Хемоинформатика

**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))**

**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, Разбавленные Растворы и Гели.

**МЕТОДЫ:** Высокочувствительная Дифференциальная Сканирующая Калориметрия, Денсиметрия, Скоростная Седиментация.

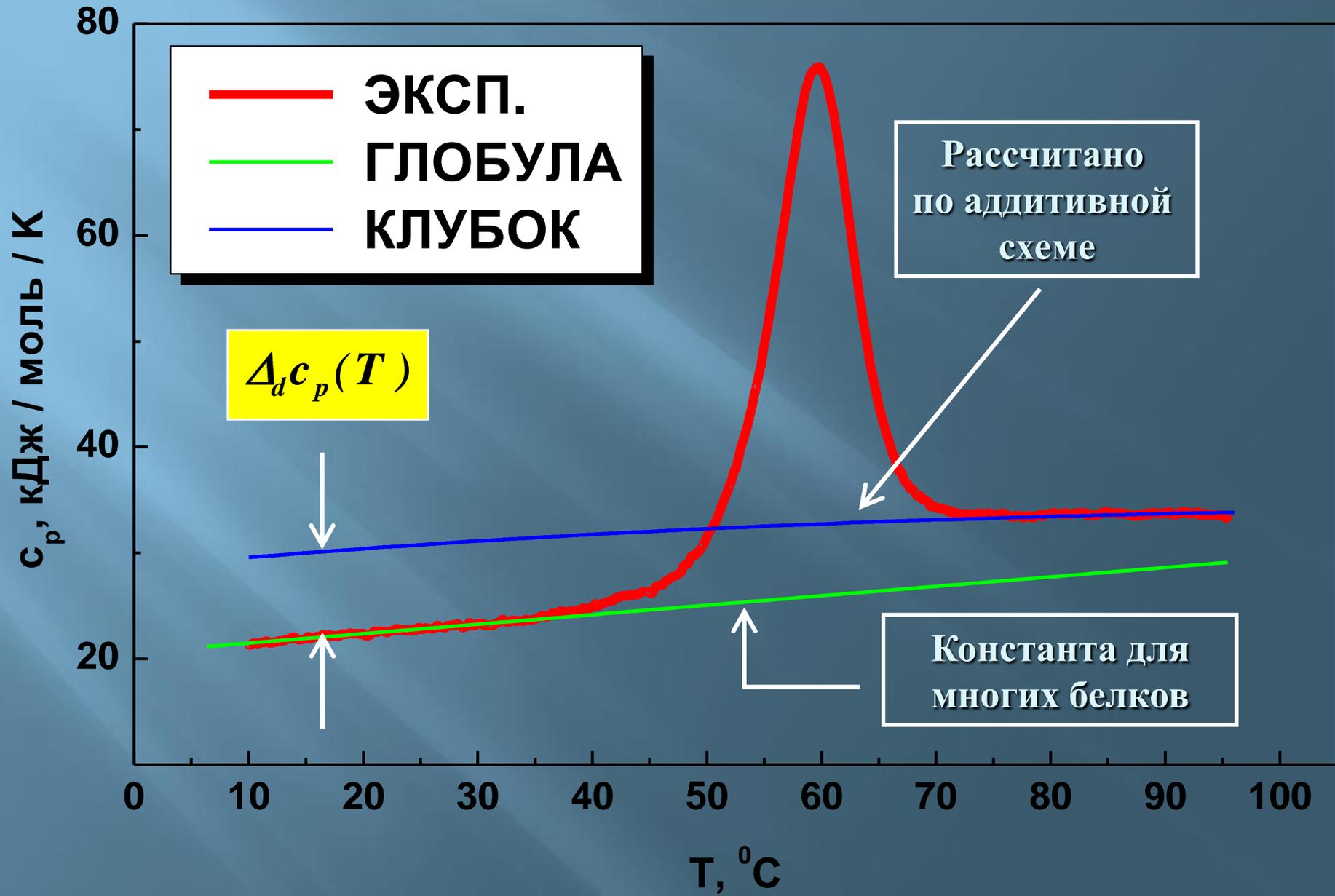
**ВЫХОДНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ:** Парциальная Теплоемкость,  $RHC(T)$ ; Размерное Распределение Частиц,  $PSD(T)$ .

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

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

# Парциальная теплоемкость белка

(Лизоцим, рН 2.5, 40 mM глицин)



# Научные направления кафедры физики полимеров и кристаллов

## •Физическая химия функциональных полимеров

- Теоретическая физика полимеров
- Микро- и нанофлюидика. Коллоидные системы

- Т
- К
- К
- Ф **Профессор Махаева Елена Евгеньевна**  
(к. 2-71, т. 939-2959, e-mail: [makh@polly.phys.msu.ru](mailto:makh@polly.phys.msu.ru))
- Т **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))
- Ф **Ст. н. сопр. Насимова Ирина Рашитовна**  
(к. 2-28, т. 939-1013, e-mail: [nasimova@polly.phys.msu.ru](mailto:nasimova@polly.phys.msu.ru))
- Э **Мл. н. сопр.Кожунова Елена Юрьевна**  
(к. 2-28, т. 939-1013, e-mail: [kozhunova@polly.phys.msu.ru](mailto:kozhunova@polly.phys.msu.ru))
- П
- Э
- Ж

- Полимеры на поверхностях. Новые полимерные материалы для топливных элементов
- Сканирующая зондовая микроскопия биополимеров
- Диэлектрическая спектроскопия полимеров и кристаллов
- Перспективные углеродные материалы
- Поиск и исследование новых монокристаллов сегнетоэлектриков и суперионных проводников
- Физика кристаллизации. Кристаллизация белков
- Методы теории симметрии
- Хемоинформатика

# 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.

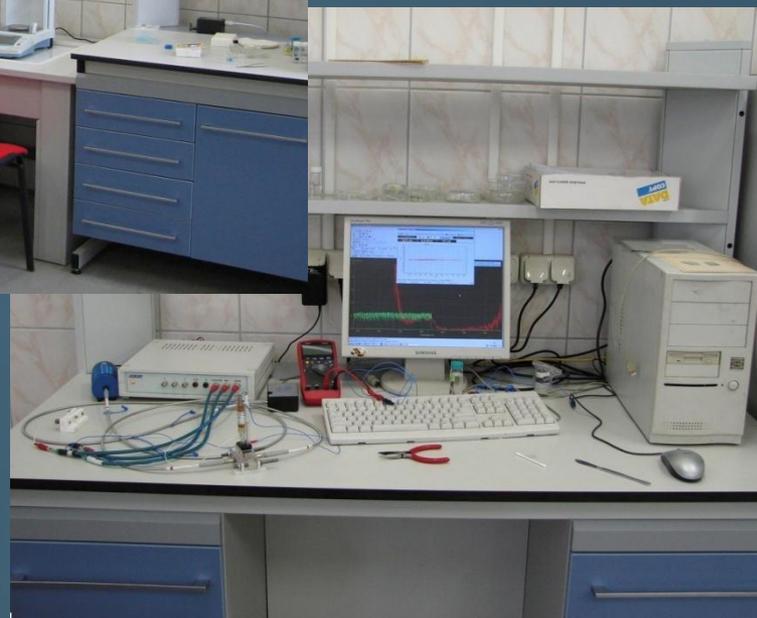


На фото: проректор МГУ А.В.Сидорович, президент компании LG CHEM др. Д.К. Йео, зав. кафедрой физики полимеров и кристаллов, академик РАН А.Р.Хохлов (слева направо) во время процедуры торжественного открытия Лаборатории.

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.



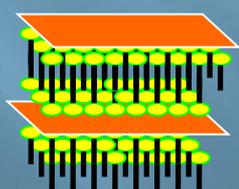
# КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ГЕЛЕЙ И ОРГАНОГЛИН

Д.х.н. Стародубцев Сергей Геннадиевич

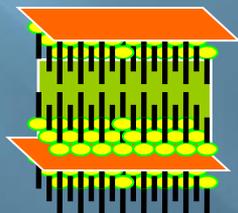
Обработка пластинок глины, бентонита катионными ПАВ придает им гидрофобный характер и способность поглощать углеводороды.

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

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

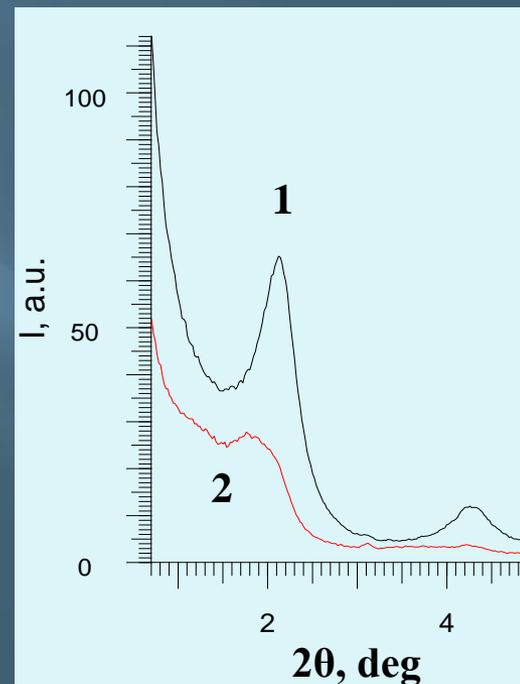


$d=3.9 \text{ nm}$



$d\sim 4.7 \text{ nm}$

Схематическое изображение пластинок органо-глины в геле после поглощения толуола



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

# Научные направления кафедры физики полимеров и кристаллов

## • Жидкие кристаллы и жидкокристаллические полимерные комплексы

- Теоретическая физика нелинейных систем
- Компьютерное моделирование полимерных систем
- Компьютерные методы исследования сложных полимерных и биополимерных систем

**Профессор Сонин Анатолий Степанович**

**(ЦКП, e-mail: son@ineos.ac.ru)**

**Вед. н. сотр. Емельяненко Александр Вячеславович**

**(ЦКП, т. 939-4013, e-mail: emel@polly.phys.msu.ru)**

**Вед. н. сотр. Казначеев Анатолий Викторович**

**(ЦКП, e-mail: kazna@ineos.ac.ru)**

**Н. сотр. Голованов Андрей Станиславович**

**(ЦКП, т. 939-4013, e-mail: gav@ineos.ac.ru )**

**Н. сотр. Рудяк Владимир Юрьевич**

**(ИНЭОС РАН, e-mail: vurdizm@gmail.com )**

**Н. сотр. Калинин Никита Вадимович**

**(ЦКП, e-mail: kalinin@polly.phys.msu.ru)**

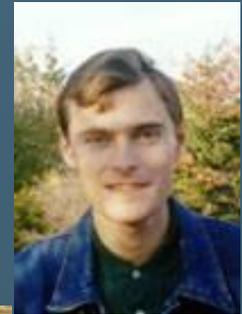
- Физические свойства полимеров
- Термодинамика полимерных систем
- Физические свойства жидких кристаллов
- Электрические свойства полимеров
- Полимерные материалы
- Экспериментальные методы исследования полимеров
- Жидкие кристаллы
- Полимерные комплексы
- Сканирующая зондовая микроскопия
- Диэлектрические свойства полимеров
- Перспективы развития полимерной физики
- Поиск новых полимерных материалов
- Проводящие полимеры
- Физика полимерных систем
- Методы теории симметрии
- Хемоинформатика

# Жидкие кристаллы и жидкокристаллические полимерные комплексы

*Совместная лаборатория с Институтом промышленных технологий Тайваня*

Руководитель направления:

Вед. 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))



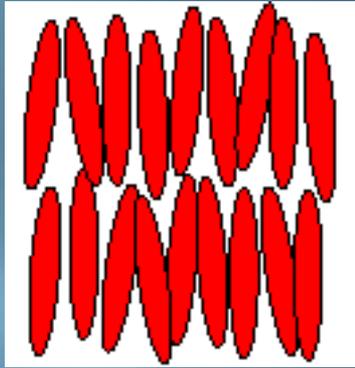
## Основные ЖК фазы



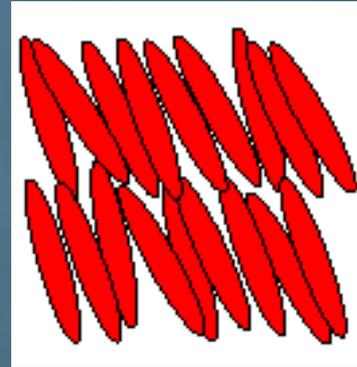
Изотропная  
жидкость



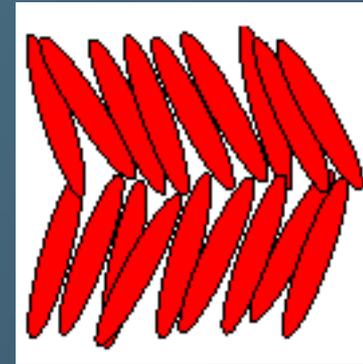
Нематик



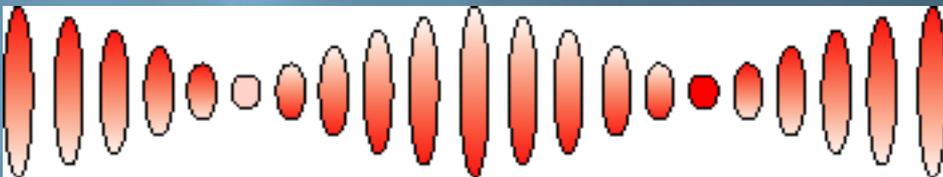
Смектик А



Смектик С



## Хиральные разновидности ЖК фаз

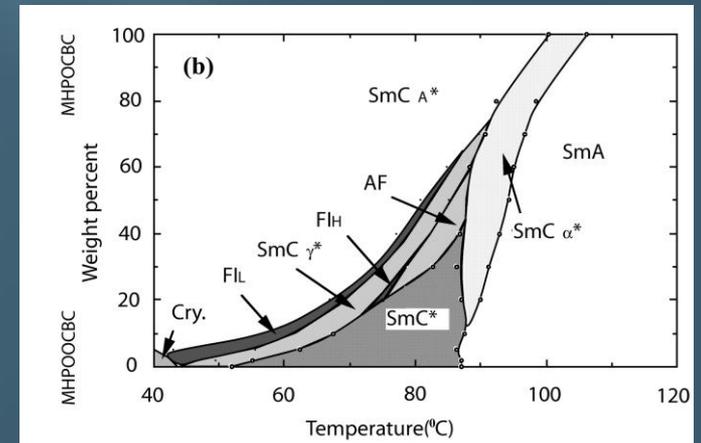
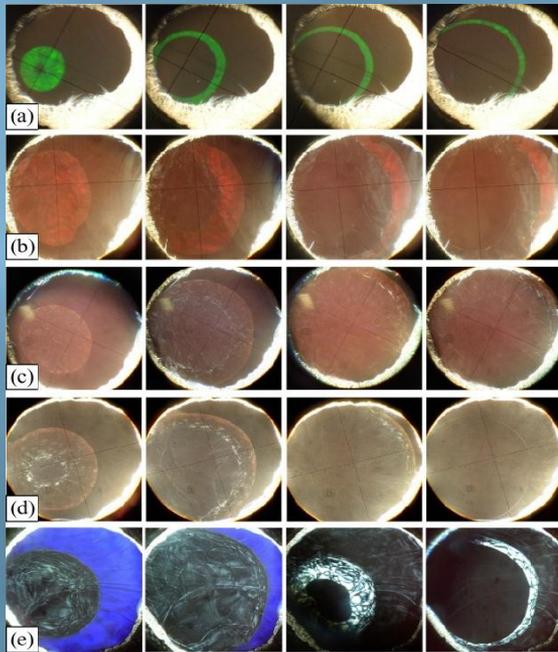
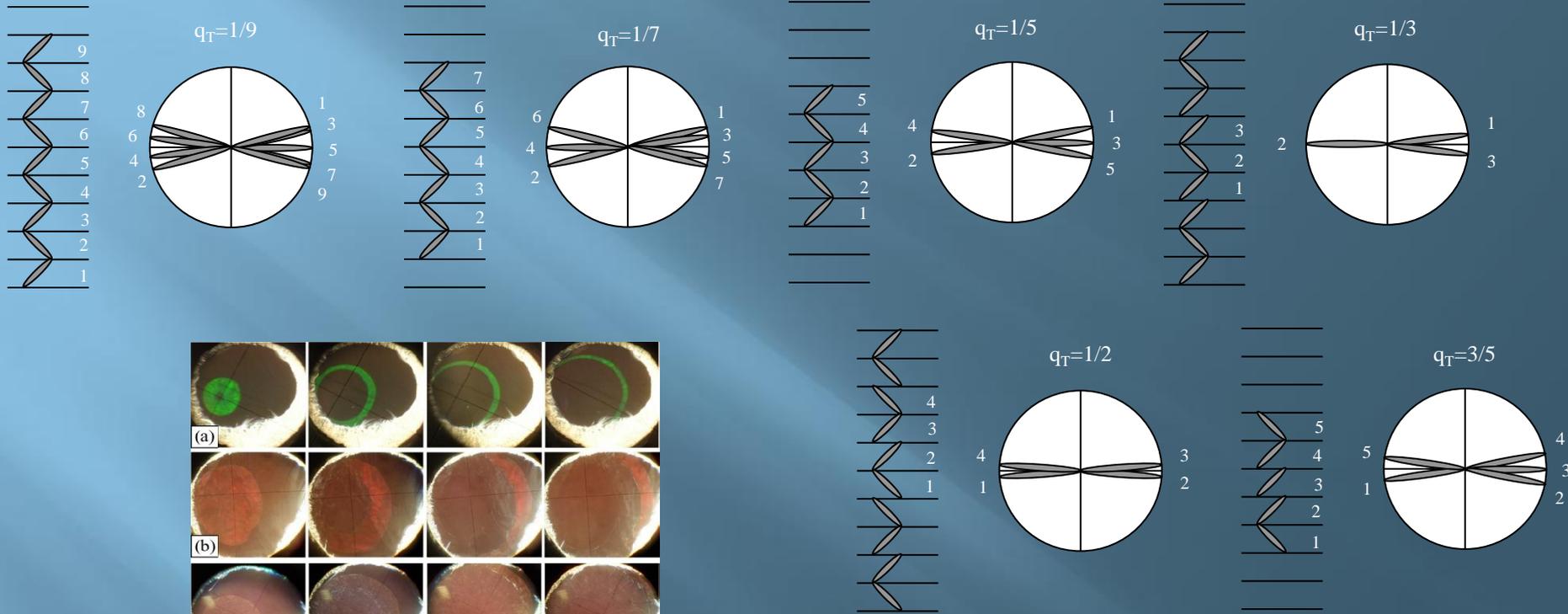


Хиральный нематик  
(холестерик)



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

- Теоретическая физика нелинейных на
- Мис
- Теоретическая физика нелинейных на
- Компьютерное моделирование полимер
- Компьютерные методы исследования слож
- Физическая химия ассоциирующих полимеров и коллоидных систем

спожных систем

**Вед.н. сопр. Галлямов Марат Олегович**

**(к. 2-72, т. 939-1430, e-mail: glm@polly.phys.msu.ru)**

**Вед. н. сопр. Фельдштейн Михаил Майорович**

**(Ломоносовский корп., к.324, 325 т. 8-903-7154915, mfeld@ineos.ac.ru)**

**Н. сопр. Кондратенко Михаил Сергеевич**

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

- Сканирующая зондовая микроскопия биополимеров
- Диэлектрическая спектроскопия полимеров и кристаллов
- Перспективные углеродные материалы
- Поиск и исследование новых монокристаллов сегнетоэлектриков и суперионных проводников
- Физика кристаллизации. Кристаллизация белков
- Методы теории симметрии
- Хемоинформатика



# Новые полимерные материалы для топливных элементов

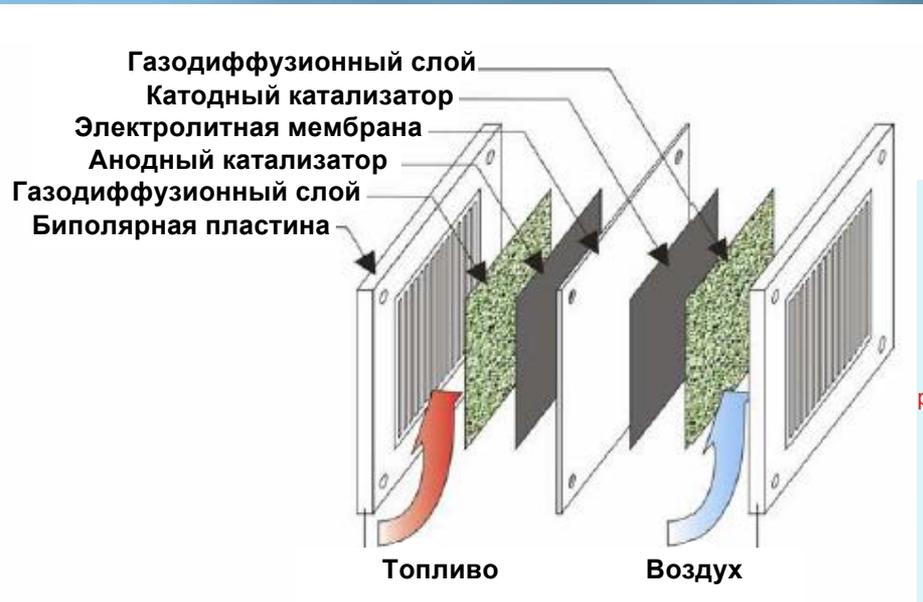


Основные компоненты топливного элемента:

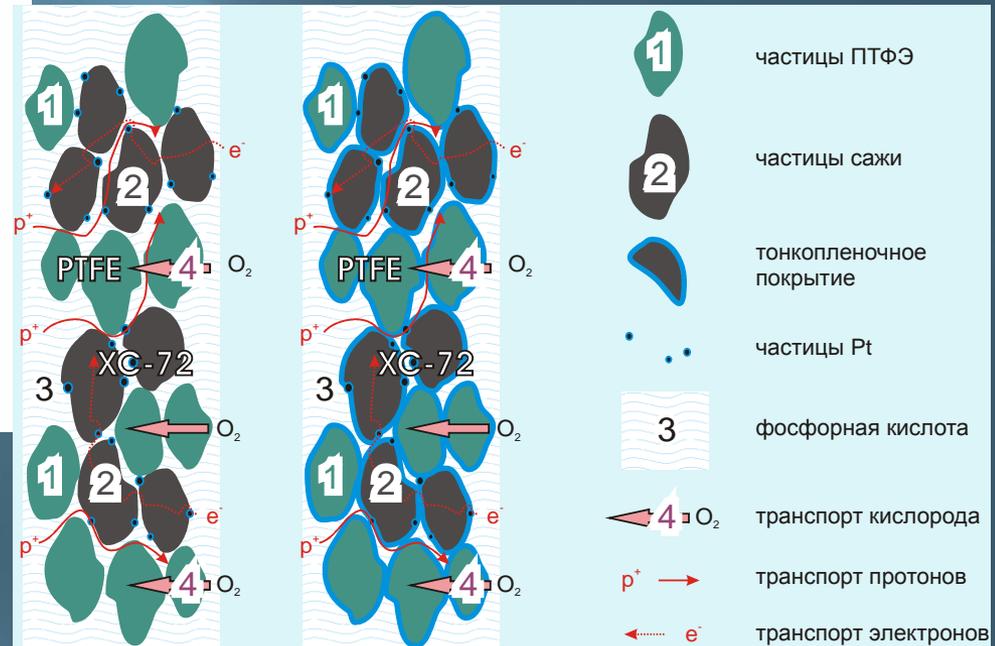
**Полимерная протон-проводящая мембрана**

**Каталитический газопроницаемый электрод**

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

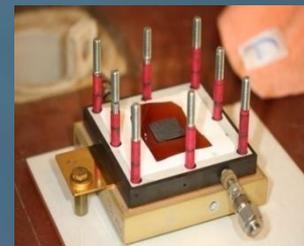
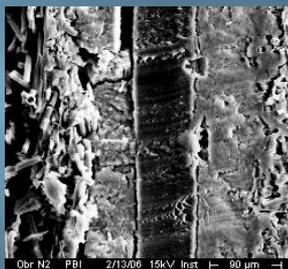


## Активный слой





**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**



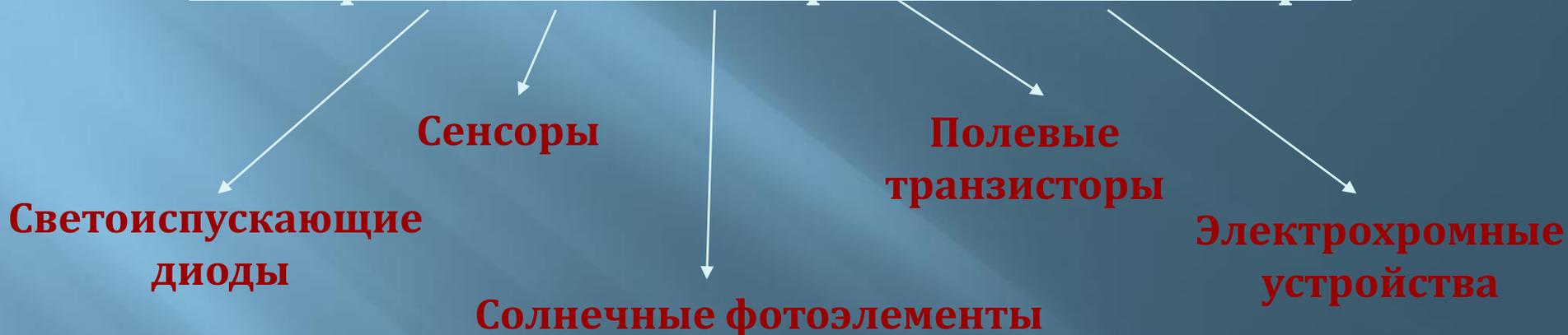
# Научные направления кафедры физики полимеров и кристаллов

## •Электроактивные полимеры

- Теоретическая физика
- Микро- и наноплюидика. Коллоидные системы
- Теоретическая физика нелинейных, неравновесных и сложных систем
- Компьютерное моделирование полимерных систем
- Компьютерные методы исследования сложных полимерных и биополимерных систем
- Физика полимерных систем
- Термодинамика полимерных систем
- Физика полимерных систем
- Электроактивные полимеры  
**Вед. н. сотр. Кештов Мухамет Лостамбиевич**  
**(ИНЭОС РАН, к. 269, т. 651-2930, e-mail: keshtov@ineos.ac.ru)**  
**Ст.н.сотр. Годовский Дмитрий Юрьевич**  
**(ИНЭОС РАН, т. 721-29-70, e-mail: dmigo@yandex.ru)**
- Полимерные растворы
- Экспериментальные методы исследования полимерных растворов
- Жидкие кристаллы и жидкокристаллические полимерные комплексы
- Полимеры на поверхностях. Новые полимерные материалы для топливных элементов
- Сканирующая зондовая микроскопия биополимеров
- Диэлектрическая спектроскопия полимеров и кристаллов
- Перспективные углеродные материалы
- Поиск и исследование новых монокристаллов сегнетоэлектриков и суперионных проводников
- Физика кристаллизации. Кристаллизация белков
- Методы теории симметрии
- Хемоинформатика

# Сопряженные полимеры для устройств органической электроники

## Электроактивные $\pi$ -сопряженные полимеры



### Преимущества полимерных технологий перед неорганическими аналогами:

- 1) дешевизна;
- 2) легкость;
- 3) простота изготовления гибких устройств большой площади;
- 4) возможность структурной модификации.

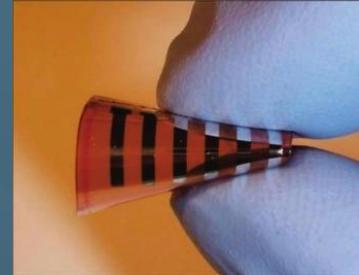
# Полимерные солнечные фотоэлементы (OPV)



$3 \cdot 10^{24}$  Дж/год на Землю, 100 ПВт, 1кВт/м<sup>2</sup>

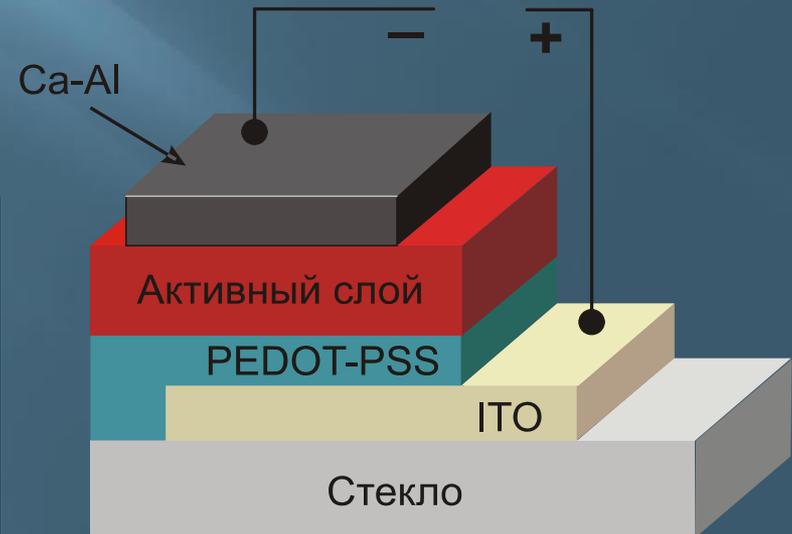
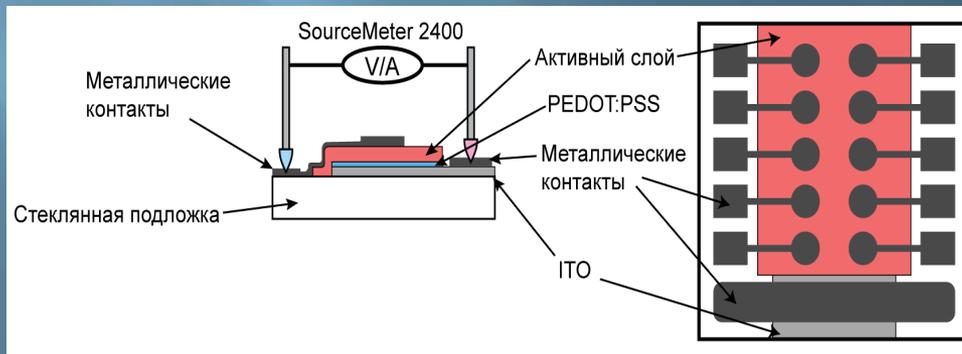
Человечество расходует на 4 порядка меньше:

- 13 ТВт
- Необходимо покрыть 0.1% поверхности Земли солнечными фотоэлементами с эффективностью не менее 10%



700km

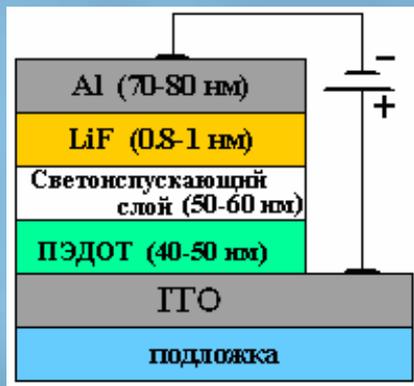
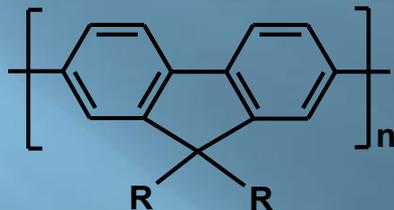
На сегодняшний день солнечная энергетика производит 1 ГВт энергии в год



Необходимы дешевые материалы для солнечных фотоэлементов!

# Электролюминисцентные органические диоды (OLED)

## Полифлуорен

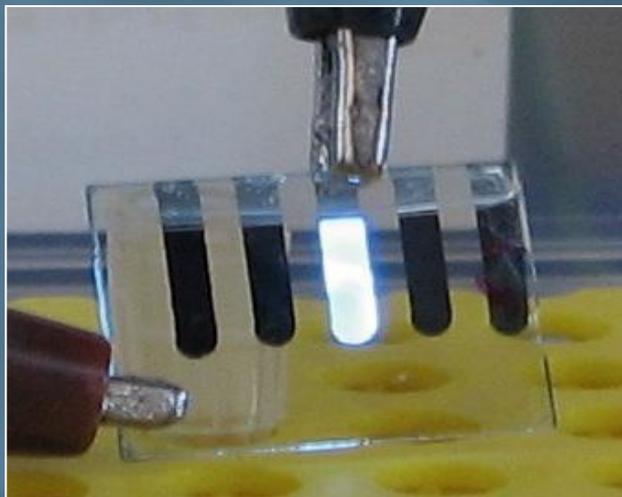
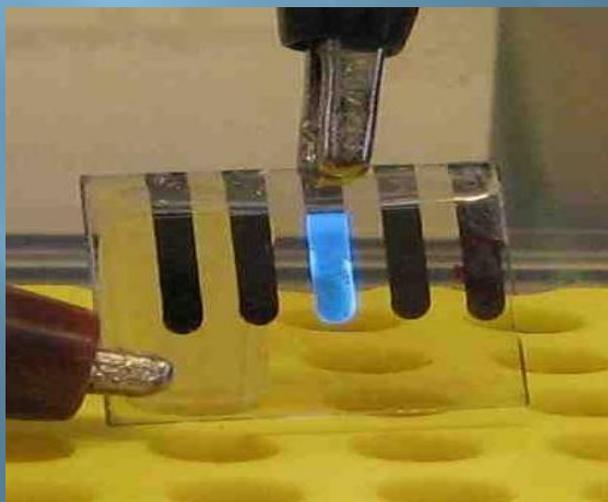


Достоинства при использовании в светоиспускающих диодах:

- высокий квантовый выход люминесценции,
- высокая мобильность «дырок»,
- фото- и химическая стабильность,
- растворимость в обычных органических растворителях.

## Недостатки:

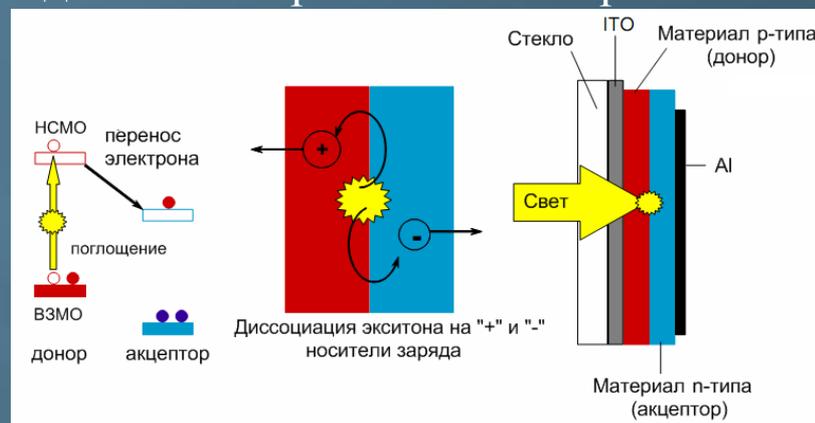
- недостаточные электронотранспортные свойства,
- образование агрегатов, снижающее стабильность цвета,
- невысокая температура стеклования.



Испытание светодиодов на основе новых полимеров

**Исследования лаборатории** фокусируются на электронных, оптико-электронных и фотонных явлениях в полимерах, которые находят свое применение в различных областях:

- фотодетекторы
- батарейки
- сенсоры
- электрохромные устройства
- солнечные фотоэлементы
- светоизлучающие диоды для плоских дисплеев



Мы изучаем, как электронные, молекулярные и супрамолекулярные структуры и морфология сопряжённых полимеров влияют на их фотопроводимость, люминесценцию и свойства переноса заряда.

Приглашаем студентов, заинтересованных работать в интересной области, находящейся на стыке фотофизики, физики и химии полимеров и нанотехнологий. Полученные результаты могут быть использованы в курсовых и дипломных работах и стать основой кандидатской диссертации. Научная группа ведет интенсивные исследования в тесном контакте с химиками синтетиками из ИНЭОС РАН, результаты работ регулярно публикуются в высокорейтинговых зарубежных и российских журналах.

Лаборатория имеет контакты с рядом зарубежных университетов, в которых ведутся исследования в области органической химии, оптоэлектроники и компьютерного моделирования полимерных процессов, в частности, с университетами **Германии, Японии, Китая, Тайваня, Турции и Индии.**

# Научные направления кафедры физики полимеров и кристаллов

## • Полимеры в сверхкритических жидкостях

- Теоретическая
- Микро- и нанодинамика
- Теоретическая физика нелинейных, неравновесных и сложных систем
- Компьютерное моделирование полимерных систем
- Компьютерные методы исследования сложных полимерных и биополимерных систем
- Физическая химия ассоциирующих полимеров и коллоидных систем

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

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

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

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

**Ст. н. сопр. Кизас Ольга Андреевна**

**(ИНЭОС РАН, к.434, т.8-499-1260939)**

**Н. сопр. Николаев Александр Юрьевич**

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

- Поиск и исследование новых монокристаллов сегнетоэлектриков и суперионных проводников
- Физика кристаллизации. Кристаллизация белков
- Методы теории симметрии
- Хемоинформатика

# ПОЛИМЕРЫ В СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ СРЕДАХ



**Лев Николаевич НИКИТИН**



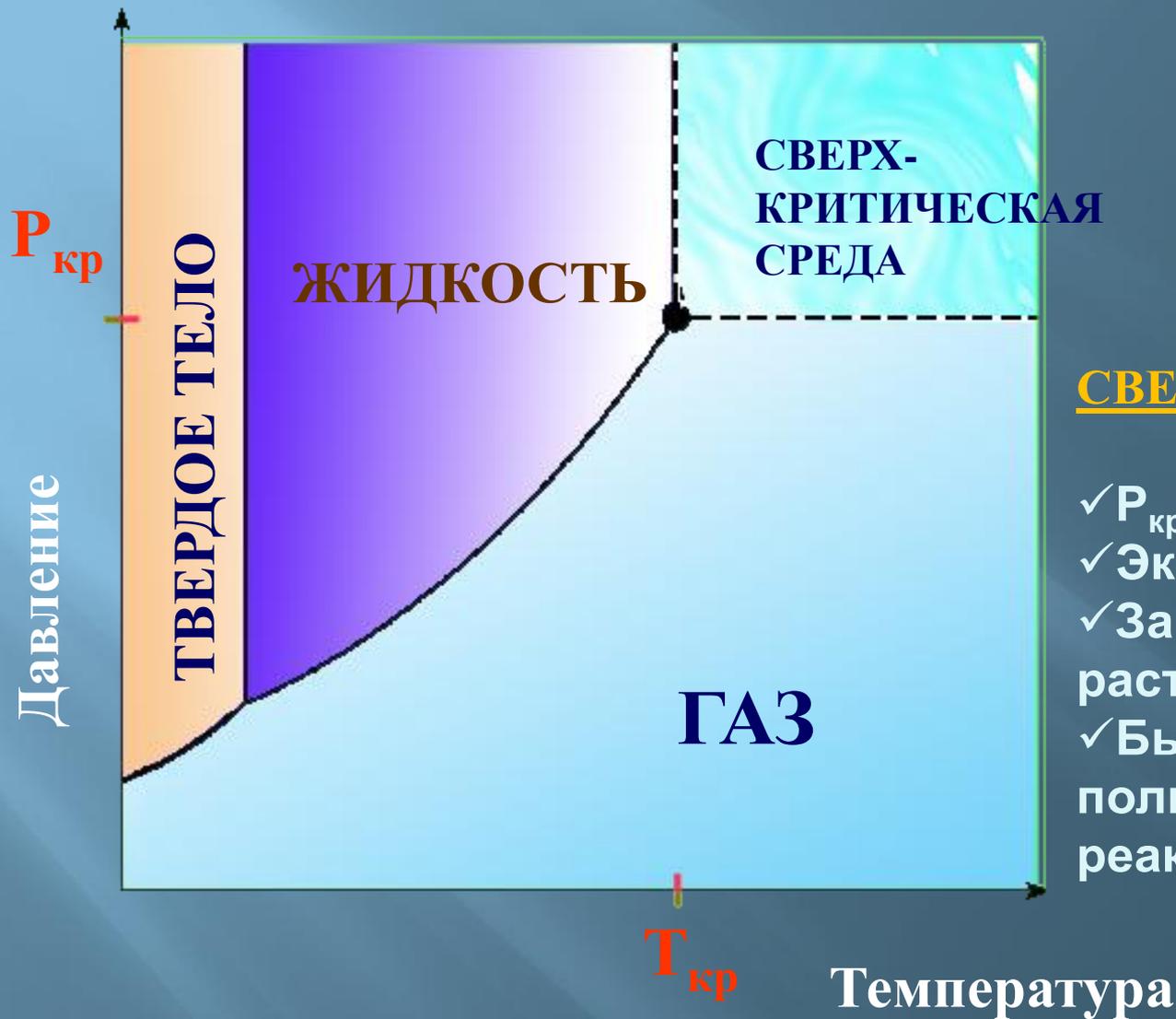
**ИНХС-РАН**



**Эрнест Ефимович САИД-ГАЛИЕВ**



# СВЕРХКРИТИЧЕСКИЕ СРЕДЫ

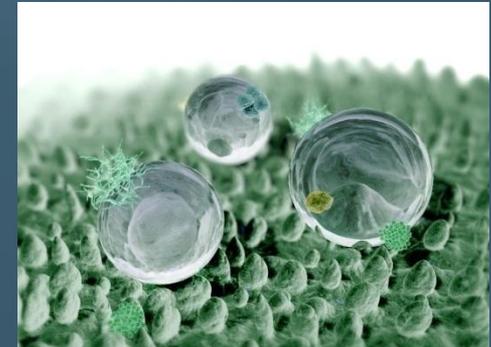
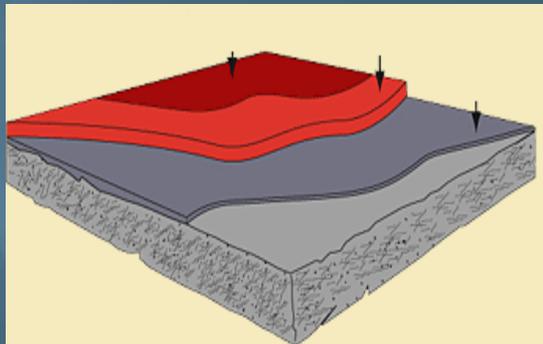


## СВЕРХКРИТИЧЕСКИЙ $CO_2$ :

- ✓  $P_{кр} = 73.8$  атм,  $T_{кр} = 31.1$  °C
- ✓ 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

- Теоретические методы исследования полимерных систем
- Микроскопические методы исследования полимерных систем
- Теоретические методы исследования полимерных систем
- Компьютерное моделирование полимерных систем
- Компьютерные методы исследования полимерных и биополимерных систем
- Физическая химия ассоциирующих полимеров и коллоидных систем
- Термохимия макромолекул
- Физическая химия функциональных полимеров

**Доцент Лаптинская Татьяна Васильевна**

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

**Вед.н.сотр. 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.сотр. Воробьев Михаил Михайлович**

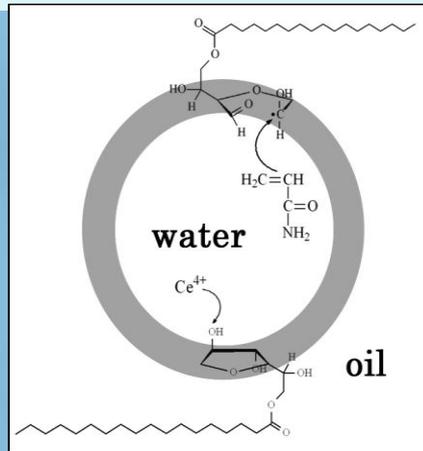
**(ИНЭОС РАН, к.350, т. 8-499-135-0522, e-mail: [mmvor@ineos.ac.ru](mailto:mmvor@ineos.ac.ru))**

- Перспективные углеродные материалы
- Поиск и исследование новых монокристаллов сегнетоэлектриков и суперионных проводников
- Физика кристаллизации. Кристаллизация белков
- Методы теории симметрии
- Хемоинформатика

# 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**

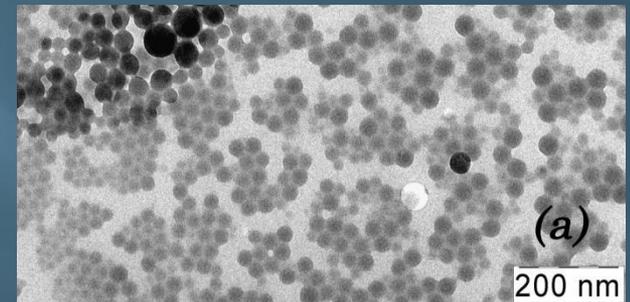
# Новые подходы к синтезу амфифильных макромолекул и гидрогелевых наночастиц



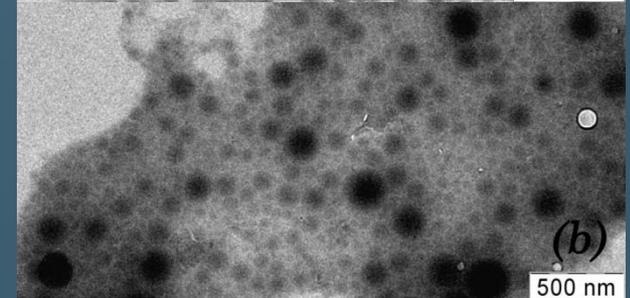
- Миниэмульсионная полимеризация с иницированием на поверхности раздела фаз:
- **эмульгатор** и ион церия(IV) составляют окислительно-восстановительную систему, образующую **свободные радикалы**, прикрепленные к межфазной границе.
- **Радикалы** иницируют полимеризацию.
- Получены амфифильные **ассоциирующие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

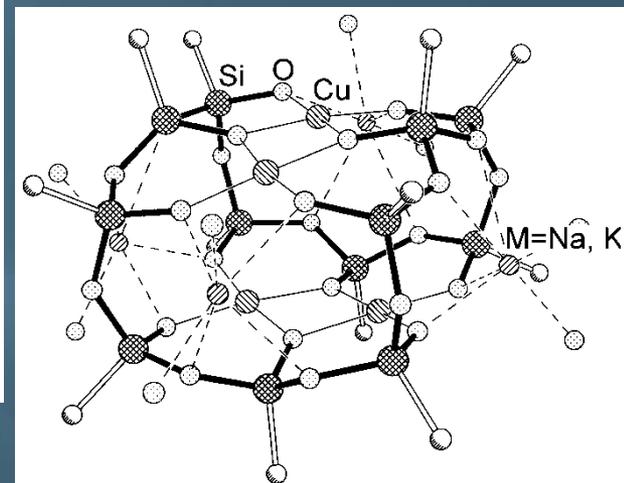
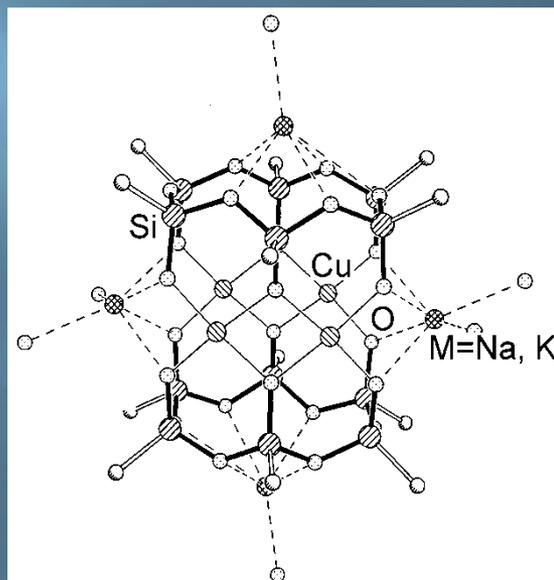
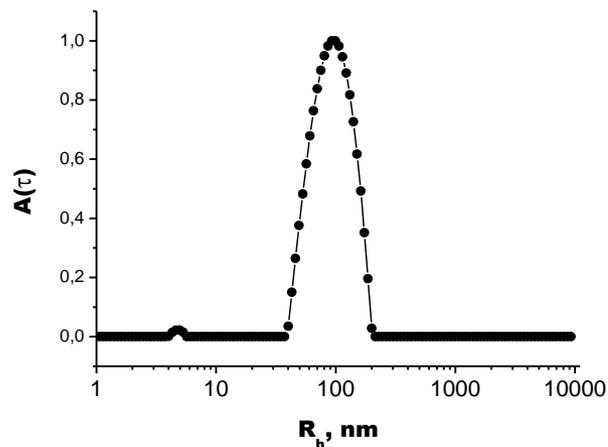
*Латекс в органической фазе*



*Частицы гидрогеля в воде*



# Органометаллосилоксаны и их интермедиаты



Типы молекулярной структуры медь/натрий  
Органосилоксана (метод рентгеноструктурного анализа)

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

# Научные направления кафедры физики полимеров и кристаллов

## • Сканирующая зондовая микроскопия биополимеров

**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. Мешков Георгий Борисович (Лабораторный корпус «А», к. 225, т. 939-1009, e-mail: meshkov@polly.phys.msu.ru)**  
**Н. сопр. Дубровин Евгений Владимирович (ЦКП, т. 926-3743, e-mail: dubrovin@polly.phys.msu.ru)**  
**Н. сопр. Сеницына Ольга Валентиновна (Лабораторный корпус «А», к. 224, т. 939-1009 e-mail: sinitsyna@gmail.com)**

# **Группа сканирующей зондовой микроскопии полимеров**

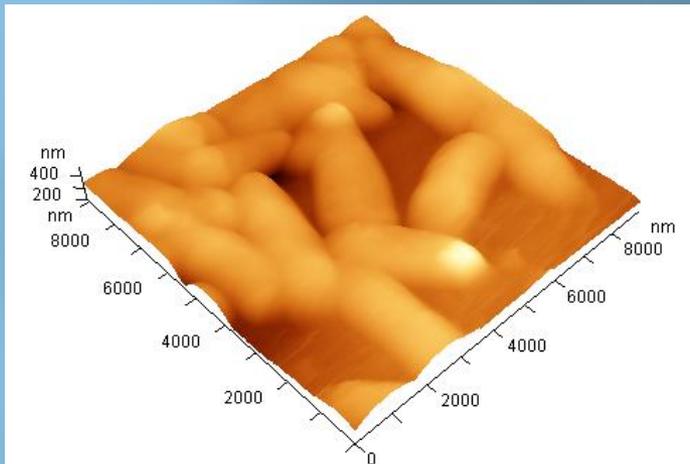
*Руководитель группы –  
профессор Яминский Игорь Владимирович*

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

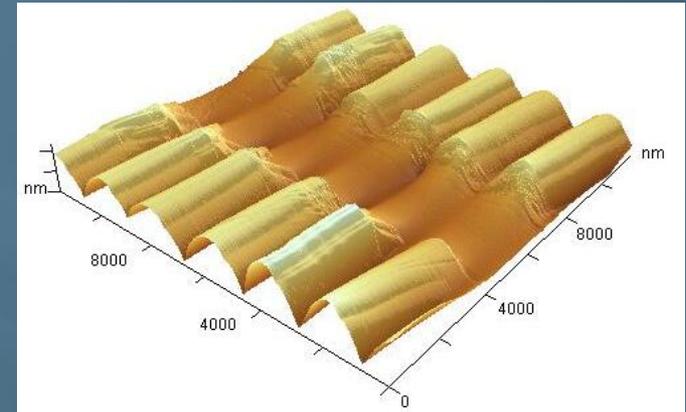
**В настоящее время в группе проводятся исследования в  
следующих направлениях:**

- 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)**

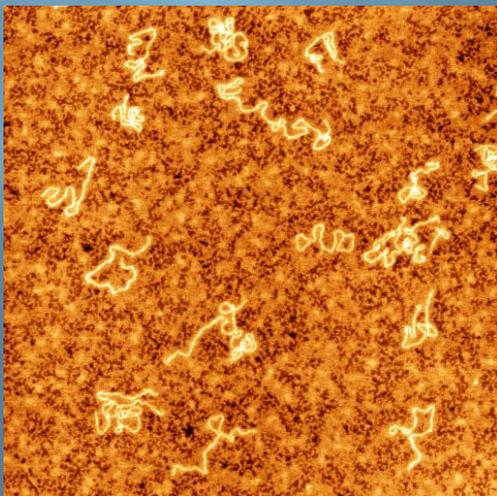
# Некоторые объекты исследования группы



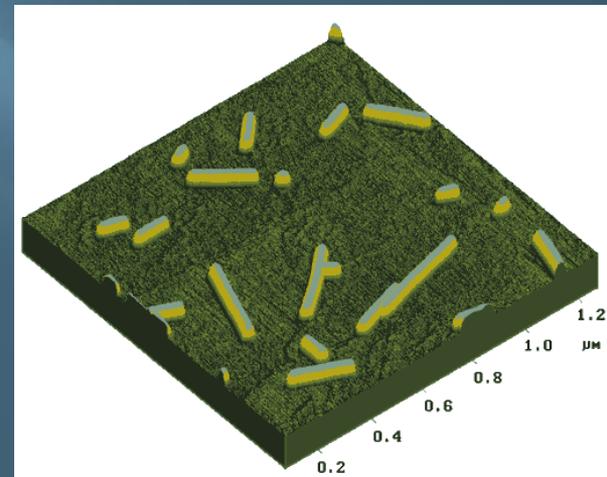
Изображение бактерий *Escherichia coli* (штамм JM109) в жидкости, полученное на атомно-силовом микроскопе.



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

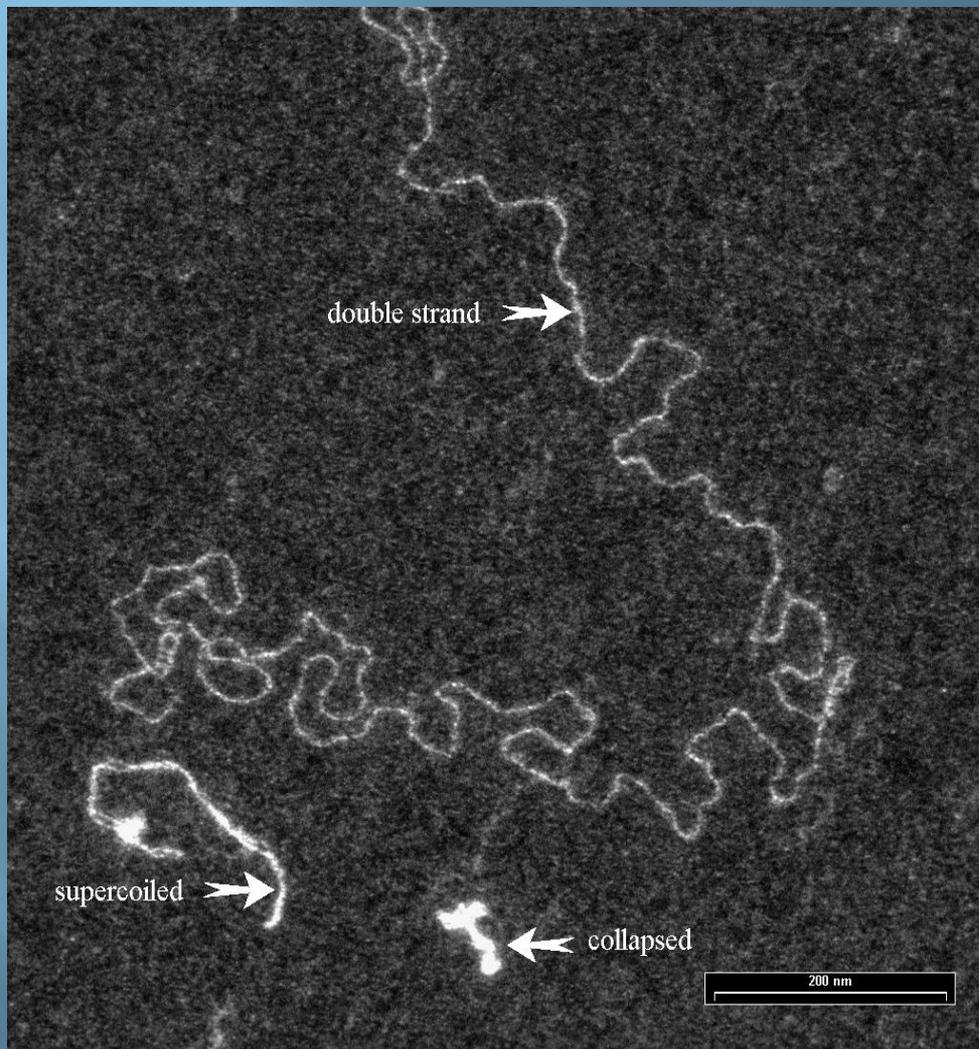
Увеличение:

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 20000х.

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)**

- Тед
- Ми
- Тед
- Компьютерное моделирование полимеров
- Компьютерные методы исследования биополимерных и биополимерных систем
- Физическая химия ассоциирующих полимеров и коллоидных систем
- Термохимия макромолекул
- Фи
- Эл
- По
- Эк
- Жи
- По
- Сканирующая зондовая микроскопия биополимеров
- Диэлектрическая спектроскопия полимеров и кристаллов
- Перспективные углеродные материалы
- Поиск и исследование новых монокристаллов сегнетоэлектриков и суперионных проводников
- Физика кристаллизации. Кристаллизация белков
- Методы теории симметрии
- Хемоинформатика

# ЛАБОРАТОРИЯ ФИЗИКИ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ

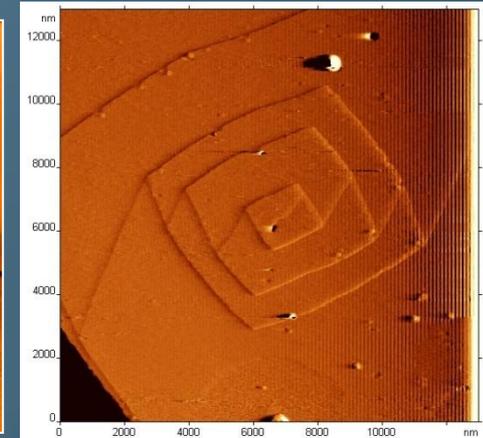
Профессор, д.т.н. Рашкович Леонид Николаевич

Комната **Цоколь-49**

Метод исследования: теория, эксперимент

Область научных интересов:

Механизм и кинетика роста кристаллов белков, полимеров и других перспективных в применении материалов



Атомно-силовой микроскоп и полученное с его помощью изображение дислокационного холмика роста на грани кристалла  $\alpha$ -NiSO<sub>4</sub>·6H<sub>2</sub>O.

## Новые кристаллы для нейтронных сцинтилляторов

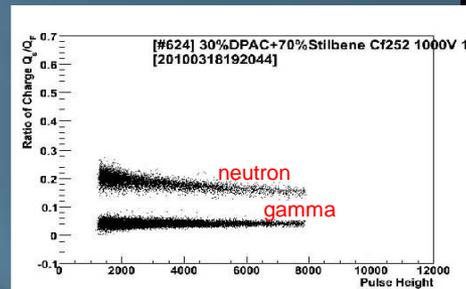
Заряженные частицы,  
рентгеновское  
излучение, **гамма-**  
**излучение, нейтроны**



**Сцинтиллятор**

**Фотодетектор**

Получение кристаллов из органических растворителей для быстрого определения нейтронного излучения и исследование механизма их роста\*



\* Совместно с Lawrence Livermore National Laboratory (США)

# Научные направления кафедры физики полимеров и кристаллов

## •Диэлектрическая спектроскопия полимеров и кристаллов

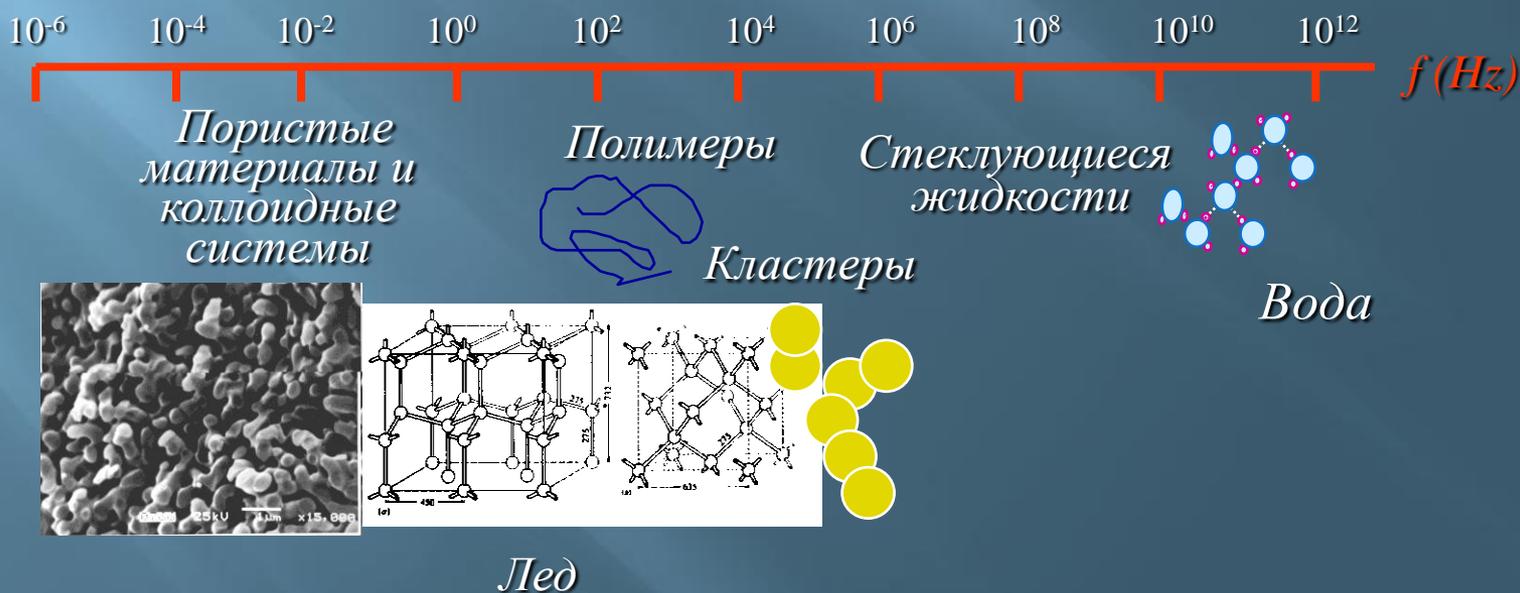
**Вед.н.сотр., проф. Гаврилова Надежда Дмитриевна**  
(к. 2-73, т. 939-4408, e-mail: [novikmp@orc.ru](mailto:novikmp@orc.ru))  
**Ст. н. сотр. Лотонов Александр Михайлович**  
(к. 2-73, т. 939-4408, e-mail: [lotonov@polly.phys.msu.ru](mailto:lotonov@polly.phys.msu.ru))  
**Ст. н. сотр., доц. Малышкина Инна Александровна**  
(к. 2-73, т. 939-4408, e-mail: [malysh@polly.phys.msu.ru](mailto:malysh@polly.phys.msu.ru))

- Тед
- Ми
- Тед
- Компьютерное моделирование полимеров
- Компьютерные методы исследования биополимерных и биополимерных систем
- Физическая химия ассоциирующих полимеров и коллоидных систем
- Термохимия макромолекул
- Физич
- Элект
- Поли
- Экспе
- Жидк
- Поли
- Скани
- Диэлектрическая спектроскопия полимеров и кристаллов
- Перспективные углеродные материалы
- Поиск и исследование новых монокристаллов сегнетоэлектриков и суперионных проводников
- Физика кристаллизации. Кристаллизация белков
- Методы теории симметрии
- Хемоинформатика

# 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 Ленгмюра-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

## 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)  
**Ст. н. сопр. Харитонова Елена Петровна**  
(к. Ц-28, т. 939-2883, e-mail: harit@polly.phys.msu.ru)  
**Мл. н. сопр. Орлова Екатерина Игоревна**  
(к. Ц-28, т. 939-2883, e-mail: agarova@polly.phys.msu.ru)

- Теоретическое моделирование полимерных систем
- Микроскопические исследования полимерных и биополимерных систем
- Теоретическое моделирование полимерных систем
- Компьютерное моделирование полимерных систем
- Компьютерные методы исследования полимерных и биополимерных систем
- Физическая химия ассоциирующих полимерных систем
- Физическая химия ассоциирующих полимерных систем
- Термохимия макромолекул
- Физическая химия функциональных полимеров
- Электронные свойства полимеров
- Полимерные материалы
- Экспериментальные исследования полимерных систем
- Жидкие кристаллы
- Полимерные материалы
- Сканирующая зондовая микроскопия
- Диэлектрические свойства полимеров
- Перспективные углеродные материалы
- Поиск и исследование новых монокристаллов сегнетоэлектриков и суперионных проводников
- Физика кристаллизации. Кристаллизация белков
- Методы теории симметрии
- Хемоинформатика

# **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., к.ф.м.н. Орлова Е.И.

## **ЦЕЛЬ НАУЧНОЙ РАБОТЫ**

- ✓ катионные и анионные проводники для топливных элементов
- ✓ сегнетоэлектрики
- ✓ нелинейные оптические кристаллы

## **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

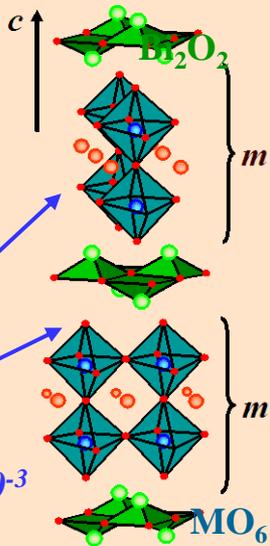
## СЛОИСТЫЕ

Купрат иттрия бария  
 $YBa_2Cu_3O_{7-y}$

высокотемпературный  
 сверхпроводник

Фазы Ауривиллиуса

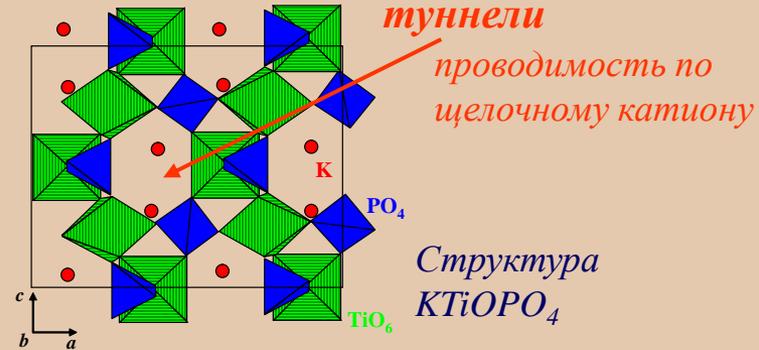
сегнетоэлектрики, кислородные  
 проводники



проводимость по  
 кислороду ( $10^{-1} - 10^{-3}$   
 $Om^{-1}cm^{-1}$ ) в слоях  
 $MO_6$

## ТУННЕЛЬНЫЕ

сегнетоэлектрики, суперионные проводники, нелинейные  
 оптические материалы



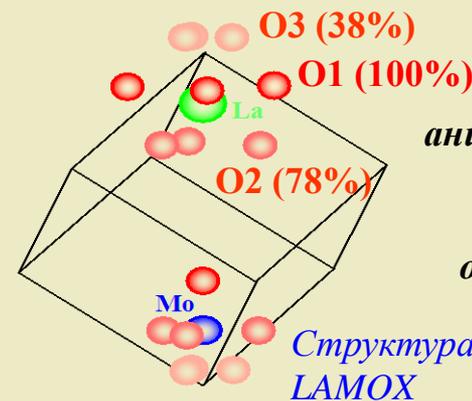
- Ниобат борат калия  $K_3Nb_3B_2O_{12}$
- Гексагональные бронзы
- Титанил-фосфат калия  $KTiOPO_4$

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

## СТРУКТУРНЫЙ ТИП LAMOX ( $La_2Mo_2O_9$ )

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

Нами впервые  
 выращены  
 монокристаллы  
 LAMOX и  
 исследованы  
 особенности их  
 фазовых  
 переходов



собственные  
 дефекты по  
 кислороду  
 анионная проводимость  
 выше, чем у  
 стабилизированного  
 оксида циркония,  $ZrO_2$

Новейшая задача: новые редкоземельные молибдаты с высокой кислородной и смешанной проводимостью в тройных системах

## Перспективные углеродные материалы

- Теоретическая физика нелинейных, неравновесных и сложных систем
- Компьютерное моделирование полимерных и биополимерных систем
- Компьютерные методы исследования сложных полимерных и биополимерных систем
- Физическая химия ассоциирующих полимеров и коллоидных систем
- Термохимия макромолекул
- Физика полимеров
- Электродинамика полимеров
- Полимерная физика
- Экспериментальная физика полимеров
- Жидкие кристаллы
- Полимерные материалы
- Сканирующая зондовая микроскопия
- Диэлектрическая спектроскопия полимеров и кристаллов
- Перспективные углеродные материалы
- Поиск и исследование новых монокристаллов сегнетоэлектриков и суперионных проводников
- Физика кристаллизации. Кристаллизация белков
- Методы теории симметрии
- Хемоинформатика

**Профессор Образцов Александр Николаевич**

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

**Н. сопр. Клещ Виктор Иванович**

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

**Н. сопр. Исмагилов Ринат Рамилович**

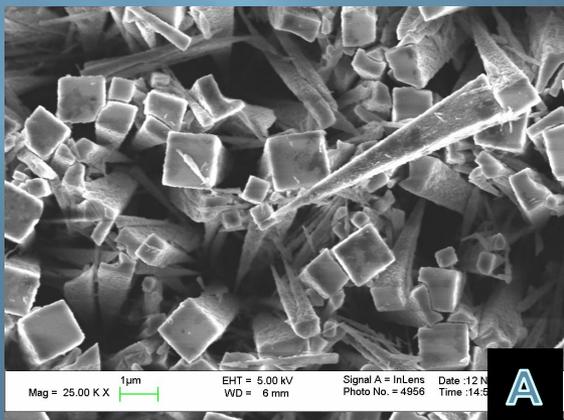
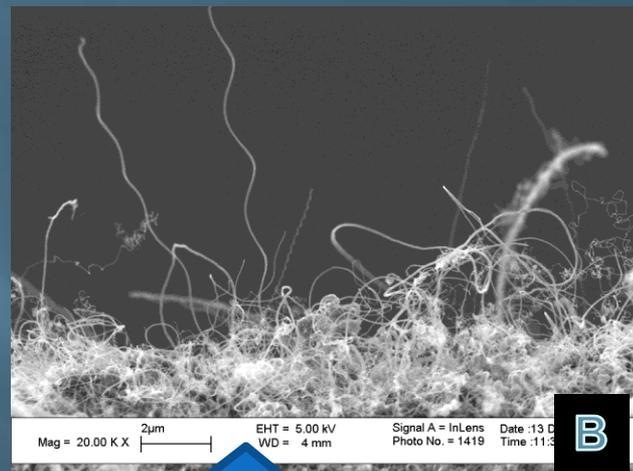
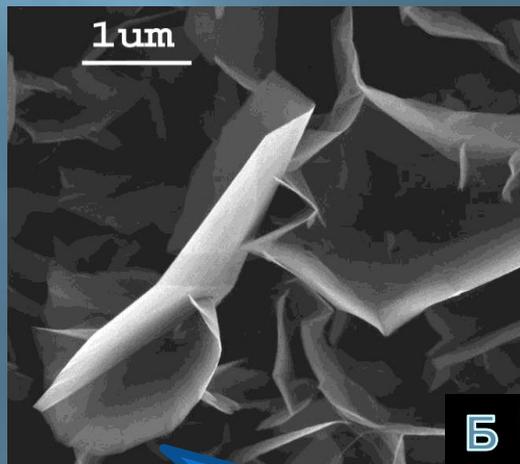
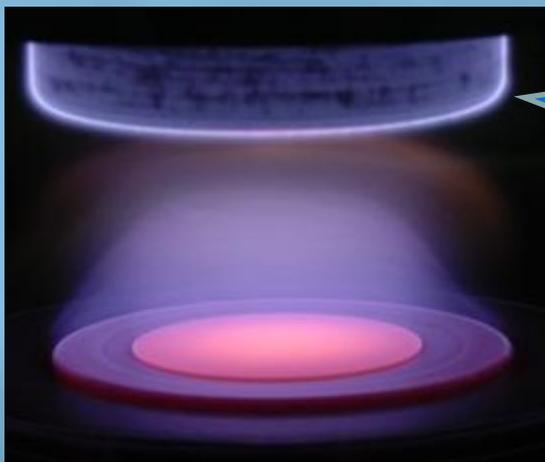
**(к. Ц-24, т. 939-4126, e-mail: ismagil@polly.phys.msu.ru)**

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 плазмы газовой среды.

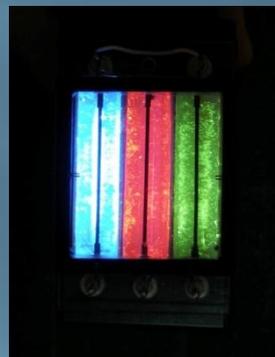
На рисунках ниже показаны электронно-микроскопические изображения алмазных наноигол (А), нанокристаллитов графита (Б) и углеродных нанотрубок (В).

Фотография плазмы в процессе осаждения наноуглеродного материала.



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

Синтезированные пленочные наноструктурированные углеродные материалы обладают рядом уникальных физических и химических особенностей, которые делают их привлекательными для использования в вакуумной электронике, оптоэлектронике, зондовой микроскопии, для создания высокоэффективных источников света и для других применений. На ряд таких применений сотрудниками кафедры получены патенты.



Примеры ламп, изготовленных с использованием нанографитных материалов.



Алмазная нано-игла, закрепленная на кантилере зондового микроскопа.

# Научные направления кафедры физики полимеров и кристаллов

## Хемоинформатика

- Теоретическая физика нелинейных, неравновесных и сложных систем
- Компьютерное моделирование полимеров
- Компьютерные методы исследования сложных полимерных и биополимерных систем
- Физическая химия ассоциирующих полимеров и коллоидных систем
- Термохимия макромолекул
- Физическая химия функциональных полимеров
- **Вед. н. сотр. Баскин Игорь Иосифович**  
**(Химический ф-т МГУ, к. 323, т. 939-2677, e-mail: igbaskin@gmail.com)**
- **Ст.н. сотр. Жохова Нелли Ибрагимовна**  
**(Химический ф-т МГУ, к. 323, т. 939-2677, e-mail: zhokhovann@gmail.com)**
- Сканирующая зондовая микроскопия биополимеров
- Диэлектрическая спектроскопия полимеров и кристаллов
- Перспективные углеродные материалы
- Поиск и исследование новых монокристаллов сегнетоэлектриков и суперионных проводников
- Физика кристаллизации. Кристаллизация белков
- Методы теории симметрии
- Хемоинформатика

# Группа хемоинформатики (молекулярной информатики)

**Цель исследований:** Прогнозирование свойств новых материалов и дизайн веществ с заранее заданными свойствами на основе построения моделей, связывающих макроскопические (**активность/свойство**) и микроскопические (**молекулярная структура**) характеристики соединений.

Области применения моделей “структура-активность/структура-свойство”:

Технологии, связанные с разработкой новых материалов с целевыми свойствами



Конструирование  
лекарственных препаратов

Виртуальный скрининг  
больших баз данных  
о материалах  
(BIG-DATA Project)

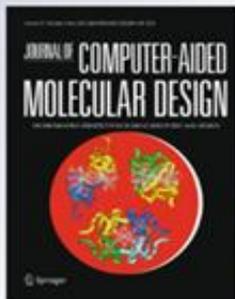
The continuous molecular fields approach  
to building 3D-QSAR models

Igor I. Baskin & Nelly I. Zhokhova

Journal of Computer-Aided  
Molecular Design  
Incorporating Perspectives in Drug  
Discovery and Design

ISSN 1522-6448  
Volume 17  
Number 1

J Comput Aided Mol Des (2013)  
27:427-442  
DOI 10.1007/s10822-013-9694-4



Springer

# Группа хемоинформатики (молекулярной информатики)

**Задачи исследований** – Разработка новых методов поиска закономерностей и построения моделей “структура-активность/структура-свойство” (SAR/QSAR/QSPR, *structure-activity, quantitative structure-activity/structure-property relationships*) с использованием последних достижений в области **статистического анализа больших объемов теоретических и экспериментальных данных**

- **Создание алгоритмов и программного обеспечения** на основе новых методов для решения конкретных практических задач дизайна материалов

- **Прогнозирование свойств полимеров**, компьютерное представление и хранение в базах данных информации о полимерах, дизайн новых полимеров с заданными свойствами



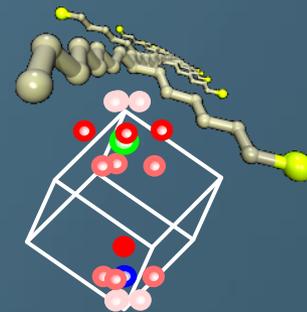
В.н.с., д.ф.-м.н.  
Баскин Игорь  
Иосифович



С.н.с., к.х.н.  
Жохова Нэлла  
Ибрагимовна

Исследования ведутся в  
Лаб. ФХМАС ( МГУ),  
Лаб. Хемоинформатики  
(Университет г. Страсбурга)

[igbaskin@gmail.com](mailto:igbaskin@gmail.com)  
[zhokhovann@gmail.com](mailto:zhokhovann@gmail.com)  
8(495)9392677



Ждем вас на кафедре  
физики полимеров и кристаллов!

<http://polly.phys.msu.ru>

Куратор Малышкина Инна Александровна  
к. 2-73; тел. 939-44-08;  
e-mail: [malysh@polly.phys.msu.ru](mailto:malysh@polly.phys.msu.ru)