

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М. В. ЛОМОНОСОВА

ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ



**ВЫСТАВКА  
ИННОВАЦИОННЫХ  
ПРОЕКТОВ**

20 НОЯБРЯ 2008 ГОДА

**Сборник тезисов**

МОСКВА 2008

[www.chem.msu.ru](http://www.chem.msu.ru)

## **Организационный комитет**

**Лунин В.В.**                      **Председатель, Академик РАН,  
Декан химического факультета**

**Анисимов А.В.**                      **заместитель председателя,  
профессор, зам. декана по научной работе**

**Бучаченко А.А.**                      **заместитель председателя,  
профессор, зам. декана по инновациям**

**Якубович Е.В.**                      **начальник научного отдела**

**Проценко Н.П.**                      **сотрудник научного отдела**

**Бурченкова Л.Е.**                      **сотрудник научного отдела**

**Мартынович Л.А.**                      **сотрудник научного отдела**

**Петрова Е.В.**                      **начальник отдела маркетинга**

### **Контактные телефоны:**

**Заместитель декана по науке  
Анисимов А.В.**                      **8(495) 9394333**

**Научный отдел Химического факультета: 8(495) 9394888  
8(495) 9393851**

## Атомно-силовой интерференционный микроскоп

Е.А. Меньшиков, Яминский И.В.  
yaminsky@genebee.msu.ru

Метод атомно-силовой микроскопии (АСМ) позволяет исследовать с атомным разрешением поверхности широкого круга материалов: кристаллы, полимерные пленки, волокна, нанообъекты и т.д. Измерения можно проводить на воздухе, в атмосфере любого газа и в жидкости. Наряду с атомно-силовой микроскопией при исследовании отражающих поверхностей используется интерференционная микроскопия (ИМ), позволяющая получать изображения с разрешением в сотни нанометров по горизонтали и долей нанометров по вертикали. Совмещение принципов интерференционной и атомно-силовой микроскопии в одном приборе позволяет скомпенсировать недостатки каждого из вышеупомянутых методов, а возможность проведения совмещенных исследований на микро- и наноуровнях предоставляет широкие возможности при исследовании материалов.

*Исследование кристаллов.* При изучении динамики роста кристаллов с помощью атомно-силовой микроскопии, существенную трудность составляет позиционирование зонда в область роста кристалла. Дополнительное использование интерференционного микроскопа позволяет легко наводиться на вершину. Проведение совмещенных исследований позволяет не только исследовать скорость роста кристалла в целом, но и детально изучать процессы зародышеобразования и роста ступеней.

*Исследование поверхностных процессов при деформациях изгиба полимерных пленок.* Исследования такого рода могут быть полезны при разработке и создании кантилеверных биосенсоров, а также при исследовании механики полимеров и процессов, происходящих в полимерных пленках при изгибе, таких как изменение шероховатости или процессы крейзования. При совмещенных исследованиях интерференционная микроскопия позволяет измерить величину деформации образца, а атомно-силовая микроскопия - исследовать процессы, происходящие на его поверхности.



Рис.1 Интерференционный микроскоп

На базе оптического микроскопа МСП-1 создан интерференционный микроскоп (рис 1).

На базе атомно-силового микроскопа Фемтоскан создан прототип атомно-силового интерференционного микроскопа

(рис.2). Поданы заявки на получение патента на изобретение.

Основными областями применения прибора являются:

- Материаловедение (исследование прозрачных пленок и нанообъектов )
- Исследование поверхностных процессов (комплексообразование, изменение шероховатости)



Рис.2 Атомно-силовой интерференционный микроскоп

- Кристаллография(исследование поверхности кристаллов и процессов роста)
- Биология (исследование клеток, бактерий)
- Метрология

Характеристики разработанного прототипа приведены в таблице

	АСМ	ИМ
Разрешающая способность по горизонтали, нм	1-10	1500-750*
Разрешающая способность по вертикали, нм	0.1	160
Размер кадра, мкм <sup>2</sup>	4x4	1600x1200 800x600*
Максимальное разрешение изображений, пкс <sup>2</sup>	512x512	2048x1536
Скорость получения кадров, с <sup>-1</sup>	0.01	15

\*- при использовании дополнительной линзы

## Экологически чистая утилизация токсичных хлорорганических соединений с использованием наноразмерных каталитических систем

В.В.Лунин, В.В.Смирнов, Т.Н.Ростовщикова, Е.А.Локтева, С.А.Гуревич,  
В.М.Кожевин, Л.Н.Занавескин, С.А.Качевский, Д.А.Явсин,  
К.Л.Занавескин, А.Е. Ермаков, М.А.Уймин  
[les@kge.chem.msu.ru](mailto:les@kge.chem.msu.ru); [rtn@kinet.chem.msu.ru](mailto:rtn@kinet.chem.msu.ru)

Токсичные полихлорпроизводные образуются в больших количествах как отходы в многотоннажных производствах хлорорганических продуктов. Отдельную серьезную проблему представляет собой утилизация отработанных трансформаторных масел, содержащих высокотоксичные полихлорбифенилы (ПХБ). В РФ в эксплуатации и резерве находятся более 200 тыс. трансформаторов и конденсаторов, в которых имеется, по разным оценкам, от 25 до 35 тыс. тонн содержащих ПХБ масел. Еще один источник опасных для экологии и населения полихлорированных соединений – отработанные или запрещенные к использованию пестициды. Единственным экологически безопасным и универсальным способом переработки хлоруглеводородов является их каталитическое гидродехлорирование в присутствии благородных металлов (Pd, Pt). Развитие этого метода сдерживается, однако, высокой стоимостью и низкой стабильностью катализаторов.

Нами разработаны новые наноструктурированные каталитические системы для гидродехлорирования, сочетающие низкое содержание благородного металла (0.01-0.001%) с высокой активностью и стабильностью. Их разработка стала возможной благодаря использованию обнаруженного недавно явления – сильной зависимости каталитической активности от среднего расстояния между частицами, обусловленной взаимодействиями между нанокластерами металла [1]. Целенаправленное формирование катализаторов с оптимальным размером частиц (около 2 нм) и оптимальной их плотностью на поверхности позволило повысить каталитическую активность на несколько порядков и увеличить срок непрерывной работы катализатора.

Разработаны катализаторы гидродехлорирования, позволяющие вовсе исключить использование благородных металлов. **Метод лазерного электродиспергирования (ЛЭД)** обеспечивает формирование на поверхности носителей наноструктур никеля, сопоставимых по активности с известными палладиевыми катализаторами. Высокоактивные нанокомпозиты могут быть сформированы также **методом бесконтактной левитационной плавки** в электромагнитном поле с испарением расплавленного металла в среде инертного газа, содержащего углеводороды. Такие нанокомпозиты представляют собой наночастицы металлов размером 5-12 нм, покрытые слоистой углеродной оболочкой. Последняя затрудняет агрегацию и окисление наночастиц металла, но не препятствует катализу. Все нанокомпозиты оказались активными в гидродехлорировании.

Стадия лабораторных НИР завершена. Новые каталитические системы прошли длительные испытания в установках периодического и непрерывного действия и показали высокую активность в гидродехлорировании хлорароматических соединений в газовой и жидкой фазе [2,3]. Подготовлены предложения по аппаратурному оформлению технологии. Степень готовности разработки обеспечивает возможность выдачи данных для проектирования опытно-промышленного производства.

Разработка обеспечит решение экологической проблемы государственного значения – устранение угрозы для окружающей среды и населения со стороны опасных хлорсодержащих техногенных отходов – потенциальных предшественников диоксинов. Целесообразно объединение для ее реализации усилий коммерческих инвесторов, Государственных структур (Минобрнауки, центральных и региональных органов, отвечающих за экологическую безопасность) и предприятий, на которых хранятся или

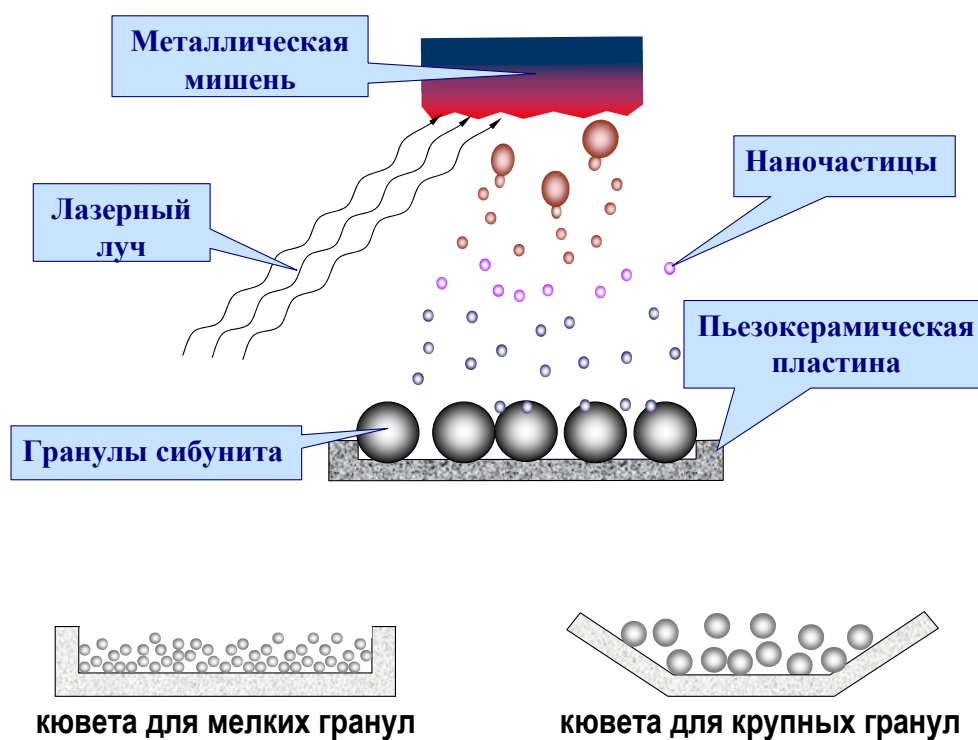
получаются токсичные хлорорганические отходы. Следует учитывать, что проблему токсичных хлорорганических техногенных отходов решать придется в любом случае в самое ближайшее время. Данная разработка имеет перед альтернативными вариантами очевидные преимущества: гарантированную экологическую безопасность, экономию (в сравнении с окислительными методами) энергоносителей, устранение расходов, связанных с использованием благородных металлов. Объем инвестиций определяется конъюнктурой цен на технологическое оборудование.

1. Ростовщикова Т.Н., Смирнов В.В., Кожевин В.М., Явсин Д.А., Гуревич С.А. // Российские нанотехнологии. 2007. т.2. № 1-2. с. 47.

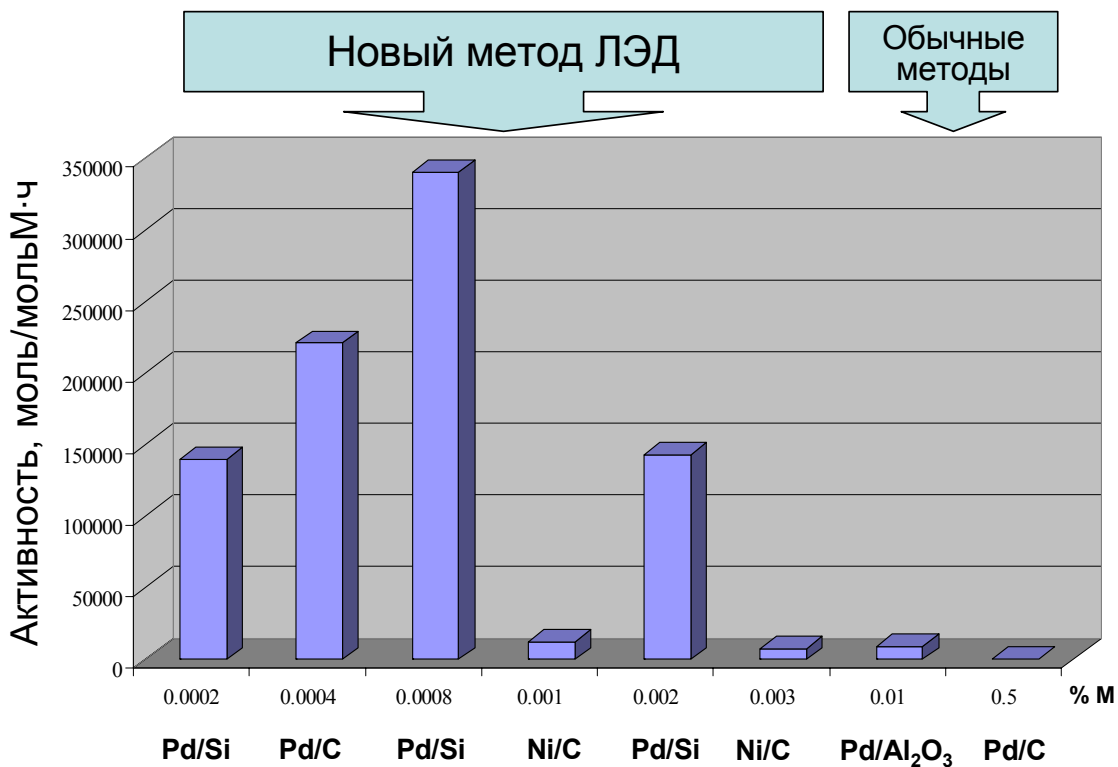
2. Качевский С.А., Голубина Е.В., Локтева Е.С., Лунин В.В. // Журнал физической химии, 2007, т. 81, №6, с. 998.

3. Лунин В.В., Смирнов В.В., Локтева Е.С., Занавескин Л.Н., Конорев О.А., «Способ переработки хлорорганических отходов», патент РФ № 2315030.

### Приготовление катализаторов методом лазерного электродиспергирования (ЛЭД)



**Активности катализаторов разных типов в газофазном гидродехлорировании хлорбензола при 150<sup>0</sup>С**



Разработка ведется на кафедрах физической химии и химической кинетики Химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова совместно с ФТИ РАН им. А.Ф.Иоффе (Санкт-Петербург) и ГУП НИФХИ им. Л.Я.Карпова при участии сотрудников ООО «Технолог» (Москва) и ИФМ УрО РАН (г. Екатеринбург) при финансовой поддержке МНТЦ (Проект 2955) и Федерального агентства по науке и инновациям (Госконтракты № 02.513.11.3204 и 02.513.11.3030).

# Мониторинг поверхностно-активных загрязнений в природных водах

С. Гусев, В. Тимошенко, Е. Лазарева, П. Проценко

Поверхностно активные загрязнения наносят существенный вред гидробионтам, нарушают тепловой баланс и газообмен в водоемах. Применяемые в настоящее время методы контроля за содержанием поверхностно-активных веществ (ПАВ) в водоемах требуют лабораторного анализа проб и непригодны для непрерывного мониторинга загрязнений. Поэтому предлагается использовать для непрерывного обнаружения поверхностно-активных загрязнений различного типа их общее фундаментальное свойство – способность снижать поверхностное натяжение воды. Измерения предлагается проводить методом максимального давления пузырька. Проведена оценка чувствительности данного метода и показано, что предел обнаружения ПАВ  $c^*$  определяется точностью измерения поверхностного натяжения  $\Delta\sigma \sim 1 \text{ мДж/м}^2$  и поверхностной активностью вещества  $G$ .

Смонтирован макет блока измерения поверхностного натяжения, позволяющий регистрировать максимальное давление пузырька и определять поверхностное натяжение жидкости в автоматическом режиме. Изучена чувствительность метода в лабораторных и природных испытаниях на модельных ПАВ – додецилсульфат натрия и высокомолекулярный *N*-замещенный уретан хитозана. Показана возможность детектирования поверхностно-активных загрязнений на уровне ПДК.

Разработана концепция зонда на основе метода максимального давления, позволяющего проводить непрерывный мониторинг поверхностно-активных загрязнений, транслировать информацию в режиме реального времени и проводить пробоотбор в момент максимального загрязнения (рис.1). Использование группы зондов, связанных по сети с контрольным пунктом, позволит оперативно реагировать на уровень загрязнения природных вод, выявлять и блокировать источник загрязнения (рис.2).

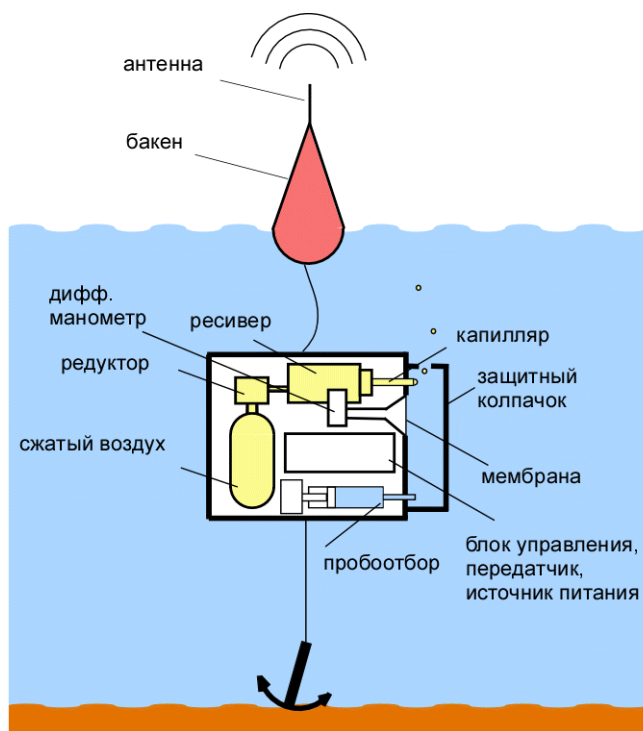


Рис. 1. Концепция зонда для непрерывного мониторинга поверхностно-активных загрязнений



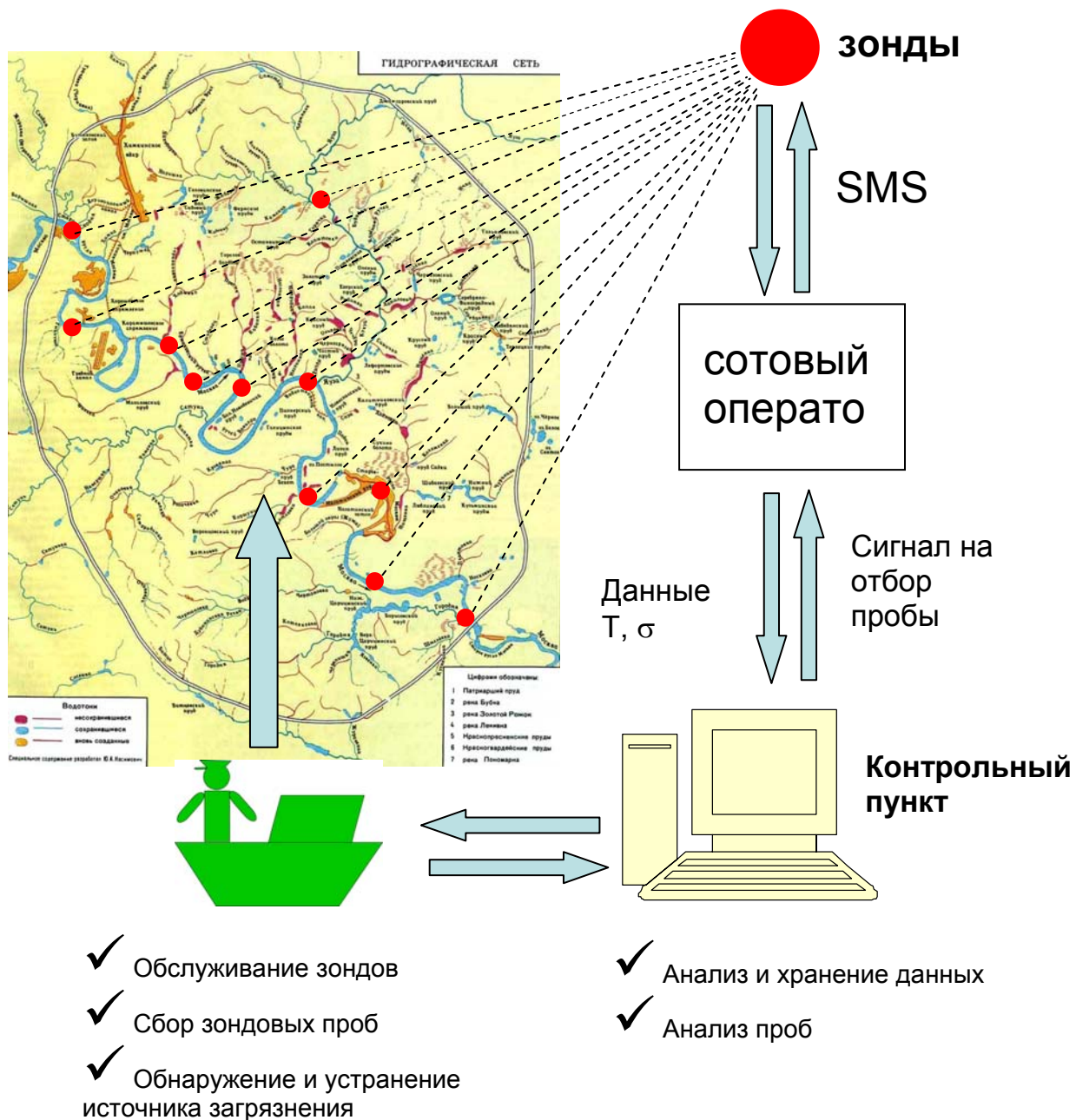


Рис.2. Структура системы мониторинга загрязнения акватории реки Москва с помощью зондов детектирующих наличие поверхностно-активных загрязнений методом максимального давления

## **Новые металлсодержащие материалы на основе дендримеров как перспективные катализаторы селективного гидрирования**

**Скоркин В.А., Максимов А.Л., Караханов Э.А.**  
*skorkinvitaliy@rambler.ru*

Синтез и изучение свойств новых органических бифункциональных материалов, содержащих в своем составе фрагменты макроциклических регулярных разветвленных молекул - модифицированных дендримеров, способных к иммобилизации наночастиц металлов и селективному связыванию органических соединений за счет образования комплексов включения «гость-хозяин» - в современной литературе практически не описаны. В данной работе изучаются особенности их взаимодействия с ионами переходных металлов (Cu, Pd) при образовании макромолекулярных металлокомплексов; разрабатываются подходы к иммобилизации наноразмерных частиц металлов и выявляются факторы, влияющие на их стабильность.

Полипропиленминные дендримеры различных поколений связывались при помощи бифункциональных органических соединений (диизоцианаты, диальдегиды, дикарбоновые кислоты и т.д.). Восстановление комплексов металлов с полученными лигандами проводили в водной фазе под действием таких агентов, как гидразин и тетрагидроборат натрия. Строение и состав полученных катализаторов подтверждены различными физико-химическими методами (ИК, РФЭС, РФА, ТЕМ, атомной абсорбционной спектроскопией).

Синтезированные материалы проявляют каталитическую активность гидрирования непредельных соединений. Показана высокая активность полученных материалов в гидрировании систем сопряженных двойных связей. Частота оборотов реакции для стирола достигает  $1000 \text{ мин}^{-1}$ . Следует отметить, что при гидрировании диенов высока селективность по продуктам гидрирования только одной из двойных связей. Полученные материалы являются гетерогенными, что позволяет легко отделять их от субстрата и продуктов реакции и использовать повторно. Показано, что синтезированные катализаторы не теряют активности и селективности в течение нескольких циклов.

# **Разработка систем для целей химической, биологической и экологической безопасности с использованием современных достижений нанотехнологии, биотехнологии и полимерной химии**

**И.Н. Курочкин**

Было проведено изучение организованных планарных структур на поверхности твёрдого тела, в состав которых входят комплексы белков и синтетических полиэлектролитов линейной и нелинейной архитектуры. Были исследованы возможности двух основных технологических концепций – принудительной организации и самосборки.

В результате проведенных исследований разработана оригинальная базовая технология формирования и перенесения на поверхность твердого тела пленок Ленгмюра-Блоджетт (ЛБ) на основе амфифильных полиэлектролитов, позволяющая включать в состав пленок ферменты, антитела, рецепторы и другие «узнающие» элементы биосенсоров без изменения их функциональных свойств. Исследованы физико-химические и структурные характеристики таких пленок. Данная технология позволяет создавать высокую поверхностную концентрацию «узнающих» элементов, изменять каталитические и аффинные свойства биомакромолекул, обеспечивает высокую стабильность белковых молекул в пленках. В результате, были разработаны новые высокоспецифичные и чувствительные методы анализа и идентификации возбудителей особо опасных инфекций различных таксономических групп и токсинов на основе наноструктурированных пленок ЛБ антител и метода сканирующей зондовой микроскопии.

Были изучены закономерности включения белковых молекул в состав наноструктурированных плёнок полиэлектролитов, их стабильность, выявлена роль структурных особенностей полиэлектролитов и условий формирования таких плёнок и покрытий в проявлении сенсорной активности. Впервые создать конструкции, содержащие более четырех функционально различных элементов (полианион, поликатион, два фермента, или фермент и наночастицы оксидов металлов, или фермент и углеродные нанотрубки). Эти исследования позволили создать сенсорные матрицы, системы высокопроизводительного анализа ферментативной активности и системы анализа многокомпонентных смесей ингибиторов физиологически важных ферментов.

Созданы уникальных высокочувствительных нанобиосенсорных систем для определения: а) активности нейротоксичной эстеразы в крови и тканях человека и животных, б) нейротоксичного потенциала химических соединений, в) эстераз крови, г) ингибиторов холинэстераз в сложных смесях. Предложенные решения позволили достичь рекордно низких пределов обнаружения целевых веществ, успешно пройти соответствующие ведомственные испытания и найти свое применение в следующих областях народного хозяйства. Область, связанная с уничтожением запасов химического оружия - разработаны нанобиосенсорные тест-системы и сборник методического обеспечения для контроля ФОВ в воздушной среде на уровне санитарно-гигиенических нормативов населенных мест. В области обеспечения экологической безопасности – использование нанобиосенсорных анализаторов, разработанных И.Н. Курочкиным, было отнесено Правительством Санкт-Петербурга к особым мерам обеспечения безопасности глав государств и участников встреч Большой Восьмерки(G-8), прошедшей в июле 2006 года.

## Инновационный ветеринарный препарат «Эльвита-Удивит»

Ершова М.Л.<sup>1</sup>, Кондакова И.В.<sup>2</sup>, Короткина С.А.<sup>3</sup>, Кузьмин В.Л.<sup>3</sup>  
ООО «Алвита»<sup>1</sup>, Химфак МГУ им. М.В.Ломоносова (г.Москва)<sup>2</sup>,  
Санкт-Петербургская Гос. Академия Ветеринарной Медицины<sup>3</sup>

Препарат «Эльвита–Удивит» основан на принципиально новом кинетическом подходе использования внутренних метаболитов побочных биохимических путей для создания фармацевтических препаратов. Основы данного подхода были заложены в конце прошлого века Н.М.Эммануэлем.

Препарат разработан в сотрудничестве химиками МГУ им М.В.Ломоносова и ветеринарными врачами СПб ГАВМ, в рамках государственной поддержки коммерциализации передовых научных разработок России (Старт-2008 FASIE).

**ЭЛЬВИТА представляет собой раствор 5% глюкозы со специально подобранными добавками в сверх малых концентрациях.**

По механизму действия препарат «Эльвита-Удивит» отнесен к категории иммуномодуляторов и имеет ярко выраженные противомикробные, противовоспалительные, иммуномодулирующие, регенеративные свойства.

Препарат совместим с иммунотерапией, всеми лекарственными средствами различных фармакологических групп и может использоваться в сочетании с традиционными методами лечения. «Эльвита-Удивит» назначают для профилактики и лечения при иммунодефицитных состояниях различной этиологии, опухолевых и вирусных болезнях, желудочно-кишечных, респираторных, кожных, ушных и урогенитальных инфекциях самостоятельно и в сочетании с комплексной терапией.

Препарат применяется млекопитающим подкожно 1-2 раза в неделю. При острых воспалительных процессах, как правило, для получения хорошего лечебного эффекта достаточно всего 1-2 инъекций по 4-8 мл в зависимости от массы млекопитающего.

- Состав препарата запатентован.
- Противопоказания к применению препарата, как при использовании раствора глюкозы.
- Препарат находится на регистрации в ВГНКИ.
- Начало серийного выпуска ориентировочно декабрь 2008 года.
- Форма выпуска: ампулы и флаконы.

Расширенные полевые испытания в рамках программы сертификации препарата на нескольких сотен животных показали, что препарат так же может использоваться при лечении и профилактики вирусных инфекций невыясненной этиологии, лейкозах, артритах и бурситах, маститах и бронхопневмониях. Испытания проводились в ветеринарных институтах и клиниках г. Москвы и Санкт-Петербурга а так же животноводческих комплексах Ленинградской области.

За достижения в области создания инновационных ветеринарных препаратов ООО «Алвита» награждено дипломом Ленэкспо за участие в выставке «Ветеринария, Зоотехнология, Корма» 2008.

Информационный сайт: [www.elvita.org](http://www.elvita.org)

## Комплексная экологически чистая переработка апатитового концентрата

Комиссарова Л.Н., Бобылев А.П., Зимина Г.В., Пушкина Г.Я., Сливко Т.А.  
Химический факультет МГУ им.М.В.Ломоносова  
(кафедра неорганической химии)  
МИТХТ им. М.В.Ломоносова (кафедра ХиТРРЭ)

Кольский апатит - перспективное сырье для комплексной переработки с получением в качестве товарных продуктов, помимо основных продуктов - удобрений, кормового и пищевого преципитата, соединений редкоземельных элементов (РЗЭ), стронция и фтора. Апатитовый концентрат содержит около 1% оксидов редкоземельных элементов, 2,7-3,0% оксида стронция и 2,8-3,0% фтора. В масштабах переработки 10 млн.т концентрата количество ценных компонентов составляет ~ 100 тыс.т. РЗЭ, ~200 тыс.т. оксида стронция и ~ 300 тыс. т. фтора.

В настоящее время в процессе переработки апатита по серноокислотной схеме (80% добываемого апатита) большая часть фтора выделяется в атмосферу, остальная попадает в удобрения. Стронций целиком выделяется с фосфогипсом и, соответственно, переходит в отвал. РЗЭ распределяются между фосфогипсом (50-60%) и удобрениями.

Предлагаемая оригинальная технологическая схема является разновидностью серноокислотного способа переработки апатитового концентрата. Она состоит из следующих основных технологических этапов:

- совмещенный процесс разложения апатита смесью фосфорной и серной кислот и его обесфторивание, с практически полным улавливанием летучих фтористых соединений,
- получение РЗЭ-Sr или РЗЭ и стронциевого концентратов. Извлечение РЗЭ составляет 85-90%, стронция— 70-75%,
- получение суперфосфата и преципитата с содержанием F-0,02%,  $\Sigma \text{Ln}_2\text{O}_3$ -0,15%, SrO-0,16%. Извлечение фосфора в удобрения (95%).  
Общие отходы производства составляют 5-6%.

Для создания научно обоснованных оптимальных режимов основных стадий и в целом технологии комплексной переработки апатита был выполнен необходимый объем физико-химических исследований.

Разработанная схема оригинальна и не имеет отечественных и зарубежных аналогов в части обесфторивания апатита и выделения РЗЭ и стронция. Впервые в процессе обесфторивания достигается глубокая очистка от фтора (содержание фтора в суперфосфате 0,02%) и высокая степень его утилизации. РЗЭ и стронций выделяются при переработке апатита с высоким выходом и получением концентрата, пригодного для дальнейшей переработки. Степень использования сырья - 96%.

Предлагаемая технология предусматривает получение следующих продуктов: обесфторенных и свободных от РЗЭ и стронция фосфатов кальция (удобрения, пищевые и кормовые фосфаты), соединений РЗЭ, стронция и фтора. Она характеризуется следующими высокими экологическими показателями: полностью исключаются выбросы фтора в атмосферу и улучшается экологическая чистота удобрений за счет предварительного выделения РЗЭ, стронция и фтора.

## Биокатализаторы для разложения токсичных фосфорорганических соединений

Ефременко Е.Н.

Кафедра химической энзимологии Химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, e-mail: [efremenko@enzyme.chem.msu.ru](mailto:efremenko@enzyme.chem.msu.ru)

Разработана серия биокатализаторов на основе ферментов и клеток микроорганизмов, катализирующих разложение различных ФОС, обладающих токсичностью [1-7], но вместе с тем широко применяемых в народном хозяйстве, в быту или подлежащих массовому уничтожению в связи с потерей ими кондиционных свойств или запрещению к применению. К числу таких ФОС относятся пестициды (малатион, кумафос, хлорпирифос, диазинон и др.) и продукты их частичной дегградации.

Показано, что те же самые биокатализаторы могут быть успешно применены для разложения таких ФОС, которые имеют строение, аналогичное пестицидам, но представляют собой боевые отравляющие вещества (БОВ): зарин, зоман, Vx и вещество типа Vx [4,6,7].

Установлено, что разложение ФОС в широком диапазоне концентраций (от  $10^{-8}$ М до  $10^{-2}$ М) может быть успешно проведено под действием разработанных биокатализаторов, когда ФОС находятся в составе смесей, сложных по химическому составу, например, в смеси с другими пестицидами, продуктами их разложения или в составе реакционных масс, образующихся в результате химического уничтожения БОВ по принятым в РФ рецептурам.

На основе уникальных рекомбинантных белков [1,2] разработан ряд высокоэффективных ферментных иммобилизованных биокатализаторов, предназначенных для разложения ФОС (пестицидов, отравляющих веществ и продуктов их разложения) в проточных системах [5]. Такие биокатализаторы могут быть применены в виде сменных картриджей различного размера для очистки различных водных источников (речные, сточные воды, подготовка питьевой воды) от ФОС.

Разработаны биокатализаторы на основе иммобилизованных ферментов, катализирующих разложение ФОС и продуктов их гидролиза в виде тканевых самодегасирующихся материалов, которые могут быть использованы для создания средств индивидуальной защиты, а также средств для технических нужд (удаления ФОС с различных поверхностей – оборудования, транспортных средств, сельскохозяйственного инвентаря, поверхности помещений и др.).

Разработанные биокатализаторы были апробированы в лабораторных и стендовых испытаниях, технологии их производства обеспечены лабораторными регламентами. Разработка биокатализаторов и технологий, использующих их, были финансово поддержаны следующими организациями: Российским фондом фундаментальных исследований, Федеральным агентством по науке и инновациям, Федеральным управлением по безопасному хранению и уничтожению химического оружия, НАТО.

[1] Патент РФ на изобретение № 2232807 (2004).

[2] Патент РФ на изобретение № 2255975 (2005).

[3] Патент РФ на изобретение № 2261911 (2005).

[4] Патент РФ на изобретение № 2296164 (2007).

[5] Патент РФ на изобретение № 2315103 (2007).

[6] Патент РФ на изобретение № 2330717 (2008)

[7] Положительное решение о выдаче Патента РФ на изобретение по заявке № 2007136007 (2008).

# Оптические сенсоры на основе хромогенных краун-эфиров и гетероароматических систем

О. А. Федорова,<sup>1</sup> Е. В. Луковская,<sup>1</sup> А. А. Бобылева,<sup>1</sup> Э. В. Рахманов,<sup>1</sup> А. А. Мизерев,<sup>1</sup>

А. В. Анисимов,<sup>1</sup> Ю. В. Федоров,<sup>2</sup> Н. Э. Шепель<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Кафедра химии нефти и органического катализа, Химический факультет, МГУ имени М. В. Ломоносова

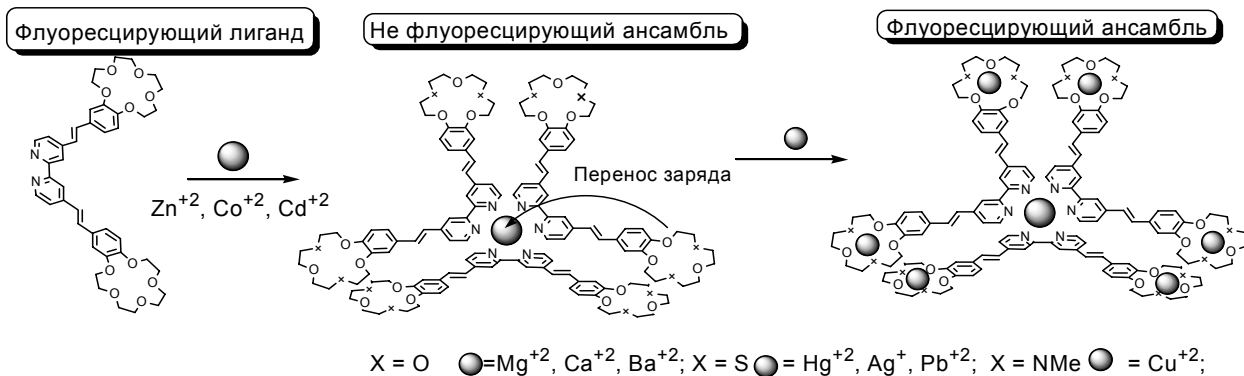
<sup>2</sup> Институт элементоорганической химии им. А. Н. Несмеянова РАН

В последнее время активно разрабатываются химические сенсоры, которые дают информацию о химическом составе среды (раствора), в которую погружен датчик, без отбора анализируемой пробы и ее специальной подготовки. Успехи в смежных областях (физика твердого тела, микроэлектроника, микропроцессорная техника, материаловедение) привели к появлению новых сенсорных анализаторов, которые могут работать автономно, без вмешательства оператора, причем предполагается, что они связаны с системами накопления и автоматизированной обработки информации.

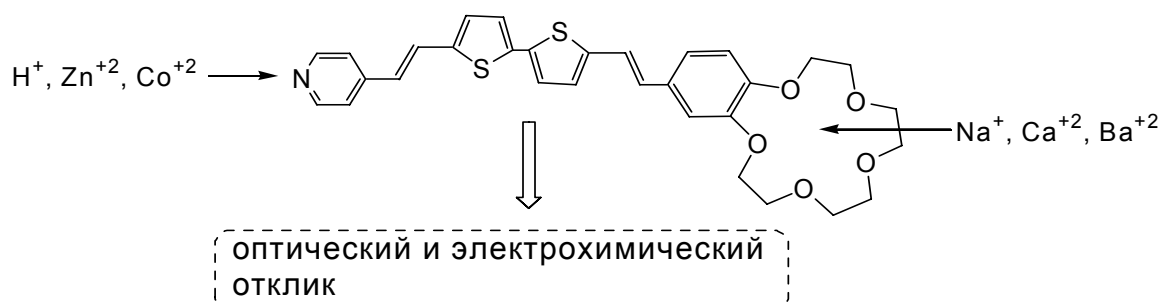
На кафедре химии нефти и органического катализа в течение ряд лет проводятся разработки высокоселективных оптических и электрохимических сенсоров на основе производных краун-соединений. Полученные к настоящему времени сенсоры могут быть отнесены к нескольким типам. К первому типу относятся *высокоселективные молекулярные сенсоры на катионы металлов*, построенные введением краун-эфирного фрагмента в состав оптически активной молекулы. Благодаря сопряженной структуре процесс комплексообразования в подобном сенсоре приводит к значительным изменениям оптических характеристик. Так были впервые получены и запатентованы оптические сенсоры на соли меди.



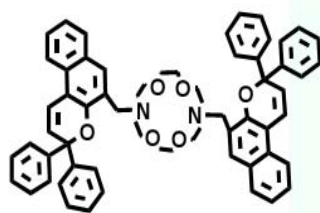
Вторым типом являются *супрамолекулярные металлоорганические комплексы*, обладающие свойствами флуоресцентных сенсоров. Краунсодержащие стироловые производные полипиридинов и фенантролинов в присутствии солей цинка, кадмия или кобальта способны самопроизвольно образовывать супрамолекулярные нефлуоресцентные комплексы, показанные на схеме, приведенной ниже. При связывании катиона металла краун-эфирным фрагментом наблюдается разгорание флуоресценции. Поскольку краун-эфирный фрагмент обладает высокой селективностью связывания катионов металлов, определяющейся составом гетероатомов макроцикла, то флуоресцентный отклик будет наблюдаться только при селективном комплексообразовании определенного типа катионов.



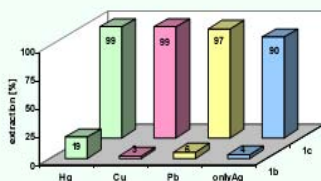
Мультипараметрические ионные сенсоры созданы на основе краунсодержащих политиофеновых систем. Соединения могут использоваться как для оптического, так и электрохимического мониторинга состава аналита.



Фотоуправляемые ионные сенсоры-экстрагенты получены на основе краунсодержащих фотохромных нафтопиранов. Соединения демонстрируют управлением светом селективной экстракцией солей металлов из водной фазы в органический растворитель.



Фотохромный хромоновый комплексон



Селективная и фотоуправляемая экстракция  $Ag^{+}$

Перспективность использования оптических *химических сенсоров* на *катионы металлов*, основанных на изменении флуоресценции при воздействии аналита, благодаря таким их особенностям как высокая чувствительность, селективность, малое время отклика, возможность проводить анализ на расстоянии, высокая невосприимчивость к электромагнитным воздействиям, возможность работы в экстремально жестких условиях, а также миниатюризации оптических химических сенсоров вплоть до размеров рабочей области в несколько десятков нанометров.



## **Процессы бесщелочной очистки углеводородного сырья от токсичных соединений серы**

*В.В.Смирнов, И.Г.Тарханова, М.Г.Гантман, Л.А.Тюрина*

Требования по содержанию в нефтепродуктах токсичных и коррозионно-активных меркаптанов постоянно ужесточаются. Одним из основных методов демеркаптанизации является каталитическое окисление меркаптанов в дисульфиды. Существующие методы окислительной демеркаптанизации технологически сложны и экологически опасны из-за использования водных щелочей. Поэтому на данный момент окислительная демеркаптанизация в РФ используется лишь в незначительных объемах.

Нами разработаны дешевые и простые в производстве катализаторы способные вести окисление меркаптанов кислородом воздуха в отсутствие щелочей. Катализаторы могут быть использованы в растворе или в твердом виде. В последнем случае металлокомплекс наносят на минеральные носители. Степень очистки очень высокая – продукт с содержанием 0.02% вес. меркаптановой серы после однократного прохождения через реактор либо не содержит ее вовсе, либо содержит менее 0.001%, что удовлетворяет самым строгим требованиям. Технология очистки предельно проста – содержащий меркаптан продукт пропускают через неподвижный слой катализатора, либо раствор катализатора прибавляют к очищаемому субстрату при перемешивании. Окисление ведется растворенным кислородом, дополнительной подачи окислителя не требуется, равно как и использования повышенных давлений и температур. Стоимость очистки в расчете на единицу продукта предполагается в 2-3 раза ниже, чем по известным окислительным технологиям и в 5-7 раз ниже, чем при проведении гидроочистки. Кроме того, полностью исключается риск загрязнения окружающей среды. Катализатор стабилен на воздухе в твердом виде и в среде органических растворителей.

Развиваемые подходы могут быть использованы также в сероочистке природного и попутного нефтяного газа. Использование разработанных гетерогенных металлокомплексных катализаторов позволило предложить новый способ очистки потоков газообразных углеводородов от сероводорода и низших меркаптанов с использованием каскада реакторов. Метод имеет ряд преимуществ перед используемым в настоящее время методом т.н. аминной очистки – обеспечивается более высокая степень удаления сероводорода и более стабильная работа узла очистки при значительно меньших габаритах оборудования, сокращении капитальных и эксплуатационных затрат в 2-3 раза.

Разработка выполнена при участии ООО «Старт-Катализатор».

Патент РФ № 2326735 Катализатор для окислительной очистки нефти, газоконденсата и нефтяных фракций от меркаптанов и способ его получения (Приоритет от 20.06.2008 г).

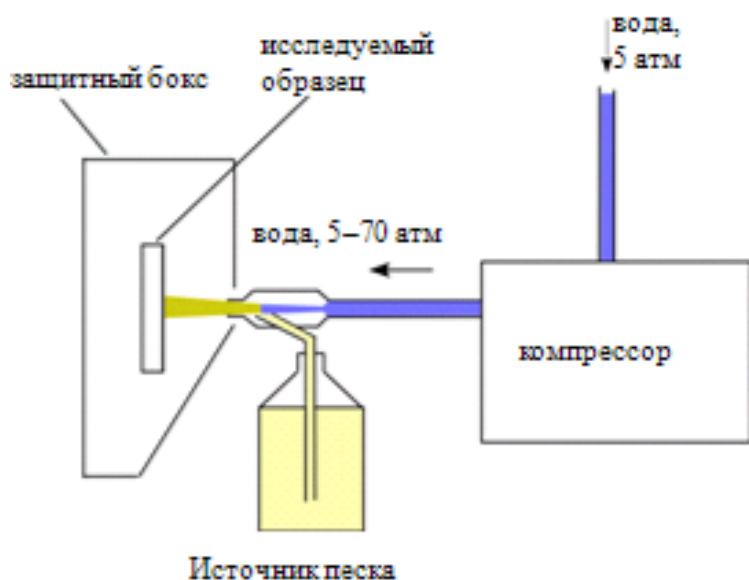
## Эрозионные испытания материалов высоконапорной водяной струей с абразивными частицами

П. Проценко, В. Тимошенко, В. Мурашов, А. Богданов

Разрушение материалов потоком твёрдых частиц – распространённый процесс, лежащий в основе таких технологических процессов, как пескоструйная очистка поверхности и резка водо-песчаной струёй. С другой стороны, разрушение конструкционных материалов вызывает их скорый выход из строя, поэтому необходимо, по возможности, снижать эрозию поверхностей деталей, подвергающихся воздействию абразивных частиц: лопаток турбин, водопроводных труб, камер сгорания твёрдого топлива и проч. Кроме того, показано, что эрозия понижает коррозионную устойчивость материалов, а наличие в жидкой среде поверхностно-активных добавок может приводить к снижению прочности и ускорению эрозии (эффект Ребиндера). В целом, управление эрозионными свойствами материалов – важная технологическая задача.

Нами была разработана и изготовлена лабораторная установка для изучения эрозионной устойчивости материалов. Установка позволяет сформировать высоконапорную струю воды содержащей абразивные частицы. Скорость потока может варьироваться в широком диапазоне от 20 до 100 м/с. Абразив подается в смесительную камеру в виде концентрированной суспензии. В качестве абразива могут использоваться частицы различного размера (до 1-2 мм) и природы: кварцевый песок, карбиды кремния и вольфрама, нитрид бора и другие. Возможно введение в струю коррозионно-активных добавок различного типа. Установка позволяет варьировать угол падения струи на испытываемую поверхность в диапазоне 5 – 90°. Наличие прозрачного бокса и системы фильтрации воды позволяет защитить оператора от воздействия водо-песчаной струи и предотвратить потери абразива, который может использоваться несколько раз. Степень износа определяется по суммарной потере веса образца, а также может контролироваться на субмикронном уровне методами профилометрии, зондовой и сканирующей электронной микроскопии.

На установке были успешно испытаны материалы различной природы (сталь, образцы горных пород, керамика, керамические покрытия, пластики различного типа). Наличие специально изготовленных держателей позволяет тестировать образцы различной формы: пластины, диски, трубки и т.д.



## Биорекультивация загрязненных нефтью почв и водной поверхности с помощью препарата “Родер”

Калюжный С.В., Мурыгина В.П.

Препарат “Родер” (Сертификат №.77.99.03.003.Д.003020.06.05, Роспотребнадзор РФ) создан для микробиологической очистки водной поверхности и грунтов от загрязнений углеводородами нефти и нефтепродуктами, в том числе после применения механических, адсорбционных и химических методов. “Родер” представляет собой сухой порошок или концентрированную суспензию (численность -  $10^9$  кл/г и  $10^{10}$  кл/мл, соответственно) непатогенных, жизнеспособных и активных клеток бактерий, выделенных из природы и относящихся к роду *Rhodococcus*. Рабочая суспензия препарата обогащается минеральными компонентами - источниками азота и фосфора и вносится в количестве 0,1-1,0 л на 1 кв. м водной поверхности или грунта, соответственно. Продолжительность обработки – в летний период от двух недель до нескольких месяцев в зависимости от концентрации загрязнения. Температурный и рН диапазон применимости -  $10-32^{\circ}\text{C}$  и 5.5-7.8, соответственно. Многочисленные проверки в лабораторных и природных условиях, в том числе в Западной Сибири и Республике Коми, показали высокую эффективность препарата (56-99%) при очистке загрязненных углеводородами почв и водных поверхностей в зависимости от их начальной концентрации 450 г/кг с.в. почвы и 440 мг/л воды за 2-3 применение препарата, соответственно.



Начальное состояние



Пос  
ле  
трех  
крат  
ного  
при  
мене  
ния  
преп  
арат  
а



### «Родер»+фиторемедиация

Бактерии-деструкторы препарата «Родер»™ благодаря своей липофильной клеточной стенке сразу же, как только их наносят на очищаемую поверхность, прикрепляются к пленке нефти на разделе фаз нефть-вода или нефть-почва и включаются в процесс деградации УВ. Антагонистических взаимоотношений с аборигенной микрофлорой не наблюдается. При полной деградации углеводородного загрязнения микроорганизмы, входящие в состав препарата «Родер»™, теряют свою активность из-за отсутствия источника питания и энергии, отмирают, потребляются простейшими организмами и пополняют гумусовый слой почвы.

На широкомасштабное применение препарата «Родер»™ в природе имеются разрешительные документы (Санитарно-Эпидемиологические Заключение (№77.99.24.929Д.005978.10.04 и №77.99.03.003Д.003020.06.05, соответственно жидкая и сухая формы).

Стоимость препарата «Родер» договорная.

Авторское сопровождение гарантирует успешность применения препарата. Имеется возможность обучения персонала Заказчика за его счет на базе МГУ им. М.В.Ломоносова.

Координаты для контактов:

д.х.н. Калюжный Сергей Владимирович, e-mail: [svk@enz.chem.msu.ru](mailto:svk@enz.chem.msu.ru),  
тел. 939-5083

к.б.н. Мурыгина Валентина Павловна, e-mail: [vpm@enzyme.chem.msu.ru](mailto:vpm@enzyme.chem.msu.ru),  
тел. 939-5083, 939-3170

## Лаборатория химии и физики полупроводниковых и сенсорных материалов

Зав. лабораторией д.х.н., профессор А.М. Гаськов

Химические сенсоры представляют собой элементы глобальной информационной технологии. Особенно важной сферой применения химических сенсоров является охрана жизни людей и окружающей среды. Мониторинг воздуха является одним из основных приоритетов мировой политики по охране жизни людей, особенно для больших городов, где угроза выброса промышленных химических загрязнений больше, а уровень токсичных и взрывоопасных веществ таких как: CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, и NH<sub>3</sub> значительно превышает нормы Всемирной Организации Здравья.

В настоящее время прогресс в области детектирования опасных химических веществ связывается с созданием мультисенсорных систем, интегрирующих в себе ряд быстродействующих датчиков с единой системой пробоотбора, считывания и обработки информации. Наибольшие возможности для создания портативной мультисенсорной системы имеют полупроводниковые сенсоры, основными преимуществами которых являются высокая чувствительность, простота конструкции, возможность интегрирования в современные информационные системы. Ключевым направлением в разработке технологии мультисенсорных систем являются исследования новых классов селективных нано- и мезопористых материалов.

В лаборатории накоплен значительный опыт по синтезу нанокристаллических полупроводниковых материалов с высокой газовой чувствительностью в виде нанокompозитов – неоднородных пористых нанокристаллических систем, обладающих каталитической активностью к различным молекулам. Специфический характер каталитических реакций позволяет существенно повысить селективность материала по отношению к приоритетным загрязнителям воздуха и снизить предел обнаружения до уровня 10–100 ppb.

Селективность твердотельных газовых сенсоров может быть существенно улучшена за счет использования системы предварительного разделения и концентрирования молекул на специфических адсорбентах. Отличительной особенностью работы является комплексный подход к детектированию токсичных газов, направленный на объединение в одном технологическом модуле системы предварительного концентрирования и полупроводникового газового сенсора, селективных к одному типу загрязнителей воздуха. Эта идея была успешно реализована сотрудниками лабораторий химии и физики полупроводниковых и сенсорных материалов и лаборатории кинетики и катализа при разработке прибора «ФОКСИ-ЛАБ» – газосигнализатора для раннего обнаружения токсичных веществ в воздухе. «ФОКСИ-ЛАБ» способен в автоматическом режиме обнаруживать в воздухе токсичные вещества на фоне различных маскирующих агентов. Сочетает в себе высокую чувствительность, селективность и быстродействие. <http://www.g-systems.ru/html/project.html>

Стабильность полупроводниковых датчиков может быть повышена при использовании в качестве сенсорного элемента монокристаллических нитей. Свойства такого материала: стабильность кристаллической структуры, высокая удельная поверхность и высокая подвижность носителей заряда, по сравнению с поликристаллическими наноструктурными материалами, являются идеальными для создания газовых сенсоров на транзисторах. В лаборатории отработаны методики синтеза высокопроводящих вискерсов, обладающих селективной чувствительностью по отношению к NO<sub>2</sub> на уровне ПДК.

# Новая ферратная технология очистки воды

Ю.Д.Перфильев, С.К.Дедушенко, А.А.Корнилова

## Состояние водных ресурсов

- 1,4 млрд. человек в мире не имеют доступа к безопасной питьевой воде
- Россия находится на втором месте в мире по запасам пресной воды, однако ее водные экосистемы сильно деградируют
- Существующие методы водоочистки не успевают следовать за ужесточающимися требованиями по ее качеству

## Недостатки существующих средств очистки воды

Применяющиеся в настоящее время окислители (хлор, гипохлорит натрия, диоксид хлора, озон, перекись водорода, реактив Фентона и др.) или образуют токсические продукты, или не обеспечивают достаточного разложения поллютантов. При их использовании, как правило, требуются дополнительные мероприятия для удаления продуктов разложения

Новая ферратная технология обработки воды соответствует основным критериям снабжения населения чистой водой. В ней используются ферраты(VI) щелочных металлов, которые являются одними из сильнейших окислителей, относительно безвредны, и дают при взаимодействии с примесями гидроксид железа(III), захватывающий при его коагуляции большинство органических остатков и ионов металлов.

Ферраты могут быть получены различными химическими и электрохимическими методами, однако требуются дополнительные исследования для выработки экономичных способов их синтеза и применения.

Ферраты в растворах и в твердом состоянии наилучшим образом определяются спектроскопическими методами оптического и ядерного гамма-резонансного, мессбауэровского поглощений.

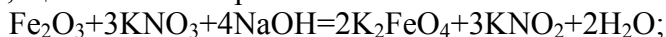
Эффективность ферратов в их многофункциональном действии как сильнейших окислителей, дезинфицирующих средств и коагулянтов демонстрируется на примерах самых распространенных загрязнителей воды.

## Окислительные потенциалы реагентов

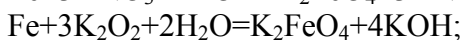
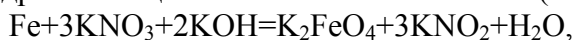
Окислитель	Реакция	E°, В
Хлор	$\text{Cl}_2(\text{r}) + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-$	1.36
Гипохлорит	$\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}^- + 2\text{OH}^-$	0.88
	$\text{HClO} + \text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$	1.50
Диоксид хлора	$\text{ClO}_2 + 4\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O}$	1.50
	$\text{ClO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}^- + 4\text{OH}^-$	0.85
Перхлорат	$\text{ClO}_4^- + 8\text{H}^+ + 8\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}^- + 4\text{H}_2\text{O}$	1.38
Озон	$\text{O}_3 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$	2.07
Пероксид водорода	$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$	1.77
Перманганат	$\text{MnO}_4 + 4\text{H}^+ + 3\text{e}^- \rightarrow \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	1.69
	$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	1.51
Феррат (VI)	$\text{FeO}_4^{2-} + 8\text{H}^+ + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$	2.20

## Способы получения ферратов (VI)

1) нагревание до красного каления железных опилок с селитрой или смеси окиси железа, щелочи и селитры



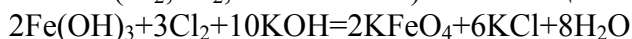
2) окисление при нагревании в токе  $\text{O}_2$  твердых фаз, состоящих из окиси, перекиси или гидроокиси щелочного металла и железа (или его окиси) при соотношении  $\text{M}:\text{Fe}=2:1$



3) электрохимическое растворение железного анода в растворах щелочей



4) окисление солей железа или его свежеприготовленной гидроокиси различными окислителями ( $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{NaOCl}$  и т.п.) в сильнощелочной среде



5) реакции обмена

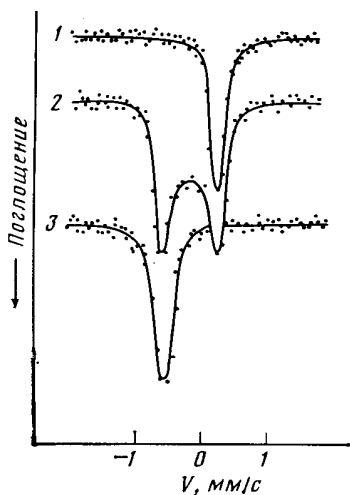
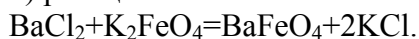


Рис. 1

Рис. 1. Мессбауэровские спектры ферратов, полученных при различных мольных соотношениях  $[\text{Na}] : [\text{Fe}]$  (1 – 2 : 1, 2 – 3 : 1, 3 – 4 : 1,  $t = 370^\circ\text{C}$ ,  $\tau = 12$  ч,  $\text{O}_2$ )

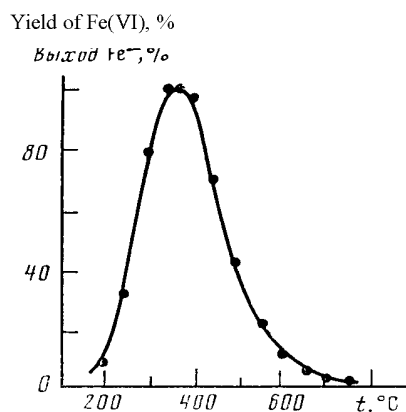


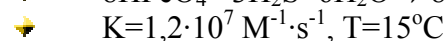
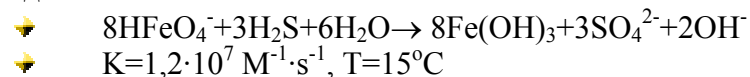
Рис. 2

Рис. 2. Зависимость выхода феррата (VI) натрия при прочих равных условиях от температуры ( $[\text{Na}] : [\text{Fe}] = 4 : 1$ ,  $\tau = 12$  ч,  $\text{O}_2$ )

Примеры нейтрализации ферратами (VI) токсичных веществ

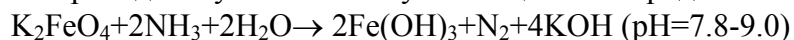
### Окисление сероводорода

Сероводород присутствует в качестве примеси в отходах бумажных и текстильных заводов, химических и дубильных фабрик. Он представляет собой раздражающий и удушающий газ, который вызывает поражения нервной системы, дыхательных путей и глаз. Может вызывать острые и хронические отравления с разного рода последствиями. Воздействие этого вещества приводит к снижению иммунобиологической реакции организма. При наличии в водоеме избытка  $\text{H}_2\text{S}$  возникает резкий дефицит кислорода, что угнетает у рыб способность тканей утилизировать кислород.



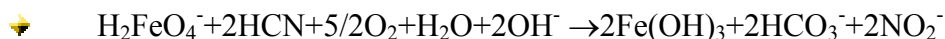
### Окисление аммиака

Аммиак находит широкое применение в химической промышленности, при крашении тканей, в качестве хладагента в холодильниках. Основными источниками выделения аммиака являются азотно-туковые комбинаты, предприятия по производству азотной кислоты и солей аммония, холодильные установки, коксохимические заводы. Присутствие его в воде вызывает интоксикацию у рыб. У человека вызывает резкое раздражение глаз, верхних дыхательных путей, вплоть до рефлекторной задержки дыхания. Приводит к уменьшению утилизации кислорода и замедлению пульса.



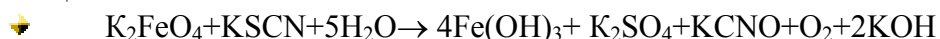
✦ Окисление цианида

✦ Цианид, высокотоксичное вещество, присутствует в отбросах заводов по переработке железа и стали. Новый стандарт требует от очистительных систем нулевого содержания цианида в переработанной воде. Основным методом, используемым сейчас, щелочное хлорирование, имеет ряд существенных недостатков, главными из которых являются образование хлорциана и неполное удаление некоторых комплексов цианида с металлами.



✦ Окисление тиоцианата

✦ Тиоцианат широко используется в промышленности при разделении металлов, электроникелировании, в фотопроизводстве. При производстве кокса из каменного угля концентрация  $\text{SCN}^-$  в переработанной воде варьируется от 100 до 1500 мг/л. Поражает центральную и периферическую нервную систему, вызывая функциональные нарушения; нарушения сердечно-сосудистой системы; нарушает работу обмена веществ.



Примеры дезинфицирующего действия ферратов (VI)

Вирусы и бактерии могут выживать в питьевой воде в течение длительного времени. Исследования показали, что феррат (VI) калия способен быстро дезактивировать вирус f2 Coliphage (в течение 1 мин. в растворе  $\text{K}_2\text{FeO}_4$  с концентрацией 1 мг/л при pH 5.9 степень дезактивации достигает 99%), а также вызывать гибель Escherichia Coli (E.Coli) (в течение 7 мин. в растворе  $\text{K}_2\text{FeO}_4$  с концентрацией 6 мг/л при pH 8.2 процент убитых E.Coli составляет 99,9%)

✦ Ферратная технология может быть использована в различных вариантах. В наиболее затратном процессе очистки ограниченных объемов воды с помощью патронов, содержащих сухие ферраты, стоимость материала оценивается в 0,71 \$ за моль или 4\$ за кг (120 руб). 1 кг продукта способен очистить 20 000 литров воды. Ферраты значительно эффективней, чем другие используемые коагулянты – сульфаты железа или алюминия [Jiang J.-Qian, Panagouloupoulos A., The use of potassium ferrate for wastewater treatment, Proceedings of Internat. Symp., May, 2004, Prague, Czech Rep., с. 67]. Патрон на 10 г продукта для очистки 200 л воды может быть продан за 10 руб. Таким образом, прибыль составит около 9 руб на 1 рубль затрат.

Коммерциализация

✦ Рынок продаж будет складываться из потребностей организаций и индивидуальных потребителей, имеющих необходимость наличия чистой воды в условиях ее отсутствия, а также эксплуатирующих очистные сооружения организаций для доочистки воды или ее регенерации в аварийных ситуациях

✦ За первый год реализации планируется создание коммерческого продукта, создание технологии его использования в автономном режиме, т.е. для очистки небольших объемов (несколько кубометров) воды, а также изучение существующих промышленных технологий на предмет подключения ферратной технологии. Организация рынка сбыта.

✦ За второй год возможно внедрение ферратной технологии в промышленном масштабе на водоочистительных сооружениях

✦ За третий год возможно распространение технологии на другие города.

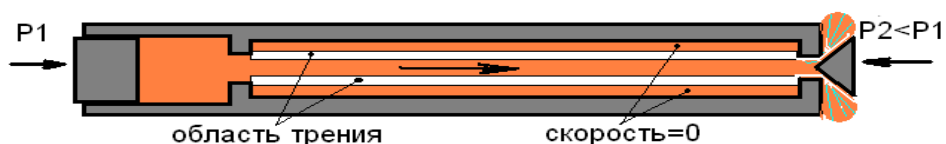


## “Трибоэлектрохимическая технология получения композиционного наноматериала”

(Технология отмечена медалью в 2008 г. на IX Международном форуме “Высокие технологии XXI века”). к.х.н. Иванов А.А., академик Лунин В.В.

Трибоэлектрохимия – наука о процессах и явлениях, происходящих при взаимном контактном перемещении химических веществ в определенных условиях физико-химической механики (<<динамическое материаловедение>>).

Создан пакет технологий (ноу-хау), состоящий из силового триботехнического оборудования, процесса приготовления композиционного наноматериала и производства изделий сотовой структуры. На примере композита с определенным содержанием коллоидного графита получена изотропная электропроводная керамика с заранее заданным удельным электрическим сопротивлением.



Принципиальная схема трибоэлектрохимической технологии

Материал обладает неординарными электрофизическими, механическими, структурными и сорбционными свойствами. На этом же оборудовании методом экструзии изготовлен экономичный сотовый керамический электронагреватель (СКЭН). Разработана методика изготовления фильер для экструзии сотовых блоков.

В настоящее время материал детально не изучен, однако, специалисты в области трибохимии, коллоидной химии и физико-химической механики, полагают, что в результате силового триботехнического воздействия на композит, содержащий коллоидный графит, образуется графеновый нанокомпозит, который и определяет необычные свойства нового материала.

Другое направление технологии - **область катализа**.

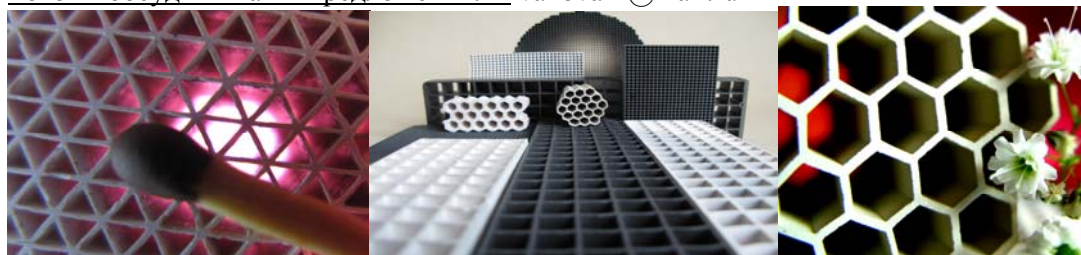
Оборудование и технология позволяют изготавливать носители для катализаторов с регулируемой пористостью и высокой эффективностью работы катализаторов за счет их макроструктуры в виде сотовых блоков с каналами оптимальных форм и размеров.

**Потенциальные области применения разработанных технологий:**

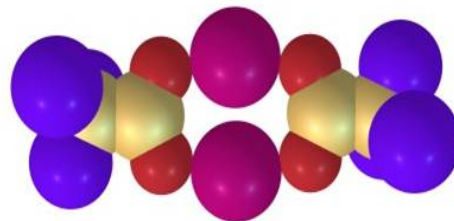
- Получение новых наноматериалов (графеновый композит);
- Химическая промышленность (катализаторы нефтепереработки, реакционные каталитические аппараты, катализаторы очистки и др.);
- Экология окружающей среды (выхлопные газы транспорта, очистка дымовых газов ТЭЦ, очистка выбросов токсичных органических соединений и др.);
- Механические фильтры из керамики для газа и жидкости с заданной проницаемостью;
- Теплообменные аппараты (теплопроводность материала, как у металла);
- Электротехническая промышленность;
- Процессы перемешивания сухих наноразмерных частиц и пластичных твердообразных тел;
- Конструкции фильер разнообразных форм и размеров для экструзии сотовых изделий.

Освоение триботехнологического оборудования в области химии, материаловедения и производства опытных образцов сотовых изделий, позволит эффективно подойти к решению существующих проблем в различных областях науки, техники и экологии.

Готовы обсудить Ваши предложения. [ivanovark@mail.ru](mailto:ivanovark@mail.ru)



## “Новые возможности газовой электронографии”



Заявка на изобретение № 2001132907. Иванов Аркадий Александрович.

“Устройство для определения строения молекулы электронографическим методом и способ его эксплуатации”.

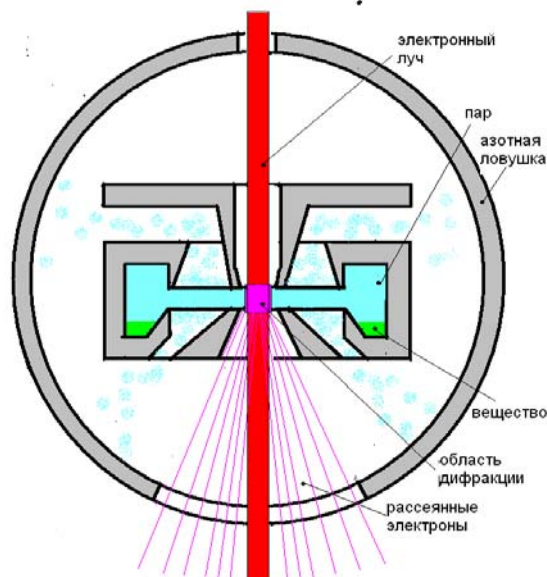
Развитие nanoиндустрии требует системного и комплексного подхода в новом понимании процессов происходящих как на молекулярном уровне, так и внутри самой молекулы (внутримолекулярная динамика).

Электронография свободных молекул дает уникальную экспериментальную информацию о взаимном расположении ядер, о заселенностях электронных, колебательных и вращательных уровней, валентных и деформационных углах, уточняет такие молекулярные величины, как равновесные геометрические параметры и константы внутримолекулярных функций потенциальной энергии.

Электронограф, по сути, является физическим инструментом для измерения единицы длины в области Å. Средние значения межъядерных расстояний можно определять с точностью до 0,0002Å.

Общие проблемы практического применения метода заключаются в отсутствии технологии получения дифракционной картины, т.е. нет воспроизводимости условий получения экспериментальных данных. Во-первых, наличие случайного фактора в виде постороннего приборного фона, который возникает при напуске интенсивной и делокализованной струи пара в область рассеивания. Во-вторых, условия состояния молекул в струе пара зависят от необходимости создавать давления в испарителе до нескольких мм рт. ст.

На Химическом факультете МГУ впервые была разработана методика проведения электронографического эксперимента при температуре испарения вещества, соответствующей условию состояния идеального газа.



Предметом данного изобретения (см. рис.) является устройство камеры испарителя с двумя кольцевыми щелями между которыми расположена камера с независимой вакуумной откачкой. В центре кольцевых щелей формируется ограниченный по высоте объем молекул, который является областью рассеяния электронного луча. Использование кольцевой щели возможно при условии, что длина свободного пути молекул больше размеров камеры испарителя.

Впервые получена дифракционная картина рассеяния на молекулах йода при температуре вещества  $-30^{\circ}\text{C}$ , соответствующая давлению пара над веществом 0,001 мм рт. ст. Для сравнения, в традиционном эксперименте температура составляла более  $+45^{\circ}\text{C}$ . Для молекулы CsCl, соответственно  $500^{\circ}\text{C}$  и  $760^{\circ}\text{C}$ .

Новая технология позволяет снизить температуру испарения вещества на 26%.

Получена зависимость произведения количества электронов  $N_{\text{эл}}$  на количество молекул  $N_{\text{м}}$  в области дифракции от угла рассеяния, при минимально допустимой плотности заряда. Величина  $P=N_{\text{эл}} \cdot N_{\text{м}} = 3 \cdot 10^{25}$  позволяет выделить полезный сигнал на углах рассеяния  $S=30\text{Å}^{-1}$

Другими словами, нет необходимости перегонять из испарителя в колонну электронографа граммы вещества, достаточно иметь в центре кольцевой щели всего  $10^{10}$  молекул–мишеней. Величина  $P$  характеризует условия контролируемого электронографического эксперимента.

#### **Новая технология позволяет:**

- Определять строение и внутримолекулярную динамику молекул в условиях испарения, заданных производственным технологическим процессом;
- Обеспечивать определенный состав пара, который может меняться из-за процессов ассоциации происходящих в струе пара при его дросселировании в дифракционную камеру с разряжением  $1 \cdot 10^{-6}$  мм рт.ст.;
- Повысить точность определения структурных параметров, поскольку понижение температуры уменьшает заселенность колебательных и вращательных уровней, уменьшает амплитуды колебаний атомов;
- Исследовать термически неустойчивых соединений;
- Исследовать биологически активные вещества;
- Сопоставлять состав пара в электронографии с данными, полученными при более низких давлениях масс-спектральным методом;
- Практически без расхода вещества проводить исследования;
- Использовать электронные методы регистрации дифракционной картины вследствие отсутствия конденсата испаряемого вещества на поверхности регистрирующего устройства (за съемку расходовалось до 0,25г. вещества);
- Исследовать кластеры, короткоживущие радикалы, молекулярные и ионные пучки малой интенсивности.

## Инновационные фармацевтические субстанции (препараты)

Будынина Е.М., Кондаков С.Э., Мельников М.Я., Тамм М.Е.  
Химический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова (г.Москва), ООО  
«Цитостарт», ООО «Комелис»

В рамках государственной поддержки коммерциализации передовых научных разработок РФ (программа «Старт» Государственного фонда поддержки малого предпринимательства в научно-технической сфере) сотрудниками химического факультета были разработаны инновационные противоопухолевые и противотуберкулезные субстанции.

Новый платиносодержащий противоопухолевый и антиметастатический препарат -  
внешнесферный комплекс цисплатина с изониазидом. ( <http://citostart.narod.ru> )

Состояние разработки:

- Соединение и способ синтеза запатентован.
- Проведен 1 этап доклинических исследований (токсикологические испытания) по международным стандартам.

Достоинства разработки:

- В отличие от аналогов препарат полностью водорастворим, что делает его применение и дозирование более удобным.
- Специфическая активность цисплатина в отношении всех видов опухолей полностью сохранена при снижении общей токсичности препарата по отношению к исходному цисплатину на 20-30%.
- В случае проведения 2 и 3 фаз клинических испытаний возможен сокращенный протокол, так как цисплатин и изониазид по отдельности хорошо изучены и имеют ФС. Речь может идти об аттестации новой транспортной формы.

Новый способ синтеза известного противотуберкулезного препарата «Феназид» -  
комплекс двухвалентного железа с изониазидом. ( <http://comelis.narod.ru> )

Состояние разработки:

- Способ синтеза запатентован.
- Проведены 1 и 2 этапы доклинических исследований: сравнительные токсикологические испытания и сравнительные испытания противотуберкулезной активности.

Достоинства разработки:

- Препарат является лучшим по соотношению эффективность/цена и практически не обладает побочными эффектами.
- Возможна быстрая аттестация препарата в качестве «джереника», т.к. будут требоваться только сравнительные испытания. ФСП на препарат может быть зарегистрирована в течение короткого времени при наличии лицензии GMP.
- Субстанция, получаемая по новому способу, имеет большую биодоступность по сравнению со стандартно используемой, за счет высокой однородности химического состава.
- На основе найденных закономерностей возможно создание гаммы противотуберкулезных препаратов.

**Предложения инвесторам:**

Создание совместных производств, совместное патентование за рубежом, переуступка патентов, продажа лицензий, проведение совместных работ по разработке новых противоопухолевых и противотуберкулезных препаратов.

**Контактное лицо:** проф. Мельников М.Я. [melnikov@excite.chem.msu.ru](mailto:melnikov@excite.chem.msu.ru)

## Новые неорганические и гибридные материалы для клеточной гипертермии и внутритканевой диагностики

*Кауль А.Р., Горбенко О.Ю., Мельников О.В., Маркелова М. Н.*

Общая гипертермия – это способ интенсивной терапии, при которой организм больного искусственно разогревается до температур, превышающих 39°C. Этот метод в последние годы начал широко использоваться в США, Германии, Японии, Италии, Белоруссии и других странах мира. Одним из современных методов достижения таких температур является метод локальной гипертермии (ЛГ). В методе ЛГ перегрев на клеточном уровне достигается за счет введения в организм ферромагнитных веществ, нагреваемых переменным магнитным полем, с размером частиц порядка 100 нм, например наночастицы Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. Однако использование ферромагнетиков с высокой T<sub>c</sub> крайне нежелательно, т.к. в этом случае сложно точно контролировать температуру частиц. Одним из решений этой проблемы является использование ферромагнетиков с температурой Кюри в интервале 42-49°C. Также не менее важной задачей гипертермии является мониторинг процессов, происходящих в организме на клеточном и молекулярном уровне в течении всего терапевтического сеанса. Одним из современных методов визуализации процессов в живых тканях является флуоресцентная томография, для которой необходимы материалы, обладающие люминесцентными свойствами.

В качестве веществ с T<sub>c</sub> в интервале температур 42-49°C нами предлагается использовать твердые растворы на основе манганита лантана, допированного серебром (La<sub>1-x</sub>Ag<sub>y</sub>MnO<sub>3+δ</sub> - LAMO), со структурой перовскита. Эти твердые растворы позволяют получать материалы с T<sub>c</sub>, близкой к необходимой для гипертермии. В данной работе показано, что среди методов синтеза LAMO больше всего подходит для этой задачи метод пиролиза аэрозолей водных растворов нитратов металлов. Данным методом можно получать частицы сферической формы, что более перспективно для медицины, т.к. частицы такой формы не травмируют живые клетки острыми краями. Варьированием параметров синтеза получены частицы LAMO порядка 200 нм.

В экспериментах по нагреву суспензии порошка La<sub>0,8</sub>Ag<sub>y</sub>MnO<sub>3+δ</sub> в переменном магнитном поле показано, что температура суспензии за короткое время достигает постоянной температуры вблизи точки Кюри, а увеличение мощности высокочастотного поля не приводит к заметному изменению данной температуры (в рамках совместных исследований с Университетом Урбана, США). Показана возможность гибкого регулирования температуры Кюри в зависимости от состава манганита лантана-серебра.

В экспериментах по изучению острой токсичности (мыши F1, самки) показано, что порошок La<sub>0,8</sub>Ag<sub>0,1</sub>MnO<sub>3+δ</sub> не приводит к гибели животных при использовании доз до 480 мг/кг (в рамках совместной работы с Якубовской Р.И. из НИИ онкологии имени П.А. Герцена).

В работе был создан новый гибридный материал, состоящий из неорганического «ядра» La<sub>1-x</sub>Ag<sub>y</sub>MnO<sub>3+δ</sub> с T<sub>c</sub> = 43-49°C, полученного методом пиролиза аэрозоля, и адсорбированной металлоорганической оболочки, обладающей флуоресцентными свойствами. Такая оболочка необходима для мониторинга процессов, происходящих в организме на клеточном уровне в ходе гипертермического воздействия методом флуоресцентной томографии.

В качестве комплексов, пригодных для адсорбции на LAMO, нами ранее были предложены комплексы вида  $\text{Eu}(\text{phen})_n(\text{анион})_3$ , где  $n=1,2$ ; phen – о-фенантролин; анион =  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ,  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{COO}^-$ . Адсорбцией на поверхность LAMO получены люминесцирующие слои  $\text{Eu}(\text{phen})_2(\text{NO}_3)_3$  и  $\text{Eu}(\text{phen})(\text{CH}_3\text{COO})_3$ . Полученные таким образом люминесцирующие слои являются однородными. Также показано, что полученный слой является прочным, и температура Кюри полученного материала не изменилась.

Таким образом, нами получены гибридные материалы на основе  $\text{La}_{1-x}\text{Ag}_y\text{MnO}_{3+\delta}$  и люминесцирующих комплексов европия (аддукты нитрата и ацетата европия). Данный материал должен быть перспективен для флуоресцентной томографии при мониторинге процессов на молекулярном уровне во время процесса гипертермии. Магнитные свойства ( $T_c$ ) ферромагнитного ядра гибридного материала не меняются в процессе получения последнего.

## Возможности масс-спектрометрии для решения экологических проблем

А.Т.Лебедев [lebedev@org.chem.msu.ru](mailto:lebedev@org.chem.msu.ru)

Возможности современной науки при определении уровней экотоксикантов в объектах окружающей среды, биологических жидкостях, органах и тканях животных практически безграничны. Аналитическая химия способна сейчас измерить уровень любого известного ксенобиотика в любом объекте. Результат определяется только доступностью того или иного оборудования. Достоинствами современных методов являются чувствительность, экспрессность, надежность, универсальность, возможность работы с неразделенными смесями сотен и тысяч ингредиентов.

В последние 15-20 лет масс-спектрометрия стала незаменимым методом качественного и количественного определения самых разнообразных веществ: от изотопов химических элементов до синтетических и природных полимеров. Она позволяет работать как с индивидуальными соединениями, так и со сложнейшими смесями веществ без их предварительного разделения. Например, количественное определение 150 индивидуальных приоритетных органических токсикантов занимает 10 минут и может осуществляться в автоматическом режиме. Метод быстрой хроматографии позволил ускорить проведение анализа в 5-6 раз, существенно повысив эффективность метода. Метод тандемной газовой хроматографии - масс-спектрометрии дает возможность получать информацию о составе сверхсложных смесей. Например, легко решается проблема установления виновника нефтяного разлива, изменения состава продукта в результате каких-либо воздействий.

В лаборатории органического анализа за последние 8 лет разработаны и аттестованы в системе Ростехрегулирования более 200 методик определения химических соединений всех типов в объектах окружающей среды. Установлены схемы трансформации распространенных органических соединений в условиях водного хлорирования и озонирования, применяющихся на станциях водоподготовки для обеззараживания водопроводной воды.

Успехи современной протеомики обусловлены практически неограниченными возможностями тандемной масс-спектрометрии. В лаборатории предложен метод *de novo* секвенирования пептидов, позволяющий установить первичную последовательность пептидов (до 50 аминокислотных звеньев) в смесях, что существенно превосходит параметры классического метода деградации по Эдману. Поскольку большинство исследованных природных пептидов обладает биологической активностью, подобные исследования служат отправной точкой разработки новых эффективных лекарственных средств на основе природных пептидов. Выделенный сотрудниками лаборатории штамм бактерий, относящийся к роду *Arthrobacter*, продемонстрировал высочайшую активность в процессе минерализации пиридина и его алкилпроизводных. Методом масс-спектрометрии проводятся исследования по установлению протеома этого штамма и выявлению всех промежуточных органических продуктов микробиологической деструкции пиридинов.

Масс-спектрометрия незаменима в анализе компонентов химического оружия, продуктов их разложения. В связи с активизацией антитеррористической деятельности значительные усилия направлены на разработку способов быстрой идентификации возбудителей болезней: бактерий, вирусов, других патогенных организмов. Поскольку соответствующие биомаркеры различаются, уже прямой анализ белковых профилей в клетках различных организмов методом МАЛДИ позволяет их идентифицировать. Спектры МАЛДИ позволяют различать как индивидуальные микроорганизмы, так и близкие виды высших животных. В частности, в лаборатории органического анализа продемонстрированы возможность этого метода на примере различных штаммов бактерий и ранидных лягушках.

## Люминесцентные сенсоры для аэродинамических исследований.

М.Г.Кузьмин, А.А.Орлов, В.Е.Мошаров, В.Н.Радченко  
Химический факультет МГУ, ЦАГИ им. Н.Е.Жуковского

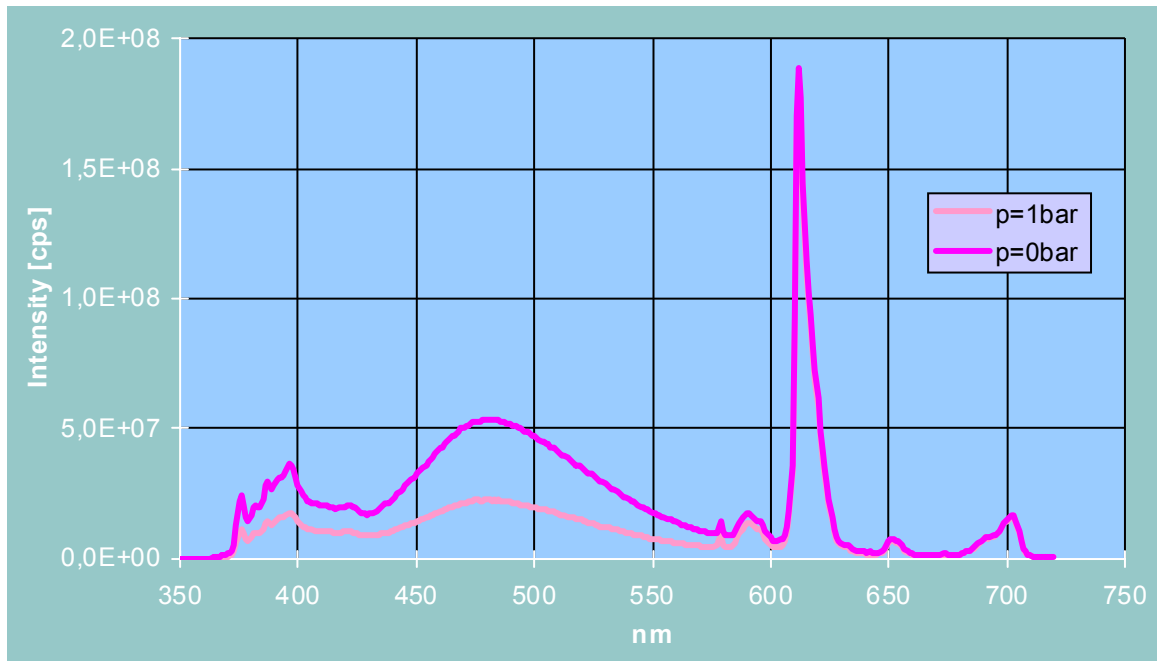
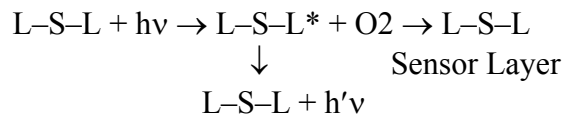
Дистанционное измерение распределения давления воздуха (кислорода) на поверхности летательных аппаратов люминесцентным методом

Принцип действия : тушение флуоресценции специального люминофора, вводимого в тонкий слой (1 – 10 мкм) полимера, проницаемого для кислорода  $I = I_0 / (1 + K[Q])$

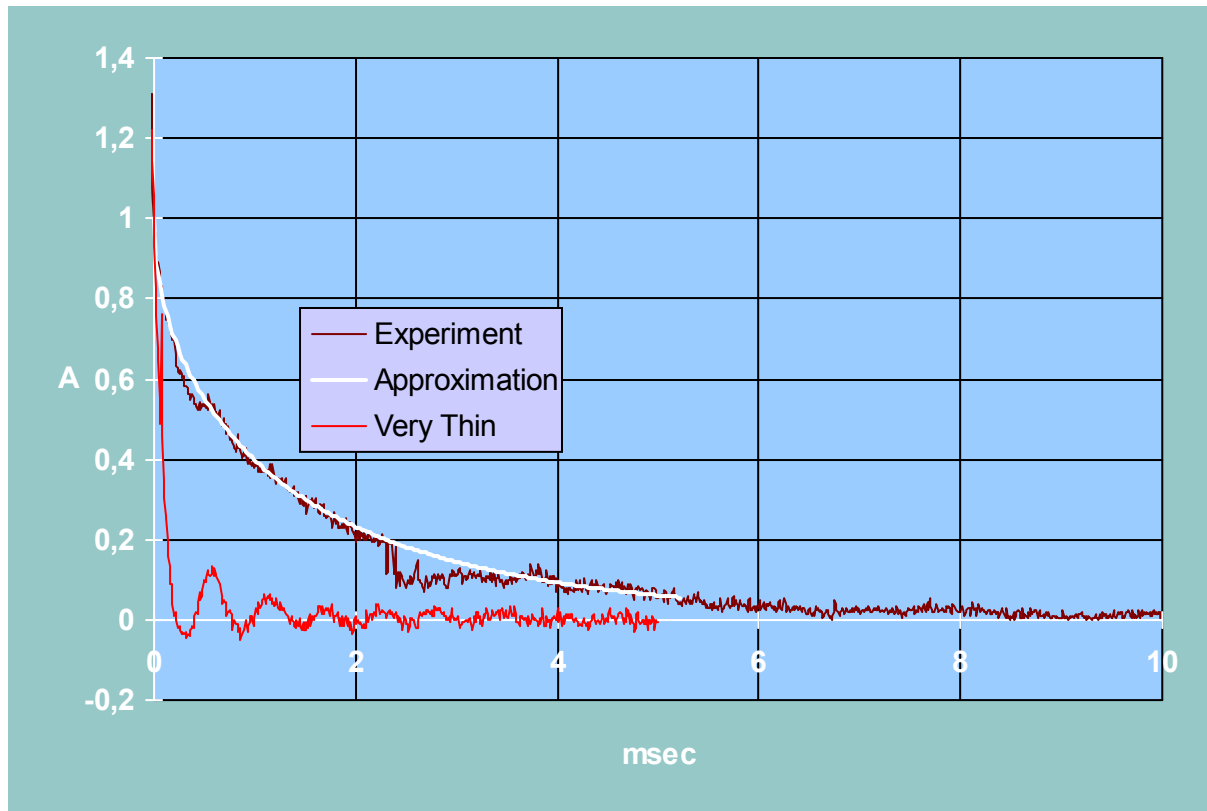
Характеристики : управляемые путем варьирования люминофоров

Тип	$P_{Max}$ Бар	Чувст. %/Бар	Темпер. °C	Время разреш.	Длина волны измерения (нм)
LPS-B1	5	70	-20 – +60	0.5 с	425-550 (610-640)
LPS-L4	5	70	-20 – +60	0.5 с	425-550
LPS-F2	10	55	0 – +100	0.005 с	425-550

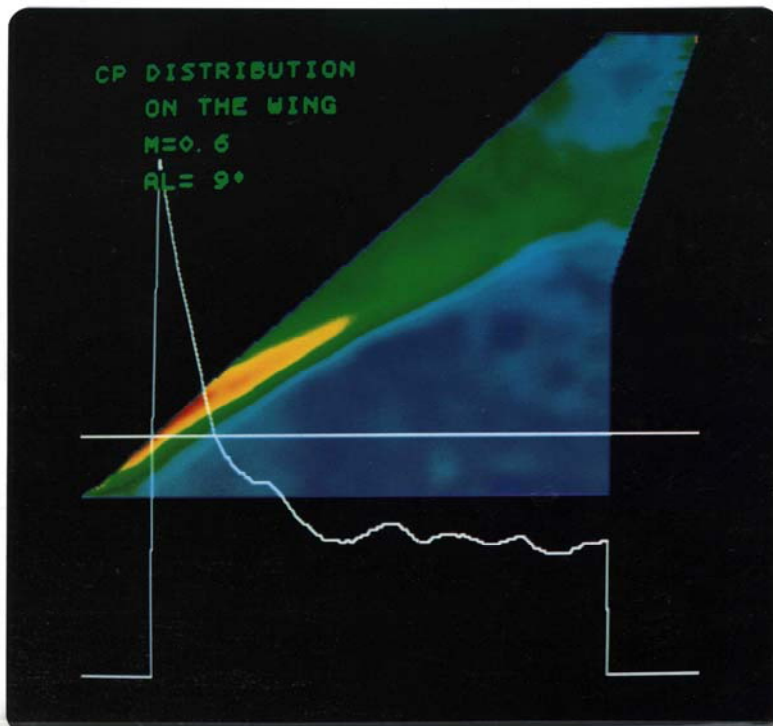
N2                      N2                      O2                      N2                      N2                      Gas







**OPMS-S** OPTICAL PRESSURE MEASUREMENT SYSTEM 



# **Метод гибридизационного анализа на ДНК-микрочипах с колориметрической детекцией для определения точечных мутаций в генах**

**М.М. Уляшова, М.Ю. Рубцова, А.М. Егоров**  
Кафедра химической энзимологии

Предлагаемый метод позволяет проводить идентификацию генов, а также определение точечных мутаций в генах. На микрочипе в определенном порядке наносятся иммобилизованные одноцепочечные олигонуклеотиды с уникальной последовательностью оснований, специфичной к различным участкам исследуемого гена. В основе определения гена либо мутации в гене лежит метод гибридизации меченой биотином исследуемой ДНК со специфическими олигонуклеотидами, иммобилизованными на поверхности чипа из стекла. Молекулы биотина в дуплексах выявляются конъюгатом стрептавидин-пероксидазы с последующей колориметрической детекцией пероксидазы по накоплению нерастворимого окрашенного продукта ферментативной реакции.

Технология ДНК-чипов позволяет осуществлять параллельный многопараметрический анализ, позволяет миниатюризировать исследуемый образец и анализатор, что значительно снижает стоимость анализа и время его проведения.

Использование колориметрической детекции позволяет снизить затраты на стоимость метки (биотин вместо флуоресцентного красителя), а также существенно снизить затраты на стоимость регистрирующего оборудования (оптический сканер высокого разрешения вместо флуоресцентного сканера высокого разрешения).

Нами разработан метод гибридизационного анализа на ДНК-микрочипах с колориметрической детекцией для определения точечных мутаций в генах  $\beta$ -лактамаз СТХ-М типа. Необходимость генотипирования бета-лактамаз вызвана распространением устойчивости микроорганизмов - возбудителей инфекционных заболеваний человека к действию бета-лактамных антибиотиков. СТХ-М  $\beta$ -лактамазы представляют стремительно распространяющуюся группу  $\beta$ -лактамаз расширенного спектра, эффективно гидролизующую многие оксимино- $\beta$ -лактамы. В настоящий момент известно более 60 ферментов данного типа, которые разделяют на 4 генетических кластера.  $\beta$ -лактамазы каждого кластера отличаются от основного фермента данного кластера несколькими точечными мутациями в кодирующих их генах. Разработанный метод генотипирования на микрочипе позволяет провести молекулярное генотипирование всех описанных к настоящему времени СТХ-М  $\beta$ -лактамаз. Совместно с НИИ антимикробной химиотерапии Смоленской государственной медицинской академии проведена лабораторная апробация прототипа ДНК-микрочипа с использованием 90 клинических образцов, содержащих по данным мультиплексного ПЦР СТХ-М  $\beta$ -лактамазы.

## Новые неорганические материалы для электрохимических процессов и устройств

Е.В. Антипов, А.М. Абакумов, С.Ю. Васильев, С.Я. Истомина, Н.Р. Хасанова,  
Г.А. Цирлина

E-mail: [antipov@icr.chem.msu.ru](mailto:antipov@icr.chem.msu.ru)

В лаборатории неорганической кристаллохимии кафедры неорганической химии и лаборатории фундаментальных исследований проблем получения алюминия (ЛФИППА) химического факультета МГУ проводятся исследования по следующим основным направлениям:

1. *Новые электродные материалы для производства алюминия.* Цель исследований состоит в разработке новых безуглеродных материалов инертного анода для электролизного получения алюминия, направленная на решение экологических проблем и улучшения экономических показателей производства. Перспективный материал для инертного анода выбирается на основе знания его кристаллической структуры, растворимости компонентов в расплаве, электропроводности и электрокаталитической активности по отношению к выделению кислорода. С использованием компьютерного моделирования атомно-молекулярного строения и реакционной способности расплавов, исследования основных коррозионных процессов при электролизе, комплексного исследования состава и структуры продуктов коррозии определяются основные пути оптимизации химического состава и микроструктуры материала. Изучено поведение металлов, бинарных и тройных сплавов, простых и сложных оксидов в условиях электролиза криолит-глиноземного расплава, реализована последовательность НИОКР от лабораторных электрохимических испытаний до промышленных испытаний металлических и керамических анодов.

2. *Новые катоды твердооксидных топливных элементов (ТОТЭ).* Цель исследований состоит в разработке новых катодных материалов на основе оксидов, обладающих смешанным (кислород-ионным и электронным) типом проводимости, для решения проблем водородной энергетики, связанных с повышением эффективности и уменьшением стоимости твердооксидных топливных элементов. С использованием высокодисперсных порошков новых соединений получены модельные топливные элементы, содержащие два последовательных слоя электролита. ТОТЭ с новыми катодами на основе сложных оксидов кобальта и марганца демонстрируют характеристики, превосходящие стандартный катодный материал на основе  $\text{La}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{MnO}_3$ .

3. *Новые катоды для литиевых химических источников тока (ЛХИТ).*

Цель исследования состоит в разработке новых катодных материалов для ЛХИТ с высокой электропроводностью, широким рабочим температурным интервалом, высокими удельными массовыми и объемными характеристиками, а также временной стабильностью. В ряду наиболее перспективных катодных материалов ЛХИТ -  $\text{LiFePO}_4$  с теоретической емкостью  $C_T \approx 180 \text{ mA} \cdot \text{ч/г}$ . Важным результатом работы стало получение нового материала  $\text{LiFeVO}_3$ , обладающего более высокой теоретической емкостью ( $C_T \approx 220 \text{ mA} \cdot \text{ч/г}$ ), а также ряда других перспективных соединений, исследование которых активно проводится в настоящее время.

## Светууправляемые жидкокристаллические полимеры

В.П. Шибает, А.Ю. Бобровский

На кафедре высокомолекулярных соединений разработаны методы получения нескольких новых типов фотохромных жидкокристаллических (ЖК) полимерных систем, которые представляют существенный интерес для создания стабильных материалов для фотоники, оптоэлектроники, обратимой и необратимой черно-белой и цветной записи информации и систем с оптической памятью.

К первому типу ЖК полимеров относятся полимеры содержащие мезогенные и фотохромные азобензольные группы, которые под действием поляризованного света подвергаются транс-цис изомеризации и ориентируются, вызывая появление значительного наведенного двойного лучепреломления ( $\Delta n \approx 0.2 - 0.3$ ), что обеспечивает возможность локального изменения оптических свойств полимерных пленок. Разработанные полимерные пленки, позволяют осуществлять запись черно-белого изображения с высоким разрешением (800-900 линий на мм) и плавным регулированием шкалы серости и емкостью до нескольких гигабайт. Записанная информация не видна невооруженным глазом (т.н. латентное, скрытое изображение) и может быть считана лишь в поляризованном свете, что позволяет использовать такие полимеры для скрытой защиты информации.

Другой принцип фоторегулирования оптических свойств полимерных пленок основан на использовании фотохромных холестерических ЖК полимеров, обладающих спиральной супрамолекулярной структурой. На основе таких полимеров возможно создание материалов используемых в качестве светофильтров и отражателей для ИК и видимой областей спектра, для получения фотоактивных сред, обратимой и необратимой записи информации, а также для разработки светууправляемых покрытий в оптике, оптоэлектронике и дисплейной технике.

Третий тип материалов представлен жидкокристаллическими наноструктурированными композитами на основе микропористых ориентированных пленок полиэтилена содержащих жидкие кристаллы и фотохромные соединений, которые ориентируются внутри ассиметричных пор. Такие пленки могут управляться воздействием света или действием электрического поля, что позволяет производить переключение их оптических свойств (дихроизм, прозрачность, двулучепреломление, светорассеяние) и создавать новые свето- и электро- управляемые материалы – холестерики и сегнетоэлектрики.

### *Литература.*

1. В.П. Шибает Жидкокристаллические полимеры – прошлое, настоящее и будущее // Жидкие кристаллы и их практическое использование, 3(17), 12-68, 2006
2. В.П. Шибает, А.Ю. Бобровский, Г.К. Ельяшевич Жидкокристаллические и фотохромные композиты на основе пористых пленок полиэтилена // Жидкие кристаллы и их практическое использование, 4(18), 107-117, 2006

## Процесс бесщелочной демеркаптанализации нефтепродуктов

*В.В.Смирнов, И.А.Тарханова, М.Г.Гантман, Л.А.Тюрина*  
[akagi@hotbox.ru](mailto:akagi@hotbox.ru)

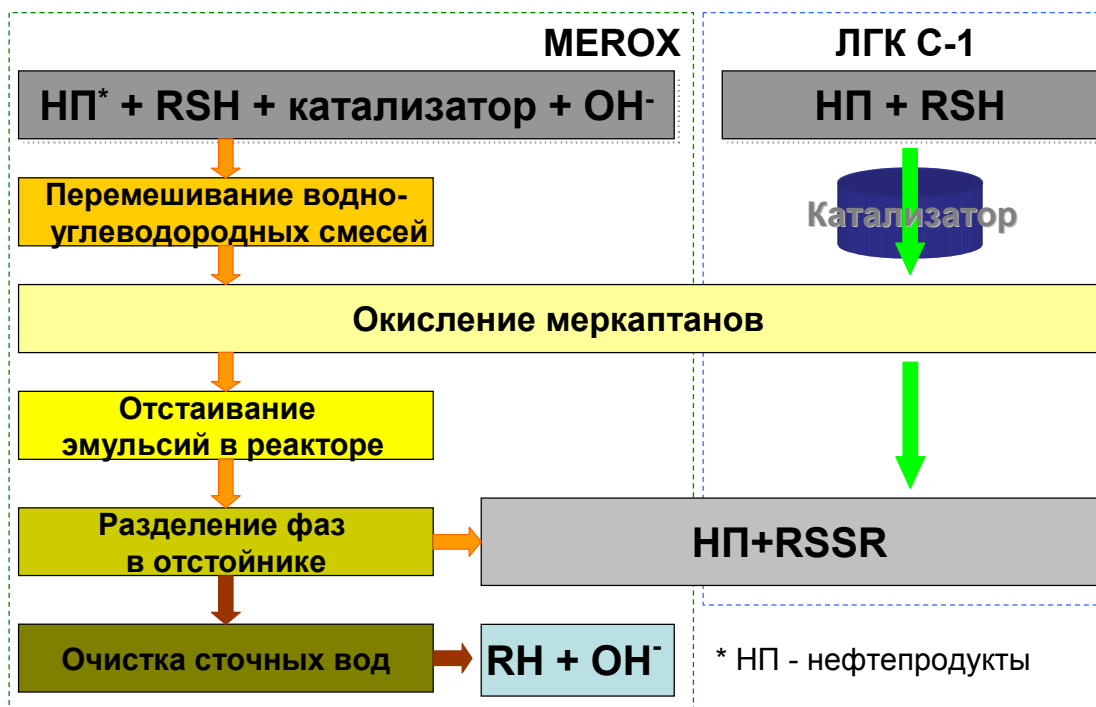
Требования по содержанию в нефтепродуктах токсичных и коррозионно-активных меркаптанов постоянно ужесточаются. Допустимое их содержание варьируется, но в среднем на 2 порядка ниже суммарного содержания серы. В полной мере проблема серы в топливах решается путем гидроочистки, однако ее проведение целесообразно лишь в случае превышения нормативов по суммарной сере. Существует большое количество малосернистых нефтей, переработка которых приводит к получению продукции, удовлетворяющей нормативам по суммарной сере, но непригодных к употреблению из-за повышенного содержания меркаптанов. В этом случае применяют окислительную (дезодорирующую) очистку путем каталитического окисления меркаптанов кислородом до нетоксичных и не имеющих запаха дисульфидов.

Существующие методы окислительной демеркаптанализации технологически сложны и экологически опасны из-за использования водных щелочей. Без них каталитическое окисление идет крайне медленно. Разделение вводно-углеводородных смесей и утилизация сточных вод – сложные проблемы, резко ограничивающие возможность использования технологии. На данный момент окислительная демеркаптанализация в РФ практически не используется.

Нами разработаны дешевые и простые в производстве катализаторы, представляющий собой комплексы неблагородного металла, способные катализировать окисление меркаптанов кислородом в отсутствие щелочей. Катализаторы могут быть использованы в виде раствора или в твердом виде. В последнем случае металлокомплекс наносят на минеральные носители. Степень очистки очень высокая – продукт с содержанием 0.02% вес. меркаптановой серы после однократного прохождения через реактор либо не содержит ее вовсе, либо содержит менее 0.001%, что удовлетворяет самым строгим требованиям. Технология предельно проста – содержащий меркаптан продукт пропускают через неподвижный слой катализатора, либо раствор катализатора прибавляют к очищаемому субстрату при перемешивании. Окисление ведется растворенным кислородом, дополнительной подачи окислителя не требуется, равно как и использования повышенных давлений и температур. Стоимость очистки в расчете на единицу продукта предполагается в 2-3 раза ниже, чем по известным окислительным технологиям и в 5-7 раз ниже, чем при проведении гидроочистки. Полностью исключается риск загрязнения окружающей среды. Катализатор стабилен в твердом виде и в среде органических растворителей.

На рис. проведено сравнение технологических схем окислительной демеркаптанализации согласно широко распространенной в мире технологии MEROX (фирма UOP) и предлагаемой нами технологии на основе одного из вновь разработанных катализаторов. Достижимое в последнем случае упрощение технологии очевидно.

## MEROX и бесщелочная демеркаптанизация



Стадия лабораторных НИР завершена. Для производства катализатора и осуществления сероочистки может быть использовано стандартное технологическое оборудование. В силу простоты технологии производство катализатора может быть начато через 2-3 месяца с начала финансирования работ. Такой же срок необходим для начала сероочистки (демеркаптанизации) на предприятии – потребителе. При этом необходимо учитывать, что не существует полностью идентичных нефтей или нефтепродуктов. Содержание и состав меркаптанов варьируются в зависимости от месторождения и способа предварительной обработки углеводородного сырья. Поэтому в каждом отдельном случае необходимо предварительное исследование действия катализатора на конкретный объект и выбор оптимальных условий процесса.

Разработка выполнена учеными Химического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова при участии ООО «Старт-Катализатор». Реализация разработки возможна путем создания совместно с инвестором предприятия по производству катализатора и предоставлению услуг по демеркаптанизации нефти и нефтепродуктов нефтедобывающим компаниям и нефтеперерабатывающим заводам. Объем необходимых инвестиций определяется объемом производства и реализации продукции. Предполагаемый срок окупаемости проекта при объеме очищаемых нефтепродуктов 300 тыс.т в год - не более года.

# Технология получения м-диизопропилбензола на основе нового поколения микро-мезопористых катализаторов

Лаборатория кинетики и катализа  
oaronomareva@phys.chem.msu.ru

1. *Название проекта.* Технология получения м-диизопропилбензола на основе нового поколения микро-мезопористых катализаторов

2. *Краткое описание технологии (разработки).* Разработка способа получения м-диизопропилбензола, являющегося исходным сырьем для получения резорцина, основанная на газо-жидкофазном диспропорционировании кумола в проточных условиях, а также нового эффективного микро-мезопористого катализатора, характеризующегося наноразмерным распределением пор по размерам, для его осуществления. Разрабатываемая технология получения м-диизопропилбензола удовлетворяет следующим критериям:

- чистота получаемого м-диизопропилбензола – не ниже 98%;
- технологичный способ получения катализатора;
- экологически безопасное производство

3. *Степень готовности технологии (разработки).* Проведены НИР по исследованию реакции диспропорционирования кумола в присутствии катализатора с бимодальным распределением пор. Оптимизированы параметры каталитического процесса (температура, время контакта, давление), а также разработан высокоэффективный катализатор для его проведения, обеспечивающие максимальный выход и стабильную работу катализатора во времени. По результатам работы подана заявка в ФИПС.

4. *Разработчики.* Коллектив лаборатории кинетики и катализа кафедры физической химии МГУ им. М.В.Ломоносова, в состав которого входят как сотрудники, так и аспиранты и студенты.

5. *Предложения по сотрудничеству для инвесторов (заказчиков).* Для завершения разработки необходимы инвестиции для

- проведения пилотных испытаний;
- создания предпроектной записки;
- получения исходных данных для проектирования промышленной установки синтеза м-диизопропилбензола.

6. *Объем необходимых инвестиций.* 25000000 руб.

7. *Период окупаемости.* 3 года

8. Проточная каталитическая установка для экспрессного тестирования катализаторов в процессах нефтепереработки и нефтехимии



6 параллельных реакторных  
блоков,  
загрузка катализатора от 0,5 до 5 г,  
давление от 1 до 100 атм,  
температура от 25 до 600°C,  
диапазон подачи жидкого и газообразного сырья,  
хроматографический анализ продуктов реакции.

# Технология селективного получения линейных алкилбензолов, обогащенных 2-фенилалканом, на основе нового поколения микро-мезопористых катализаторов

Лаборатория кинетики и катализа  
oaronomareva@phys.chem.msu.ru

1. *Название проекта.* Технология селективного получения линейных алкилбензолов, обогащенных 2-фенилалканом, на основе нового поколения микро-мезопористых катализаторов

2. *Краткое описание технологии (разработки).* Предлагается способ селективного получения линейных алкилбензолов, обогащенных 2-фенилалканом, который характеризуется наилучшими моющими свойствами и биоразрушаемостью в природе. Способ основан на газо-жидкофазном алкилировании бензола додеценом-1 в проточных условиях при повышенном давлении в присутствии цеолитного катализатора с комбинированной микро-мезопористой структурой.

По сравнению с существующими технологиями получения ЛАБ предлагаемый способ имеет следующие преимущества и особенности:

- используется гетерогенный катализатор, вместо кислотных гомогенных,
- процесс осуществляется в потоке, что более технологично,
- процесс более селективен в образовании 2-фенилдодекана,
- способ получения микро-мезопористых катализаторов универсален и может быть реализован для любых цеолитов, независимо от типа их кристаллической структуры и химического состава, отличается простотой технологического оформления.

3. *Степень готовности технологии (разработки).* Проведены НИР по изучению реакции алкилирования бензола додеценом-1 в присутствии катализатора с бимодальным распределением пор. Оптимизированы параметры каталитического процесса (температура, время контакта, давление), а также разработан высокоэффективный катализатор для его проведения, обеспечивающие конверсию додецена-1 100%, и селективность по линейным изомерам и по 2-фенилдодекану во фракции фенилдодеканов 92% и 72% соответственно. По результатам работы получено положительное решение о выдаче патента РФ на изобретение.

4. *Разработчики.* Коллектив лаборатории кинетики и катализа кафедры физической химии МГУ им. М.В.Ломоносова, в состав которого входят как сотрудники, так и аспиранты и студенты.

5. *Предложения по сотрудничеству для инвесторов (заказчиков).* Для завершения разработки необходимы инвестиции для проведения НИОКР:

- проведения пилотных испытаний;
- создания предпроектной записки;
- получения исходных технологических параметров для проектирования промышленной установки синтеза ЛАБ

6. *Объем необходимых инвестиций.* 25000000 руб.

7. *Период окупаемости.* 3 года

8. Проточная каталитическая установка для экспрессного тестирования катализаторов в процессах нефтепереработки и нефтехимии



6 параллельных реакторных  
блоков,  
загрузка катализатора от 0,5 до 5 г,  
давление от 1 до 100 атм,  
температура от 25 до 600°C,  
диапазон подачи жидкого и газообразного сырья,  
хроматографический анализ продуктов реакции.



# Разработка наноструктурированных микро-мезопористых гетерогенных катализаторов нового поколения, эффективных в процессах нефтепереработки и нефтехимии.

Лаборатория кинетики и катализа  
oaronomareva@phys.chem.msu.ru

1. *Название проекта.* Разработка наноструктурированных микро-мезопористых гетерогенных катализаторов нового поколения, эффективных в процессах нефтепереработки и нефтехимии.

2. *Краткое описание технологии (разработки).* Предлагается способ получения наноструктурированного катализатора нового поколения с микро-мезопористой структурой, имеющего структуру и состав исходных микропористых кристаллических силикатов и развитую регулярную пористую структуру с объемом пор не менее 0,45 см<sup>3</sup>/г.

Разрабатываемые новые наноструктурированные материалы на основе цеолитов удовлетворяют следующим критериям:

- высокая кислотность, присущая цеолитам;
- развитая пористость, включающая микропоры (0.3 – 1.2 нм) и транспортные мезопоры (2-10 нм), причем объем последних должен составлять не менее 40% от общего объема пор материала;
- высокая стабильность в условиях каталитических превращений и термопаровой регенерации;
- высокая эффективность в процессах крекинга углеводородов, алкилирования ароматических соединений, трансалкилирования ароматических углеводородов, конверсии парафинов в ароматические соединения, ацилировании ароматических соединений, изомеризации алканов и олигомеризации олефинов по сравнению с микропористыми и мезопористыми материалами.
- способ получения микро-мезопористых катализаторов универсален и может быть реализован для любых цеолитов, независимо от типа их кристаллической структуры и химического состава, отличается простотой технологического оформления.

3. *Степень готовности технологии (разработки).* Проведены НИР по разработке методики получения катализаторов с микро-мезопористой структурой, полученных на основе цеолитов различного структурного типа и состава, проведено масштабирование процесса синтеза катализатора, получены лабораторные образцы. Разработка запатентована.

4. *Разработчики.* Коллектив лаборатории кинетики и катализа кафедры физической химии МГУ им. М.В.Ломоносова, в состав которого входят как сотрудники, так и аспиранты и студенты.

5. *Предложения по сотрудничеству для инвесторов (заказчиков).* Полученный задел показывает, что с использованием наноструктурированных цеолитных материалов могут быть разработаны технологии получения высокоэффективных катализаторов для каталитической переработки углеводородного сырья. Быстрое завершение и реализация этой разработки позволит достигнуть прорыва в отечественном производстве катализаторов и обеспечить выход России на международный рынок, т.к. разрабатываемые материалы не имеют аналогов за рубежом.

Для завершения разработки необходимы инвестиции для

- закупки оборудования (автоклавов для синтеза под давлением объемом 10 и 20 литров) и реактивов для производства больших опытно-промышленных партий катализатора;

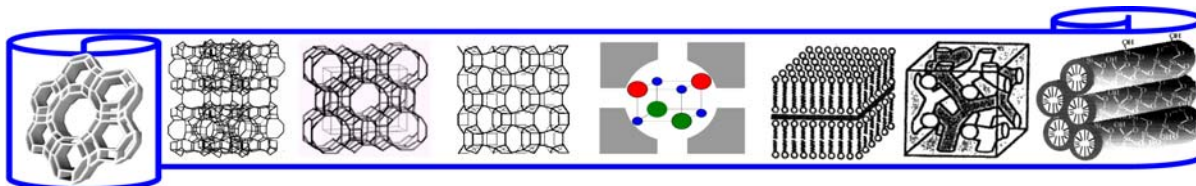
- оптимизации состава, пористой структуры и кислотных свойств катализаторов на основе наноструктурированных цеолитных материалов для получения высокоэффективных контактов для таких важных процессов нефтехимии и нефтепереработки, как крекинг углеводородов, олигомеризация олефинов, изомеризация n-парафинов, алкилирование, диспропорционирование и трансалкилирование ароматических углеводородов.

-оплате работ по НИОКР для определения технологических параметров процесса и создания технологии производства катализатора

6. *Объем необходимых инвестиций.* 30000000 руб.

7. *Период окупаемости.* 3 года

8. МОЛЕКУЛЯРНЫЕ СИТА С РАЗМЕРОМ ПОР ОТ 4 ДО 100Å



## **ИФА тест системы для определения различных типов пищевой аллергии у животных. (Индивидуальный подбор кормов для домашних любимцев)**

**Прокопцева О.С., Кондаков С.Э.**

ООО «Иммуновет», Химический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
(г.Москва)

В рамках государственной поддержки коммерциализации научных разработок РФ (программа «Старт» Государственного фонда поддержки малого предпринимательства в научно-технической сфере) сотрудниками химического факультета были разработаны способ индивидуального подбора питания для млекопитающих и наборы иммуноферментного анализа (ИФА-ELISA) для выявления различных типов пищевой аллергии. ( <http://www.immunovet.ru> )

Аллергические расстройства у человека и животных, являющиеся следствием индивидуальной пищевой непереносимости, приводят к возникновению характерных проблем, таких как:

- Кожные проблемы (потеря волосяного покрова, раздражения, шелушение, воспаления, экземы, изъязвления и т.д.);
- Отиты (экзема среднего уха);
- Гастроинтестинальные проблемы (диарея, рвота, проблемы с весом);
- Дыхательные проблемы (одышка, чихание);
- Понижение подвижной активности, выносливости;
- Поведенческие расстройства (агрессия, апатия).
- Сосудистые проблемы (атеросклероз и т.д.)

### **Состояние разработки:**

- Способ индивидуального подбора питания запатентован.
- Разработаны и зарегистрированы ТУ на ИФА наборы. Проводится регистрация и сертификация наборов в ВГНКИ. Выпущены и реализуются опытные партии ИФА наборов. Услуга по индивидуальному подбору питания и кормов прошла клиническую апробацию и в опытном порядке реализуется ветеринарными клиниками г.Москвы. Министерство сельского хозяйства РФ выпустило методические указания по подготовке специалистов для использования этого метода в сельскохозяйственных вузах.

### **Достоинства разработки:**

- Метод не имеет противопоказаний и полностью совместим с любой медикаментозной терапией.
- За рубежом аналогичные методы уже широко используются и через несколько лет в России можно будет ожидать резкого увеличения спроса на эти методы. В 2007 году в США и Европе было сделано более 3000000 анализов на пищевую аллергию и непереносимость у домашних животных. В 2006 году метод индивидуального подбора продуктов питания для домашних животных в Великобритании был награжден специальной премией Её Величества Королевы Англии за лучшую научную разработку посвященную гуманному обращению с домашними животными.
- Дополнительно к зарубежному подходу разработан метод индивидуального подбора промышленных кормов (сложных смесей) с точки зрения их аллергенности для организма животных.

### **Предложения инвесторам:**

Создание совместных производств за рубежом (передача технологии), совместное патентование за рубежом, проведение совместных работ по разработке и аттестации аналогичных тест систем для человека.

**Контактное лицо:** снс. Кондаков С.Э. E-mail: [kse@excite.chem.msu.ru](mailto:kse@excite.chem.msu.ru)

## **Новые наногибридные материалы на основе наночастиц золота: синтез и применение**

**А.Г. Мажуга, Р.Л. Антипин, И.А. Ананьева, Д.А. Пичугина,  
Е.К. Белоглазкина, О.Н. Рыжова, Н.В. Зык, Н.Е. Кузьменко, О.А. Шпигун**

Кафедры аналитической, органической и физической химии  
majouga@org.chem.msu.ru

Одним из направлений в современной нанотехнологии является исследование физико-химических свойств наночастиц металлов (золото, железо, палладий и т.д.). Среди этих объектов наибольшее внимание уделяется изучению структуры и свойств нанокластеров золота, что связано с их эффективным применением в различных областях науки и техники в качестве биохимических сенсоров, лекарственных препаратов и катализаторов. Свойства кластеров этого благородного металла в первую очередь определяются способом синтеза, природой стабилизирующего лиганда, размером и формой наночастицы, ее зарядовым состоянием. В этой связи разработка синтетических подходов получения наночастиц золота с заданными свойствами представляется актуальной и своевременной.

Работа состояла из следующих этапов: синтез органических лигандов (тиолы, дисульфиды с терминальными функциональными группировками), модификация наночастиц золота полученными органическими лигандами, исследование физико-химических свойств, квантово-химическое моделирование взаимодействия наночастица-лиганд, апробация полученных образцов в процессах адсорбции и хроматографии.

В настоящей работе нами впервые были синтезированы новые гибридные наноматериалы на основе наночастиц золота, стабилизированные серосодержащими лигандами, способными координировать ионы переходных металлов. Полученные образцы были охарактеризованы данными просвечивающей электронной микроскопии, а также ИК и ЯМР спектроскопией. Результаты квантово-химического расчета структуры такого комплекса методом функционала плотности хорошо согласуются с экспериментальными данными.

Показано, что модифицированные наночастицы золота, адсорбированные на неорганических носителях, могут применяться для хроматографического разделения органических соединений и энантиомеров. Комплекс хроматографических носителей представляет собой новое поколение неподвижных фаз на основе наночастиц металлов с ковалентно закрепленными органическими лигандами.

## **Новые композитные материалы медицинского назначения на основе биосовместимых полимеров с наноструктурированной поверхностью, дополнительно модифицированной органическими производными фуллерена[60]**

**М.А. Юровская, А.В. Куркин, Н.С. Овчинникова, В.М. Елинсон**

Современная эпоха характеризуется небывало активным внедрением нанотехнологий в биологию и медицинскую химию. Огромное внимание уделяется созданию новых, эффективных нанобиоматериалов, обладающих широким спектром биологической активности.

С одной стороны, полимерные материалы с наноструктурированной поверхностью (НСП) являются отдельным классом нанобиоматериалов, для создания которых могут быть использованы методы ионно-плазменной технологии. Изменяя условия формирования НСП можно селективно и целенаправленно изменять биологическую активность получаемых композитов. В частности, был установлен пороговый характер зависимости антимикробной активности полимера от шероховатости его поверхности. Использование биodeградируемых полимеров существенно расширяет возможности создания новых лекарственных форм.

С другой стороны, к медицинским средствам нового поколения относятся производные фуллеренов, среди которых, несмотря на молодость этой области химии, уже обнаружены биологически активные соединения широкого спектра действия (противоопухолевые, анти-ВИЧ, бактерицидные, нейротропные и др.), а некоторые из них уже внедрены в медицинскую практику.

В коллективах Химического факультета МГУ и МАТИ им. К.Э.Циолковского возникла плодотворная идея объединения этих двух новых перспективных направлений. Эта идея состоит в использовании в качестве новых средств медицинского назначения биосовместимых природных и синтетических полимерных материалов с наноструктурированной поверхностью, дополнительно модифицированных осаждением на эту поверхность органических производных  $C_{60}$ . Первый этап этих совместных работ был оформлен в виде крупных межвузовских проектов и стал победителем конкурса МКНТ 2004 и 2005 г.г. Результатами этих исследований явилось обнаружение селективной антимикробной, иммуномодулирующей и противоопухолевой активности созданных нами новых композитных материалов. Т.е. идея объединения в новых композитных материалах двух биологически активных «единиц» полностью себя оправдала. Практические перспективы использования таких материалов очень велики. Во-первых, очень привлекательно сочетание противоопухолевой и иммуномодулирующей активности, т.к. использование большинства известных противоопухолевых препаратов губительно сказывается на иммунитете больных. Обнаруженное для наших материалов редкое сочетание фотодинамических противоопухолевых свойств с иммуномодулирующим уникально и имеет большие перспективы. Во-вторых, избирательные антимикробные и противогрибковые свойства наших материалов могут найти широкое применение в качестве трансдермальных (действующих через кожу) лекарственных средств, а также бактерицидных перевязочных материалов и других средств медицинского назначения, консервантов пищевых продуктов, парфюмерных изделий, бактерицидных упаковочных материалов и т.д.. Имеются перспективы использования разработанных нами материалов в качестве бактерицидных покрытий, протезов различных органов. Кроме того, распространение нашей технологии на биodeградируемые полимеры позволит создать средства адресной доставки лекарств в организме. Предлагаемой нами обработке можно подвергнуть и полимерные ядерные трековые мембраны, что создает путь к новым бактерицидным фильтрам для очистки воздуха, технологических газовых сред и воды.

Материалы этих исследований запатентованы (положительное решение по заявке на Патент РФ № 2007109662 от 16.03.2007 г.)

## Программный комплекс для оптимизации технологических процессов

*Г.В.Белов, И.Б.Куценко, И.А.Успенская, Г.Ф.Воронин*

Описана структура и возможности программного комплекса, созданного в лаборатории химической термодинамики Химического факультета МГУ, с целью оптимизации технологических процессов. Работа комплекса основана на термодинамическом моделировании химических и фазовых равновесий в сложных многокомпонентных системах в широком интервале температур, давлений и составов. Программный комплекс позволяет выбирать оптимальные условия получения целевого продукта, разрабатывать концептуальную схему проведения технологического процесса, анализировать устойчивость целевого продукта в условиях эксплуатации (при контакте с окружающей атмосферой, материалом контейнера и другими веществами).

Возможными областями применения комплекса являются - оптимизация существующих и разработка новых технологий следующих процессов:

- разделение веществ, в том числе с использованием экологически чистых реагентов (полиэтиленгликолей, сверхкритических флюидов и др.)

- ⌚ *в биотехнологии*

- ⌚ *при утилизации отходов производств*

- ⌚ *при производстве минеральных удобрений*

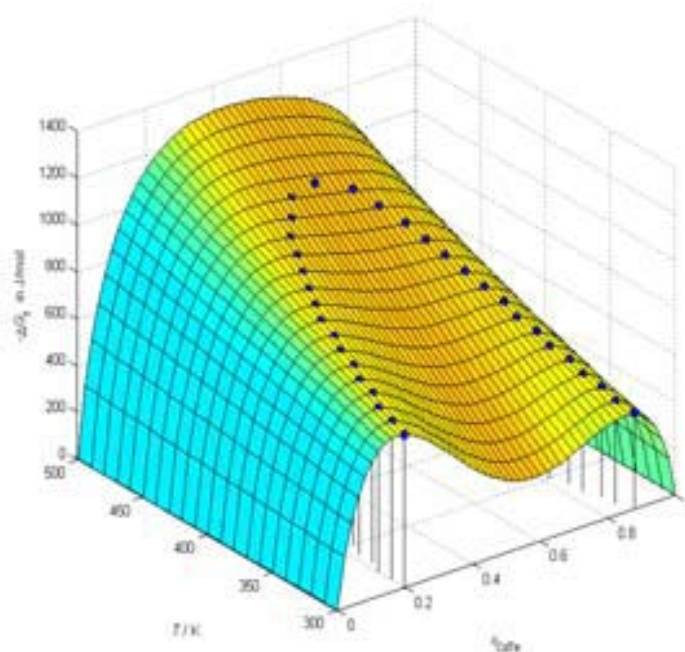
- переработка нефти

- получение специальных сплавов, рафинирование металлов

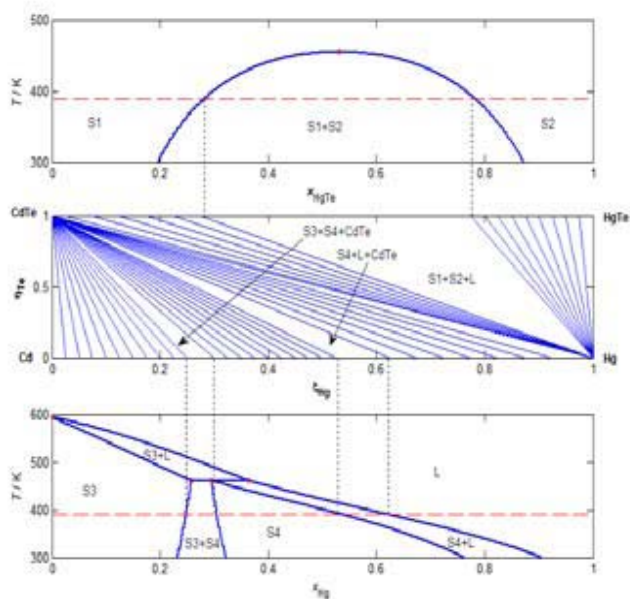
- производство полупроводниковых материалов, керамик, стекол, композитов

В состав комплекса входят база данных по термодинамическим свойствам веществ, база термодинамических моделей, блок согласования экспериментальных данных и др. составные части. Ядром комплекса является программа расчета химических и фазовых равновесий методом выпуклых оболочек. Результат работы комплекса - термодинамическая модель физико-химических процессов, которая может быть использована для проектирования опытно-промышленных установок.

**Определение областей устойчивости КРТ-сплавов (приборы ночного видения)**



## Область стабильности КРТ



Приведены примеры применения программного комплекса для

- оптимизации процессов экстракции ионов металлов из смешанных водно-органических растворителей;
- подбора режимов получения и эксплуатации широкозонных полупроводниковых материалов КРТ ( $Cd_xHg_{1-x}Te$ ), используемых в качестве детекторов ионизирующего излучения и в приборах ночного видения;
- разделения смесей углеводородов и др.

Работа программного комплекса будет демонстрироваться во время работы выставки инновационных проектов Химического факультета МГУ

## **Амфифильные полимеры для повышения эффективности действия противоопухолевых препаратов.**

**Мелик-Нубаров Н.С.<sup>1</sup>, Гроздова И.Д.<sup>1</sup>, Дородных Т.Ю.<sup>1</sup>, Штиль А.А.<sup>2</sup>,  
Соловьева А.Б.<sup>3</sup>, Иванов А.В.<sup>2</sup>, Толстых П.И.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> МГУ имени М.В. Ломоносова, Химический факультет

<sup>2</sup> Российский Онкологический научный центр им. Н.Н. Блохина

<sup>3</sup> Институт Химической физики имени Н.Н. Семенова Российской академии наук

<sup>4</sup> Центр лазерной медицины Минздравсоцразвития

Низкий терапевтический индекс и небольшая широта фармакологического действия характеризуют общетоксический эффект противоопухолевых лекарственных средств. Одним из подходов к решению проблемы является обеспечение направленного транспорта лекарственных средств и увеличение избирательности их действия, что обеспечивается созданием препаратов содержащие наноразмерные ассоциаты амфифильных полимеров, которые, повышают эффективность воздействия препаратов и снижают их неспецифическую токсичность. Было показано, что амфифильные сополимеры, содержащие в качестве гидрофобного блока полипропиленоксид, способны повышать терапевтическую активность противоопухолевых препаратов по отношению к клеткам, проявляющим устойчивость к действию лекарств. Действие полимеров определяется их взаимодействием с клеточной мембраной, вследствие чего нарушается упаковка липидных молекул и меняется активность мембранного насоса Р-гликопротеина, выбрасывающего лекарство из клеток. Применение полимеров позволяет в 10-100 раз увеличить внутриклеточную концентрацию лекарства и обеспечить его транспорт к внутриклеточным мишеням. Применение этих же сополимеров в комбинации с фотосенсибилизаторами (порфиринами и хлоринами) способствует увеличению их фотокаталитической активности и повышает фотоиндуцированную токсичность коммерчески доступного препарата фотодитазина почти на порядок. Этот эффект, по всей видимости, связан с влиянием полимеров на репаративные процессы в клетках, препятствующие действию фотосенсибилизаторов. Применение амфифильных полимеров в фотодинамической терапии инфицированных ран позволило на порядок снизить концентрацию вводимого фотосенсибилизатора, что уменьшило побочные эффекты, связанные с его общей фототоксичностью. При этом в несколько раз ускоряется очищение инфицированных ран и их полное заживление.



## **Мезопористые алюмосиликаты - перспективные компоненты катализаторов нефтепереработки и нефтехимии**

**Караханов Э.А., Лысенко С.В., Баранова С.В.**  
*Кафедра химии нефти и органического катализа*

Вниманию инвесторов предлагается совместная разработка и производство нового поколения катализаторов для основных процессов нефтепереработки и нефтехимии с использованием в качестве компонентов структурированных мезопористых оксидов. По мнению многих исследователей, мезопористые оксиды являются перспективными компонентами катализаторов таких крупнотоннажных процессов, как гидроизомеризация, алкилирование, гидрокрекинг и каталитический крекинг. Наличие у этих материалов широкопористой упорядоченной структуры (диаметр пор 20-500 Å) способствует транспорту крупных молекул сырья и продуктов реакции.

На кафедре химии нефти и органического катализа на протяжении ряда лет ведутся работы по синтезу мезопористых алюмосиликатов и изучению их активности в крекинге нефтяного сырья. Так, при использовании гексадециламина в качестве темплата синтезированы мезопористые алюмосиликаты с соотношением  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3=20$ , обладающие высокой термической стабильностью. Материалы имеют удельную поверхность от 600 до 1000 м<sup>2</sup>/г, размер пор 37-38 Å и удельный объем пор 0,78 - 1,11 см<sup>3</sup>/г после прокаливании на воздухе при 650°C. Установлено, что полученные алюмосиликаты проявляют высокую активность в крекинге гидроочищенного вакуумного газойля в интервале температур 480-560°C. Так, выход бензина достигает 26,8%, а выход дизельной фракции – 26,0%. Исследования проводились на стандартной проточной лабораторной установке по определению активности катализаторов крекинга при массовой скорости подачи сырья от 7 до 15 ч<sup>-1</sup>. Катализатор, матрицей которого является мезопористый алюмосиликат, а активным компонентом - цеолит Y в редкоземельной форме, обладает высокой крекирующей активностью. Так, выход светлых в крекинге гидроочищенного вакуумного газойля при 500°C достигает 62%, при этом катализатор обладает более низкой селективностью по выходу углеводородных газов, чем образцы промышленных катализаторов крекинга. Определена зависимость выхода бензиновой фракции, сухого газа, легких олефинов и кокса от условий проведения процесса.

Синтезированные мезопористые алюмосиликаты проявили также заметную активность при использовании их в качестве компонентов катализаторов гидроизомеризации высших парафинов. Это позволит разработать на их основе катализаторы такого крупнотоннажного процесса, как гидроизодепарафинизация масел, позволяющая получать товарные масла, которые отвечают современным техническим и экологическим требованиям.

## **«Высокоэффективные (био)сенсоры на основе новых наноразмерных электрокатализаторов».**

**Большаков И.А., Борисова А.В., М.Ю. Вагин, Н.А. Вавилова, Д. В. Виноградова, Вохмянина Д.В., О.Г. Воронин, Е.Е. Карякина, Л.Х. Корнеева, С.А. Трашин, Е.И. Яшина, А.А. Карякин**

Лаборатория электрохимических методов кафедра. аналитической химии  
ООО «РУСЕНС», 119992, Ленинские горы, МГУ, Москва.

Малое инновационное предприятие на базе лаборатории электрохимических методов Химического факультета МГУ им. Ломоносова, ООО РУСЕНС, организовано в 2005 году при поддержке Фонда содействия развитию малых форм предпринимательства в научно-технической сфере по программе «СТАРТ».

По сравнению с другими аналитическими методами (хемилюминесценция, флюорометрия, фотометрия, вольтамперометрия и пр.), электрохимические методы наиболее удобны для анализа реальных объектов, так как не требуют предварительной обработки образцов, а также являются дешевыми и простыми.

Нами впервые предложены сенсорные материалы на основе нано-слоев электроактивных полимеров и поликристаллов. Наибольший интерес вызывают нано-покрытия Берлинской лазури, являющейся самым эффективным сенсором на пероксид водорода из известных в настоящее время. По сравнению с наиболее часто используемой платиной, сенсоры на основе Берлинской лазури на три порядка более чувствительны, на три порядка более селективны и на три порядка дешевле. Путем нано-структурирования Берлинской лазури удалось создать систему нано-электродов с рекордными аналитическими характеристиками [1].

Мы предлагаем новые, уникальные способы создания биосенсорных технологий в России, по всем своим характеристикам превосходящие зарубежные аналоги. В основе - два основных принципа создания электрохимического биосенсора. Первый – это выбор оптимального трансдьюсера (катализатора) для осуществления преобразования биохимических реакций в электрический сигнал. Второй - выбор оптимального способа иммобилизации биокаталитических систем (ферментов) на поверхность электрода.

Операционные характеристики сенсоров (высокая чувствительность, низкий предел обнаружения, стабильность отклика и быстрота проведения измерений) позволяют применять разработанную технологию изготовления сенсоров для коммерциализации. В качестве основы сенсоров были разработаны трехэлектродные планарные структуры, изготовленные по методу трафаретной печати (screen-printed). Планарные химические и биологические сенсоры монтировались в специально сконструированную проточную wall-jet ячейку и включались в систему проточно-инжекционного анализа.

Областями применения (био)сенсоров на основе Берлинской лазури являются (а) сенсоры на пероксид водорода для мониторинга окислительного стресса, оценки тяжести воспалительных процессов, персонализации интенсивной терапии, исследования влияния лекарственных препаратов и пр., а также (б) создание биосенсоров на ключевые метаболиты крови, других биологических жидкостей: глюкозу, лактат, глутамат, креатинин и др.

Сенсоры на пероксид водорода уже показали свою высокую эффективность при внедрении в клиническую диагностику. В совместных работах с ФГУ НИИ пульмонологии и НИИ туберкулеза Росздрава проводится разработка новых методов диагностики легочных патологий. Будут также приведены примеры применения биосенсоров для разработки систем электроанализа контроля качества продуктов питания и оценки их антиоксидантного статуса.

[1]. A.A. Karyakin, E.A. Puganova, I.A. Bolshakov, and E.E. Karyakina. *Angewandte Chemie, Int. Ed.* 46 (2007) 7678-7680.

Авторы благодарят гранты МНТЦ 32-09, РФФИ-офи 07-03-12211, РФФИ-06-03-33013, ИНТАС 05-10000070429, госконтракты Миннауки № 02.512.11.2180 и № 02.512.11.2261 за финансовую поддержку.

## **Теломераза как потенциальный маркер для ранней диагностики рака шейки матки.**

**Скворцов Д.А.<sup>1</sup>, Рубцова М.П.<sup>1</sup>, Зверева М.Э.<sup>1</sup>, Короленкова Л.И.<sup>2</sup>, Павлова Л.С.<sup>2</sup>, Найденова Т.Л.<sup>2</sup>, Донцова О.А.<sup>1</sup>, Киселев Ф.Л.<sup>2</sup>**

1 Химический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова, 119992 Москва.

2 ГУ РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН, 115478 Москва.

Теломераза это рибонуклеопротеин, который удлиняет концы хромосом, укорачивающиеся при репликации ДНК - теломеры. Основными компонентами теломеразы являются обратная транскриптаза и матричная РНК. Теломераза активна в большинстве раков (80-90%). Активация теломеразы это потенциальный маркер для ранней диагностики рака. Некоторые раки используют альтернативные механизмы поддержания длины теломер, основанные на рекомбинации. Для разрешения вопроса об использовании теломеразы в качестве диагностического маркера, активация теломеразы должна быть предварительно изучена в опухолях на разных стадиях развития.

Активность теломеразы определялась с помощью так называемого TRAP теста. Было протестировано 28 образцов рака шейки матки на различных стадиях, определенных в соответствии с международной классификацией. 25 образцов принадлежало к ранним T1 и T2 стадиям. Также было протестировано 40 образцов предраковых поражений шейки матки - цервикальных интраэпителиальных неоплазий (ЦИН) различных стадий, определенных в соответствии с международной классификацией. Теломеразная активность была обнаружена во всех протестированных образцах рака и в 63% образцов ЦИН. В большинстве случаев активность теломеразы в ЦИН слабее чем в раковых образцах и частота ее обнаружения возрастает с прогрессией ЦИН. Таким образом, возможна диагностика рака уже на ранних стадиях заболевания.

Теломеразная активность также обнаружена в 60% (всего протестировано 14 образцов) условно-нормальных тканей (тканей, находящихся вокруг пухоли, определяемых хирургом как нормальные и вырезаемых для гарантии удаления опухоли), что позволяет предложить теломеразу как маркер полноты проведения операции.

## Нанокриохимия

### Лаборатория химии низких температур

#### Кафедра химической кинетики

Зав.лабораторией: Заслуженный деятель науки РФ,  
Доктор химических наук, профессор Г.Б. Сергеев  
Тел./факс 7(495)9395442, E-mail: gbs@kinet.chem.msu.ru

На Химическом факультете в лаборатории химии низких температур создано и активно развивается новое направление – нанокриохимия, включающее получение, стабилизацию и химическую модификацию нано и субнаноразмерных систем с применением методов химии низких температур.

Работа развивается в трех основных направлениях:

- Установление размерных эффектов в реакциях частиц металлов и их соединений определяющих химическую активность наносистем в интервале температур 10-300 К.
- Разработка на основе криоформирования газочувствительных наносистем и сенсорных материалов
- Применение низких температур для криомодификации и микронизации лекарственных средств.

В работе используется совместное осаждение на холодные поверхности паров металлов с рядом активных и инертных неорганических и органических соединений, в том числе полимерами и жидкими кристаллами. Химические изменения при конденсации и последующем нагревании контролируются методами ИК-, УФ-, ЭПР-спектроскопии, калориметрически, термогравиметрически, по изменению электропроводности, с применением различных вариантов просвечивающей и зондовой микроскопии.

Развит оригинальный подход к получению наноструктурных газочувствительных материалов - низкотемпературное осаждение паров в вакууме с последующим окислением. В основе методики лежит вакуумная конденсация паров металла на подложку, термостатируемую при температуре в интервале 80-300 К. Охлаждение подложки позволяет снизить диффузионную подвижность в момент осаждения. За счет этого при конденсации возможно формирование колончатых структур, что обусловлено притяжением атомов, приближающихся к уже осажденным кластерам. При последующем контролируемом отжиге структура разрушается, и на несмачиваемой подложке формируются частицы металла. Условия осаждения определяют структуру и свойства материала.

Получены полимерные пленки с включенными наночастицами свинца. Такие материалы также изменяют свое сопротивление в присутствии малых (13 ppm) концентраций аммиака.

Создана экспериментальная установка для измерения электрофизических свойств материалов в атмосферах различных газов.

Предложен оригинальный способ модификации лекарственных препаратов, позволяющий проводить микронизацию лекарственных субстанций, получать новые полиморфные структуры и улучшать биодоступность применяемых соединений. Способ основан на получении неравновесных твердофазных состояний при низких температурах. Осуществлена криомодификация ряда лекарственных субстанций: габапентина, корведилола, флуктиказона пропионата, метронидазола, глибенкламида, стрептоцида. Получены практически монодисперсные порошки с размером частиц от 10 до 500 нм с улучшенной биодоступностью и фармакологической активностью.

Результаты работ включены в 3 монографии, 5 обзоров и более 20 статей в ведущих международных и отечественных научных журналах. Получено 7 патентов Российской Федерации

Литература:

1. Г.Б.Сергеев. Нанохимия, Изд-во Моск.ун-та, 2003, 288 с, 2-ое издание, Изд-во Моск.ун-та, 200, 336 с.
2. G.B. Sergeev *Nanochemistry*; Elsevier Publ., 2006. – 249 pp.
3. G.B. Sergeev, T.I.Shabatina. *Cryochemistry of nanometals. Colloids and Surfaces, A, Physicochem. Eng.Aspects*, **313-314**, 18-22 (2008).
4. В.Е.Боченков, Г.Б.Сергеев. Наноматериалы для сенсоров. *Успехи химии*, 2007, 76 (11), 1084
5. G.B.Sergeev. *Cryochemistry of metal nanoparticles. J.Nanoparticle Research*, **5**, 529 (2003).
6. Т.И.Шабатина, Г.Б.Сергеев. Реакции при низких температурах в химии наносистем. *Успехи химии*. **72**, 643 (2003).
7. G.B Sergeev., T.I. Shabatina. Low temperature surface chemistry and nanostructures. *Surface Science*. **500**, 628 (2002).
8. V.E. Bochenkov, G.B. Sergeev Preparation and chemiresistive properties of nanostructured materials *Adv. Coll. Int. Sci.*, **245-254**, 116, (2005).
9. G.B.Sergeev, V.S.Komarov, Cryomodification of drugs. *Mol.Cryst.Liq.Cryst.*, **456**, 107-115 (2006).
10. В.Е.Боченков Кривоформирование и электрофизические свойства островковых пленок свинца: – Дисс. канд. физ.-мат. наук: 02.00.04 – М., 2004. – 115 с.
11. В.Е.Боченков, Г.Б.Сергеев. Адсорбция, катализ и реакции на поверхности наноксидов металлов. *Катализ в промышленности*, спец.выпуск, с.25-35 (2008).

Патенты:

1. В.В.Загорский, М.А.Петрухина, Г.Б.Сергеев, В.И.Розенберг, В.Г.Харитонов, Г.Б.Сергеев 2017547, от 15 августа 1994.
2. И.А.Громченко, М.А.Петрухина, Б.М.Сергеев, Г.Б.Сергеев.- Патент РФ 2040321, от 25 июля 1995 г..
3. Г.Б.Сергеев, В.В.Загорский, М.А.Петрухина, С.А.Завьялов, Е.И.Григорьев, Л.И.Трахтенберг. - Патент РФ 95050824 от 12 апреля 1995 г.
4. А.И.Константинов, Т.И.Шабатина, Ю.Н.Морозов, Г.Б.Сергеев, Патент РФ 2073060 от 10 февраля 1997.
5. Г.Б.Сергеев, В.С.Комаров, В.П.Шабатин. - Патент РФ 2195264, от 5 июля, 2001.
6. Т.И.Шабатина, Ю.Н, Морозов, Г.Б.Сергеев –Патент РФ 020177, от 17 июля, 2002.
7. Комаров В.С., Михалев С.П., Морозов Ю.Н., Сергеев Г.Б.. Патент РФ 2295511 от 30.12.2005.

## Новое поколение органических стекол

М.С. Аржаков, А.Е. Жирнов, Г.М. Луковкин, С.А. Аржаков

Кафедра Высокомолекулярных соединений.  
[arzhakov@genebee.msu.ru](mailto:arzhakov@genebee.msu.ru)

На основе обобщенного анализа физико-механического поведения широкого круга стеклообразных полимеров предложены и апробированы новые научно-технологические подходы для разработки технологии получения следующих типов прозрачных органических стекол:

1. Самоармированные безусадочные ориентационно-упрочненные полимерные стекла;
2. Термостойкие изотропные полимерные стекла с температурой эксплуатации до 300<sup>0</sup>С;
3. Многослойные монолитные полимерные стекла без физических границ раздела между слоями;
4. Сшитые экструзионные полимерные стекла;
5. Сверхвысокомолекулярные (молекулярная масса до 10<sup>7</sup>) полимерные стекла любых номиналов по толщине, обладающие повышенной способностью к ориентации и ударной прочностью.

## Системы прецизионного измерения поверхностных сил в тонких пленках Атомные Весы

Горелкин П.В., Киселев Г.А., Филонов А.С., Яминский И.В.  
gorelkin@genebee.msu.ru

Прибор Атомные Весы позволяет измерять с высокой точностью поверхностное натяжение нанометровых пленок и взвешивать микроскопические и наноскопические частицы с точностью до  $10^{-19}$  г. Данное устройство необходимо для исследовательских групп, занимающихся химией и физикой поверхностных явлений, разработкой сенсоров и изучением биологических объектов. Прибор имеет огромный потенциал для медицины.

Сотрудниками химического и физического факультетов МГУ им. М.В. Ломоносова был разработан для дальнейшей коммерциализации прототип прибора для прецизионного измерения сил в тонких пленках. Устройство сопровождается специальным программным обеспечением, позволяющим проводить удаленный сбор и обработку информации через современные протоколы соединений с несколькими приборами.

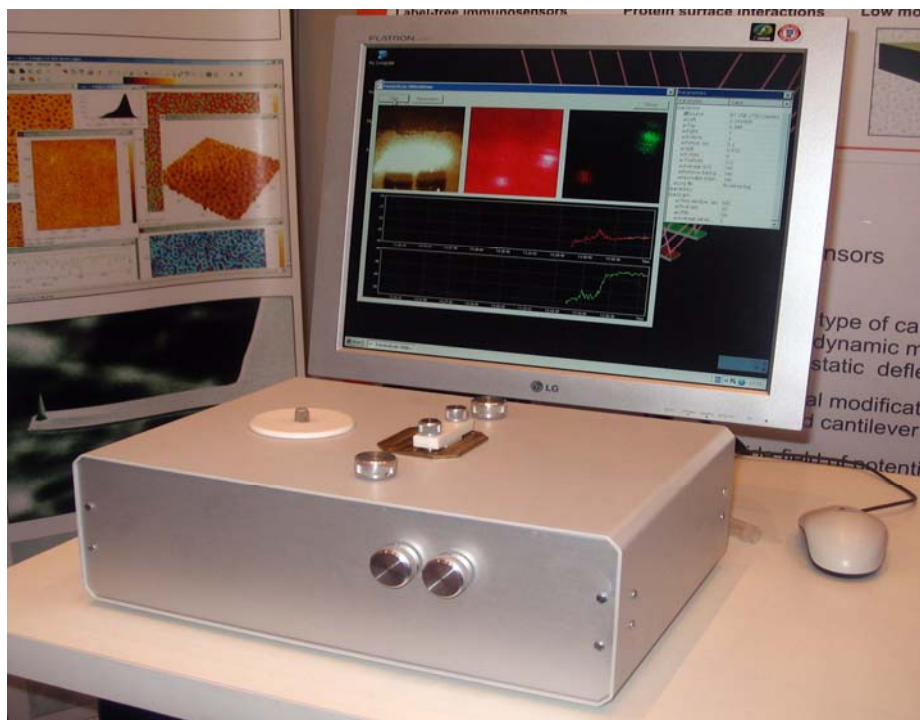


Рис. Прототип прибора для прецизионного измерения сил в тонких пленках

Устройство Атомные Весы можно использовать в исследовательских целях для изучения поверхностных явлений в физике, химии и биологии для прецизионного измерения массы и поверхностного натяжения в тонких пленках. На основе данного прибора может быть создан практикум для дистанционного обучения студентов работе с микроэлектронными механическими системами, в том числе химическими и биологическими микро- и наносенсорами.

Прибор пригоден для проведения многофакторного анализа жидкостей и газов и имеет перспективу быть использованным в качестве основы для создания прикроватных многофакторных анализаторов крови человека.



## Технологии дистанционного обучения на Химическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова

**В.В. Миняйлов, В.В. Загорский, Е.А. Еремина, В.А. Алешин, М.М. Кутепова**  
*minaylov@excite.chem.msu.su*

Использование элементов электронного и дистанционного обучения и открытие сервера дистанционного обучения на химическом факультете является закономерным ответом на требования быстро развивающегося современного общества к уровню и масштабам подготовки специалистов. Так как дистанционное получение химического образования в целом невозможно, внедрение дистанционных образовательных технологий (ДОТ) ведется в дополнительном образовании и в отдельно взятых темах химии или учебных курсах. Данное направление стало одной из составляющих частей инновационных программ национального проекта «Образование», реализованного на химическом факультете в 2006-2007 гг.

Так, в настоящее время на химическом факультете в рамках программ дополнительного обучения разработаны и работают дистанционные курсы подготовки абитуриентов. Выпускники курсов из разных мест не только России, но и зарубежья уже учатся на химическом факультете. Для студентов нехимических специальностей для курса общей и неорганической химии разработана и работает экспериментальная программа сетевых контрольных мероприятий, проводимых дистанционно через Интернет. Для студентов химического факультета предназначены: развивающийся проект автоматизированной контрольно-обучающей системы по неорганической химии, стартовавшее в 2008 г. дистанционное тестирование первокурсников по английскому языку. Не забыта работа со школьниками – в ее рамках развивается экспериментальная программа сетевых контрольных мероприятий по курсу неорганической химии для учащихся профильных физико-математических классов. Краткое описание проектов представлено в приложении.

На сайте [do.chem.msu.ru](http://do.chem.msu.ru), посвященному применению дистанционного обучения на химическом факультете МГУ, отражается вся информация, связанная с данной темой: проекты, курсы, программы, партнеры, семинары, публикации и т.п., публикуются комплекты электронных методических материалов для поддержки дистанционного обучения – текстовые и видео-инструкции.

Для ознакомления сотрудников факультета с опытом других организаций, представления результатов своих проектов проводятся семинары «Информационные технологии в обучении студентов». Ведется совместная работа с другими организациями - заключены договора о сотрудничестве с Московским Государственным Институтом Электронной Техники (Техническим Университетом, г. Зеленоград), Международным институтом Александра Богданова (г. Екатеринбург), Якутским государственным университетом им. М.К. Аммосова (г. Якутск). Процесс внедрения ДОТ сопровождается научно-исследовательской деятельностью, в которой участвуют студенты и аспиранты факультета педагогического образования МГУ.

Внедрение дистанционных образовательных технологий в учебный процесс со всеми своими составляющими - работающими программами, развивающимися проектами, педагогическими исследованиями - является одним из этапов развития сотрудниками химического факультета МГУ инновационной деятельности, направленной на одно - повышение эффективности обучения химии и улучшения качества подготовки специалистов.

В настоящее время наблюдается активный рост рынка образовательных услуг, основанных, в том числе, и на использовании дистанционных образовательных технологий. Имеющийся на Химическом факультете научный и педагогический потенциал можно рассматривать как фундамент для создания инновационных образовательных продуктов в области химии и смежных дисциплин. В связи с этим, Химический факультет открыт для сотрудничества в области подготовки специалистов,

создания новых программ дополнительного образования с элементами дистанционного обучения, и создания новых образовательных продуктов.

***Приложение. Проекты внедрения дистанционных образовательных технологий в преподавание на химическом факультете МГУ***

**Дистанционные курсы подготовки абитуриентов**

работают с осени 2005 г. Программа курсов соответствует программе вступительных экзаменов на Химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова. Обучение химии, физике и математике ведут преподаватели соответствующих профильных факультетов МГУ. Продолжительность обучения на курсах: 30 недель (октябрь – май), на краткосрочных -13 недель (февраль-май). Курсы платные.

Тестовый доступ: <http://vle.chem.msu.ru/>

**Программа сетевых контрольных мероприятий по курсу общей и неорганической химии для студентов нехимических специальностей**

разработана в рамках инновационного проекта 2006-2007 гг. и развивается по сей день. Программа состоит из тестов, контрольных работ и коллоквиумов, выполненных в виде компьютерных тестов и размещенных в системе дистанционного обучения. Программа используется для самостоятельной подготовки студентов и для исследовательских работ в области педагогики. В настоящее время возможностями программы пользуются студенты биологического факультета и факультета биоинформатики и биоинженерии.

Тестовый доступ: <http://do.chem.msu.ru/rus/do/>

**Проект автоматизированной контрольно-обучающей системы по неорганической химии с удаленным доступом**

находится на стадии развития и пилотного внедрения на Химическом факультете. Он предназначен для предоставления студентам такой необходимой возможности, как внешний контроль своих знаний в процессе самостоятельного изучения предмета. Возможность реализуется на основе использования компьютеризированных тестов, доступ к которым предоставляется через Интернет и регламентируется учебным планом.

Тестовый доступ: <http://do.chem.msu.ru/rus/inorganic/>

**Дистанционное тестирование первокурсников по английскому языку**

проводится на Химическом факультете в конце августа для оценки знаний поступивших с целью получения данных для последующего формирования учебных групп. В настоящее время тестирование осуществляется в пробном режиме на добровольной основе.

Тестовый доступ: <http://do.chem.msu.ru/rus/english/>

**Программа сетевых контрольных мероприятий по курсу неорганической химии для учащихся профильных физико-математических классов**

Специализированного учебно-научного центра (СУНЦ) МГУ - интерната им. А.Н.Колмогорова создана в рамках проекта ассоциации выпускников СУНЦ. Программа состоит из контрольных работ, в которые включены мультимедиа-элементы (фотографии и видеозаписи химических реакций), а также презентации лекций по химии для учащихся профильных физико-математических классов. Программа используется для самоподготовки учащихся, а также для выполнения ими контрольных мероприятий в соответствии с учебным планом.

Тестовый доступ: <http://do.chem.msu.ru/rus/School77/>