

## Информационный бюллетень ФНМ

### День открытых дверей на ФНМ МГУ

Традиционно в последний день зимних каникул, 10 января, прошел День открытых дверей МГУ. В Главном здании МГУ на общеуниверситетской части перед абитуриентами выступил ректор МГУ Садовничий В.А. Он рассказал об истории МГУ, об образовательных программах, об особенностях приема.

Конечно, МГУ – это прежде всего, образовательный центр, научная мощь страны, кузница передовых мыслей и действий. Сегодня вуз насчитывает 39 факультетов, причем половина из них открыта за последние 20 лет – как достойный ответ на запросы времени, а значит – жизни нашего общества. Перед выступлением ректора абитуриенты могли встретиться с представителями факультетов, в том числе и Факультета наук о материалах, а также познакомиться с особенностями проведения олимпиад, проводимыми под эгидой МГУ, включая V Всероссийскую интернет-олимпиаду “Нанотехнологии-прорыв в будущее”. Можно было задать вопросы о факультете и получить информационный буклет.



Стенд Факультета наук о материалах вызвал неподдельный интерес абитуриентов.

Во второй половине дня абитуриентов встречали на территории Факультета наук о материалах в Лабораторном корпусе Б. Присутствовало более 30 абитуриентов и их родителей как из Москвы, так и из других городов. Со стороны факультета на встрече присутствовали представители руководства и администрации: декан ФНМ, академик РАН Третьяков Ю.Д., заместители декана

Гудилин Е.А. и Путляев В.И., ответственный секретарь приемной комиссии Васильев Р.Б. и преподаватель первого курса Брылев О.А. Абитуриентам рассказали об учебных и научных программах, об инновационной деятельности факультета, о правилах приема и студенческой жизни, была показана презентация о факультете. Была отмечена активность студентов в



Абитуриенты Факультета наук о материалах и их родители с интересом слушают рассказ декана о факультете.

научной работе, выражающаяся в большом числе публикаций уже к моменту защиты дипломной работы на соискание степени бакалавра, высокая мобильность студентов в поездках на конференции и прохождение обязательной стажировки в одном из ведущих зарубежных научных центров. Особо было рассказано о проводимой факультетом Всероссийской интернет-олимпиаде “Нанотехнологии-прорыв в будущее”. После выступлений и презентации представители факультета ответили на вопросы. Абитуриенты спрашивали об особенностях обучения на факультете, о читаемых на факультете курсах, о возможностях поступления. Можно отметить, что по результатам анкетирования все абитуриенты ФНМ интересуются наноматериалами и нанотехнологиями.



Сотрудники ФНМ отвечают на вопросы абитуриентов.

Следующий День открытых дверей Факультета наук о материалах пройдет в конце марта.

*отв. секретарь приемной комиссии ФНМ Васильев Р.Б.*

## Электричество и материалы

- Ну что, все пришли? Тогда собираемся – и вместо лекции идем играть в снежки: школьники против студентов. Согласны? А это шутка! Сегодня у нас лекция – электричество и материалы.

Но кажется, что никто не расстроен: в снежки можно поиграть и потом, а вот посмотреть, как один из лекторов пропускает через себя ток, как взрывается водород и что было, «когда Эйнштейну на голову упало яблоко», - такое случается не каждый день.



Авторы и вдохновитель лекции: зам. декана ФНМ Е.А. Гудилин, асс. Д.М. Иткис, асп. Д.А. Семененко.

От начала и до конца лекции лекторы не могли договориться ни по одному вопросу, и постоянно чувствовалось, как вся аудитория болеет то за одного – сотрудника Факультета наук о материалах Даниила Иткиса, то за другого – аспиранта ФНМ Диму Семененко. Твердые электролиты... - Да их не может быть! Ионы не текут по проводам, сколько можно повторять! – Но почему?! – Они просто туда не пролезут! – Но если ооочень постараться – то можно!



Вступительное слово.

Именно участие в создании твердых электролитов объявлено главным призом по итогам написания эссе, заданных в качестве домашнего задания присутствовавшим школьникам. Это потом, через несколько лет, участие в таких исследованиях будет восприниматься как работа, а сегодня это то, о чем они мечтают и чего с нетерпением ждут.

Правда, в одном вопросе лекторы все-таки сошлись: воздушные шарики однозначно надо надувать водородом, а не гелием, что и было показано прямо на лекции.



Свечение некоторых инертных газов.

При этом использовали водород, сгенерированный на глазах у изумленной публики, как ни удивительно, генератором водорода. Шарики, надутые водородом, будут очень хорошо летать, правда, как показал опыт, преимущественно вниз, но кого это волнует? А обычно их надувают гелием только потому, что водородный генератор – вещь не всем доступная.



Подготовка “водородной” бомбы - надувание шарика водородом перед взрывом.

Кстати, гелий можно использовать и для свечения в газовом разряде наряду с другими инертными газами. Правда, показать свечение каждого из них оказалось трудно: за годы демонстраций «студенты все сломали», но на этот случай в презентации была припасена картинка, иллюстрирующая, каким цветом светит каждый из инертных газов, что теперь, наверное, запомнит каждый.

Точно запомнят все слушатели лекции и то, что высокочастотный ток не причиняет вреда организму:



Медный купорос для получения дендритов меди.

достаточно вспомнить Диму, самозабвенно отдавшему себя на пользу образованию в роли второго электрода и бесстрашно пропускавшему через себя ток, чтобы заставить светиться лампочку – на участке от первого электрода до своей руки. А вот с электричеством, произведенным из яблока, как описывают во всех



Сварка терморпары...



...и её добровольное тестирование.



Даниил Иткис жжёт... металлический литий.



Небольшое награждение участников в конце лекции.


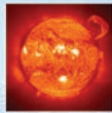

учебниках, все было не так гладко: лампочка от него так и не засветилась... «Это потому, что ты, Дима, не додумался собрать целую батарею из таких элементов!» – подсказывает Даниил. Хотя Дима, наверно, додумался, просто остальные яблоки все-таки употребил по назначению.

Как и бутылочку газировки – так что для эксперимента по электрохимическому травлению пришлось просить помощи зала в виде газировки для использования в качестве электролита. Опыт проводили со знанием дела: оказалось, что в лаборатории ребята только этим и занимаются. И, похоже, в качестве электролита как раз используют газировку.

Когда в конце лекции пластинку из газировки достали, оказалось, что она протравилась не вся: волшебным образом на ней проявилось слово ФНМ. Мне кажется, это знак.

Ждем вас на следующих лекциях

асп. ФНМ Уточникова В.

<p><b>29/01</b></p>	<p><b>холод и материалы</b> летающие поезда как работает <u>адронный коллайдер</u>, сверхпроводимость, сверхтекучесть...</p>	
<p><b>26/02</b></p>	<p><b>свет и материалы</b> «живые» реакции, квантовые точки, как устроена солнечная батарея...</p>	
<p><b>26/03</b></p>	<p><b>вода и материалы</b> эффект лотоса, почему скользят коньки как получают растворимый кофе...</p>	

## Владимир Евгеньевич Фортов



Факультет наук о материалах и кафедра неорганической химии химического факультета Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова сердечно поздравляют академика РАН Владимира Евгеньевича Фортова с 65-летним юбилеем!

Ваш творческий стиль, направленный на развитие импульсной и промышленной энергетики, космической физики, управляемого термоядерного синтеза, ракетной техники и ряда специальных приложений, позволили Вам получить высокие научные результаты. Под Вашим руководством выполнены работы по созданию СуперЭВМ массово-параллельной архитектуры с рекордной производительностью, проведены работы по противометеоритной защите комплекса приборов космических аппаратов «ВЕГА», противоударной защите ряда спутников и космических зондов, произведен анализ гидродинамических явлений при столкновении кометы Шумейкера-Леви с Юпитером, разработаны методы испытаний устойчивости объектов энергетики к электромагнитным воздействиям, выполнен комплекс работ по специальной тематике, в том числе для создания устройств перспективной ракетной и оборонной техники.

Значительной вехой Вашей научной деятельности являются пионерские экспериментальные исследования сильно неидеальной пылевой плазмы и руководство крупномасштабным космическим экспериментом «Плазменный кристалл», выполняемым на российском сегменте Международной космической станции. Вы ведете большую общественно – организационную работу, занимая крупные научные и административные должности в Президиуме РАН, координационных и научных советах РАН и многих других советах, ведете большую научно-педагогическую работу. Желаем Вам, Владимир Евгеньевич, крепкого здоровья, счастья и всего самого наилучшего.

## Саламбек Наирович Хаджиев



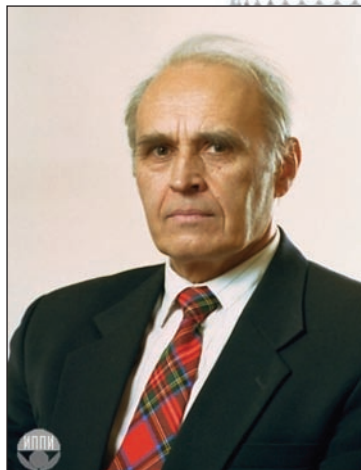
Факультет наук о материалах и кафедра неорганической химии химического факультета Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова сердечно поздравляют академика Саламбека Наировича Хаджиева с 70-летним юбилеем!

Вы являетесь ярким представителем отечественной химической науки, известным ученым-нефтехимиком, специалистом в области переработки нефти и нефтехимического синтеза, превращений углеводов и нефтяных фракций на цеолитных катализаторах, производства специальных высокоплотных нефтяных топлив.

Своими работами Вы заложили основы для создания не имеющего аналогов высокоэффективного процесса конверсии тяжелых нефтяных остатков и других углеродсодержащих материалов в трехфазной системе с наноразмерными частицами гетерогенного катализатора. Они открывают путь для полностью безотходной переработки нефти. Ваши знания, опыт и талант руководителя позволили Вам возглавить один из крупных научных учреждений страны – Институт нефтехимического синтеза имени А.В.Топчиева РАН. Нельзя не отметить и тесные научные связи, которые установились между ИНХС РАН и Факультетом наук о материалах МГУ имени М.В.Ломоносова в результате создания совместного Научно-образовательного центра «Мембраны и каталитические мембранные процессы в нанотехнологии».

Ваша многообразная деятельность отмечена многочисленными высокими наградами. Желаем Вам, Саламбек Наирович, здоровья, счастья и активной научной формы и надеемся на дальнейшее плодотворное сотрудничество!

## Евгений Михайлович Дианов

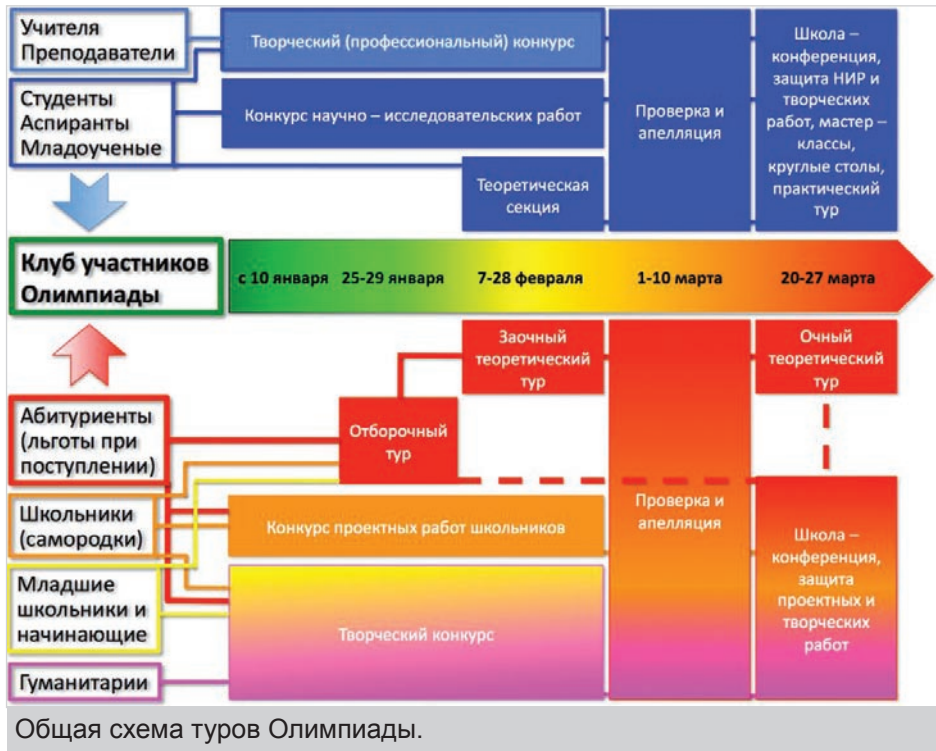


Факультет наук о материалах и кафедра неорганической химии химического факультета Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова сердечно поздравляют академика РАН Евгения Михайловича Дианова с 75-летним юбилеем.

Мы знаем Вас как одного из основоположников современной волоконной оптики в России и признанного лидера этого научного направления. Международной научной общественности хорошо известны Ваши работы в области теории световодных структур, нелинейной волоконной оптики, физики лазерных стекол и материалов для волоконной оптики, а также практическому созданию волоконных световодов на основе кварцевого стекла, халькогенидных стекол и поликристаллических материалов.

Ваши организаторские таланты в качестве директора Научного центра волоконной оптики при Институте общей физики им. А.М.Прохорова РАН вывели его на мировой уровень в качестве ведущего научного центра в области волоконной оптики в России и одного из мировых лидеров, известного целым рядом пионерских работ по технологии волоконных световодов, волоконным лазерам и усилителям, физике нелинейных эффектов в световодах. Вы в полной мере отдаете свои силы и энергию на процветание Российской науки, являясь Членом Президиума РАН, заместителем академика-секретаря Отделения Химии и Наук о материалах, членом Совета по координации научных исследований по направлению «Стратегические информационные технологии, включая вопросы создания суперкомпьютеров и разработки программного обеспечения». Желаем Вам, Евгений Михайлович, крепкого здоровья, счастья и всего самого наилучшего.

## V Всероссийская интернет-олимпиада по нанотехнологиям



ведущие ВУЗы Российской Федерации.

Оргкомитет Олимпиады предлагает школам установить

продуктивное и долговременное сотрудничество с Московским государственным университетом. В качестве начала такого взаимодействия им предлагается стать площадкой проведения отборочного тура V Всероссийской Интернет – олимпиады по нанотехнологиям, которая в этом году проводится по комплексу предметов “химия, физика, математика, биология” при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, государственной корпорации РОСНАНО, отделения химии и наук о материалах Российской Академии наук и курируется Российским Советом Олимпиад Школьников (РСОШ). Сейчас открыта регистрация на олимпиаду, большая просьба завершить регистрацию всех желающих через сайт олимпиады (другой регистрации не предусмотрено!) до 29 января 2011 г. для школьников, решающих теоретические задачи, и до 1 марта - для тех, кто передает на суд жюри Олимпиады результаты своей проектной

Продолжается подготовка к V Интернет-олимпиаде по нанотехнологиям. Сейчас открыт прием заданий творческого тура, а также проектных работ школьников по темам

- “СВЕТ И ОПТИКА”,
- “ЗЕЛЕНАЯ ХИМИЯ, ЭКОЛОГИЯ, МЕДИЦИНА”,
- “АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ”,
- “УДИВИТЕЛЬНЫЙ УГЛЕРОД”,
- “ФИЗИКА НАНОМИРА”,
- “МАТЕРИАЛЫ НАСТОЯЩЕГО И БУДУЩЕГО”,
- “ИНЖЕНЕРНЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ”,

для всех участников: “СОЦИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ”  
для учителей: “ОБРАЗОВАНИЕ В СФЕРЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ”.

Ожидается 22 конкурса. Все вопросы можно задать по адресу [regionol14@gmail.com](mailto:regionol14@gmail.com), на этот же адрес для рассмотрения заявки о создании региональной площадки проведения Олимпиады нужно высылать название учебного заведения, фамилию, имя и отчество, адрес электронной почты, почтовый адрес школы (организации) и телефон ответственного за проведение Олимпиады в учебном заведении, если школа (организация) планирует выступать в качестве площадки Олимпиады. Существование площадок проведения олимпиады не запрещает школьникам и другим участникам принять участие в Олимпиаде индивидуально.

В соответствии с объявлением о проведении V Интернет – олимпиады по нанотехнологиям в 2011 г. планируется усилить взаимодействие со школами и иными организациями, которые могли бы выступить в качестве площадок дистанционного регионально – отборочного тура Олимпиады. Основная идея поиска таких площадок – выявить наиболее активные школы, центры образования, институты переподготовки и повышения квалификации, общественные организации в различных регионах Российской Федерации для сотрудничества и взаимодействия в вопросах естественнонаучного образования, проектной деятельности школьников и их поступления в высшие учебные заведения региона и

деятельности.

От школ участие в данном проекте не потребует финансовых или существенных организационных затрат, основная цель - отобрать и поощрить лучших учеников школы, принявших участие в Олимпиаде. Мы будем признательны, если школы – площадки на местах будут приглашать к участию другие школы и центры образования.

Все площадки Олимпиады (планируется до 50 площадок) получат официальные сертификаты об участии в проекте и им будет дана возможность разместить специальную информацию о школе (организации) и призерах /победителях Олимпиады на сайте Олимпиады в новостном разделе; школьники, участвующие в отборочном туре, получат к весне электронные сертификаты участника (победителя или призера в зависимости от успехов), дипломы победителей и призеров Олимпиады после очного тура будут выдаваться по правилам Российского Совета Олимпиад Школьников, школе – площадке будут высланы учебно - методические материалы в электронном и печатном виде (для реализации элективных курсов старшеклассников и деятельности кружков и факультативов), карточку школы можно будет завести на сайте Олимпиады в специальном разделе. Возможно будет бесплатно получать в бумажном виде ежемесячно новые выпуски информационного бюллетеня “Нанометр” (а также подборку всех предыдущих номеров на DVD), в рамках сотрудничества с образовательной программой Интел будет возможно консультирование ряда интересных проектных работ школьников. Ответственный за проведение регионально – отборочного тура на площадке Олимпиады сможет выступить главой делегации призеров и победителей от школы на очном туре олимпиады в г.Москве (с оплатой дороги и проживания).

Минимальные требования для региональной площадки:

(бесплатная) регистрация в Клубе участников Интернет - олимпиад не менее 10 участников (лучше всех желающих, потому что практически любой школьник

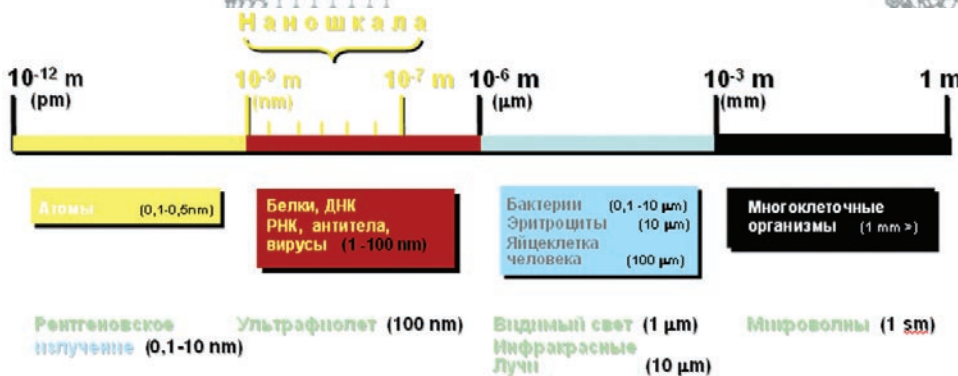
получит от олимпиады много интересного), наличие компьютерного класса с выходом в сеть Интернет, размещение на сайте школы (организации) информации об олимпиаде и ссылки на регистрацию, текст можно взять из официального объявления о проведении Олимпиады.

Напоминаем, что в олимпиаде могут принять участие школьники 7 - 11 классов, учителя, преподаватели (а также студенты, аспиранты, молодые ученые). Для получения статуса участника необходимо предоставить необходимый минимум подлинной персональной информации при регистрации в Клубе участников интернет – олимпиад, в котором обеспечивается доступ к образовательным медиамодулям по подготовке к олимпиаде. Участие в Олимпиаде на всех стадиях бесплатное. В рамках олимпиады будут организованы конкурсы, которые позволят любому участнику в максимальной степени проявить свои силы, знания, опыт и творческие способности. На очном туре форума – олимпиады пройдет школа – конференция участников с мастер – классами по работе с современным синтетическим и аналитическим оборудованием, экспертизой проектных работ, обсуждением вопросов современного естественно – научного образования. Все победители и призеры Олимпиады получают официальные дипломы, ценные призы и подарки.

Оргкомитет

## Проблемы здоровья, обусловленные эволюцией наноматериалов, наночастиц и наноструктур природного и искусственного происхождения

Бюллетень "Нанометр" начинает публикацию статьи академика Ю.Д. Третьякова посвященной проблемам нанотехнологии, наноматериалов и здоровья.



Здоровье, является, пожалуй, самой большой ценностью для любого человека, и с возрастом он ощущает этот факт в значительно большей степени, чем в молодости. Увеличение продолжительности и улучшение качества жизни теперь, как, быть может, никогда прежде, стали приоритетом, тесно связанным с развитием здравоохранения и медицины.

Сравнительно недавно исследователи пришли к выводу, что проблемы здоровья человека обусловлены также процессами, происходящими во всех живых и неживых системах на наноуровне их структуры. Такой наноуровень (интервал от 1 до 100 нм) существует в любом веществе и материале, хотя далеко не всегда он определяет функциональные параметры системы и ее поведение.

29 декабря 1959г. Нобелевский лауреат Р. Фейнман прочитал в Калифорнийском технологическом университете свою знаменитую рождественскую лекцию «Там, внизу, много места», в которой впервые выделил возможность создания наноматериалов, используя два

принципиально разных подхода «снизу-вверх» и «сверху-вниз». Интерес к наноматериалам сейчас исключительно велик и это не случайно, если учесть, что широкое использование наноматериалов в перспективе способно обеспечить грандиозную по размерам экономию энергии, сырья и регенерацию комфортной для человека окружающей среды, не говоря уже о фантастических возможностях, связанных с развитием наномедицины и нанофармакологии.

Согласно представлениям Национального института здоровья (США) наномедицина означает применение макромолекул и наночастиц для диагностики и лечения болезней, а также восстановления поврежденных тканей. Интерес к применению наночастиц и наноструктур в биологии и медицине обусловлен различными причинами. Во-первых, их малые размеры позволяют им беспрепятственно перемещаться внутри живых организмов даже по самым тонким капиллярам и проникать в клетки путем эндоцитоза, т.е. поглощения веществ клетками. Во-вторых, развитая поверхность дает возможность иммобилизовать молекулы различных лекарственных веществ, создавая своеобразные наноконпозиты «наночастица/биологически активная оболочка».

Это необходимо для того, чтобы иммунная система клеток или организма в целом могла распознать чужеродные тела и уничтожить их. Кроме того, такие композиты способны направленно концентрироваться в требуемом месте организма, повышая локальную дозу препарата в тысячи раз или могут обладать селективностью воздействия на тот или иной тип клеток. Поэтому создание лекарственных средств нового поколения опирается на специфические системы доставки, обеспечивающие направленное поступление лекарственных веществ исключительно в определенные органы.

Современные бионанотехнологии сочетают в себе как биологические, так и нанотехнологические подходы к созданию новых систем, то есть объединяют биологию, химию, физику и материаловедение. Фактически бионанотехнологии означают попытку совместить биологические молекулы, системы живой клетки и созданные человеком наноструктуры - то есть живое с неживым. Уникальность природных объектов всегда

вдохновляла человека, ставя перед ним задачу научиться повторять совершенство биологических структур и механизмов в искусственно создаваемых системах. Вот и сейчас популярность биологических подходов в нанотехнологиях вызвана стремлением осуществлять сборку сложных наноструктур из более простых блоков, доставку и разделение наночастиц и компонентов смесей – все то, что уже миллионы лет реализуется в природных системах.

Наноматериалы необычайно широко распространены в живой природе. Именно наноструктуры составляют основу биологических конструкций и защитных покровов. Вследствие уникальной организации они демонстрируют необычные механические свойства, намного превосходя искусственно созданные конструкционные материалы аналогичного химического состава (например, паутина, раковины моллюсков, жемчуг, костная ткань, древесина). Стремление научиться синтезировать аналогичные материалы в лабораторных условиях, воссоздав биохимический путь живой системы, привело к появлению

нового применительно к нанотехнологии направления - биомиметики.

Отметим, что нанотехнологии позволяют решать самые разнообразные задачи, связанные со здоровьем человека, включая

- хранение и извлечение генетической информации,
- диагностику болезней,
- определение восприимчивости организма к некоторым болезням, например, к болезни Альцгеймера,
- точечный подбор лекарств, обусловленный хромосомными различиями,
- подбор лекарственных препаратов, нацеленных на отдельные клетки, в том числе путем создания антител.

Исключительно важную роль в эволюции физико-химических и биологических систем играют процессы самосборки или самоорганизации, в результате которых составные части системы, будь то атомы, ионы, молекулы, коллоидные или макроскопические частицы, самопроизвольно (без вмешательства человека) организуются в упорядоченные (как правило, функциональные) структуры.

Самосборка, в частности, находится в центре супрамолекулярной химии, где инструкции по сборке больших объектов "закодированы" в структурных особенностях отдельных молекул.

Можно утверждать, что неравновесность – это будущее самосборки, особенно если мы научимся использовать её так же искусно, как это делают живые системы. Промежуточным этапом на пути к этому служат процессы биоминерализации, впервые изученные П. Хартингом в 1873 г. Именно он обнаружил, что в формировании биоминералов исключительно важную роль играют органические компоненты, и это аналогично тому, что происходит в организме человека и животных при формировании костной ткани.

В динамической самосборке наночастицы обладают несомненным преимуществом, поскольку для них температурные флуктуации могут играть роль сил "отталкивания". Остаётся только сконструировать динамическую силу притяжения, что достигается, в частности, поверхностной модификацией наночастиц молекулами, свойства которых (например, заряд или дипольный момент) могут переключаться "по требованию" с помощью внешнего воздействия.

В биологии режим неравновесной доставки энергии тоже важен (фотосинтез), но он не преобладающий. Большую часть времени биологические системы сохраняют неравновесное состояние, используя сложные биохимические сети. Такое состояние может быть достигнуто путём объединения химических процессов с диффузионными. Реакционно-диффузионные системы по сути неравновесны и могут задавать химические градиенты, которые обеспечивают изменяющиеся во времени потоки веществ, необходимые для сохранения динамической самосборки.

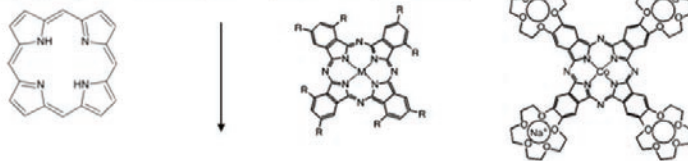
Важно отметить, что в отличие от ограниченного числа "динамических взаимодействий" биохимические сети практически неограничены по структуре, типу участвующих в процессе веществ и обратимых автокаталитических связей, иными словами, неравновесные реакционные сети способны обеспечить гибкий контроль над динамической самосборкой. Есть надежда, что, используя

относительно простые реакционные цепи и явления самосборки, мы сможем постепенно развить эти системы и сконструировать неравновесные динамические самоорганизованные состояния, которые по сложности не уступят биологическим системам.

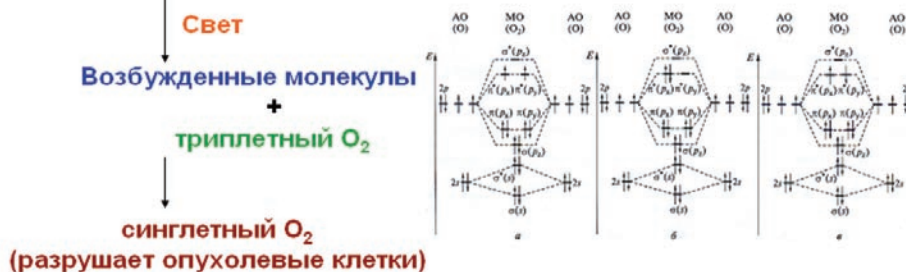
Но всегда ли в попытке создания новых материалов нам следует учиться у живых систем? Не стоит забывать, что человек и сам является продуктом биологической эволюции, причём, по-видимому, наивысшим, и это позволяет ему создавать материалы и системы, которые не имеют природных аналогов.

## Фотодинамическая терапия (ФДТ)

Введение фотосенсибилизатора (ФС)  
(порфирина, хлорина, фталоцианина)



### Селективное накопление на опухолевых клетках



Рассмотрим последовательно различные типы нанопродуктов, начиная с тех, которые используются в так называемой фотодинамической терапии (ФДТ) рака. Известно, что по степени распространения он занимает второе место после сердечно-сосудистых заболеваний и уносит из жизни ежегодно несколько миллионов человек. ФДТ - это минимально инвазивная процедура, которая разрушает раковые клетки в присутствии кислорода, когда светом облучают фотосенсибилизаторы (ФС), генерируя высокорективный синглетный кислород. ФДТ имеет несомненные преимущества перед традиционной терапией рака (хирургия, химиотерапия), так как позволяет обрабатывать пациентов повторными дозами ФС и обеспечивает возможность селективного разрушения опухолевых клеток, устраняя побочные эффекты.

За последнее десятилетие клинические применения ФДТ существенно возросли, включив онкологические поражения кожи, легких, головы, мозга, простаты и других органов. ФС характеризуются низкой токсичностью, они позволяют селективно разрушать раковые клетки и могут использоваться самостоятельно или в комбинации с другими терапевтическими воздействиями, такими как хирургия, химиотерапия, радио- или иммунотерапия.

Для генерирования синглетного кислорода в ФДТ необходимо три элемента: ФС, свет и кислород. ФС в основном состоянии (порфирина, хлорина или фталоцианина) подвергают воздействию света со специфической длиной волны, он поглощает фотон и переходит в возбужденное синглетное состояние. Энергия последнего может диссипировать за счет термического распада или фосфоресценции. Разрушение раковых клеток происходит в результате взаимодействия синглетного кислорода с компонентами раковых клеток – липидами, нуклеиновыми кислотами и др.

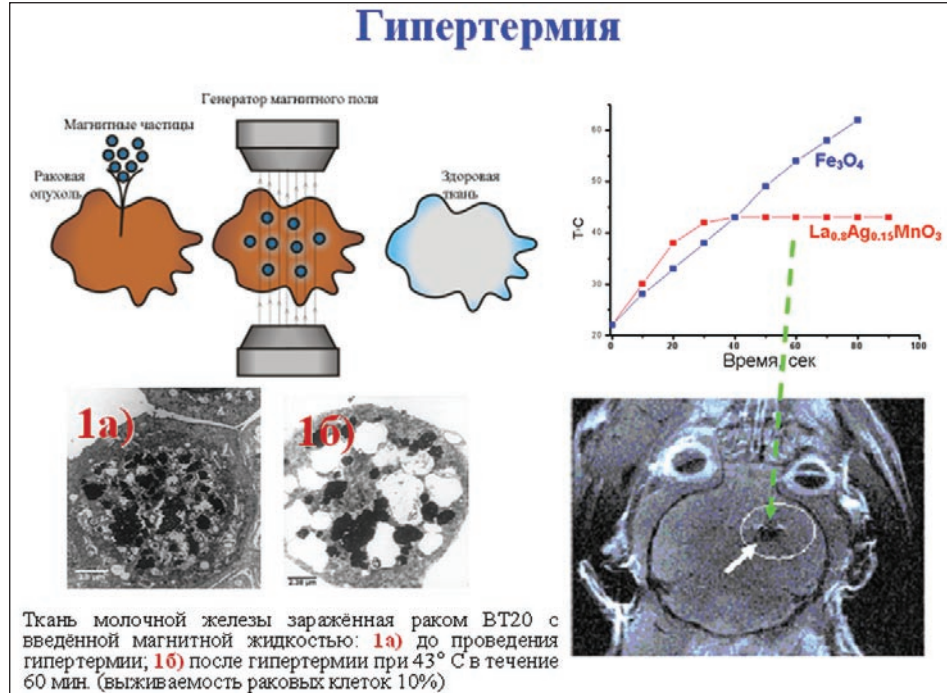
Синглетный кислород, генерируемый фотосенсибилизатором, активированном в больных клетках, мало действует на здоровые, поскольку имеет ограниченную диффузионную подвижность в последних. Выбор ФС определяется многими факторами, включая их гидрофобность, квантовый выход синглетного кислорода и токсичность.

– магнетосомы, состоящие из магнетита  $Fe_3O_4$  или грейгита  $Fe_3S_4$  (с примесью меди). Бактериям удается контролировать размеры, морфологию и ориентацию магнетосом, и в этом смысле они подобны системе, способной к направленному транспорту лекарственных препаратов в пораженный болезнью орган. Магнетит в наноструктурированном состоянии совершенно

безопасен для человека и животных, и единственной пока нерешенной проблемой является стабилизация магнитных наночастиц с помощью поверхностно-активных веществ для предотвращения образования тромбов.

Другое направление использования магнитных наночастиц связано с использованием так называемой феррожидкости, представляющей собой коллоидный раствор феррочастиц. Эта жидкость вводится в организм человека и с помощью магнитного поля концентрируется в районе раковой опухоли. Затем опухоль подвергается действию переменного магнитного поля, в результате чего она нагревается до температуры, превышающей предельную температуру жизнедеятельности раковых клеток. Стремление локализовать процесс нагрева привело к созданию наноструктур, испытывающих фазовый

## Гипертермия



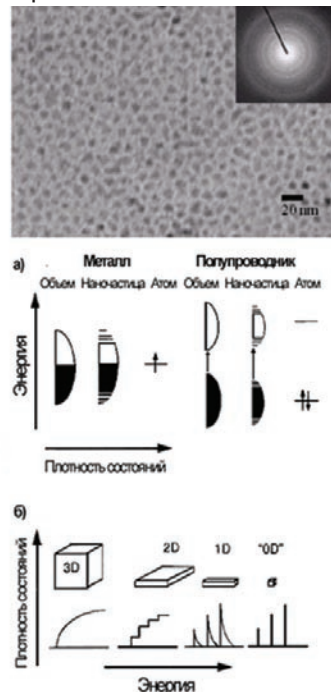
Следующей разновидностью нанопродуктов, привлекающих внимание медиков, являются магнитные наночастицы, которыми можно управлять с помощью внешнего магнитного поля. Природа давно создала прообраз хиральных магнитных наноструктур, способных «чувствовать» магнитное поле Земли и служащих своеобразным компасом для магнитотактических бактерий. Эти бактерии способны синтезировать внутри себя ферритмагнитные нанокристаллы

переход при температуре 42 – 430°С, (наночастицы манганита лантала, допированного серебром  $La_{0.8}Ag_{0.15}MnO_3$ ). Недавно исследователи показали, что магнитные наночастицы способны обнаруживать метастазы в лимфатических узлах даже в том случае, когда они не могут быть определены любыми другими методами.

Полупроводниковые наночастицы, способные захватывать фотоны и локализовать экситоны в малом объеме, называют квантовыми точками. Путем изменения размера и формы квантовой точки можно управлять ее энергетическими уровнями, что, в свою очередь, влияет на длину испускаемого света, то есть на «цвет» излучения. Предельные размеры квантовых точек зависят от их химического состава, например для системы  $InAs - AlGaAs$  минимальный размер квантовых точек составляет 4 нм, а максимальный – не превышает 30 нм. Важное применение квантовых точек связано с их использованием в качестве флуоресцентных биологических маркеров для обнаружения и последующей обработки раковых опухолей. Регулируя размер квантовых точек, а тем самым и длину волны их излучения, медики способны обеспечить проникновение последнего на вполне определенную глубину живой ткани.



**Квантовые точки:**  
 -Визуализация частей органов и клеток: большая глубина фокуса и контраст  
 -Биологические метки  
 -Разрушение раковых клеток – фототермический эффект  
 -Увеличение чувствительности аналитических методик



Продолжение следует...

**НАНОМЕТР:** 119992, Москва, Ленинские Горы, ФНМ МГУ им. М.В.Ломоносова, тел. (495)-939-20-74, факс (495)-939-09-98, [yudt@inorg.chem.msu.ru](mailto:yudt@inorg.chem.msu.ru) (акад. РАН Ю.Д. Третьяков, главный редактор), [brylev@inorg.chem.msu.ru](mailto:brylev@inorg.chem.msu.ru) (доц. О.А. Брылёв, отв. редактор), [goodilin@inorg.chem.msu.ru](mailto:goodilin@inorg.chem.msu.ru) (проф. Е.А. Гудилин, пресс-центр), [petukhov@inorg.chem.msu.ru](mailto:petukhov@inorg.chem.msu.ru) (асп. ФНМ Д.И. Петухов, верстка)