



Наука в Сибири

ГАЗЕТА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК • ИЗДАЕТСЯ С 1961 ГОДА

13 октября 2016 года • № 40 (3051) • электронная версия: www.sbras.info • 12+



НОБЕЛЬ-2016

СТР. 4–5

**Гранберговская
конференция**

стр. 2

**Есть ли у человека
инстинкты?**

стр. 6

**Мировые тенденции
в области IT:
мнение эксперта**

стр. 7

ЮБИЛЕЙ

Председателю Омского научного центра СО РАН д.э.н. Карпову Валерию Васильевичу — 60 лет

Глубокоуважаемый Валерий Васильевич!

Президиум и Объединенный ученый совет по экономическим наукам Сибирского отделения Российской академии наук сердечно поздравляют Вас с 60-летием!

Начав свою трудовую деятельность в Омском политехническом институте, Вы прошли в нем путь от лаборанта до проректора, от кандидата технических наук до доктора экономических. Этот большой опыт преподавательской, исследовательской и управленческой работы был востребован в Омском филиале Финансового университета при Правительстве РФ, на посту директора которого Вы проработали более десятка лет.

Вы продуктивно совмещали работу в вузах, преподавательскую деятельность с академическими исследованиями в Институте экономики и организации промышленного производства СО РАН, а затем и в Омском научном центре СО РАН, председателем которого были недавно избраны.

Мы знаем и высоко ценим Вас, специалиста в области региональной экономики и экономической безопасности региона, экономики предприятий и предпринимательства. При Вашем активном участии разработан ряд важнейших документов социально-экономического развития Омской области: Стратегия социально-экономического развития Омской области до 2020 года и до 2025 года; Программа социально-экономического развития Омской области на среднесрочную перспективу (2006–2008 годы) и (2009–2012 год); 17 программ развития отраслей экономики Омской области.

Много внимания Вы уделяете научно-организационной работе как член правления Вольного экономического общества России, председатель Президиума Омской региональной общественной организации Вольного экономического общества России, президент территориального Института профессиональных бухгалтеров и аудиторов России. Ваш опыт и профессионализм востребованы в работе экспертных советов и комиссий: экспертного совета при Правительстве РФ, экспертного совета при

Правительстве Омской области и Совета по инвестиционной деятельности и развитию конкуренции при Губернаторе Омской области. Ваша плодотворная научная и общественная деятельность отмечена высокой наградой — медалью ордена «За заслуги перед отечеством» 2 степени, Вам присвоено звание «Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации» и почетное звание Омской области «Заслуженный экономист Омской области».

Дорогой Валерий Васильевич! Вы встречаете свое 60-летие в расцвете творческих сил. Желаем Вам крепкого здоровья, новых научных достижений, успехов во всех Ваших начинаниях. Счастья и благополучия Вам и Вашей семье.

Председатель Сибирского отделения РАН академик А.Л. Асеев
Заместитель председателя СО РАН, председатель
Объединенного ученого совета СО РАН
по экономическим наукам академик РАН В.В. Кулешов
Главный ученый секретарь СО РАН
чл.-корр. РАН В.И. Бухтияров

НОВОСТИ

Вышла в свет книга академика А.Л. Асеева

Издание «Наука: каменные тропы и сияющие вершины» содержит научные, аналитические и публицистические статьи



Александр Леонидович Асеев представлен в книге и как ученый, и как организатор науки. С 1998 по 2013 годы он возглавлял Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН, и почти половина 400-страничного тома посвящена актуальным методам, разработкам и технологиям, родившимся в последние годы в стенах ИФП. Раздел специальных статей во второй части предваряет текст «Наноматериалы и нанотехнологии для современной полупроводниковой электроники» — здесь изложена суть того, чем занимаются Александр Асеев и его коллеги по институту.

Кругозор ученого отражен в первой части «На плечах гигантов». Эти слова Исаака Ньютона служат эпиграфом к рассказу о крупнейших открытиях в физике XX столетия, приведших к «полупроводни-

вой революции» и сегодняшним информационным технологиям. Отдельная статья посвящена феномену Кремниевой долины и специфическим условиям, благодаря которым она стала именем нарицательным: от климатических условий до льгот университетам, от крупных военных заказов до созвездия талантов, информационных технологий и венчурного капитала. «Без уникального сочетания этих факторов, — пишет Александр Асеев, — любые попытки копировать опыт и достижения Кремниевой долины являются ничем иным, как имитацией реального инновационного развития, которое невозможно в отрыве от лучших достижений фундаментальной науки».

В 2008 году Александр Асеев избирается председателем Сибирского отделения РАН, становится вице-президентом РАН. Он оставляет должность директора ИФП и целиком сосредотачивается на организационной работе. События с 2013 года и перемены в Российской Академии наук нашли отражение в серии публикаций третьей части книги. «Тернистый путь реформ» — так называется подборка публицистических выступлений академика А. Асеева на Общих собраниях РАН и других мероприятиях, в федеральных и отраслевых СМИ,

включая и «Науку в Сибири». Ученый не только критикует непродуманную реформу и некомпетентность ее авторов, но и предлагает системные решения для наращивания эффективности исследовательского потенциала России — например, по созданию Центра превосходства по реализации проектов научно-технологического развития Сибири. Кредо Асеева — руководителя сконцентрировано в словах: «Искусство управления наукой — это не формальное регламентирование, ограничение, это нахождение талантов, креативных сообществ, правильная их поддержка».

В заключительном разделе тома «Наука: каменные тропы и сияющие вершины» представлены некоторые персональные материалы Александра Асеева — например, ответы на анкету выпускника физического факультета НГУ, фото из домашнего архива, биографическая справка. Книга была тепло встречена участниками презентации в ИФП СО РАН, ее экземпляры доступны в Государственной публичной научно-технической библиотеке СО РАН, а электронная версия готовится к размещению на портале Сибирского отделения www.sbras.ru.

Соб. инф. Фото ИФП СО РАН

В Новосибирске открылась Гранберговская конференция

Экономисты из 8 стран и более 50 российских городов приняли участие в международной конференции «Пространственный анализ социально-экономических систем: история и современность», посвященной 80-летию со дня рождения академика А.Г. Гранберга

«Александр Григорьевич Гранбергу удалось создать научную школу национального уровня с широким международным резонансом, — сказал о своем предшественнике на посту директора Института экономики и организации промышленного производства СО РАН академик Валерий Владимирович Кулешов. — А школы — это, прежде всего, люди, их постоянный приток из университетов».

Заместитель директора ИЭОПП доктор экономических наук Вячеслав Евгеньевич Селиверстов отметил, что параллельно с Гранберговской проводится традиционная XII конференция молодых экономистов и социологов: «Это делается осознанно, чтобы они восприняли те мысли и результаты, которые изла-

гают старшие коллеги, чтобы не прерывалась связь поколений».

Заместитель председателя Сибирского отделения РАН академик Василий Михайлович Фомин напомнил о методологическом наследии Александра Гранберга, связанном с широким привлечением математического аппарата и созданием крупномасштабных моделей, «...позволяющих не только констатировать, но и прогнозировать». Заведующий кафедрой Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (РАНХиГС) академик Абел Гезевич Аганбегян подчеркнул, что академик А. Гранберг — «...не просто выдающийся ученый, а основоположник целого направления, связанного с

территориальной, пространственной экономикой. Строго говоря, это не только экономика, но и география, социология, другие дисциплины и аспекты». Экономист предложил сделать Гранберговские конференции традиционными и проводить их в разных городах России, аналогично мероприятиям, посвященным памяти академика Татьяны Ивановны Заславской.

Участники научного форума открыли мемориальную доску Александру Гранбергу на пилоне здания ИЭОПП СО РАН, в Новосибирском университете готовится принять студентов именная аудитория.

Соб. инф.

Ведущие экономисты России предлагают пути выхода из кризиса

На Гранберговской конференции дан анализ причин экономического спада и рекомендации по его преодолению

Заведующий кафедрой Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (РАНХиГС) академик Абел Гезевич Аганбегян говорил о «кризисном пространстве» отечественной экономики, поскольку новая Россия половину времени своего существования провела в состоянии потрясений и упадка. Первый кризис 1998–1999 годов принес падение ВВП в 1,8 раза, реальных доходов населения — в 1,9 раз, промышленного производства — в 2,2 раза, инвестиций — вчетверо, и довел численность безработных до 11 миллионов человек. Затем, до осени 2008 года длился экономический подъем со среднегодовым ростом ВВП на 6,6%, но, по мнению академика, это было связано прежде всего с конъюнктурой нефтяных цен. Затем последовал мировой кризис, который из 20 ведущих стран планеты стал наиболее чувствительным для России.

Сегодняшние трудности отечественной экономики, по мнению Аганабегяна, вызваны прежде всего «инвестиционной паузой» предшествующих лет. Она повлекла снижение объема вводимых мощностей и падение производства со всеми вытекающими последствиями дальнейших порядков: уменьшением товарооборота, реальных доходов, занятости и так

далее. «Всего этого можно было бы избежать, — уверен экономист, — повысив инвестиции в 2013 году, прежде всего государственные». А.Г. Аганбегян напомнил, что государство в различных формах участвует в 70% всего хозяйственного организма страны, но в переломном для будущего кризиса году оно как таковое снизилось на 30% вложения в экономику, и на столько же упали инвестиции госкорпораций. «К сожалению, со стороны правительства и Минэкономразвития не было проведено сколь бы то ни было серьезного анализа произошедшего», — констатировал академик.

Сегодня рецессия продолжается, а 2017 год, по прогнозу Аганабегяна, станет «годом застоя»: Центробанк прогнозирует прирост ВВП в пределах 0,5–1%. Между тем другой докладчик, директор Института народнохозяйственного планирования РАН академик Виктор Викторович Ивантер, считает, что «...для России нормален рост ВВП на 6–7%». Он критиковал «допущенных к диалогу с властью экономистов», считающих государственные инвестиции неэффективными по сравнению с частными. Между тем, констатировал академик, во многом за счет первых восстанавливаются две стратегически важные отрасли, оборонная промышленность

и сельское хозяйство: «Нам есть чем себя и защитить, и прокормить».

«Если мы хотим восстановить динамику, — предложил А. Аганбегян, — необходимо перейти к политике форсирования инвестиций. Сегодня в стране фактически не существует инвестиционного кредита, поэтому первоочередная мера — снижение ключевой ставки Центробанка РФ». Ученый считает основным резервом инвестиций активы российских банков в размере около 83 триллионов рублей, что в шесть раз больше всего государственного бюджета Российской Федерации 2015 года. Академик В. Ивантер также призвал не сводить решение проблемы восстановления роста к бездефицитному госбюджету: «Это вопросы бухгалтерские, а не экономические».

«Россия — страна колоссальных возможностей, — заметил академик А. Аганбегян. — Какую отрасль ни возьми, всюду найдутся выдающиеся результаты. Но мы не умеем учиться у самих себя».

Соб. инф.

Члену-корреспонденту РАН Валерию Ивановичу Бухтиярову — 55 лет

Глубокоуважаемый Валерий Иванович!

Президиум Сибирского отделения РАН, Объединенный ученый совет по химическим наукам сердечно поздравляют Вас, директора одного из самых крупных химических институтов России, института-лидера, главного ученого секретаря Сибирского отделения, известного специалиста в области гетерогенного катализа с 55-летием!

Вами разработаны оригинальные методы и подходы к изучению строения активных центров гетерогенных катализаторов и функциональных наноматериалов, открывающие перспективы исследования процессов на атомно-молекулярном уровне, способы синтеза наноструктурированных катализаторов на основе благородных металлов с возможностью управления средним размером частиц, нанесенных на различные оксидные и углеродные носители.

Вами исследованы причины размерных и синергетических эффектов в реакциях полного и селективного окисления и гидрирования на моно- и биметаллических нанесенных катализаторах.

Вы продолжаете заложенные отцами-основателями Института катализа традиции: успешное сочетание фундаментальных исследований процессов в органической или неорганической химии или в химии твердого тела с технологиями и материаловедением. Установление взаимосвязи «структура-активность» в гетерогенных катализаторах делает возможным управляемый синтез функциональных наноматериалов для различных каталитических приложений.

Под Вашим руководством разработаны технологические основы приготовления наноразмерных катализаторов для обеспечения чистоты воздуха в закрытых помещениях и очистки выхлопных газов автомобилей.

Вам удастся совмещать любовь к фундаментальным исследованиям не только с активной административной деятельностью, но и с подготовкой научной молодежи. Будучи заведующим кафедрой катализа и адсорбции Новосибирского государственного университета, Вы обеспечиваете постоянный приток в науку свежих сил.

Мы ценим Ваши жизнелюбие и неиссякаемую энергию, профессионализм. Ваши доброжелательность и открытость сделали приятным общение с Вами и легким решение деловых проблем.

Счастья и благополучия Вам и Вашим близким!

Председатель Сибирского отделения
РАН академик А.Л. Асеев

Председатель Объединенного ученого совета
по химическим наукам СО РАН
академик В.Н. Пармон

В резонансе с физикой частиц

16 октября 2016 года исполняется 75 лет **Николаю Николаевичу Ачасову**, доктору физико-математических наук, профессору, заведующему лабораторией теоретической физики Института математики им. С.Л. Соболева СО РАН



Май 1966 года, Ялта, Международная школа по теоретической физике, лекция «Об алгебре лептонных токов», затем статьи в журналах «Письма в журнал экспериментальной и теоретической физики» и «Ядерная физика», посвященные одному из первых нетривиальных применений гипотезы о связи ро-мезона с сохраняющимся векторным током. Это было началом творческого научного пути Николая Николаевича Ачасова. Сейчас он является одним из наиболее авторитетных в мире специалистов по физике сильно взаимодействующих элементарных частиц — адронов. Проблемы, которые ставит и разрабатывает Николай Николаевич со своими учениками

и коллегами, исследуются в различных лабораториях мира в течение нескольких десятилетий. Им была предложена обширная программа поиска четырехкварковых состояний в фотон-фотонных столкновениях. Эксперименты по изучению этих предположений, проведенные несколькими международными группами на ускорителях в Германии и США, привели к открытию новых резонансных структур, которые являются кандидатами в экзотические адроны.

Н.Н. Ачасовым получены основополагающие результаты, касающиеся природы загадочных легких скалярных мезонов. В частности, он разработал теоретические основы изучения их природы в радиационных распадах фи-мезона. Эксперименты, проведенные в Институте ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, а затем на фи-фабрике во Фраскати (Италия), привели к открытию этих распадов, подтверждению предсказанного для них механизма и получению веских доводов в пользу четырехкварковой природы легких скалярных мезонов. Николаем Николаевичем с коллегами было обосновано также новое направление в физике адронов — исследование киральной динамики в многопионных системах — и выполнены наиболее продвинутое в мире исследования такой запутанной проблемы, как радиальные возбуждения векторных мезонов.

Николая Николаевича Ачасова отличает талант и физическая интуиция в постановке нетривиальных задач, имеющих выход на эксперимент. Он — признанный пионер в исследованиях необычных, экзотических, четырехкварковых адронных состояний, которые были начаты им еще в конце 1970-х годов. В настоящее время исследованиями таких состояний занимаются в большинстве теоретических и экспериментальных лабораторий мира, связанных с физикой элементарных частиц.

В апреле этого года Николай Николаевич Ачасов выступил на Международной конференции по физике фундаментальных взаимодействий, посвященной 60-летию Объединенного института ядерных исследований в Дубне, с большим обзорным докладом «37 лет с легкими скалярными мезонами. Выученные уроки». Яркое, в живой форме он изложил проблемы, над которыми работал, к которым привлек интерес и которые дали реальные толчки к проведению целого ряда новых экспериментальных исследований. Об одной из них, проблеме, связанной с сильным нарушением изотопической инвариантности при рождении легких скалярных мезонов, им был сделан специальный обзорный доклад на 14-ом Международном совещании по физике тау-лептона, состоявшемся в Институте физики высоких энергий в Пекине.

Н.Н. Ачасов опубликовал свыше 250 научных работ, под его руководством защищены шесть кандидатских и две докторские диссертации. В год своего семидесятилетия Николай Николаевич полон новых интересных идей и планов исследований по физике адронов.

Мы сердечно поздравляем Николая Николаевича Ачасова с юбилеем, выражаем ему искреннее уважение, желаем ему и его семье доброго здоровья, новых творческих успехов и счастливого чувства резонанса с физикой элементарных частиц.

А.Е. Бондарь, Ю.С. Волков, С.Б. Герасимов, И.Ф. Гинзбург, С.К. Годунов, С.С. Гончаров, Ю.Л. Ершов, В.И. Журавлев, Д.Ю. Иванов, А.Е. Калашин, В.А. Карнаков, А.В. Киселев, А.А. Кожевников, Г.Л. Коткин, В.А. Рубаков, В.Г. Сербо, Д.В. Серебрякова, С.И. Середняков, М.В. Фокин, Г.Н. Шестаков

АКТУАЛЬНО

Кесарю — кесарево

В поиске месторождений полезных ископаемых должна быть восстановлена ключевая роль государства, а призывы к импортозамещению в области геологоразведочных работ без серьезного госзаказа останутся не более чем риторикой. Так считает директор Всероссийского научно-исследовательского геологического нефтяного института (ВНИГНИ) **Алексей Варламов**



— Система изучения недр и эксплуатации месторождений, доставшаяся России от Советского Союза, была цельной и стопроцентно государственной. Все три стадии геологоразведочных работ — региональное изучение,

поисковые работы и разведка месторождений полезных ископаемых — находились в компетенции Министерства геологии СССР. И уже разведанные месторождения передавались на предприятия Министерства нефтяной и газовой промышленности для освоения (доразведки и эксплуатации). В период становления нового государства — Российской Федерации — произошла смена всей парадигмы геологического изучения недр и недропользования. В компетенции государства остались только региональные работы, а поисковые на нефть и газ, разведка конкретных месторождений и тем более добыча отошли к компаниям-недропользователям. В начале 1990-х это, наверное, было оправдано, поскольку от советского времени осталась беспрецедентно богатая разведанная минерально-сырьевая база, в первую очередь по углеводородному сырью. И по его запасам, и по извлечению мы занимали первое место в мире. Объемы добычи нефти ежегодно нарастали и, наконец, в 2015 г. они превысили 500 млн тонн в год.

На этом фоне за прошедшие два с половиной десятилетия никто из руководителей отрасли словно не заметил, что развитие сырьевой базы углеводородов не соответствует достигнутым объемам добычи нефти. Хотя о «проедании» разведанных в советское время запасов высказывались многие геологи-нефтяники. Сегодня запасы нефти по категориям А, В, С₁ составляют около 19 млрд тонн, плюс 11 млрд тонн по категории С₂, при разведке которых количество, как правило, уменьшается. Эти цифры многих успокаивают, поскольку даже по грубым прикидкам при нынешних темпах добычи запасов хватает на 40–45 лет. Но если мы проанализируем рента-

бельную часть запасов (она варьирует в пределах 45–55 % в зависимости от цены на нефть и курса рубля к доллару), то окажется, что мы обеспечены не более чем на 20 лет — а это уже совсем другая перспектива.

— Тогда встает один из вечных российских вопросов: «Что делать?» Что делать, чтобы обеспечить развитие резервов для стабильной добычи нефти в 500 млн тонн в год и гарантировать сырьевую безопасность?

— Для меня ответ очевиден. Необходимо изменить политику: расширить компетенцию государства и организовать масштабные поисковые работы по основным видам месторождений полезных ископаемых и в первую очередь нефти и газа как главных бюджетоформирующих видов.

Дело в том что компании-недропользователи проводят поисковые работы в пределах лицензионных участков, то есть в распределенном фонде недр, в то время как выделенные перспективные зоны находятся в пределах нераспределенного фонда. А таких зон на территории России выделено 26, они охватывают почти 2 000 000 км² и расположены во всех основных провинциях континентальной части. Естественно, на это должны быть выделены соответствующие средства (не менее 50 млрд руб. в год). Если кого-то заинтересует детальное рассмотрение состояния нефтегазопроисковых работ, могу порекомендовать свою статью, которая выйдет в октябре этого года в V номере журнала «Геология нефти и газа» к открытию VIII Всероссийского съезда геологов в Москве.

Продолжение на стр. 5

НАУКА ДЛЯ ОБЩЕСТВА

Аутофагия, фазовые переходы и молекулярные машины

Сибирские ученые комментируют Нобелевские премии-2016

Научный руководитель стратегической академической единицы «Синтетическая биология» НГУ, заведующий лабораторией геномной и белковой инженерии Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН доктор биологических наук **Дмитрий Олегович Жарков** шутит, что концепция аутофагии (именно за нее в этом году была вручена Нобелевская премия по физиологии и медицине) известна со средних веков, но в наше время получила новое молекулярно-клеточное содержание.

Впрочем, так далеко в историю копать не стоит: все-таки змея, пожирающая свой хвост, — аллюзия достаточно абстрактная. Если серьезно, то процесс аутофагии открыл во второй половине 1950-х годов бельгийский ученый **Кристиан де Дюв** — гигант клеточной биологии, которому также принадлежит заслуга обнаружения лизосом (он вообще внес неоценимый вклад в изучение внутреннего строения клетки). Термин «аутофагия» в 1963 году ввел все тот же де Дюв.



«Однако, как это часто бывает, в биологии можно открыть то или иное явление, но не знать о нем ничего, за исключением того, что оно существует, пока не возникнут нужных инструментов для его изучения», — комментирует Дмитрий Жарков.

Что же такое аутофагия? Само слово подсказывает — процесс, при помощи которого клетка способна переваривать собственное содержимое. Происходит это либо в условиях голодания, либо если какие-то компоненты по неким причинам пришли в негодность. «Сначала образуется небольшой плоский мешочек, он окружает участок клеточной цитоплазмы, обычно содержащий различные поврежденные органеллы — митохондрии, которые постарели из-за большого объема окислительного стресса, участки внутренних мембран и так далее, — объясняет Дмитрий Жарков. — Такой пузырек называется аутофагосомой. Затем он сливается с лизосомой — она содержит большое число ферментов, расщепляющих различные вещества: белки, углеводы и прочие, так что всё, захваченное аутофагосомой, превращается в продукты, которые клетка просто пускает в свой метаболизм».

Аутофагосома существует всего 20–30 минут, ее очень трудно изучать, поэтому долгое время исследования механизма оставались на уровне описания бабочек: было понятно, что существует некий клеточный процесс, была гипотеза, что он включается, когда клетка голодает, и что она использует часть своего внутреннего содержимого для получения энергии и строительных блоков. Ситуация получила развитие только в 1988 году, пока этим вопросом не занялся победитель нобелевской гонки-2016 **Есинори Осуми**.

«Первое, что он сделал — переключился с человеческих клеток на дрожжевые, — рассказывает Дмитрий Жарков. — Последние в большинстве случаев содержат одну-единственную пищеварительную вакуоль, которая, собственно, аналогична большой переваривающей структуре в клетках млекопитающих. Осуми вывел дрожжи, дефицитные по трем белкам из состава лизосомы — в результате она сливается с аутофагосомой, но дальше ничего не переваривается. На электронной микрофотографии видно: если полученную Осуми разновидность поместить в условия голодания, накапливаются большие структуры с частями клетки внутри».

Затем с помощью методов молекулярной генетики были идентифицированы те же самые гены у млекопитающих. «У них все обстоит гораздо хуже: если сделать мышью, дефектную по системам аутофагии, она рождается, хочет есть и начинает переваривать

саму себя прежде, чем научается сосать молоко», — отмечает Дмитрий Жарков.

Как механизм, который связан с многими важными для нашего существования процессами, аутофагия в последнее время оказалась в самом центре внимания. По словам Дмитрия Жаркова, наиболее модное направление — увеличение долголетия. «Довольно давно на микроскопических червячках было открыто такое явление как продление жизни, вызванное голоданием, — поясняет доктор биологических наук. — Если червяка кормить мало, он живет в два-три раза больше. То же самое выявили и на других организмах — вплоть до мышей. С высшими млекопитающими сложнее, так как эксперимент будет длиться очень долго».

Подходит ли человеку такой вариант — есть в четыре раза меньше, чтобы жить дольше? В этом случае, как отмечает Дмитрий Жарков (и подтверждают **Кнут Гамсун** и **Абрахам Маслоу**) все мысли будут только об одном. Однако существует способ обойти излишне прямой путь: в 1980-х годах на острове Пасхи взяли пробу почвы, из которой был выделен грибок, производящий рапамицин. Последний ингибирует фермент (m)TOR, замедляющий аутофагию. Соответственно, отключенный (m)TOR заставляет аутофагию работать интенсивнее — тем лучше у нас обновляются поврежденные в ходе работы органеллы клетки, это в конечном итоге приводит к тому, что клетка накапливает меньше повреждений, живет дольше, и человек вслед за ней. Такая схема сейчас рассматривается как один из самых перспективных способов химического продления жизни.

Кроме того, аутофагия борется с нейродегенеративными заболеваниями, ведь для очень многих из них характерны накопления агрегатов белков внутри клеток. В процессе «самоедства» часть цитоплазмы с этими агрегатами перерабатывается, тем самым оздоравливая нервные клетки. То же самое относится и к мышечным. «Также аутофагия противостоит тем видам бактериальных и вирусных инфекций, которые протекают внутри клетки, — говорит Дмитрий Жарков. — Наконец, рак. Но в этом случае аутофагия — палка о двух концах. С одной стороны она за счет расщипки поврежденного внутриклеточного содержимого помогает уничтожить раковые клетки, с другой — в некоторых случаях помогает последним выживать, например, когда мало кислорода или питания».

Дмитрий Жарков подчеркивает, что теоретически аутофагией можно управлять — это как раз то, над чем работают исследователи в данной области: «Допустим, в случае онкологии могут быть и хорошие для человека последствия, и плохие. Зная молекулярные механизмы и влияя на нужные белки классическими фармакологическими способами, можно сделать так, чтобы процесс работал либо сильнее, либо слабее, либо избирательно. Это требует большой научной работы, но в целом реализуемо — не фантастика, а план развития».

Про Нобелевскую премию по физике, присужденную за открытие топологических фазовых переходов и топологических состояний материи, рассказал заведующий лабораторией Института физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН, профессор НГУ академик Александр Владимирович Чаплик.

«Не раз бывало, что ученым вручали Нобелевскую премию за открытие явления, которое к этому времени уже носило их имя. **А Дэвид Таулес, Дункан Холдейн и Майкл Костерлиц** получили её за открытие сотрудника Института теоретической физики им. Л.Д. Ландау РАН **Владимира Львовича Березинского**, работы которого, выполненные в 1960-70-х годах, послужили началом этих исследований», — отметил А. Чаплик.

По его словам, здесь речь идет о таком физическом явлении как фазовые переходы второго рода. Фазовые переходы первого рода нам всем хорошо известны — к ним относится, например, испарение воды или превращение ее в лед. В этом случае разные состояния могут сосуществовать одновременно. В случае фазовых переходов второго рода видимых изменений с телом не происходит, однако изменяется его внутренняя структура — это переход некоторых металлов из сплавов в сверхпроводящее состояние, магнитных систем во немагнитные и так далее. И здесь разные фазы не могут сосуществовать. Свойство меняется скачком и проявляется макроскопически, то есть мы наблюдаем его в целом ряде интересных и важных для применения явлений.

Для иллюстрации Александр Владимирович показал, как происходят фазовые переходы в магнетиках — материалах, из которых делают хорошо нам известные магниты (к таким материалам относятся железо, кобальт, марганец). «Можно представить

себе, что в них есть маленькие стрелки, которые подобно стрелкам компаса, «следящим» за сторонами света, чувствуют внешнее магнитное поле и выстраиваются относительно него. Кроме того, они ещё и взаимодействуют между собой. Это взаимодействие и является самой главной физической причиной, приводящей к фазовым переходам», — объясняет ученый. При температуре абсолютного нуля состояние термодинамического равновесия старается минимизировать энергию, стрелки выстроены строго параллельно. Однако с ее повышением атомы начинают двигаться, изменяется температурная флуктуация, и стрелки постепенно разупорядочиваются, отклоняются от заданного равновесия (хотя их общее направление пока продолжает сохраняться). В этой фазе еще присутствует порядок, но уже не вполне параллельный. Так происходит до тех пор, пока магнит не нагреют до критической температуры, после чего случается резкий переход и разупорядочивание структур, и намагниченность обращается в ноль.



«Теория фазовых переходов занимает особое место в теоретической физике, она очень трудна математически. Любой прогресс в этой области является важным событием, — отмечает Александр Чаплик. — Нобелевские лауреаты этого года сумели решить ряд важных задач, разработали методы, которые привнесли в физику новые идеи».

В чем сущность их открытия? Эта работа относится к двумерным системам — тем, в которых есть только длина и ширина, а толщины почти нет (например, тонкие пленки, сегодня широко применяющиеся во многих областях, в основном, в портативной электронике). Поначалу считалось: в таких системах не может быть дальнего порядка, и нельзя ожидать от них сверхтекучести или сверхпроводимости. Однако потом экспериментально было показано, что они обладают этими качествами, но понять, как и почему такое происходит, ученые не могли. Первые работы Березинского, а после — нобелевских лауреатов пролили свет на указанные явления. Им удалось выявить, какими механизмами регулируется переход от упорядоченной фазы к неупорядоченной в двумерной системе (в связи с этим был открыт новый тип возбуждения), и описать закон, по которому это происходит.

«Это очень важное достижение для теоретической физики. В науку были введены новые понятия, и сами идеи оказались очень плодотворными — они вышли далеко за пределы физики конденсированных состояний и нашли применение даже в физике элементарных частиц. Оказалось, что уравнение, описывающее фазовый переход второго рода, и многие уравнения, описывающие квантовые свойства элементарных частиц, математически очень похожи, — говорит Александр Владимирович. — В то же время эта теоретическая область имеет вполне осязаемые практические применения. Пленки магнетиков используются в создании систем памяти счетно-решающих устройств, а кроме того эти открытия применяются в создании квантовых компьютеров, за которыми наше будущее».

Заместитель директора Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН по научной работе, преподаватель ФЕН НГУ доктор химических наук Дмитрий Владимирович Пышный полагает, что результаты исследований, за которые была получена Нобелевская премия по химии, пока применимы скорее в лабораторных экспериментах, чем в практике.

Жан-Пьер Саваж, Джеймс Фрэйзер Стoddарт и Бернард Лукас Феринга были отмечены за разработку и синтез молекулярных машин — ансамблей некоторого числа компонентов, которые под воздействием внешних стимулов могут совершать механическое движение.



Дмитрий Пышный отмечает: первоисточником этих идей является супрамолекулярная химия. Ученые уже в 1970-1980-х годах хотели создать такие неразрывные системы, чтобы они обладали свойствами как отдельных молекул, так и их ансамблей. Подобные конструкции должны были активно реагировать на те или иные внешние эффекты и перестраиваться при появлении нового вещества.

Учеными-лауреатами были созданы абсолютно новые типы молекулярных конструкций. Жан-Пьер Саваж разработал катенаны, состоящие из двух соединяющихся между собой, как звенья цепи, колец. На основе его работ Стoddарт создал молекулу ротаксана. Она представляет собой муфту, перемещающуюся вдоль оси. На ее концах находятся крупные наворачивающиеся и группы атомов, способных связываться с движущейся частью.

Бернард Лукас Феринга же на основе разработок Стoddарта создал первый в истории молекулярный мотор — соединение, которое продолжало вращаться, пока на него воздействовал источник энергии — тепло или свет. Если применять эти стимулы последовательно, можно направленно осуществлять движение по заданному курсу. На основе этой конструкции ученый даже построил четырехколесный «наноавтомобиль», способный двигаться в заданном направлении под действием света.

— Как функционируют подобные структуры? В отдельной взятой кольцевой молекуле есть особые части, на которых можно закрепить, скажем, атом меди. Он будет центром взаимодействия всей системы, убирая или добавляя его, мы можем влиять на текущее состояние. Например, у модельной химической мышцы две точки разведены в одном состоянии, а если добавить стимул — частицу металла — они сойдутся, — рассказывает Дмитрий Пышный.

В природе на уровне низкомолекулярных химических соединений подобного не было. Впервые химикам удалось спланировать и осуществить синтез такого рода систем в 1983 году.

— Уже есть попытки использовать это в практических целях, — говорит Дмитрий Пышный. — Если мы можем изменять состояние вещества, это позволяет создать некие элементы памяти. Видимо, в конечном итоге появятся органические компьютеры.

Работы по созданию больших объемных конструкций уже проводятся на уровне ДНК. Ученые могут создавать из молекул различные объекты, чей размер приближается к микронам. Формы этих фигур достаточно сложны — кубик с открывающейся крышкой, кувшин, конструктор, из деталей которого собираются те или иные предметы. Все это — развитие идей нынешних лауреатов. Как полагает Дмитрий Владимирович Пышный, в будущем будет вручена Нобелевская премия по ДНК-архитектонике.

Екатерина Пустолякова, Диана Хомякова,
Павел Красин
Фото Юлии Поздняковой

Окончание. Начало на стр. 3

Кесарю — кесарево

Доктор геолого-минералогических наук Алексей Иванович Варламов — выпускник НГУ, долго работавший в Сибири. Возглавлял Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья (СНИИГГиМС), был заместителем министра природных ресурсов Российской Федерации, сегодня руководит головным институтом Федерального агентства по недропользованию, определяющим приоритетные направления геолого-разведочных работ на нефть и газ и выполняющим их научно-методическое сопровождение (ВНИГНИ).

Приведу несколько кричащих цифр и примеров того, что тенденции, намечившиеся в нефтегазопроисводственной сфере, заставляют задуматься о необходимости серьезных изменений. Так, в 2008 году на территории России пробурили 422 поисковые скважины, а в 2015 — только 196. В результате в 2008 г. на новых площадях было открыто 66 месторождений с запасами почти 400 млн тонн (А+В+С₁+С₂), а в 2015 г. — только 16 с запасами 32,6 млн тонн. Кроме количественных показателей, отмечу и другие факторы. Например, негативно сказывается на эффективности работ отсутствие или недостаток — со стороны Министерства природных ресурсов и экологии РФ и Федерального агентства по недропользованию (Роснедра) — госзаказа на фундаментальные исследования (стратиграфическое, фашиальное и седиментационное моделирование продуктивных и перспективных комплексов), результаты которых ложатся в основу научных обоснований перспективных объектов и мест заложения параметрических скважин.

— Да, но госзаказ на фундаментальные геологические исследования получают и академические организации, в том числе в Сибири, не так ли?

— Совершенно верно. Вы сейчас затрагиваете проблему расслоения единого интеллектуального потенциала российской геологии. Ведь когда теоретические, методологические наработки находятся в одних руках, а собственно поиск ведется в других ведомствах и компаниях, без учета разработок и достижений академической науки — ждать хороших результатов не приходится. Почти полное отсутствие НИОКР в структуре госзаказа Роснедр и Минприроды не дает развиваться методическому арсеналу проводимых работ, снижает достоверность научного прогноза.

Еще одним серьезным препятствием на пути создания эффективной системы геологоразведочных работ является конкурсное распределение госзаказа. Действовавший до 2015 г. ФЗ-94 позволял зачастую выигрывать конкурсы организациям и предприятиям, не располагавшим ни научно-производственной базой, ни квалифицированным персоналом, но при этом сильно демпинговавшим. В последние два года сменивший этот закон ФЗ-44 «О государственной контрактной системе...» тоже не в полной мере учитывает особенности геологического изучения недр.

— На форуме «Технопром-2016» в Новосибирске вице-премьер Д.О. Rogozin заявил, что практически 80% оборудования, которое используется в геологоразведке на континенте, и 100% на арктическом шельфе — зарубежное. Насколько важно здесь импортозамещение и есть ли для него реальные предпосылки?

— Дмитрий Олегович назвал абсолютно достоверные цифры. Я анализировал ситуацию с импортозависимостью в нашей отрасли и могу с уверенностью сказать, что при всей вариативности методик, территорий и технологий мы ведем разведку с подавляющим применением иностранного инструментария — как оборудования, так и программных продуктов. Так, при нефтегазопроисводческих геофизических исследованиях на 85% используется импортная техника (сейсмостанции, регистрирующая аппаратура, источники колебаний и др.). Программное обеспечение для обработки и интерпретации геофизических данных (прежде всего сейсморазведки) импортозависимо примерно на 90%. Правда, есть отечественные программные пакеты, но, как правило, они не доведены до стадии коммерческого продукта и по этой причине не имеют широкого распространения. Это как раз одно из последних отсутствий НИОКР в данной сфере. То же самое можно сказать и про аппаратные комплексы. При производстве геофизических работ в основном используется оборудование компаний Sercel, Input/Output, Inc. и др., тогда как продукция Саратовского завода геофизического приборостроения занимает не более 10% на рынке. И продвигается с трудом, поскольку по традиции последних двадцати пяти лет в тендерной документации большинства компаний требовалось наличие именно импортного оборудования. Сейчас, в условиях санкций, самое время серьезно заняться доведением отечественных разработок до завершения и широкого внедрения в практику. Но, несмотря на призывы с самых авторитетных трибун, заказов со стороны государства на разработку российского оборудования и программных комплексов для геологоразведки как не было, так до сих пор и нет. Пока только слова.

— Насколько близок научный и технологический уровень геологоразведки в разных странах мира? Наблюдается ли отставание России, если да, то в чем?

— Посетив различные государства, ознакомившись с их технологиями разведки и добычи полезных ископаемых, я могу сказать, что наши крупные компании-недропользователи работают на высоком

уровне — но во многом как раз за счет использования иностранных методик, оборудования и программных средств. В процессе эксплуатации месторождений они прекрасно улавливают мировые тренды, у них есть возможности для закупки самых последних новинок. Если говорить о российских достижениях, то это прежде всего методы повышения нефтеотдачи пласта, применяемые Роснефтью, Татнефтью, Лукойлом, Сургутнефтегазом и другими. Однако в геологоразведочной ситуации другая: как я уже говорил, отсутствие госзаказа на НИОКР вынуждает к импорту почти всего необходимого. А ведь всего четверть века назад наши ученые и геологи-практики были лучшими во многих направлениях.

— Когда в СМИ пишут о запасах, то «заключают» на энергоносителях: прежде всего на газе и нефти плюс каменный уголь. Но, возможно, для России более критична разведка других полезных ископаемых?

— Внимание, уделяемое углеводородному сырью, понятно: отчисления с его реализации, а также продуктов передела, формируют почти половину бюджета Российской Федерации. Также есть продвижение по благородным металлам, в разведке золота и полиметаллов (включая платину). Но в исследовании запасов твердых ископаемых накопились те же проблемы. Поисковыми работами занимаются частные компании, государство не может оценить их успешность. «АЛРОСА», по-моему, применяет не оптимальную методику разбуривания полей распространения алмазных трубок, не уделяя должного внимания научным достижениям. По рудным ископаемым я считаю достаточно запущенным картирование: выделяемых для этого 4–4,5 миллиардов рублей в год явно недостаточно, в результате карт масштаба 50 000 мы не имеем, только миллионного и двухсоттысячного. А это основа лишь для региональных работ, которые в поиске рудных ископаемых, по-моему, являются в целом исторически пройденным этапом.

— Вы обошли вниманием редкоземельные металлы...

— Это весьма специфическая группа, которая интересует в первую очередь предприятия автомобилестроения и структуры Минобороны. Многие здесь упущено, несмотря на то что сырьевая база позволяла развивать разведку и добычу. Китай опередил нас и стал мировым поставщиком номер один. В последние годы Россия начала масштабные работы по освоению Томторского месторождения в Якутии. Его распределили, как недропользователю, госкорпорации «Ростех», и Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН во главе с академиком Николаем Петровичем Похиленко выступает коллективным консультантом, располагая всеми необходимыми материалами. Если начать эксплуатировать Томтор всерьез и комплексно, то российские потребности в «редких землях» могут быть полностью удовлетворены.

— В целом на какую перспективу необходимо и достаточно видеть запасы полезных ископаемых, насколько падает предсказуемость по мере удаления прогноза в будущее?

— Я берусь прогнозировать только в нефтяной области. И могу сказать определенно, что и в долгосрочной перспективе нефть и газ продолжат играть существенную роль — и как энергоносители, и как сырье для нефтехимической промышленности. Прогнозы о так называемых «альтернативных источниках энергии» пока остаются прогнозами. Первый, опытный термоядерный реактор был построен еще в 1960-е годы, но атомная энергетика использует урановые установки с большими оглядками на проблемы безопасности и экологии. А 150-летний период освоения нефти показывает, что влияние этого ресурса не снижается, и показатель суммарной мировой добычи в 4–5 млрд тонн долго еще не пойдет на спад, по крайней мере, в ближайшие 20–25 лет.

Нефть считается невозобновляемым ресурсом (хотя в последнее время специалисты начали говорить о подтоке нефти с глубинных горизонтов), но возрастают возможности ее освоения. Например, добыча с глубин свыше семи километров, которая уже ведется в Мексиканском заливе, на шельфе Бразилии и в Венесуэле. Для России это перспективы завтрашнего дня, но вполне достижимые. Правда, этой проблемой мы глубоко не занимались. Еще 3–5 лет назад с большим недоверием говорили о сланцевой нефти, но США за это время нарастили ее добычу до 200 млн тонн ежегодно. В России для освоения таких нефтей есть все условия, мы можем стать здесь мировым лидером: сланцеподобные нефтенасыщенные геологические образования у нас очень широко распространены. Это так называемая Доманиковская формация Волго-Уральской и Тимано-Печорской провинций. К сланцеподобным источникам относится и Баженовская свита, о гигантском потенциале которой говорит академик Алексей Эмильевич Конторович, а еще раньше много писал член-корреспондент РАН Иван Иванович Нестеров. Мы работаем с ними в постоянном контакте: вместе с Институтом нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН выполняем госзаказ по изучению баженовской свиты. Уровень понимания с сибирскими коллегами у нас очень высок. Общий потенциал извлекаемых ресурсов всех сланцеподобных толщ, определенный нашими специалистами, в несколько раз превосходит запасы подобных отложений в Соединенных Штатах.

Беседовал Андрей Соболевский
Фото из архива Алексея Варламова и ВНИГНИ

МНЕНИЕ

Лишенные инстинктов

Все мы уверены, что нами движут инстинкты, и нередко списываем на них ответственность за свои поступки. Однако Евгения Тимонова на лекции в рамках фестиваля EUREKA!FEST-2016 рассказала, что это не так — инстинктов (в строго научном понимании этого слова) у нас нет, а то, что есть, вполне поддается осознанию и изменению



«В том, что касается употребления термина «инстинкт», существует большая языковая путаница. Он возник в III веке до нашей эры у стоика Хрисиппа в значении «наши неосознанные желания, заставляющие нас избегать неблагоприятных факторов и стремиться к благоприятным». Так это слово и вошло в человеческую культуру. Программа «Всё как у зверей» и все ее ролики, являющиеся лидерами просмотров, так или иначе используют «инстинкт» в этом самом понимании и совершенно не заинтересованы вскрывать правду, однако мы вскроем, как всегда делаем», — начала Евгения Тимонова.

В современном обществе бытует представление об инстинкте как о животном начале внутри нас, которое нами управляет и лишает нас нашей человеческой индивидуальности. И такое нечто действительно существует, но это не то. Инстинкт описан отцом эволюции **Конрадом Лоренцом** и его напарником **Хайнрихом Циглером**. Он представляет собой фиксированный комплекс действий, одинаковый для всех представителей конкретного вида, возникающий в стандартной ситуации в ответ на действия стандартного ключевого раздражителя. При этом последовательность действий всегда одна и та же, она не меняется. Удивительная особенность инстинкта в том, что только его конечная фаза получает положительное подкрепление — «конфетка» выдается только за последнее звено в этой цепочке.

В такой форме инстинкты в живой природе очень распространены, правда, с некоторыми оговорками. Самого полного развития подобные формы достигли у членистоногих. Их поведение как раз строго продиктовано какими-то жесткими поведенческими контурами. Так, каждый вид пауков имеет свой строго определенный узор паутины, и при взгляде на полотно ученый может безошибочно определить, кто его сплел.

«Когда-то в своем развитии всё живое, стартовав от общего предка, разветвилось где-то на уровне кольчатых червей», — рассказывает Евгения Тимонова. — «Одни пошли в сторону насекомых и членистоногих и достигли триумфального развития инстинкта как основной формы, диктующей поведение. Другая ветка, к которой принадлежим мы с вами, наоборот, дойдя до максимального развития инстинкта, начала с ним бороться».

Как язык влияет на наш способ мышления? Мы пользуемся словом «инстинкт», потому что оно очень удобное. Когда нам нужно переложить ответственность за свои действия на что-то, мы говорим: «Извините, это мои инстинкты».

Инстинкты нужны для экономии. Они минимизируют все ресурсы, требуя для принятия каких-то активных решений. «Либо ты отращиваешь себе мозг (это дорого), либо на базе достаточно простой нейронной сети создаешь комплекс, который передается из поколения в поколение, и в стандартной ситуации (а когда ты насекомое, в твоей жизни все ситуации достаточно стандартны) позволяет тебе быстро и безошибочно реагировать на происходящее», — объясняет Евгения. Классический пример — помпил (вид осы), который кормит своих детей «консервированным тарантулом». Для этого он вступает с жертвой в битву, колет ее в определенную область головы, после чего та парализуется. Затем помпил транспортирует тушу в норку, откладывает яйцо и замуровывает жилище. Это блеск инстинкта, но нищета его в том, что когда исследователь вытащил только что принесенного тарантула из норы и положил рядом, помпил уже ничего не смог сделать (хотя прекрасно видел лежащую невдалеке еду) потому что в программе такого не прописано. «Как только в вашей жизни ситуация меняется на полшага от стандартной, инстинкты начинают работать значительно хуже», — комментирует Евгения Тимонова. — «На самом деле наша свобода от инстинкта в его классическом понимании дает нам определенные крылья. Ведь инстинкт — это не желание летать (как мы привыкли думать), а крыло, морфологическая структура психики, которая позволяет решать какие-то определенные задачи».

Насекомое рождается уже с полной «болванкой действий», ему учиться не надо. У позвоночных, начиная с рыб, появляется некое представление о собственной индивидуальности, опытным путем оно подтверждается как раз на уровне рыб. Там инстинкты начинают потихоньку расшатываться, их форма перестает сохранять свою идеальную точность. У птиц врожденным уже является диапазон научаемости. И дальше начинается интересная вещь: инстинкты исчезают, как Чеширский кот, постепенно растворяются. Что мы получаем, отказываясь от них? Свободу действий, большую гибкость и адаптивность, возможность выходить и занимать новые сферы жизни гораздо меньшими усилиями.

Кроме того, что инстинкт экономит силы при охоте, он используется для коммуникации среди животных. Так, птенцы чайки в ожидании корма реагируют именно на красное пятно на клюве родителя. Когда им показывают идеально сделанный макет клюва без пятна, они к нему равнодушны, зато активно отзываются на палочку, на клюв совсем не похожую, зато имеющую выразительные красные полоски. Таким образом ученые пришли к открытию очень интересного компонента поведения — сверхстимула. Именно им является для птенцов чайки вышеописанное красное пятно. Именно оно объясняет малопонятную историю с гнездовым паразитизмом кукушек. Как получается, что кукушонок, в пять раз больше садовой славки, на ее глазах выплывает из гнезда родных птенцов, а она продолжает его кормить? Более того, если славки по соседству по каким-то причинам потеряли всех своих детей, а рядом гнездо захвачено кукушонком, то и они тоже начинают кормить его. Дело в том, что гигантский разинутый клюв кукушонка является классическим сверхстимулом, который запускает реализацию инстинкта кормления гораздо более эффективно, чем это делают собственные птенцы славки. У некоторых особо преуспевших в этом коварстве кукушат даже на локтевых сгибах есть подобие зева, благодаря чему сопротивляться желанию его накормить становится совершенно невозможно.

Сверхстимулом является и всё, что имеет отношение к размножению, поскольку репродуктивные процессы — важнейшие в жизни животных. Например, именно глаза на хвосте павлина запускают ответное ритуальное поведение со стороны самки. Если ухажеру их заклеймить, вся его магия тут же растворится. И, соответственно, чем больше этих глазков, чем они ярче и четче, тем выраженнее репродуктивный успех. Так отрастают все гигантские рога, бороды, гривы, хвосты и перья. И, как говорит Евгения Тимонова, здесь мы не совсем имеем право насмехаться над неразумными животными, потому что на нас сверхстимулы тоже влияют (хотя и не настолько неотразимо). Например, палеолитическая Венера — это чистый, незамутненный трансляцией сверхстимул, актуальный для первобытного человека. По спиральному закону развития мы сейчас возвращаемся к этой же стадии. Современное искусство достаточно четко копирует эстетические достижения палеолита именно в этом своем желании передать изначальный смысл, первичный базис, который лежит под искусством вообще. На этих же механизмах спекулируют различные бодимодификации современных модниц — силиконовые груди и «надутые губы». Есть еще одна сфера человеческой деятельности, которая активно пользуется нашей зависимостью от сверхстимулов — реклама. Там ведь тоже всё гипертрофировано: раствор ПВА, гигантские фрукты — если показать настоящий йогурт, ни у кого слюна не потечет.

У высших животных «инстинкт» представляет собой только некий базис для научения. Какие-то вещи мы усваиваем гораздо проще, быстрее и эффективнее, потому что «болванка» уже есть, остается только ее обточить. Именно отсюда возникает наша повальная арахнофобия (даже младенцы реагируют на изображение пауков тревожно), или то, что коты пугаются огурцов (на самом деле в первый момент они принимают этот овощ за змею).

Инстинктам активно противостоит индивидуальный опыт. Это заметно даже на животных, которые не ассоциируются ни с чем подобным. Например, самки богомолов при совокуплении поедают самцов. Но не всегда. Если девушка выросла «в общезжитии», где питалась своими собратьями, то она съест ухажера с вероятностью больше 90% — потому что привыкла воспринимать особь своего вида как еду. Если же она выросла обособленно и принимала другую пищу, у самца есть большие шансы остаться в живых.

Так, основательно потрудившись над охотничьим инстинктом псовых, люди смогли сделать из собак пастухов. Это удалось благодаря тому, что обязательный для инстинкта завершающий акт подкрепления (получение пищи) перенесли с последней стадии (убил) на предпоследнюю (загнал).

Поведенческий акт складывается из трех составляющих: инстинктивной наследственной (у нас — лишь некий очерченный кружок, заданный вектор, в сторону которого нам развиваться немного проще, чем в альтернативную), опыта и интеллекта, у кого он есть.

«У нас же индивидуальный опыт размягчает инстинкты гораздо более эффективно. И это размытие четких

границ и разрушение жестких структур и является той базой, на которой мы построили это бесконечное разнообразие нашего поведения и социальных форм. Если ребенок растет без человеческого окружения, он не сможет потом нормально жить в человеческом обществе», — говорит Евгения Тимонова.

Что у нас есть для экономии взамен инстинктов? Зеркальные нейроны. Они представляют собой структуру, которая позволяет нам усваивать весь необходимый комплекс поведения и делать это очень быстро.

«Зеркальные нейроны — пожалуй, важнейшее открытие в нейрофизиологии за последние 20 лет. В 1990-х годах в мозге были обнаружены нейроны, которые одинаковым образом возбуждаются вне зависимости от того, делаете ли вы какое-то действие самостоятельно или наблюдаете, как кто-то его совершает. У этой структуры выделено несколько функций. Основная из них — обучение. Так, обезьяны детеныши, наблюдая за взаимоотношениями в стае, понимают, как надо себя вести, потому что у них в голове совершенно физическим образом возникает нейронный контур (отсюда и происходит слово «обезьянничанье»», — комментирует Евгения.

Когда мы смотрим по телевизору фигурное катание, танго или, например, боевик, то можем наблюдать в своем теле совершенно физический эффект — происходят мышечные микросокращения, появляются мурашки, волоски поднимаются дыбом. Ваши зеркальные нейроны просто повторяют всё то же самое, что в этот момент происходит у фигуриста, танцора или Джеки Чана. Если вы долго будете смотреть на ирландские танцы, а потом пойдете им учиться, то выучитесь гораздо быстрее, чем тот, кто этого не делал. Зеркальные нейроны очень активно работают у нас в среднем лет до шести-семи, когда человек еще не является таким уж ярко выраженным индивидуумом, не особенно отделяет себя от родителей и других детей, является более-менее коллективной структурой и всё повторяет за окружающими. Гигантский объем знаний и опыта, который нужен нам как членам человеческого общества, развивается в нас совершенно автоматически, потому что у нас есть эта структура. Годам к семи часть из этих выросших и очень активно действующих зеркальных нейронов начинает работать «наоборот» — они запрещают нам копировать всё подряд, и таким образом у нас уже начинает оттачиваться индивидуальность.

Сначала зеркальные нейроны были выделены как передача физической активности, затем появилась гипотеза, что эмоции передаются таким же образом.

«Так почему же столь популярно представление о том, что у нас есть инстинкты, и они нами руководят и представляют собой какую-то силу, коей невозможно сопротивляться? Потому что у нас полно изоморфов инстинктов — проявлений в поведении, которые выглядят точно так же, но инстинктами не являются и строятся совсем по-другому», — рассказывает Евгения Тимонова. — «Это прежде всего культурные и социальные стереотипы. То, что нам кажется абсолютно неотъемлемой частью нашей личной идентичности, на самом деле является поведенческим комплексом, привитым нам окружением, общим видосоциальным трендом на данный момент». Поскольку это было привито очень давно, когда мы еще не осознавали себя как отдельную существующую индивидуальность, привнесенное кажется частью индивидуального. Единственный настоящий инстинкт, который у нас остался — это вскидывание бровей при внезапной встрече с человеком, который тебе приятен.

Почему важно понимать, что такое инстинкт? Потому что, в отличие от настоящих инстинктов, вышеописанные культурные стереотипы вполне поддаются осознанию, которое позволяет контролировать, разрушать, включать и выключать их по вашему собственному выбору. Впрочем, осуществлять подобные действия можно даже на уровне инстинктов: в Японии, например, вскидывание бровей при встрече считается неприличным, поэтому японцы умеют так не делать.

«А как же «основной инстинкт», инстинкт размножения? Неужели если дикому мужчине показать дику женщину, он не сообразит, что с ней делать?», — возражаете вы. «Даже шимпанзе не могут этого сообразить», — отвечает Евгения. У горилл обычно нет проблем с обучением репродуктивным действиям, поскольку они живут большими семьями, всегда есть на кого посмотреть и понять, как это происходит. У орангутанов же всё иначе. Мать в течение шести лет сама вырашивает своего малыша (как правило, одного), и когда приходит пора его полового созревания, возникает необходимость объяснить ему, что делать дальше. И поэтому самка либо приглашает «для показательного спаривания» самца, либо, если вдруг такового поблизости не наблюдается, делает всё со своим детенышем сама. Таким образом «основного инстинкта» нет даже у наших самых ближайших родственников.

Записала Диана Хомякова
Фото Анастасии Федоровой, Фотоклуб НГУ

Дивный новый мир

Все данные о жителях Земли — в одном гигантском компьютере, нейроинтерфейсы для передачи мыслей, искусственный интеллект, чья мощь намного выше, чем у человеческого... Всё это может стать реальностью уже к середине нашего века.

О мировых тенденциях в области IT и прогнозах на ближайшие десятилетия — заместитель директора Института систем информатики им. А.П. Ершова СО РАН Фёдор Александрович Мурзин



— Фёдор Александрович, сегодня все больше говорится о значительном влиянии интернета на систему производства и потребления. Не преувеличено ли это воздействие?

— Можно с уверенностью сказать, что интернет послужил основой новой экономики, аналогом которой в истории человечества еще не было. Фактически, родилась уникальная модель инвестирования, когда с помощью сетевой платформы могут объединяться инициаторы проекта и спонсоры. В одном из докладов ООН отмечается, что возможности мобильного интернета существенно способствовали развитию малого и среднего бизнеса в странах третьего мира — там многим не по карману компьютеры, но телефоны очень распространены.

Посмотрите, как возросла скорость финансовых расчетов. Зафиксирован случай, когда через 75 секунд после начала распродажи, устроенной китайской компанией электронной торговли «Алибаба», объем сделок превысил 100 млн юаней, через две минуты — миллиард, а к полудню достиг 36,2 млрд юаней — более 180 млрд рублей.

Еще одна важная тенденция — появление новых видов товаров и услуг в интеллектуальной сфере. Большой интерес представляют эксклюзивные сведения об отдельных людях и гигантские массивы данных о множестве граждан. Компании, предоставляющие почтовые сервисы, сохраняют фрагментарную информацию о миллионах пользователей более чем за десять лет. В последние годы всё больше транснациональных корпораций типа Microsoft, IBM, Google, а также военных ведомств и спецслужб, создают большие центры обработки данных (ЦОД), чтобы аккумулировать у себя как можно больше информации.

— Есть ли какая-то опасность в таком развитии событий? Скажем, в один прекрасный момент сведения о всех людях на Земле окажутся в руках у одной организации?

— Объемы данных, циркулирующих в обществе, еще долго будут намного превышать технические возможности по их накоплению и обработке, и собрать все данные в одном месте пока всё равно не получится. Сейчас информация с невероятной скоростью производится буквально везде. Согласно статистике компании IBM, каждый день генерируется 2,5 квинтиллиона байт, и 90 % файлов, которые есть сегодня, были созданы за последние два года. К примеру, радиотелескоп SKA представляет собой конструкцию из 3000 радиоантенн, работающих на территории десяти стран от Африки до Австралии. Установка ежедневно генерирует 14 экзбайт и хранит около одного петабайта сведений, а Большой адронный коллайдер создает этот объем за секунду. Для сравнения, емкость жесткого диска вашего компьютера меньше в сотни, а то и в тысячи раз.

— Но ведь в центрах данных можно собрать самую разнообразную информацию: политическую, военную, экономическую, социологическую, технологическую... Не повысится ли из-за этого уровень контроля за отдельно взятым человеком?

— Такая опасность существует. Не исключено, что через некоторое время можно будет оперативно устанавливать координаты почти любого жителя планеты. Более того — через пять-десять лет любой желающий за относительно небольшую сумму сможет получить свои генетические данные, что может породить новые проблемы. Ведь из этой информации можно будет выяснить не только predispositionность индивида к определенным забо-

леваниям и предполагаемое лечение, но и какими ядами или вирусами на него легко воздействовать. Также хранилища информации могут стать объектами, потенциально интересными для террористов, и важными целями в случае военных конфликтов.

— С распространением крупных вычислительных центров напрямую связаны облачные сервисы, когда пользователю предоставляются компьютерные ресурсы и мощности через интернет. Какие преимущества и опасности таит в себе эта модель?

— Плюсы подобного подхода — возможность сосредоточить до 100 000 серверов в одном месте и обеспечить ресурсами десятки тысяч приложений. Их могут одновременно использовать миллионы людей и удаленно хранить почти неограниченный объем файлов. Минус же прежде всего в том, что пользователь таких сервисов обычно не имеет понятия, какие компьютеры обрабатывают его запросы, под управлением какой операционной системы это происходит и кто на самом деле имеет доступ к его данным.

Сейчас производители программ нередко сообщают, что наряду с обычным ПО имеется также облачный вариант и настоятельно рекомендуют использовать именно его, упирая на то, что он удобнее для крупных компаний и обеспечивает безопасность хранения данных. Но при этом вся информация становится доступной для владельцев серверов. Конечно, можно ее закодировать, но специалисты высокого класса смогут расшифровать почти всё.

Не исключено, что вскоре все разработчики заявят, что больше не будут поддерживать обычный вариант ПО. Пользователи, конечно, смогут сохранить прежнюю версию программы на своем компьютере, но рано или поздно нужно менять «железо», и на новой машине старый софт работать уже не будет. Выбора не останется, и придется «отправиться в облака», то есть наши данные всё равно станут доступными для посторонних.

— Всё больше стран стараются создать у себя суперкомпьютеры, вычисления которых применяются в различных сферах. Как будет развиваться это направление?

— Существует целый ряд технических и экономических вопросов, которые необходимо решать при создании суперкомпьютеров: они потребляют большое количество энергии, их дорого собирать и эксплуатировать. Есть проблема недогрузки таких кластеров — некоторые из них задействованы не более чем на 40 % от своих возможностей. Еще один важный вопрос — подготовка кадров, которые могут использовать и обслуживать эти машины: оборудование нестандартное, и разработка параллельных программ является достаточно сложным процессом. Специалисты должны быть очень высокой квалификации.

Есть определенные изменения тенденций в тематике задач, которые решаются с помощью суперкомпьютеров. Раньше это была механика сплошной среды, газовая и гидродинамика, теория упругости, ядерная физика и так далее. Сейчас человечество переходит к проблематике таких областей как биология, генетика, медицина, экономика, социология, лингвистика. Есть задачи, относящиеся и к военной сфере.

— Изначально интернет был именно оборонной разработкой. Какие тенденции в применении информационных технологий есть у армий мира сейчас?

— В связи с тем, что различные преступные группировки используют сеть для распространения своих идей, в противодействие им разрабатывают методики поиска, строят математические модели, проводят информационные или психологические операции. Во многих государствах имеются так называемые кибервойска, причем мощная информационная система для борьбы с терроризмом действует не только в России, США или Китае, но и, например, в Пакистане. Развивается это направление и в таких странах, как Мексика, Колумбия и Бразилия, где актуальна борьба с криминалом.

Что касается боевых действий, то сейчас информация о противнике поступает практически мгновенно, в реальном времени — раньше это было недостижимо. В ряде случаев принятие решений о нанесении ударов происходит автоматически, без участия человека.

Как это работает? К примеру, самоходная артиллерийская установка производит выстрел. Регистрируя

приходящие от нее сейсмические волны с помощью специальных датчиков, можно вычислить ее местонахождение и сразу же нанести ответный удар управляемой ракетой. В свою очередь, САУ реально оснастить активной защитой. Даже беспилотник может зафиксировать полет вражеского снаряда и передать данные вычислительной системе, которая приблизительно определит место его падения и сообщит эту информацию огневой точке.

Всё это стало возможным благодаря развитию информационных технологий, и на вооружение разных стран поступает всё больше «умной» техники. Например, производство беспилотников в мире скоро достигнет сотен тысяч штук в год. Для планирования крупных военных операций также разумно применять интеллектуальные системы и суперкомпьютеры, решающие различные вероятностные и оптимизационные задачи.

— Есть ли, на ваш взгляд, какая-то технология, которая сейчас кажется фантастической, но вполне может быть внедрена к середине XXI века?

— Думаю, это будут нейроинтерфейсы. Уже сейчас есть опыты, когда человек двигает предметы или управляет электронным протезом руки, используя биотоки мозга. Проводятся эксперименты, участники которых пытаются мысленно вводить текст в компьютер. Некоторые специалисты полагают, что в головы людям будут вживлять чип, и мы сможем усилием воли выходить в интернет, а значит, и связываться с другими людьми. Впрочем, сотрудники одной из больших транснациональных компаний, работающей в IT-сфере, утверждают: достаточно будет просто приклеить чип на лоб, чтобы обмениваться мыслями в радиоканале. Горизонт широкого внедрения этой технологии оценивается в 30-35 лет.

К этой тематике также относится множество других исследований. Например, на теле человека пытаются найти точки, подсоединившись к которым, можно было бы закачать в мозг большой объем информации примерно так же, как на диск компьютера. Кроме того, в Европейском союзе начат десятилетний проект Human Brain Project с общим бюджетом более миллиарда евро и огромным количеством партнеров по всему миру. Конечной целью является создание первой в мире модели человеческого мозга. Возможно, это станет следующим шагом к созданию полноценного машинного разума.

— Насколько мы уже приблизились к тому, чтобы сконструировать искусственный интеллект (ИИ)? И насколько велик разрыв между возможностями человека и компьютера?

— Сам термин ИИ был придуман еще в середине 1950-х годов, но ученые до сих пор спорят о категориях, которые в него входят. Компьютеры совершенствуются в том, что касается различных видов умственной деятельности — например, регулярно выигрывают у гроссмейстеров в шахматы с середины 1990-х годов. А в этом году программа AlphaGo, в которую были заложены принципы самообучения, победила чемпиона мира по игре го с общим счетом 4:1. Перед поединком она накопила необходимый опыт, сыграв сама с собой тысячи матчей.

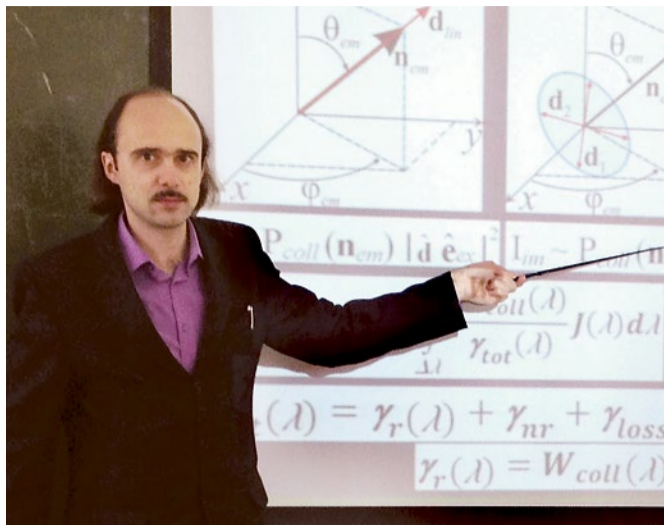
В ряде видов умственной деятельности компьютеры уже давно превзошли нас. Они могут быстро делать огромные объемы вычислений, что непосильно людям, или же хранить гигантские базы данных, которые мы тоже не в состоянии запомнить. Сейчас машины способны переводить с одного языка на другой, писать стихи, сочинять музыку, совершенствуясь с каждым днем. Но всё же пока это нельзя назвать искусственным интеллектом.

Что касается чисто технических деталей, то сегодня именно компьютеры проектируют микросхемы, на основе которых производят новые устройства самого разного рода. Их сложность возрастает, и человек оказывается в ситуации «нажал кнопку — получил результат». Разрыв между тем, что мы можем понять, и сложностью используемых нами приборов неизбежно будет расти. Ведь если функционирование системы описывается формулой, содержащей миллиард переменных, то людям будет очень трудно в этом разобраться. Как считают некоторые мои коллеги, до точки невозврата, когда мы уже в принципе не сможем понять, как работает техника, используемая нами повседневно, осталось менее 50 лет.

Подготовил Павел Красин
Фото Сергея Мыльникова

Увидеть всё

Иркутский ученый предложил способ сделать одиночные молекулы всех ориентаций одинаково яркими для микроскопов исследователей



Еще примерно полвека назад считалось, что изучение мира на уровне отдельных молекул, из которых состоит вещество, — задача едва ли выполнимая. Однако с развитием лазерной физики, появлением высокочувствительных детекторов и накоплением знаний о спектрах люминесценции вещества были проведены первые успешные эксперименты по регистрации свечения одиночных частиц. С этого момента, то есть примерно с начала 1990-х годов, исследования в данной сфере стали активно развиваться. Сегодня они представляют собой широкопрофильное бурно прогрессирующее направление, получившее название спектромикроскопия одиночных молекул.

Помимо безусловной фундаментальной ценности, оно представляет собой мощный исследовательский инструмент для огромного числа практических разработок в биомедицине, материаловедении, нанотехнологиях, квантовой информатике, химии полимеров и ряде других областей. Например, с помощью одиночной молекулы можно пометить вирус и посмотреть, каким образом он пробирается внутрь клетки, отследить траекторию его движения и даже понять, как идет проникновение в клеточную жид-

кость и поражение ядра клетки. И это лишь один из многих вариантов использования технологии.

О том, как специалисты наблюдают за одиночными молекулами в веществе и с какими сложностями сталкиваются, рассказывает **Степан Бойченко** — молодой ученый из Иркутского филиала Института лазерной физики СО РАН:

— Экспериментальные образцы, используемые в физико-химических исследованиях, готовятся следующим образом: на тонкое покрывное стекло наносится тонкий слой полимера, в который предварительно были внедрены молекулы люминесцирующего красителя. Концентрация последнего подбирается таким образом, чтобы количество примесных частиц было достаточно малым для их наблюдения — расстояние между ними составляет не менее половины микрона. Размер самой молекулы не превышает одного нанометра.

Освещая такой экспериментальный образец сильнофокусированным лазерным лучом (размер области, в которую фокусируется луч, составляет порядка половины микрона; эта область называется фокальной), ученые заставляют молекулы флуоресцировать и регистрируют свечение объективом микроскопа. Для построения изображения частицы ее при помощи прецизионного пьезоэлектрического сканера перемещают (вместе с образцом) от точки к точке в фокальной области. Но здесь возникает непредвиденная проблема: каждая одиночная молекула обладает своей собственной ориентацией. В зависимости от направления светового вектора лазерного луча, «по-своему» ориентированный объект может быть виден очень хорошо, чуть хуже, значительно хуже и не виден совсем. Это существенно ограничивает возможности исследователей в спектромикроскопии одиночных молекул.

— Если направление вектора электрической напряженности светового поля совпадает с направлением молекулы, мы ее видим хорошо, — комментирует Степан Бойченко. — Если же вектор перпендикулярен, то молекула не видна. Если вектор напряженности

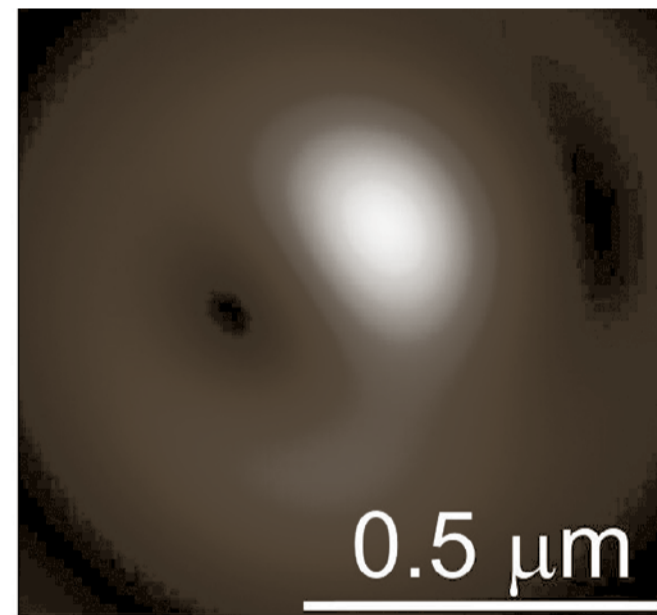
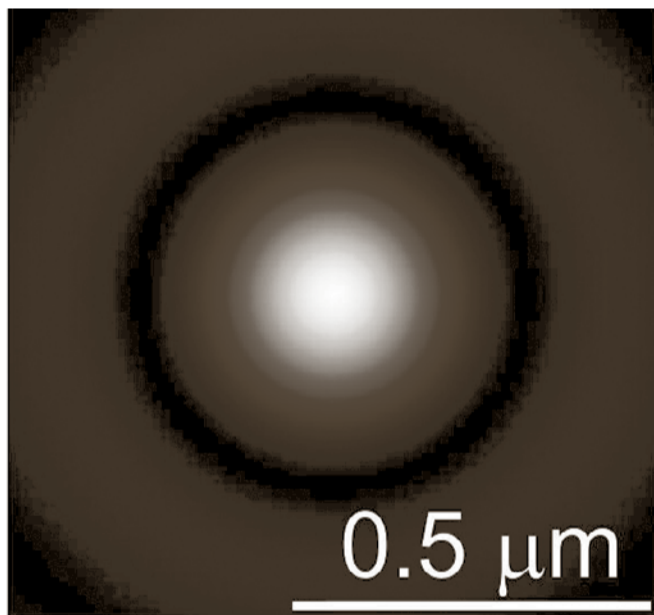
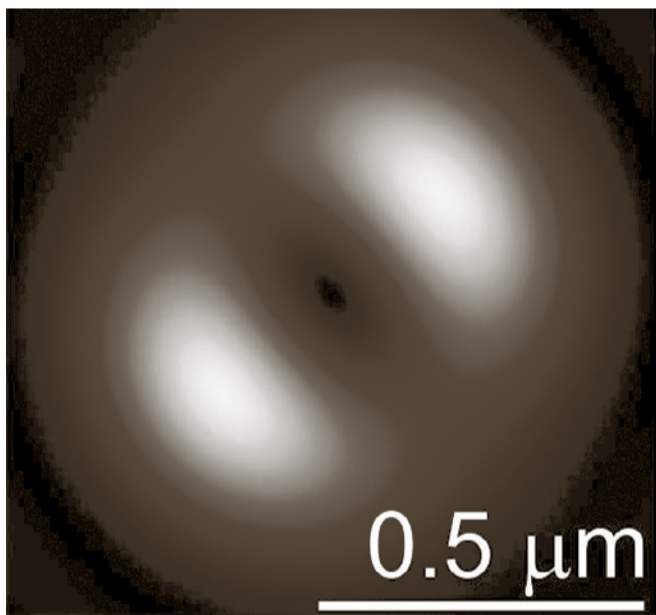
направлен под углом к направлению одиночной молекулы, то вариант видимости будет промежуточным.

Эффективность наблюдений зависит от поляризации фокусируемого луча: линейной, циркулярной, эллиптической, радиальной или азимутальной. Если при использовании линейно-поляризованного луча молекулы некоторых ориентаций просто окажутся невидимыми, то в случае применения радиально-поляризованного луча будут видны все частицы, однако яркость их изображений будет сильно зависеть от ориентации, что существенно затрудняет их наблюдение. Молодой ученый разработал свой способ решения этой проблемы.

— Я предложил использовать эллиптически поляризованный цилиндрический векторный пучок, представляющий собой комбинацию радиально- и азимутально-поляризованного, — объясняет он. — Это будет цилиндрически симметричный по поляризации пучок с эллиптической поляризацией в каждой точке. В ближайшее время планируется опробовать эту схему экспериментально. Ожидается, что мы увидим все одиночные молекулы, и изображения будут одинаково яркими.

О своем ноу-хау Степан Бойченко рассказал на крупной международной конференции ICONO/LAT 2016, объединяющей специалистов в области квантовой электроники, нелинейной и квантовой оптики, квантовой информации, спектроскопии одиночных молекул, плазмоники и нанопластики, биофотоники, лазерной медицины. ICONO/LAT традиционно проводится раз в три года в разных городах и собирает ученых из многих стран мира. В этом году встреча проходила в Минске с 26 по 30 сентября. Главными организаторами выступили Национальная академия наук Беларуси, Российская академия наук и Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. Были представлены доклады научных сотрудников и лекции ведущих ученых из университетов США, Китая, Австралии, стран СНГ, Европы и др.

Юлия Смирнова, ИНЦ СО РАН
Изображения из архива Степана Бойченко



Слева — изображение молекулы, направление которой лежит в плоскости образца; в центре — изображение молекулы, направленной перпендикулярно плоскости образца; справа — изображение молекулы, направление которой имеет наклон в 50° по отношению к плоскости образца. В случае использования линейно-поляризованного лазерного луча, первая молекула была бы видна хорошо (изображение имело бы форму пятна), вторая была бы практически не видна, третья — видна плохо

КОНКУРС

ФГБУН Государственная публичная научно-техническая библиотека Сибирского отделения РАН объявляет конкурс на замещение вакантных должностей: ведущего научного сотрудника отдела научно-исследовательской и методической работы — 2 шт. ед. по специальности 05.25.03 «Библиотечное дело, библиографоведение и книговедение».

Лицам, изъявившим желание принять участие в конкурсе, необходимо подать заявление и документы в конкурсную комиссию не позднее двух месяцев со дня опубликования объявления.

Дата и место проведения конкурса — 13.12.2016 г. в 11:00 часов, в кабинете директора ГПНТБ СО РАН. Документы направлять по адресу: г. Новосибирск, ул. Восход, 15 (отдел кадров). Объявление о конкурсе и перечень необходимых документов размещены на сайте ГПНТБ СО РАН <http://www.spsl.nsc.ru/>. Справки по телефону: 266-25-85; 266-29-09.

Институт Медицины и психологии Новосибирского государственного университета объявляет конкурс на замещение вакантной должности заведующего кафедрой нейронаук. Требования к кандидатам: ученая степень и (или) ученое звание, стаж научно-педагогической деятельности по соответствующему профилю в НГУ не менее 5 лет, опыт руководящей работы в научных организациях или ВУЗах не менее 5 лет. Срок подачи документов — 1 месяц со дня публикации объявления. Документы подавать по адресу: 630090, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 1, Институт Медицины и психологии НГУ, Конкурсная комиссия; тел. 363-40-08.

АНОНС

Подписка на газету «Наука в Сибири» — лучший подарок!



Не знаете, что подарить интеллигентному человеку? Подпишите его на газету «Наука в Сибири» — старейший научно-популярный еженедельник в стране, издающийся с 1961 года! И не забывайте подписаться сами, ведь «Наука в Сибири» — это:

- 8–12 страниц эксклюзивной информации еженедельно;
- 50 номеров в год плюс уникальные спецвыпуски;
- статьи о науке — просто о сложном, понятно о таинственном;
- самые свежие новости о работе руководства СО РАН;
- полемичные интервью и острые комментарии;
- яркие фоторепортажи;
- подробные материалы с конференций и симпозиумов;
- объявления о научных вакансиях и поздравления ученых.

Если вы хотите забирать газету в Президиуме СО РАН, можете подписаться в редакции «Науки в Сибири» (пр. Академика Лаврентьева, 17, к. 217, пн-пт с 9.30 до 17.30), стоимость полугодовой подписки — 120 рублей. Если же вам удобнее получать газету по почте, то у вас есть возможность подписаться в любом отделении «Почты России».

Наука в Сибири

УЧРЕДИТЕЛЬ — СО РАН

Главный редактор Елена Трухина

ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ «НВС» в НОВОСИБИРСКЕ!

Свежие номера газеты можно приобрести или получить по подписке в холле здания Президиума СО РАН с 9.00 до 18.00 в рабочие дни (Академгородок, пр. Ак. Лаврентьева, 17)

Адрес редакции: Россия, 630090, Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 17. Тел./факс: 330-81-58.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов. При перепечатке материалов ссылка на «НВС» обязательна

Отпечатано в типографии ОАО «Советская Сибирь» 630048, г. Новосибирск, ул. Н.-Данченко, 104. Подписано к печати 12.10.2016 г. Объем 2 п. л. Тираж 1500. Стоимость рекламы: 65 руб. за кв. см. Периодичность выхода газеты — раз в неделю

Рег. № 484 в Мининформпечати России

Подписной инд. 53012 в каталоге «Пресса России» Подписка 2016, 2-е полугодие, том 1, стр. 143

E-mail: presse@bras.nsc.ru © «Наука в Сибири», 2016 г.