

НАУКА **В мире**

Сокращенная версия

экспресс

№ 11 (1), 2 декабря 2014 г.

Дмитрий Аверин: «Принцип Ландауэра накладывает серьезные ограничения на работу демона Максвелла»

стр. 6

Как консистенция капель влияет
на скорость естественной очистки воздуха.
Комментарий Сергея Низкородова

стр. 7

ТОП-10: краткий обзор десяти
самых интересных научных публикаций недели
в журналах Nature, PNAS, Science

стр. 5



ЖУРНАЛ «НАУКА В МИРЕ» №11 (1)

2 декабря 2014 года
Издается еженедельно

УЧРЕДИТЕЛЬ

Общероссийская общественная организация
«Российская ассоциация содействия науке»

Свидетельство о регистрации СМИ:
Эл № ФС77-59570 от 10 октября 2014 года



ПРЕДСЕДАТЕЛЬ ПРЕЗИДИУМА RASCH

Евгений Павлович ВЕЛИХОВ,
академик РАН, Почетный секретарь
Общественной палаты РФ,
президент НИЦ «Курчатовский институт»

ПЛЕНУМ RASCH

Виктор Лазаревич АКСЕНОВ,
директор Петербургского института
ядерной физики им. Б.П. Константинова

Жорес Иванович АЛФЕРОВ,
академик РАН, вице-президент РАН,
член Комитета Государственной Думы
по науке и наукоемким технологиям

Лев Яковлевич БОРКИН,
почетный председатель Правления
Санкт-Петербургского союза ученых

Максим Валерьевич ВИКТОРОВ,
первый заместитель председателя
Президиума Российской ассоциации
содействия науке, председатель
Совета Фонда инвестиционных программ

Олег Васильевич ИНШАКОВ,
президент Волгоградского государственного
университета

Александр Николаевич КАНЬШИН,
председатель Совета Национальной ассоциации
объединений офицеров запаса
Вооруженных Сил РФ

Михаил Валентинович КОВАЛЬЧУК,
член-корреспондент РАН, директор
НИЦ «Курчатовский институт»

Николай Александрович КОЛЧАНОВ,
академик РАН, директор Института
цитологии и генетики СО РАН

Юрий Николаевич КУЛЬЧИН,
академик РАН, директор Института автоматики
и процессов управления ДВО РАН

Андрей Викторович ЛОГИНОВ,
заместитель руководителя Аппарата
Правительства РФ

Георгий Владимирович МАЙЕР,
Президент Национального исследовательского
Томского государственного университета,
член Совета Российского союза ректоров

Вера Александровна МЫСИНА,
старший научный сотрудник
Института общей генетики РАН

Валерий Александрович ТИШКОВ,
академик РАН, директор Института этнологии
и антропологии им. Н.Н. Миклухо-Маклая РАН

Валерий Александрович ЧЕРЕШНЕВ,
академик РАН, академик РАН,
председатель Комитета Государственной Думы
по науке и наукоемким технологиям,
член Консультативного совета Фонда «Сколково»

ИЗДАТЕЛЬ ЖУРНАЛА
Медиагруппа «Вся Россия» (ООО «ВР Медиа Групп»)

Генеральный директор
Сергей Валерьевич КАЛМЫКОВ,
руководитель Комиссии по информационной
политике RASCH

Административный директор
Светлана Александровна ХОЗИНСКАЯ

РЕДАКЦИЯ
Главный редактор
Денис Сергеевич АНДРЕЮК,
руководитель Аналитической группы RASCH

Заместитель главного редактора
Евгения Борисовна МАХИЯНОВА

Старшие научные редакторы реферативной части:
Вацлав Владимирович ПОЖАРСКИЙ
Николай Викторович КЛЕНОВ
Александр Станиславович ЕЛСАКОВ

Редакторы-референты
Барыкин Е.П., Беляев А.В., Братцева А.Л.,
Дедков Г.В., Дотолева К.С., Жармухамедов С.К.,
Корепанов А.П., Кутукова Е.А., Лим Д.А., Лупачева Н.В.,
Марыгин Р.А., Моисеев А.В., Мохосоев И.М.,
Ольховик А.Ю., Петрова Н.С., Петухов С.П., Раков В.Н.,
Ружицкий В.И., Сварник О.Е., Сидоров Р.П., Суязова П.А.,
Ташкеев А.И., Шандарин И.Н., Шустикова Л.А.,
Ястребов С.А.

Выпускающий редактор
Александр Станиславович ЕЛСАКОВ

Адрес редакции (для переписки):
105066, г. Москва, ул. Спартаковская, 11-1.
e-mail: naukvmire@allrussia.ru
сайт RASCH: russian-science.com

Информационная продукция для детей,
достигших возраста двенадцати лет.

© ООО «ВР Медиа Групп». Все права защищены.
Любое использование материалов допускается
только с письменного разрешения редакции.

Читайте в этом номере:

Информационное поле

5 От редакции

Самое интересное в рефератах

Топ-10 научных публикаций в свежих номерах Nature, Science, PNAS

6 Новости

Мышиная энциклопедия

Международный проект по «картографированию» генома мыши представил результаты своей работы: мы разделяем с мышами ключевые механизмы генной регуляции, базовые «принципы» и «язык»; но их реализация в конкретных тканях и органах может у нас заметно отличаться

Испаряющаяся планета

Российские астрономы изучили процесс потери вещества далекой горячей планетой

7 Комментарий эксперта

Демон из электрона

Чтобы «демон Максвелла» работал, ему нужно всего лишь обладать бесконечной памятью — рассказывает профессор Университета Стони Брук Дмитрий Аверин

8 Что носится в воздухе?

Органические аэрозоли в атмосфере существенно отличаются от обычных жидкостей: «густая» консистенция капель меняет кинетику реакций естественного фотоокисления — комментарий профессора Калифорнийского университета Сергея Низкородова

Nature · PNAS · Science: заголовки статей

10 Естественные и точные науки

12 Медицинские науки и общественное здравоохранение

14 Техника и технологии

15 Социальные науки

16 Сельскохозяйственные науки

Мы осуществляем полный цикл производства вакуумного технологического оборудования:



Компания ЭСТО-Вакуум осуществляет серийный выпуск установок, выпуск установок по специальным техническим требованиям заказчика, так же выполняются проекты по инсталляции оборудования в производственных помещениях.

Технологические направления:
 - плазмахимическое травление
 - ионное травление
 - магнетронное напыление
 - термическое испарение
 - фотолитография



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ СВЕРХТВЕРДЫХ
И НОВЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ»
(ФГБНУ ТИСНУМ)

+7 (499) 272-23-14

РОССИЯ, 142190, Г. МОСКВА
Г. ТРОИЦК, УЛ. ЦЕНТРАЛЬНАЯ, 7А
INFO@NANOSCAN.INFO

СКАНИРУЮЩИЕ
НАНОТВЕРДОМЕРЫ

НаноСкан

 WWW.NANOSCAN.INFO



**ОПТИМАЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ
ДЛЯ ЛАБОРАТОРИЙ
И ПРОИЗВОДСТВ**

БЕПРЕЦЕДЕНТНО ШИРОКИЙ СПЕКТР
ИССЛЕДУЕМЫХ ОБЪЕКТОВ:
ОТ МЯГКИХ ПОЛИМЕРОВ
ДО СВЕРХТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ

ИССЛЕДУЕМЫЕ ОБЪЕКТЫ:
ОТ 100 НМ ДО 3 КГ *

НаноСкан-4D

- БОЛЕЕ 30 ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ МЕТОДИК, ВКЛЮЧАЮЩИХ ВСЕ ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
- ГИБКАЯ МОДУЛЬНАЯ КОНФИГУРАЦИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ
- ИНДИВИДУАЛЬНАЯ АДАПТАЦИЯ ПОД ЗАДАЧИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ
- ВЫСОКАЯ СТЕПЕНЬ АВТОМАТИЗАЦИИ ИЗМЕРЕНИЙ И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

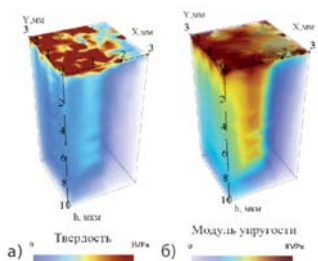
* ПРИВЕДЕНЫ МИНИМАЛЬНЫЙ ХАРАКТЕРНЫЙ РАЗМЕР
ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЙ И ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМАЯ
МАССА ОБРАЗЦА

Топ-10 научных публикаций в свежих номерах Nature, Science, PNAS

- 1. CO₂ и земледелие.** Сразу в двух статьях исследовали феномен роста амплитуды сезонных колебаний углекислого газа в атмосфере за последние полвека. В обеих работах эффект связывают с интенсификацией земледелия в Северном полушарии. На шкале времени 1960–2010 гг. сопоставили большое количество различных данных, которые подтверждают эту гипотезу. *Nature*. 2014. Vol. 515. No 7527. P. 394–401.
- 2. Синтетический сигналинг.** Работа живой клетки регулируется многими десятками сигнальных путей, в которых определенные белки выступают приёмниками сигнала, усиливают его и передают на другие белковые молекулы. Сконструирован белковый сигнальный каскад, который можно использовать в сложных искусственных системах или встраивать в существующие живые. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 45. P. 15934–15939.
- 3. Мозг на всю жизнь.** В работе исследованы возрастные изменения активности функциональных систем мозга. У пожилых людей существует меньше связей внутри систем и больше связей между системами. Для сенсорно-моторных систем эффект более выражен, чем для ассоциативных систем. Вне зависимости от возраста, большая локализация связей внутри ассоциативных систем отмечена у людей с лучшими показателями в тестах на долговременную память. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 46. P. E4997–E5006.
- 4. Слишком много людей.** В работе смоделировали рост человеческой популяции до 2100 года в связи с очевидной проблемой растущего антропогенного воздействия на природные экосистемы. При сохранении существующих тенденций население Земли к концу века составит 10,3 млрд человек. Интересно, что глобальные катастрофы (войны, эпидемии и т. д.), если они произойдут в середине века и унесут жизни 2–3 млрд человек, не изменят общий тренд — вредное воздействие на природу будет усиливаться. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16610–16615.
- 5. Пограничная фаза.** Теоретически предсказаны уникальные свойства некоторых материалов, возникающие вследствие внутренних напряжений на границах кристаллических доменов. В работе получен двумерный материал с высоким — до 25% — содержанием новой фазы с необычными магнитными свойствами. *Nature*. 2014. Vol. 515. No 7527. P. 379–383.
- 6. Как свернуть крыло.** Некоторые насекомые умеют быстро разворачивать крылья, летать, а потом также быстро компактно их сворачивать. Исследовали стадии сворачивания и асимметрию между правым и левым крылом. Оказалось, что есть несколько эффективных способов быстро свернуть и развернуть крыло, но при этом сохранить его жесткость, необходимую для полета. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16349–16352.
- 7. Топология дефектов.** Предполагается, что топологические эффекты могут иметь большое значение в организации самых различных физических систем — от завихрений жидкости до ранних этапов формирования Вселенной. В работе предложили модель для исследования топологии — жидкие кристаллы, заключенные в пространстве определенной формы. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16268–16273.
- 8. Микротрубочки и полярность.** Поляризация клетки является ключевым этапом для многих фундаментальных биологических процессов, включая локомоцию, рост нейронов, неравные деления и др. В работе обоснована гипотеза, согласно которой микротрубочки участвуют в поддержании вектора поляризации, обеспечивая направленный отток ингибирующего сигнала. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16383–16388.
- 9. Недоступные связи.** При синтезе многих фармпрепаратов возникает задача активировать строго определенную связь в гетероциклическом соединении. Предложен эффективный подход к функционализации «сложных» (в технологическом смысле) C–H-связей в гетероциклах с использованием палладий-органических интермедиатов. *Nature*. 2014. Vol. 515. No 7527. P. 389–393.
- 10. Здравоохранение и смысл жизни.** Авторы показали положительную корреляцию между успешностью респондентов (которую в работе связывают с наличием цели и смысла жизни в субъективном восприятии) и их готовностью пользоваться профилактическими медицинскими услугами. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16331–16336.

По мнению редакции

☑ ТОМОГРАФИЯ ТВЁРДОСТИ И МОДУЛЯ УПРУГОСТИ



НОВОЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ

Объемная карта распределения твердости (а) и модуля упругости (б) в переходной области между двумя полимерными пленками

☑ В нанотвердомерах «НаноСкан-4D» реализован метод построения томограммы твердости и модуля упругости приповерхностного слоя образца. Метод основан на сочетании двух методов: многоциклового нагружения с частичной разгрузкой (partial unload technique, PUL) и метода картирования (нанесение серии индентов по сетке), что позволяет получать распределение механических свойств материала в объеме (томограмму). Томограмма может быть построена по поверхности образца размером до 100 мм и на глубину до 100 мкм.

Мышиная энциклопедия

Международный проект по картированию генома мыши представил результаты своей работы

Подавляющее большинство кодирующих белки генов у мыши и человека почти одинаковы. Именно это сделало грызунов одними из самых популярных модельных организмов в биологических и медицинских исследованиях. Однако различий между нами, все-таки, немало: хотя число общих кодирующих генов у нас достигает 70%, все они составляют лишь около 1,5% генома. Для систематизации данных в этой области крупный международный консорциум ученых реализует масштабный проект Mouse ENCODE (ENCyclopedia Of DNA Elements — «Энциклопедия элементов ДНК»). Результаты его работы стали ключевой темой одного из ноябрьских номеров журнала Nature, которой посвящены сразу четыре публикации.

В этих работах проводятся исследования генетических и биохимических «программ», связанных с синтезом белков и с регуляцией этого процесса в различных тканях и клетках. Авторы показывают, что в целом эти системы в организмах человека и мыши весьма схожи и демонстрируют высокую эволюционную консервативность. В некоторых случаях им даже удалось идентифицировать «мышинные» аналоги элементов ДНК, связанных с развитием определенных, свойственных именно человеку, заболеваний. Например, сравнение более чем 1,3 млн локусов гиперчувствительности к ДНКазе I (участков, связанных именно с регуляцией генома) в 45 типах клеток и тканей мыши и человека показало, что около 35% из них у нас общие.

С другой стороны, найдено и немало различий, которые могут ограничивать использование грызунов в качестве лабораторных моделей человеческого организма. Это касается множества генов, вовлеченных в работу иммунитета, метаболизм и развитие стрессовых реакций. Описывая картину в целом, можно сказать, что мы разделяем с мышами



Памятник мыши, вяжущей нить ДНК в Академгородке г. Новосибирска. Фотография: Wikimedia.

ключевые механизмы генной регуляции, ее базовые «принципы» и «язык». Но их реализация в конкретных тканях и органах может у нас заметно отличаться. Так, регуляторный элемент, активный в мышинных гепатоцитах (клетках печени) может быть активен в человеческих нейронах.

Больше 10 других публикаций, подготовленных участниками проекта Mouse ENCODE, появится в ближайшее время — или уже появились — и в других авторитетных журналах, включая Blood, Genome Research, Genome Biology и др. Данные, полученные в рамках программы, предоставляются сторонним исследователям бесплатно и уже использованы в нескольких десятках работ.

A comparative encyclopedia of DNA elements in the mouse genome. F. Yue, et al. Nature. 2014. Vol. 515. No 7527. P. 355–364.

Conservation of trans-acting circuitry during mammalian regulatory evolution. A. Stergachis, et al. Nature. 2014. Vol. 515. No 7527. P. 365–370.

Principles of regulatory information conservation between mouse and human. Y. Cheng, et al. Nature. 2014. Vol. 515. No 7527. P. 371–375.

Topologically associating domains are stable units of replication-timing regulation. B. Pope, et al. Nature. 2014. Vol. 515. No 7527. P. 402–405.

Авторы рассмотрели результаты наблюдений «Лайман-альфа леса» Осириса — многократно повторенной линии Лайман-альфа, которая возникает в спектре при прохождении излучения сквозь облака водорода, находящиеся между нами и источником излучения. Для планеты HD 209458 b весьма заметно поглощение в синем и красном «краях» Ly α — этот эффект, действительно, может вызываться интенсивным испарением Осириса и быстрым истечением водорода из его атмосферы. Рассмотрев различные механизмы возникновения процесса, ученые провели моделирование для каждого из этих сценариев.

Полученные результаты свидетельствуют в пользу гипотезы о быстрой потере планетой водорода под давлением звездного ветра, — Осирис действительно интенсивно испаряется. Впрочем, при его колоссальных размерах это не страшно: такому массивному объекту понадобятся сотни миллиардов лет, чтобы испариться полностью.

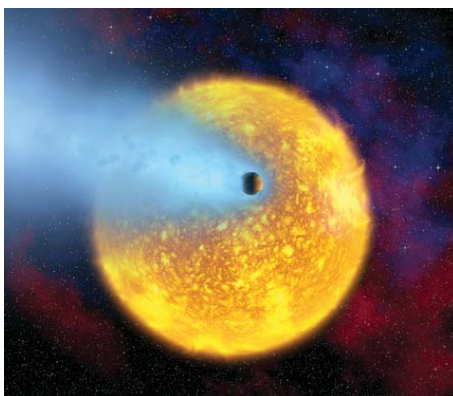
Magnetic moment and plasma environment of HD 209458 b as determined from Ly α observations. K. Kislyakova, et al. Science. 2014. Vol. 346. No 6212. P. 981–984.

Испаряющаяся планета

Российские астрономы изучили процесс потери вещества далекой горячей планетой

Экзопланета HD 209458 b в созвездии Пегаса находится в 153 световых годах от Солнца. На сегодня это одна из наиболее изученных экзопланет, имеющая даже полуофициальное название «Осирис». Известно, что вращается она чрезвычайно близко к своей материнской звезде (0,047 а. е.) и относится к классу горячих юпитеров, имея массу около 70% от массы Юпитера в нашей Солнечной системе и при этом примерно на 35% крупнее него.

Предполагается, что под действием потока частиц и излучения близкой звезды Осирис интенсивно теряет вещество, испаряясь. В 2010 году было показано, что планета даже имеет нечто вроде кометного хвоста — из нее исходит мощный и быстрый поток газов. О результатах нового исследования этого интересного объекта группа российских и европейских астрономов рассказала в новом номере журнала Science.



Образное представление планеты HD 209458 b, теряющей газ. Иллюстрация: Wikimedia.

Демон из электрона

Чтобы демон Максвелла работал, ему нужно всего лишь обладать бесконечной памятью

Физики создали демона Максвелла, оперирующего, по сути, всего одним электроном, и показали, что существо это достаточно прозорливое. В полном соответствии с законами термодинамики, он способен вырабатывать энергию из случайных тепловых флуктуаций — но только обладая бесконечным запасом памяти. О подробностях работы нам рассказал кандидат физико-математических наук, профессор Университета Стони Брук Дмитрий Аверин.

— Еще на заре статистической физики и понятия энтропии Максвелл предложил мысленный эксперимент, который подчеркивал существовавшую в те годы проблему в понимании этих вопросов. Действительно, казалось, что если у нас имеется система с тепловыми флуктуациями, то почему бы не извлекать из нее энергию? Если мы будем постоянно следить за ее состоянием и сможем отмечать моменты, когда она случайно перейдет в состояние с большей энергией, этот скачок можно использовать. Законы классической статистической физики при этом не нарушаются.

Первый выход, предложенный для проблемы, состоял в том, что для работы «демона» требуется дополнительный подвод энергии — за счет этого в системе и возможно падение энтропии. Соответственно, чтобы извлечь энергию случайных тепловых флуктуаций, нам придется потратить по крайней мере столько же энергии. Однако позднее было показано, что измерение в таком режиме эквивалентно копированию информации и теоретически может проходить без энергозатрат. Новый ответ на парадокс пришел неожиданно в результате работ сотрудника IBM Рольфа Ландауэра.

В 1960-х он сформулировал принцип, состоящий в том, что в любой вычислительной системе, независимо от того, на каких физических принципах она будет работать, потеря 1 бита информации приводит к выделению определенного количества тепла (см. *Irreversibility and heat generation in the computing process. Rolf Landauer. IBM Journal of Research and Development. 1961. Vol. 5. P. 183–191. — Ped.*). На первый взгляд, к проблеме демона Максвелла это не имеет отношения. Однако из принципа Ландауэра можно сделать весьма важный для нашей истории вывод: вычисления, теоретически, можно проводить, не расходуя энергию, а вот чтобы стереть, уничтожить информацию, энергия понадобится принципиально.

Иначе говоря, если в процессе вычисления какая-то часть информации стирается, вы будете увеличивать энтропию, переводя часть энергии в тепло. Поэтому принцип Ландауэра накладывает серьезные ограничения на работу

демона Максвелла. Проводя измерения молекул, он будет получать, а следом и стирать информацию — и этот процесс накладывает термодинамические ограничения на реализацию подобной системы. Каждый этап стирания будет увеличивать энтропию, и в целом получить энергетический выигрыш от таких измерений невозможно.

Принцип Ландауэра ограничивает демона Максвелла, не позволяя ему извлекать энергию тепловых флуктуаций в замкнутом цикле.

Суть нашей работы состояла в том, чтобы наглядно и количественно продемонстрировать ограничения, которые связаны с демоном Максвелла и накоплением информации в результате проводимых им измерений. Для этого была создана небольшая электронная схема «демона», в которой генерировались отдельные биты информации. Это процесс, обратный стиранию, поэтому он не выделяет, а, наоборот, забирает определенное количество энергии из нашего теплового резервуара. Измерения показали, что необходимая для создания каждого бита энергия строго равна величине, которую предсказывает формула Ландауэра ($W = k_B \times T \times \ln 2$, где k_B — постоянная Больцмана, T — абсолютная температура. — *Ред.*).

Однако у нашей работы есть и другая сторона, связанная с реализацией самого эксперимента. Дело в том, что еще в конце 1980-х мы занялись проблемой, которая в то время была исключительно актуальной. Вопрос состоял в том, чтобы на фоне быстрого уменьшения микроструктур научиться

СПРАВКА «НАУКИ В МИРЕ»:

Демон Максвелла — воображаемое существо, в мысленном эксперименте посаженное на границу двух сообщающихся сосудов. Демон пропускает из первого сосуда во второй только быстрые (горячие) молекулы газа, а из второго в первый — только медленные, холодные. Это, по мнению Максвелла, приводит бы нас к парадоксу: один сосуд нагревается, а другой охлаждается, и энтропия в конечном состоянии будет меньше, чем в начальном.

СПРАВКА «НАУКИ В МИРЕ»:

Эффект туннелирования состоит в преодолении частицей энергетического барьера, притом что ее собственная энергия ниже этого барьера. Это явление чисто квантовой природы и в рамках классической физики невозможно, однако оно надежно продемонстрировано и лежит в основе многих явлений природы, а сегодня ведется разработка ряда технологий, использующих этот эффект.

контролировать туннелирование отдельных электронов в них: для таких крошечных конденсаторов с их маленькими электрическими емкостями каждый туннелировавший электрон — заметное явление.

После нашего предсказания одноэлектронных эффектов этой задачей занимались многие исследователи, и в целом ее удалось решить. Сегодня одноэлектронное туннелирование — понятный и хорошо изученный процесс, который мы можем контролировать. Поэтому одноэлектронные системы стали очень удобной моделью для различных исследований, в том числе и для наших исследований основ термодинамики.

Если говорить несколько упрощенно, исследуемая структура состояла из пары металлических проводников, на которые подавалось напряжение и между которыми мог туннелировать электрон. Именно возможность постоянно следить за этими перескоками; фиксировать, при каком напряжении и в какую сторону электрон протуннелировал, позволила нам точно измерить термодинамику процесса.

Мы могли подавать такое напряжение, при котором электрон надежно оставался на одной, известной стороне, так что его положение не содержало никакой информации. Если же мы, медленно изменив напряжение, создадим такую ситуацию, при которой электрон с равной вероятностью может находиться и с той, и с другой стороны, информация в положении электрона уже появится — ведь мы не можем назвать, где именно он находится, не произведя измерения. При этом энтропия теплового резервуара уменьшилась, и мы показали, что создание информации, записанной в положении электрона, позволило извлечь ровно столько энергии, сколько для этого необходимо по формуле Ландауэра. Так мы получили одноэлектронного «демона Максвелла», и показали, сколько «пищи» ему требуется для работы.

Что носится в воздухе?

Органические аэрозоли в атмосфере существенно отличаются от обычных жидкостей

Органических загрязнений в атмосфере не так много, но они играют важную роль во всем, что происходит с воздухом. Собираясь в летучие частицы, они служат центрами конденсации капель облаков и туманов, а также вредят нашему здоровью. О том, как взаимодействуют вещества внутри таких частиц и почему мы до сих пор плохо представляем эти процессы, журналу «Наука в мире» рассказал профессор химии Калифорнийского университета в Ирвайне Сергей Низкородов.

— Специфика химии атмосферы — в том, что движет ее фотохимия — реакции, происходящие при участии солнечного излучения. По большому счету, атмосфера состоит из не слишком активных кислорода и азота и небольших примесей органических и неорганических веществ. По-настоящему реактивны не сами эти газы, а свободные радикалы. Радикалы же создаются именно излучением. Поэтому фотохимия газофазных процессов исследована, можно сказать, досконально.

Одним из известных эффектов фотохимических процессов в атмосфере является появление смога. Летучие органические соединения, которые выделяются и в ходе естественных процессов и как результат работы человеческой цивилизации, попадают в воздух, где окисляются свободными радикалами. Затем эти продукты окисления конденсируются, образуя взвешенные частицы или аэрозоли.

Если брать по массе, этих частиц в атмосфере очень мало, даже в самом грязном городе — порядка сотых долей процента. Однако воздействие, которое они оказывают на свойства и поведение атмосферы, просто феноменально. На этих частицах начинается конденсация облаков, они сильно влияют на химию воздуха, на здоровье человека. Поэтому мы и занялись фотохимией таких частиц, поставив задачу установить, как они меняются в атмосфере. Мы знаем, что в газовой фазе воздуха все определяет фотохимия. Но насколько работает она внутри таких летучих частиц? И как определяет их свойства?

Проблема состояла в том, что до сих пор толком не известно, как «устроены» эти частицы. Вплоть до недавнего времени их представляли чем-то вроде капелек жидкости, взвешенных в воздухе, со всеми вытекающими из этого выводами о скорости диффузии молекул, о характере их взаимодействия, скорости протекающих здесь реакций и т. д. Лишь в последние пять лет появились данные, свидетельствующие о том, что это не совсем жидкость, а нечто более близкое к твердому состоянию.

Наша гипотеза состояла в том, что если эти частицы не жидкие, а твердые, то и вся химия внутри них должна протекать иначе, замедленно. В вязких, а тем более в твердых средах химические процессы замедляются — хотя бы потому, что молекулы в них не так подвижны, не так легко меняют форму для нужной реакции. К сожалению, было непонятно, с насколько вязким материалом мы имеем дело.

i СПРАВКА «НАУКИ В МИРЕ»:

Пинены — терпеновые соединения, важный компонент смолы хвойных деревьев. Они широко используются в химической промышленности, в частности как растворители для красок и лаков.

В лаборатории мы получили искусственные частицы такого аэрозоля, используя α -пинен, распространенное в атмосфере органическое соединение, которое выделяют леса по всей планете. Как контрольное вещество мы использовали 1-октанол и для

обоих веществ следили за скоростью фотохимических реакций при разных значениях температуры и влажности (при повышении влажности или повышении температуры вязкость частиц должна снижаться, облегчая течение химических реакций).

i СПРАВКА «НАУКИ В МИРЕ»:

«Летучие частицы в атмосфере исключительно вязки — пожалуй, по консистенции их можно сравнить с засахарившимся медом».

В итоге оказалось, что для жидкого 1-октанола скорость фотохимических реакций с температурой оставалась почти одинаковой, а вот внутри наших частиц пинена менялась очень сильно. Из этого можно заключить, что частицы обладают высокой вязкостью, которая меняется с температурой. Получается, что окисление органических веществ, находящихся в атмосфере в составе таких аэрозолей, должно протекать намного медленнее, чем внутри жидких капель. Их время жизни в воздухе заметно растет, — и этот фактор требует по-новому взглянуть на круговорот и влияние на наш организм таких частиц.

Вспомните, какой смог накрыл Москву в 2010 году. Но ведь на то, чтобы он дошел до города из дальнего Подмосковья, нужны часы, а то и дни. Какие последствия будет иметь дым для здоровья, во многом зависит от того, какие вещества он с собой принес. А состав этих веществ — от того, что происходит с ними в атмосфере. И что летучие частицы аэрозолей, оказывается, вовсе не жидкость и реакции в них протекают очень замедленно — в корне меняет привычную картину.

Публикация: Exploring matrix effects on photochemistry of organic aerosols. Hanna Lignell, Mallory L. Hinks, Sergey A. Nizkorodov. PNAS. 2014. Vol 111. No 38. P. 13780–13785.

Vol. 515. No 7527
20 ноября 2014 года



Vol. 111. No 46
18 ноября 2014 года



Vol. 346. No 6212
21 ноября 2014 года



Nature · PNAS · Science: заголовки статей

Естественные и точные науки

- 10** Физика и астрономия
- 10** Химические науки
- 10** Биологические науки
- 12** Математика
- 12** Науки о Земле и смежные экологические науки

Медицинские науки и общественное здравоохранение

- 12** Фундаментальная медицина
- 14** Науки о здоровье

Техника и технологии

- 14** Электротехника, электронная техника, информационные технологии

- 14** Медицинские технологии
- 14** Нанотехнологии
- 15** Промышленные биотехнологии
- 15** Технологии материалов
- 15** Химические технологии

Социальные науки

- 15** Психологические науки
- 15** Социальная и экономическая география
- 15** Прочие социальные науки

Сельскохозяйственные науки

- 16** Сельское хозяйство, лесное хозяйство, рыбное хозяйство

Nature · PNAS · Science: заголовки статей

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТОЧНЫЕ НАУКИ · Физика и астрономия

Магнитный момент и плазменная корона экзопланеты HD 209458 b, определенные по наблюдениям излучения в линии $L\alpha$

Magnetic moment and plasma environment of HD 209458 b as determined from $L\alpha$ observations. Kristina G. Kislyakova, Mats Holmström, Helmut Lammer, Petra Odert, Maxim L. Khodachenko. *Science*. 2014. Vol. 346. No 6212. P. 981–983.

Мощность релятивистских джетов выше, чем светимость их аккреционных дисков

The power of relativistic jets is larger than the luminosity of their accretion disks. G. Ghisellini, F. Tavecchio, L. Maraschi, A. Celotti, and T. Sbarrato. *Nature*. 2014. Vol. 515. No 7527. P. 376–378.

Критерий стабильности мод Голдстоуна и поведения Ферми-жидкостей в металле с нарушенной симметрией

Criterion for stability of Goldstone modes and Fermi liquid behavior in a metal with broken symmetry. Haruki Watanabe, Ashvin Vishwanath. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16314–16318.

Разделение, объединение, завязывание и солитоны топологических дефектов в каплях нематических жидких кристаллов

Splitting, linking, knotting, and solitonic escape of topological defects in nematic drops with handles. Mykola Tasinkevych, Michael G. Campbell, Ivan I. Smalyukh. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16268–16273.

Химические науки

Преодоление ограничений направленной функционализации связи C–H в гетероциклических соединениях

Overcoming the limitations of directed C–H functionalizations of heterocycles. Yue-Jin Liu, Hui Xu, Wei-Jun Kong, Ming Shang, Hui-Xiong Dai, Jin-Quan Yu. *Nature*. 2014. Vol. 515. No 7527. P. 389–393.

Биологические науки

Конвергентная эволюция регуляторных особенностей и плейотропии локуса *Hox*

Convergent evolution of complex regulatory landscapes and pleiotropy at *Hox* loci. Nicolas Lonfat, Thomas Montavon, Fabrice Darbellay, Sandra Gitto, Denis Duboule. *Science*. 2014. Vol. 346. No 6212. P. 1003–1006.

Ведущие факторы тропического видообразования

The drivers of tropical speciation. Brian Tilston Smith, et al. *Nature*. 2014. Vol. 515. No 7527. P. 406–409.

Улучшения приспособленности отдельных особей и селективная смертность влияют на характер миграции на протяжении жизни

Individual improvements and selective mortality shape lifelong migratory performance. Fabrizio Sergio, et al. *Nature*. 2014. Vol. 515. No 7527. P. 410–426.

Тканеспецифичная система циркадных часов у арабидопсиса обладают асимметричным сопряжением

Tissue-specific clocks in *Arabidopsis* show asymmetric coupling. Motomu Endo, et al. *Nature*. 2014. Vol. 515. No 7527. P. 419–422.

Энциклопедия сравнения элементов ДНК мыши и человека

A comparative encyclopedia of DNA elements in the mouse genome. Feng Yue, Yong Cheng, Alessandra Breschi, et al. *Nature*. 2014. Vol. 515. No 7527. P. 355–364.

Перенос ионов Cl^- халородопсином и протонов бактериородопсином осуществляется по общему механизму, включающему консервативные электростатические взаимодействия

Halorhodopsin pumps Cl^- and bacteriorhodopsin pumps protons by a common mechanism that uses conserved electrostatic interactions Yifan Song, M.R. Gunner. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16377–16382.

Структурные особенности белкового комплекса, ассоциированного с большой субъединицей рибосомы, контролируют трансляцию

Structural basis for translational surveillance by the large ribosomal subunit-associated protein quality control complex. Dmitry Lyumkis, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 45. P. 15981–15986.

Внутримембранная димеризация неструктурированного цитоплазматического домена ADAM10

Membrane-enabled dimerization of the intrinsically disordered cytoplasmic domain of ADAM10. Wei Deng, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 45. P. 15987–15992.

Молекулярные детерминанты активации каспазы 9 с помощью апоптосомы Apaf-1

Molecular determinants of caspase-9 activation by the Apaf-1 apoptosome. Qi Hu, Di Wu, Wen Chen, Zhen Yan, Chuangye Yan, Tianxi He, Qiongliang Liang, Yigong Shi. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16254–16261.

Биологические науки

Половой перенос стероидного гормона E20 индуцирует переключение репродуктивной функции у самок комаров *Anopheles gambiae*

Sexual transfer of the steroid hormone 20E induces the postmating switch in *Anopheles gambiae*. Paolo Gabrieli, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16353–16358.

Интерференция ДНК CRISPR-ассоциированной нуклеазой-хеликазой Cas3 на молекулярном уровне

Molecular insights into DNA interference by CRISPR-associated nuclease-helicase Cas3. Bei Gong, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16359–16364.

Микротрубочки стабилизируют полярность клетки путем локализации сигнала

Microtubules stabilize cell polarity by localizing rear signals. Jian Zhang, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16383–16388.

Одиночные вкусовые стволовые клетки и клетки-предшественницы, экспрессирующие Lgr5 или Lgr6, образуют клетки вкусовых сосочков *ex vivo*

Single Lgr5- or Lgr6-expressing taste stem/progenitor cells generate taste bud cells *ex vivo*. W. Ren, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16401–16406.

Защитный мутуализм усиливает диверсификацию растений

Defense mutualisms enhance plant diversification. Marjorie G. Weber, Anurag A. Agrawal. PNAS. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16442–16447.

Метод максимального правдоподобия для сетчатой модели эволюции

Maximum likelihood inference of reticulate evolutionary histories. Yun Yu, Jianrong Dong, Kevin J. Liu, Luay Nakhleh. PNAS. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16448–16453.

Завершение репликации ДНК у *Escherichia coli*

Completion of DNA replication in *Escherichia coli*. Brian M. Wendel, Charmain T. Courcelle, Justin Courcelle. PNAS. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16454–16459.

Распознавание X-хромосомы у *Drosophila melanogaster* с помощью малых интерферирующих РНК X-сцепленных сателлитных повторов

siRNAs from an X-linked satellite repeat promote X-chromosome recognition in *Drosophila melanogaster*. Debashish U. Menon, Cristian Coarfa, Weimin Xiao, Preethi H. Gunaratne, Victoria H. Meller. PNAS. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16460–16465.

Пальмитоилирование рецептора инозитол-1,4,5-трифосфата комплексом ДННС6/селенопротеин К необходимо для его стабильной экспрессии и функционирования

Stable expression and function of the inositol 1, 4, 5-triphosphate receptor requires palmitoylation by a DHHC6/selenoprotein K complex. Gregory J. Fredericks, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16478–16483.

Агрин, активатор киназы MuSK, играет существенную роль в поддержании нервно-мышечных соединений в постнатальный период

The MuSK activator agrin has a separate role essential for postnatal maintenance of neuromuscular synapses. Tohru Tezuka, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16556–16561.

Асимметрия интеграции сенсорной информации при принятии решений о спаривании у кузнечиков

Asymmetrical integration of sensory information during mating decisions in grasshoppers. Jan Clemens, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16562–16567.

Фактор RHGF-1/PDZ-RhoGEF и ретроградный сигнальный каскад DLK-1 опосредуют реструктурирование нейрона в ответ на разрушение микротрубочек

RHGF-1/PDZ-RhoGEF and retrograde DLK-1 signaling drive neuronal remodeling on microtubule disassembly. Chun-Hao Chen, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16568–16573.

Ускорение эволюционного распространения путем дальних перемещений

Acceleration of evolutionary spread by long-range dispersal. Oskar Hallatschek, Daniel S. Fisher. PNAS. 2014. Vol. 111. No 46. P. E4911–E4919.

Кальций-опосредованные модификации гистонов регулируют альтернативный сплайсинг в кардиомиоцитах

Calcium-mediated histone modifications regulate alternative splicing in cardiomyocytes. Alok Sharma, Hieu Nguyen, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 46. P. E4920–E4928.

Дифференциальные градиенты энергии взаимодействия обеспечивают эффективную доставку белков на мембрану в пути GET

Differential gradients of interaction affinities drive efficient targeting and recycling in the GET pathway. Michael E. Rome, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 46. P. E4929–E4935.

Эволюция белка Liat1, связывающего аргинилтрансферазу у приматов, обусловлена изменениями в количестве 10-членных аминокислотных повторов

Liat1, an arginyltransferase-binding protein whose evolution among primates involved changes in the numbers of its 10-residue repeats. Christopher S. Brower, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 46. P. E4936–E4945.

Математика

Алгоритмическая сложность и науки

Algorithms, complexity, and the sciences. Christos Papadimitriou. PNAS. 2014. Vol. 111. No 45. P. 15881–15887.

Оценка воспроизводимости результатов масштабных предварительных испытаний в исследованиях

Deciding whether follow-up studies have replicated findings in a preliminary large-scale omics study. Ruth Heller, Marina Bogomolov, Yoav Benjamini, PNAS. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16262–16267.

Анализ коэкспрессии генов в больших гетерогенных образцах с использованием статистических методов подсчета

Gene coexpression measures in large heterogeneous samples using count statistics. Y. X. Rachel Wang, Michael S. Waterman, Haiyan Huang. PNAS. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16371–16376.

Науки о Земле и смежные экологические науки

Влияние уменьшения площадей лесных массивов на глобальное гидрологическое состояние водно-болотистых угодий

The hydrological legacy of deforestation on global wetlands. C. Woodward, J. Shulmeister, J. Larsen, G. E. Jacobsen, A. Zawadzki. Science. 2014. Vol. 346. No 6211. P. 844–847.

Ущелье Ярлунг-Цангпо контролируется тектонической активностью каньона в Южном Тибете, находящимся под слоем осадочных пород

Tectonic control of Yarlung Tsangpo Gorge revealed by a buried canyon in Southern Tibet. Ping Wang, Dirk Scherler, Jing Liu-Zeng, Jürgen Mey, Jean-Philippe Avouac, Yunda Zhang, Dingguo Shi. Science. 2014. Vol. 346. No 6212. P. 978–981.

Сельскохозяйственная «зеленая революция» как движущая сила роста сезонной амплитуды содержания CO₂ в атмосфере

Agricultural Green Revolution as a driver of increasing atmospheric CO₂ seasonal amplitude. Ning Zeng, Fang Zhao, George J. Collatz, Eugenia Kalnay, Ross J. Salawitch, Tristram O. West, Luis Guanter. Nature. 2014. Vol. 515. No 7527. P. 394–397.

Прямое влияние человека на сезонные колебания CO₂ в атмосфере как следствие роста продуктивности пахотных земель

Direct human influence on atmospheric CO₂ seasonality from increased cropland productivity. Josh M. Gray, Steve Frolking, Eric A. Kort, Deepak K. Ray, Christopher J. Kucharik, Navin Ramankutty, Mark A. Friedl. Nature. 2014. Vol. 515. No 7527. P. 398–401.

Эпизодическое возникновение озер в аридном бассейне Таримской впадины (Западный Китай) в позднем миоцене

Late Miocene episodic lakes in the arid Tarim Basin, western China. Weiguo Liu, Zhonghui Liu, Zhisheng An, Jimin Sun, Hong Chang, Ning Wang, Jibao Dong, Huanye Wang. PNAS. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16292–16296.

Оценка темпов кальцификации пелагических отложений и коралловых рифов в бассейне Красного моря и в западной части Индийского океана

Basin-scale estimates of pelagic and coral reef calcification in the Red Sea and Western Indian Ocean. Zvi Steiner, Jonathan Erez, Aldo Shemesh, Ruth Yam, Amitai Katz, Boaz Lazar. PNAS. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16303–16308.

Изотопные свидетельства денитрификации в летний период в водосборных бассейнах северных лиственных лесов

Isotopic signals of summer denitrification in a northern hardwood forested catchment. Sarah K. Wexler, Christine L. Goodale, Kevin J. McGuire, Scott W. Bailey, Peter M. Groffman. PNAS. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16413–16418.

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ И ОБЩЕСТВЕННОЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЕ · Фундаментальная медицина

Карты инициации рекомбинации индивидуальных человеческих геномов

Recombination initiation maps of individual human genomes. Florencia Pratto, et al. Science. 2014. Vol. 346. No 6211. P. 1256442-1–9.

Генетические вариации организма определяют патогенез и устойчивость к геморрагической лихорадке Эбола

Host genetic diversity enables Ebola hemorrhagic fever pathogenesis and resistance. Angela L. Rasmussen, et al. Science. 2014. Vol. 346. No 6212. P. 987–991.

Структура малярийного инвазивного белка RH5 с эритроцитарным рецептором CD147 и ингибиторными антителами

Structure of malaria invasion protein RH5 with erythrocyte basigin and blocking antibodies. Katherine E. Wright, Kathryn A. Hjerrild, Jonathan Bartlett, Alexander D. Douglas, Jing Jin, Rebecca E. Brown, Joseph J. Illingworth, Rebecca Ashfield, Stine B. Clemmensen, Willem A. de Jongh, Simon J. Draper, Matthew K. Higgins. Nature. 2014. Vol. 515. No 7527. P. 427–430.

Фундаментальная медицина

Нарушение синаптической регуляции индуцированных плюрипотентных стволовых клеток человека как модель психических заболеваний

Synaptic dysregulation in a human iPS cell model of mental disorders. Zhexiong Wen, et al. *Nature*. 2014. Vol. 515. No 7527. P. 414–418.

Накопление сукцината при ишемии обуславливает реперфузионное повреждение через митохондриальную АФК

Ischaemic accumulation of succinate controls reperfusion injury through mitochondrial ROS. Edward T. Chouchani, et al. *Nature*. Vol. 515. No 7527. P. 431–435.

Протеинкиназа c-Abl способствует дифференцировке адипоцитов путем воздействия на фактор транскрипции PPAR γ 2

c-Abl tyrosine kinase promotes adipocyte differentiation by targeting PPAR- γ 2. Rom Keshet, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16365–16370.

Общий механизм подавления трансляции макролидами

The general mode of translation inhibition by macrolide antibiotics. Krishna Kannan, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 45. P. 15958–15963.

Математическая модель саркоидоза

Mathematical model of sarcoidosis. Wenrui Hao, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 45. P. 16065–16070.

Обеспечиваемые DLK1/PREF1 регуляция метаболизма питательных веществ и защита от стеатоза

DLK1/PREF1 regulates nutrient metabolism and protects from steatosis. Marika Charalambous, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 45. P. 16088–16093.

Хлоровирус ATCV-1 принадлежит вирусу и вызывает изменения когнитивных функций у человека и мышей

Chlorovirus ATCV-1 is part of the human oropharyngeal virome and is associated with changes in cognitive functions in humans and mice. Robert H. Yolken, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 45. P. 16106–16111.

Почему доля передачи ВИЧ-инфекции на ранней стадии не позволяет долгосрочное прогнозирование заболеваемости ВИЧ

Why the proportion of transmission during early-stage HIV infection does not predict the long-term impact of treatment on HIV incidence. Jeffrey W. Eaton, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 45. P. 16202–16207.

Негамицин связывается с головкой малой субъединицы рибосомы у *Escherichia coli* и индуцирует остановку трансляции и нарушения декодирования

Negamycin induces translational stalling and miscoding by binding to the small subunit head domain of the *Escherichia coli* ribosome. Nelson B. Olivier, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16274–16279.

Медь — эндогенный модулятор спонтанной активности нервной цепи

Copper is an endogenous modulator of neural circuit spontaneous activity. Sheel C. Dodani, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16280–16285.

Транскрипционный фактор RUNX1 необходим для пролиферации мезенхимальных стволовых клеток и дифференцировки миофибробластов

RUNX1 is essential for mesenchymal stem cell proliferation and myofibroblast differentiation. Woosook Kim, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16389–16394.

Мутация K-Ras^{V14I} способствует проявлению синдрома Нунан у мышей

K-RasV14I recapitulates Noonan syndrome in mice. Isabel Hernández-Porras, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16395–16400.

Половой диморфизм в экспрессии гена *Mafb* необходим для формирования мужской уретры в процессе эмбрионального развития

Sexually dimorphic expression of *Mafb* regulates masculinization of the embryonic urethral formation. Kentaro Suzuki, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16407–16412.

Быстрые изменения кишечного микробиома в ходе эволюции человека

Rapid changes in the gut microbiome during human evolution. Moeller A.H., Li Y., Ngole E.M., et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16431–16435.

Масс-цитометрия сигнализации TCR в отдельно взятой клетке: усиление небольших начальных различий приводит к низкому уровню активации ERK у мышей NOD

Single-cell mass cytometry of TCR signaling: Amplification of small initial differences results in low ERK activation in NOD mice. M. Mingueneau, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16466–16471.

Транскрипционный фактор EGR2 критически важен для дифференцировки наивных периферических Т-лимфоцитов и Т-клеточного ответа против гриппа

EGR2 is critical for peripheral naive T-cell differentiation and the T-cell response to influenza. Ning Du, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16484–16489.

Для индукции резистентности мышц к инсулину путем генетической активации пируватдегидрогеназы изменяется выбор субстрата для окисления

Genetic activation of pyruvate dehydrogenase alters oxidative substrate selection to induce skeletal muscle insulin resistance. Yasmeen Rahimi, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16508–16513.

Пространственная модель сходства структур в коре головного мозга

Spatial embedding of structural similarity in the cerebral cortex. H. Francis Song, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16580–16585.

СУМОилирование лизина 340 (K340) угнетает разрушение белка тау, нарушая его фосфорилирование и убиквитинирование

SUMOylation at K340 inhibits tau degradation through deregulating its phosphorylation and ubiquitination. Hong-Bin Luo, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16586–16591.

Фундаментальная медицина

Сигнальные пути базофилов, активируемые аллергенами с протеазной активностью

Signaling pathways activated by a protease allergen in basophils. Rosenstein R.K., Bezbradica J.S., Yu S., Medzhitov R. PNAS. 2014. Vol. 111. No 46. P. E4963–E4971.

Клетки, инфицированные вирусом простого герпеса 1, экспортируют в неинфицированные клетки экзосомы, содержащие STING, вирусные РНК и микроРНК

Cells infected with herpes simplex virus 1 export to uninfected cells exosomes containing STING, viral mRNAs, and microRNAs. Maria Kalamvoki, Te Du, Bernard Roizman. PNAS. 2014. Vol. 111. No 46. P. E4991–E4996.

Возрастное снижение сегрегации областей мозга здоровых людей

Decreased segregation of brain systems across the healthy adult lifespan. Micaela Y. Chan, Denise C. Park, Neil K. Savalia, Steven E. Petersen, Gagan S. Wig. PNAS. 2014. Vol. 111. No 46. P. E4997–E5006.

Науки о здоровье

Стратегии ограничения распространения лихорадки Эбола в Западной Африке

Strategies for containing Ebola in West Africa. Abhishek Pandey, et al. Science. 2014. Vol. 346. No 6212. P. 991–995.

Успешность в жизни и использование сервисов профилактики заболеваний

Purpose in life and use of preventive health care services. Eric S. Kim, Victor J. Strecher, Carol D. Ryff. PNAS. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16331–16336.

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ · Электротехника, электронная техника, информационные технологии

Геномная аналоговая память с точной записью в ДНК *in vivo* в популяциях живых клеток

Genomically encoded analog memory with precise *in vivo* DNA writing in living cell populations. Fahim Farzadfard, Timothy K. Lu. Science. 2014. Vol. 346. No 6211. P. 1256272-1–8.

Микрокольцевые лазеры, обладающие пространственно-временной симметрией

Parity-time-symmetric microring lasers. Hossein Hodaei, Mohammad-Ali Miri, Matthias Heinrich, Demetrios N. Christodoulides, Mercedeh Khajavikhan. Science. 2014. Vol. 346. No 6212. P. 975–978.

Одномодовый лазер на основе нарушения симметрии по пространственной четности и обращению времени

Single-mode laser by parity-time symmetry breaking. Liang Feng, Zi Jing Wong, Ren-Min Ma, Yuan Wang, Xiang Zhang. Science. 2014. Vol. 346. No 6212. P. 972–975.

Распознавание и амплификация сигнала на основе синтетических протеаз

Protease-based synthetic sensing and signal amplification. Viktor Stein, Kirill Alexandrov. PNAS. 2014. Vol. 111. No 45. P. 15934–15939.

Медицинские технологии

Возможности МР-трактографии в установлении анатомической точности связей мозга ограничены

Anatomical accuracy of brain connections derived from diffusion MRI tractography is inherently limited. Cibu Thomas, et al. PNAS. 2014 Vol. 111. No 46. P. 16574–16579.

Нанотехнологии

Искусственная химическая и магнитная структура в доменных стенках эпитаксиального оксида

Artificial chemical and magnetic structure at the domain walls of an epitaxial oxide. S. Farokhipoor, C. Magen, S. Venkatesan, J. Iniguez, C. J. M. Daumont, D. Rubi, E. Snoeck, M. Mostovoy, C. de Graaf, A. Muller, M. Doblinger, C. Scheu, B. Noheda. Nature. 2014. Vol. 515. No 7527. P. 379–383.

Промышленные биотехнологии

Направленная эволюция сверхстабильной карбоангидразы для высокоэффективного улавливания углерода из дымовых газов

Directed evolution of an ultrastable carbonic anhydrase for highly efficient carbon capture from flue gas. Oscar Alvizo, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16436–16441.

Обонятельный рецептор для DEET и метилжасмоната у комара

Mosquito odorant receptor for DEET and methyl jasmonate. Pingxi Xu, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16592–16597.

Технологии материалов

Структура и динамика расплавленного диоксида урана

Molten uranium dioxide structure and dynamics. L. B. Skinner, C. J. Benmore, J. K. R. Weber, M. A. Williamson, A. Tamolonis, A. Hebden, T. Wiencek, O. L. J. Alderman, M. Guthrie, L. Leibowitz, J. B. Parise. Science. 2014. Vol. 346. No 6212. P. 984–987.

Сверхпроводящая фаза FeSe, индуцированная полем в промежуточном состоянии БКШ-БЭК

Field-induced superconducting phase of FeSe in the BCS-BEC cross-over. Shigeru Kasahara, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16309–16313.

Химические технологии

Никелевый катализатор, модифицированный аминокислотами, демонстрирует обратимое окисление/восстановление H₂ в широком диапазоне pH при повышенных температурах

Amino acid modified Ni catalyst exhibits reversible H₂ oxidation/production over a broad pH range at elevated temperatures. Arnab Dutta, Daniel L. DuBois, John A. S. Roberts, Wendy J. Shaw. PNAS. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16286–16291.

СОЦИАЛЬНЫЕ НАУКИ · Психологические науки

Полевые исследования прямых и косвенных наказаний среди незнакомых людей

Direct and indirect punishment among strangers in the field. Loukas Balafoutas, Nikos Nikiforakis, Bettina Rockenbach. PNAS. 2014. Vol. 111. No 45. P. 15924–15927.

Бессознательное различение социальных сигналов по белкам глаз у младенцев

Unconscious discrimination of social cues from eye whites in infants. Sarah Jessen, Tobias Grossmann. PNAS. 2014. Vol. 111. No 45. P. 16208–16213.

Вентромедиальная префронтальная кора осуществляет моделирование будущих событий путем интеграции имеющихся знаний

Ventromedial prefrontal cortex supports affective future simulation by integrating distributed knowledge. Roland G. Benoit, Karl K. Szpunar, Daniel L. Schacter. PNAS. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16550–16555.

Социальная и экономическая география

Роль здоровья пострадавших от урагана Катрина в прогнозировании концентрации малообеспеченного населения

Role of health in predicting moves to poor neighborhoods among Hurricane Katrina survivors. Mariana C. Arcaya, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16246–16253.

Сокращение численности человеческой популяции не решит проблемы окружающей среды в краткосрочной перспективе

Human population reduction is not a quick fix for environmental problems. Corey J.A. et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16610–16615.

Прочие социальные науки

Дикие шимпанзе планируют место, время и тип завтрака

Wild chimpanzees plan their breakfast time, type, and location. Karline R. L. Janmaat, Leo Polansky, Simone Dagui Ban, and Christophe Boesch. PNAS. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16343–16348.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ ·**Сельское хозяйство, лесное хозяйство, рыбное хозяйство****Влияние современного климата и загрязнения воздуха на сельское хозяйство Индии**

Recent climate and air pollution impacts on Indian agriculture. Jennifer Burney, V. Ramanathan. PNAS. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16319–16324.

Основной количественный локус, *Days to heading 7*, определяет фотопериодическую чувствительность и региональную адаптацию у риса

Days to heading 7, a major quantitative locus determining photoperiod sensitivity and regional adaptation in rice. He Gao, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16337–16342.

Быстрая диверсификация пяти AA геномов рода *Oryza* связана с адаптацией риса

Rapid diversification of five *Oryza* AA genomes associated with rice adaptation. Qun-Jie Zhang, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 46. P. E4954–E4962.

Ассиметричное складывание крыльев у стафилин

Asymmetric hindwing foldings in rove beetles. Kazuya Saito, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16349–16352.

Обертоновая основа пения пестрого американского дрозда: неожиданное сходство с устройством гаммы в музыке

Overtone-based pitch selection in hermit thrush song: unexpected convergence with scale construction in human music. Emily L. Doolittle, Bruno Gingras, Dominik M. Endres, W. Tecumseh Fitch. PNAS. 2014. Vol. 111. No 46. P. 16616–16621.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Технологии нанотвердомерии



Алексей Усеинов:

Более 20 лет «Технологический институт сверхтвердых и новых углеродных материалов» занимается разработкой оборудования и методик для исследования механических свойств и других характеристик поверхности материалов. В России и за рубежом хорошо известны наши нанотвердомеры серии «НаноСкан». По своим

техническим возможностям они успешно конкурируют с лучшими мировыми аналогами, а по уровню сервиса и методической поддержки не имеют себе равных.

Мы с удовольствием информируем Вас о начале серийного выпуска нового сканирующего зондового микроскопа-нанотвердомера «НаноСкан-4D». В приборе «НаноСкан-4D» реализовано более 30 различных измерительных методик, охватывающих все основные виды измерений физико-механических свойств на субмикронных и нанометровых масштабах линейных размеров. Прибор применяется для измерения локальных значений модуля упругости и твердости однородных и наноструктурированных материалов, определения механических характеристик элементов микроэлектромеханических систем (МЭМС), исследования тонкослойных функциональных покрытий и гетерогенных структур.

Отличительной особенностью «НаноСкан-4D» является высокая степень автоматизации проводимых измерений. Модульная конструкция прибора и современное управляющее программное обеспечение позво-

ляют сконфигурировать практически любой набор измерительных процедур, после чего заданная последовательность испытаний выполняется без участия оператора.

Новый прибор получил высокую оценку профессионального экспертного сообщества: в октябре 2014 года сотрудник ФГБНУ ТИСНУМ Константин Кравчук стал победителем Российской молодежной премии в области наноиндустрии за участие в разработке сканирующего нанотвердомера «НаноСкан-4D»

Мы предлагаем рассмотреть возможность организации совместных исследовательских проектов. Будем рады лично представить Вам возможности нового прибора на базе отдела исследования физико-механических свойств ФГБНУ ТИСНУМ (г. Москва, г.о. Троицк) и провести тестовые измерения на Ваших образцах!

За дополнительной информацией обращайтесь к заведующему отделом Усеинову Алексею (тел.: +7(499) 272-23-14, доб. 240, info@nanoscan.info); руководителю проектов Мезеневой Ирине (sales@nanoscan.info)

Подписка на полную версию журнала «Наука в мире»

<i>Период подписки</i>	<i>Количество выпусков</i>	<i>Стоимость</i>
Подписка на 12 месяцев	50	125 000,00р.
Подписка на 6 месяцев	25	70 000,00р.

Направьте запрос на адрес rasn@allrussia.ru в свободной форме. В тексте запроса укажите название вашей организации, реквизиты, контактное лицо и телефон для связи.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Технологии вакуумного нанесения покрытий



Челапкин Д.Г.:

Компания «ЭСТО-Вакуум», расположенная в городе Зеленоград, занимается проектированием, производством и обслуживанием вакуумно-технологического оборудования для технологий нанесения и травления тонких пленок, применяемых в микроэлектронике, микромеханике и других областях. За 10 лет существования компанией было реализовано более 100 установок. Наши основные клиенты входят в крупнейшие госкорпорации, такие как Ростехнологии, Росэлектроника, Росатом и другие.

Мы осуществляем полный цикл производства оборудования:

Проектирование. Департамент проектирования имеет подразделения по проектированию механического оборудования, электрики и систем управления, разработке программного обеспечения. Департамент оснащен программным обеспечением (CAD, PDM, SCADA) российского производства.

Производство. В компании имеются цеха для узловой сборки, сборки и испытания выпускаемого оборудования, автоматизированные системы закупки, хранения и комплектации.

Отработка технологии.

Сервисное обслуживание. Обслуживание состоит из трех уровней: служба технической поддержки, удаленное обслуживание, обслуживание с выездом к клиенту. Так же, имеется собственный склад запасных частей.

Компания разработала и производит 4 серии установок напыления и травления: Caroline, Irída (кластерное оборудование), Solvac (оборудование для крупногабарит-

ных изделий) и Antares (оборудование, выполненное на заказ).

В 2010 году в «ЭСТО-Вакуум» открылся Центр Технологических Услуг для отработки технологий и выпуска продукции малыми сериями. В нашем центре мы предоставляем услуги плазмохимического травления, ионного травления, магнетронного напыления, термического испарения. У клиента есть возможность присутствовать при проведении технологического процесса.

«ЭСТО-Вакуум» является портфельной компанией РОСНАНО, имеет членство в таких организациях, как Европейская Ассоциация SEMI, Межотраслевое Объединение Наноиндустрии (МОН), инновационный кластер «Зеленоград» и др. С 2014 года компания является аккредитованным центром коллективного пользования ООО «Технопарк «Сколково».

Узнать дополнительную информацию о нашей компании или обратиться за услугами Вы можете по телефону (945) 981-91-69 или по адресу marketing@esto-vacuum.ru.

Подписка на журнал «Наука в мире. Экспресс» оформляется бесплатно до конца 2014 года

Направьте запрос на адрес express@naukavmire.ru в следующем виде:

1. ФИО
2. Адрес электронной почты
3. Место работы (если есть)
4. Должность
5. Телефон для связи (желательно)
6. Фраза: «Хочу получать журнал «Наука в мире. Экспресс». Даю согласие на хранение и обработку предоставленных персональных данных»

Если Вам понравился журнал – оформите подписку и перешлите его друзьям и знакомым, пусть тоже подписываются.

Вопросы и предложения по форме и содержанию номера присылайте, пожалуйста, на адрес express@naukavmire.ru. Проект находится в стадии формирования и нам важна любая обратная связь!