

НАУКА **в мире**

Сокращенная версия

экспресс

№ 7 (1), 5 ноября 2014 г.

Сергей Одинцов: «Полная теория гравитации должна быть квантовой»

стр. 9

Мантийные плюмы трудно зафиксировать, но моделирование показывает, что они существуют и даже способны расколоть континентальные плиты

стр. 8

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

стр. 5



Издание «НАУКА В МИРЕ. Экспресс» №7 (1)
Сокращенная версия журнала «НАУКА В МИРЕ»
5 ноября 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

Старший научный редактор редакционной части
Роман Александрович ФИШМАН

Старший научный редактор реферативной части
Вацлав Владимирович ПОЖАРСКИЙ

Корректор

Татьяна Александровна ПОЖАРСКАЯ

Редакторы-референты

Беляев А.В., Братцева А.Л., Ветрова Е.В., Герасимова О.В.,
Дедков Г.В., Дотолева К.С., Дронова А.М.,
Жармухамедов С.К., Касацкая С.А., Колядко В.М.,
Корепанов А.П., Кутукова Е.А., Лим Д.А., Лупачева Н.В.,
Марыгин Р.А., Моисеев А.В., Молдогазиева Н.Т.,
Мохосоев И.М., Ольховик А.Ю., Петрова Н.С.,
Пожарский В.В., Сварник О.Е., Сидоров Р.П.,
Стрекопытов В.В., Суязова П.А., Ташкеев А.И.,
Черданцев В.Г., Шандарин И.Н., Шустикова Л.А.,
Якименко А.В., Ястребов С.А.

Адрес редакции (для переписки):

105066, г. Москва, ул. Спартаковская, 11-1.
e-mail: naukavmire@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

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

6 Новости

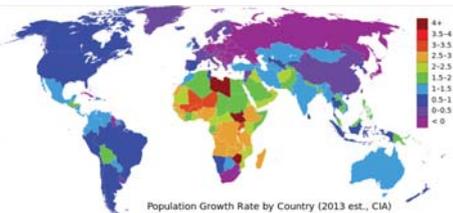
Вершина научного айсберга

Самые цитируемые публикации за 50 лет посвящены биологическим методам

Rank	Authors	Title	Journal	Volume	Pages	Year	Cites (1964-2013)
1	Loring D., et al.	Protein measurement with the folin phenol reagent.	J. Biol. Chem.	238	209-215	1951	30154
2	Laemmli U. K.	Clearance of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4.	Nature	227	680-685	1970	22305
3	Blauffel M. M.	A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing a principle of protein-dye binding.	Anal. Biochem.	72	249-254	1976	12038
4	Sanger F., et al.	20th sequencing with chain-terminating inhibitors.	Proc. Natl Acad. Sci. USA	74	5463-5467	1977	40333
5	Chomczynski P., et al.	Single-step method of RNA isolation by acid guanidinium thiocyanate-phenol-chloroform extraction.	Anal. Biochem.	162	156-159	1987	40337
6	Tredwell, et al.	Electrostatic transfer of proteins from polyacrylamide gels to nitrocellulose (Pierce procedure) and some applications.	Proc. Natl Acad. Sci. USA	76	4359-4364	1979	53349
7	Lee C., et al.	Development of the Callé-Clavé correlation energy formula into a functional of the electron density.	Phys. Rev. B	37	783-789	1988	46702
8	Bedke A. S., et al.	Density Functional thermochemistry. III. The role of exact exchange.	J. Chem. Phys.	98	1355-1370	1993	40141
9	Palsh L., et al.	A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues.	J. Biol. Chem.	236	497-505	1957	40132
10	Thompson J. D., et al.	Clustal W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice.	Nucleic Acids Res.	27	3382-3389	1994	40201

7 Инерция человечества

Население Земли достигнет 12 млрд человек к 2100 году. Замедлить рост может только регулирование рождаемости



8 Комментарий эксперта

Проблема с плюмами

Откуда берутся вулканы в середине литосферных плит и как слабые силы раскалывают целые континенты

9 От первого лица

Гравитация и ее модификация

Сергей Одинцов об альтернативных теориях гравитации и темной энергии



Nature · PNAS · Science: заголовки статей

13 Естественные и точные науки

16 Медицинские науки и общественное здравоохранение

18 Гуманитарные науки

18 Техника и технологии

19 Социальные науки

20 Сельскохозяйственные науки

20 Междисциплинарные исследования



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**

БЕСПРЕЦЕДЕНТНО 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. **«Древний сибиряк».** Российские ученые секвенировали геном древнейшего из предков современного человека. Возраст останков определили в 45 тысяч лет. В то время человеческие популяции только начали разделяться на европейскую и азиатскую. Полномасштабный анализ генома показал, что его обладатель родился через 7–12 тысяч лет после прекращения скрещиваний неандертальцев с предками современных людей. *Nature*. 2014. Vol. 514. No 7523. P. 445–449.
2. **«Микроскопия нового поколения».** Авторы разработали флуоресцентную микроскопию нового поколения. Одновременным возбуждением образца серией световых плоскостей удастся получать объемное изображение с пространственным разрешением до 70 нм и собирать до 1000 объемных снимков в секунду. Метод позволяет визуализировать динамику процессов в живых объектах в масштабах от макромолекулярных комплексов до целого организма. *Science*. 2014. Vol. 346. No 6208. P. 1257998-1-1257998-11.
3. **«Экстраординарные альтруисты».** Человек, ставший донором почки для кого-то совершенно незнакомого, в понимании авторов статьи, является экстраординарным альтруистом. Оказалось, альтруисты отличаются от «нормальных» людей увеличенным объемом правого миндалевидного тела и чрезмерной реакцией на лица испуганных людей. Интересно, что антисоциальные психопаты тоже отличаются от обычных людей по этим двум характеристикам, только у них все наоборот. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 42. P. 15036–15041.
4. **«Митохондрии и старение».** Мыши со сверхэкспрессией человеческой каталазы (фермент-антиоксидант) в митохондриях сохраняли хороший мышечный тонус в старости. Показано, что механизм защиты мышц от старческих миопатий связан с предотвращением окисления кальциевого канала и вызванных этим утечек кальция из эндоплазматического ретикула. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 42. P. 15250–15255.
5. **«Гигантский Ридберг».** В природном кристалле Cu_2O на макроуровне обнаружены оптические свойства, характерные для единичного атома водорода (гигантские экситоны Ридберга). Открытие может оказаться полезным как для разработки новых технологий, так и для теоретических изысканий: с помощью такого квазиатома можно моделировать процессы, происходящие в звездах-белых карликах, где водород находится под действием сильного магнитного поля и обнаруживает аномальные свойства. *Nature*. 2014. Vol. 514. No 7523. P. 343–347.
6. **«Безработица и рождаемость».** Когда в стране растет безработица, молодые женщины реже рожают. В США рост безработицы среди женщин в возрасте 20–24 лет на 1% приводит к снижению количества зачатий примерно на 10%. При отслеживании фертильности женщин до сорокалетнего возраста оказалось, что ситуация еще больше усугубляется. У женщин, переживших рост безработицы в возрасте 20–24 лет, к сорока годам количество зачатий снижается почти на треть! *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 41. P. 14734–14739.
7. **«Всемирная батарейка».** Авторы предлагают устройство аккумулятора для стационарного хранения электроэнергии в распределенных сетях (гридах). Доказывается, что жидкометаллическая ячейка с литием в качестве отрицательного электрода и сплавом свинца и сурьмы в качестве положительного – разумный оптимум. При температуре 450 °C ячейка работает с суммарной эффективностью по энергии 73%. *Nature*. 2014. Vol. 514. No 7523. P. 348–355.
8. **«Пьезоэффект в монослое».** Моноатомный слой MoS_2 проявляет пьезоэлектрические свойства (при механической деформации возникает электрическая разность потенциалов). Этот двумерный материал может оказаться полезным в создании новых элементов нанoeлектроники. *Nature*. 2014. Vol. 514. No 7523. P. 470–473.
9. **«Конструктор для микрофлюидики».** Предложен подход для создания микрофлюидных систем с помощью 3D-печати. Создается набор универсальных компонентов – камер, датчиков, каналов, – которые можно собирать и конфигурировать в работающую систему по аналогии с детским конструктором. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 42. P. 15013–15018.
10. **«Взрывы на Солнце».** В работе проанализированы результаты наблюдений Солнца в моменты выброса вещества и магнитных возмущений. Предложена физическая модель формирования такого выброса. *Nature*. 2014. Vol. 514. No 7523. P. 465–469.

Вершина научного айсберга

Журнал Nature опубликовал рейтинг 100 самых цитируемых статей в истории современной науки

145 лет назад вышел первый номер журнала Nature, сумевшего за это время стать наиболее влиятельным академическим изданием в мире. А 50 лет назад Юджин Гарфилд впервые предложил индекс цитирования (science citation index, SCI) в качестве одного из ключевых показателей востребованности научной публикации. Отмечая двойной юбилей, редакция Nature обратилась к статистике Web of Science и подготовила список 100 наиболее высокоцитируемых публикаций, вышедших с 1900 г.

Статьи, сообщавшие об установлении структуры ДНК, обнаружении расширения Вселенной или открытии высокотемпературных проводников, в список не попали. Чтобы войти в эту сотню лучших, требовалось более 12 тыс. цитирований — для сравнения, публикация Уотсона и Крика о двойной спирали набрала «всего лишь» 5207 ссылок, а важной исследование, обнаружившее дыру в озоновом слое, — лишь 1871. Вообще, из 58 млн научных статей,

охваченных индексом, лишь 14,5 тыс. цитируются более 1 тыс. раз. Больше 100 раз упоминаются около 1 млн статей, на 13 млн ссылаются от 10 до 99 раз, на 18,3 млн 1–9 раз, а на остальные 25,3 млн ни разу.

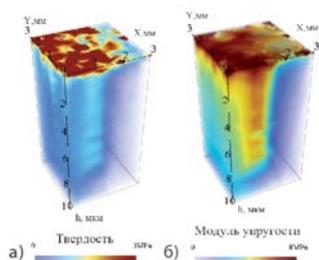
Самой высокоцитируемой работой в истории оказалась вышедшая в 1951 г. статья Оливера Лоури с соавторами — «Количественные измерения белков с помощью реактива Фолина-Чиокальте» (Protein measurement with the folin phenol reagent Lowry O., et al. Journal of Biological Chemistry. 1951. Vol. 193. P. 265–275), набравшая более 305 тыс. цитирований. Вообще же, в верхней десятке списка доминируют публикации, посвященные лабораторным методам в биологии. Заметное место они занимают и в рейтинге в целом, а среди других высокоцитируемых направлений можно отметить биоинформатику, физическую химию и кристаллографию.

Источник: The top 100 papers. Richard Van Noorden, et al. Nature. 2014. Vol. 514. No 7524. P. 550–553.

Rank	Authors	Title	Journal	Volume	Pages	Year	Times cited
1	Lowry O. H., et al.	Protein measurement with the folin phenol reagent.	<i>J. Biol. Chem.</i>	193	265–275	1951	305148
2	Laemmli U. K.	Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4.	<i>Nature</i>	227	680–685	1970	213005
3	Bradford M. M.	A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding.	<i>Anal. Biochem.</i>	72	248–254	1976	155530
4	Sanger F., et al.	DNA sequencing with chain-terminating inhibitors.	<i>Proc. Natl Acad. Sci. USA</i>	74	5463–5467	1977	65335
5	Chomczynski P., et al.	Single-step method of RNA isolation by acid guanidinium thiocyanate-phenol-chloroform	<i>Anal. Biochem.</i>	162	156–159	1987	60397
6	Towbin H., et al.	Electrophoretic transfer of proteins from polyacrylamide gels to nitrocellulose sheets: procedure and some applications.	<i>Proc. Natl Acad. Sci. USA</i>	76	4350–4354	1979	53349
7	Lee C., et al.	Development of the Colle-Salvetti correlation-energy formula into a functional of the electron density.	<i>Phys. Rev. B</i>	37	785–789	1988	46702
8	Becke A. D., et al.	Density-functional thermochemistry. III. The role of exact exchange.	<i>J. Chem. Phys.</i>	98	5648–5652	1993	46145
9	Folch J., et al.	A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues.	<i>J. Biol. Chem.</i>	226	497–509	1957	45131
10	Thompson J. D., et al.	Clustal W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice.	<i>Nucleic Acids Res.</i>	22	4673–4680	1994	40289

10 самых высокоцитируемых публикаций за все время существования научного индекса цитирования (SCI). Данные Web Of Science.

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.

Инерция человечества

Рост населения Земли не сдержат ни пандемии, ни мировые войны

Планета под угрозой: продолжающийся рост численности населения, уровня потребления и эксплуатации природных ресурсов оказывает все большее влияние на все без исключения экосистемы Земли. Как и многие физические явления, этот рост обладает инерцией и стремится сохранить свою динамику под действием внешних факторов, будь то глобальные катастрофы или попытки государств применять новую рациональную семейную политику.

Исследованию демографической инерции глобального населения Земли посвящена статья, которая будет опубликована в ближайшем номере журнала PNAS. Работа, проведенная австралийскими учеными, основана на официальной статистике Всемирной организации здравоохранения и Американского бюро переписи населения. Для прогнозирования демографической ситуации в 2013–2100 годах использованы модели, хорошо знакомые и отработанные в популяционной биологии.

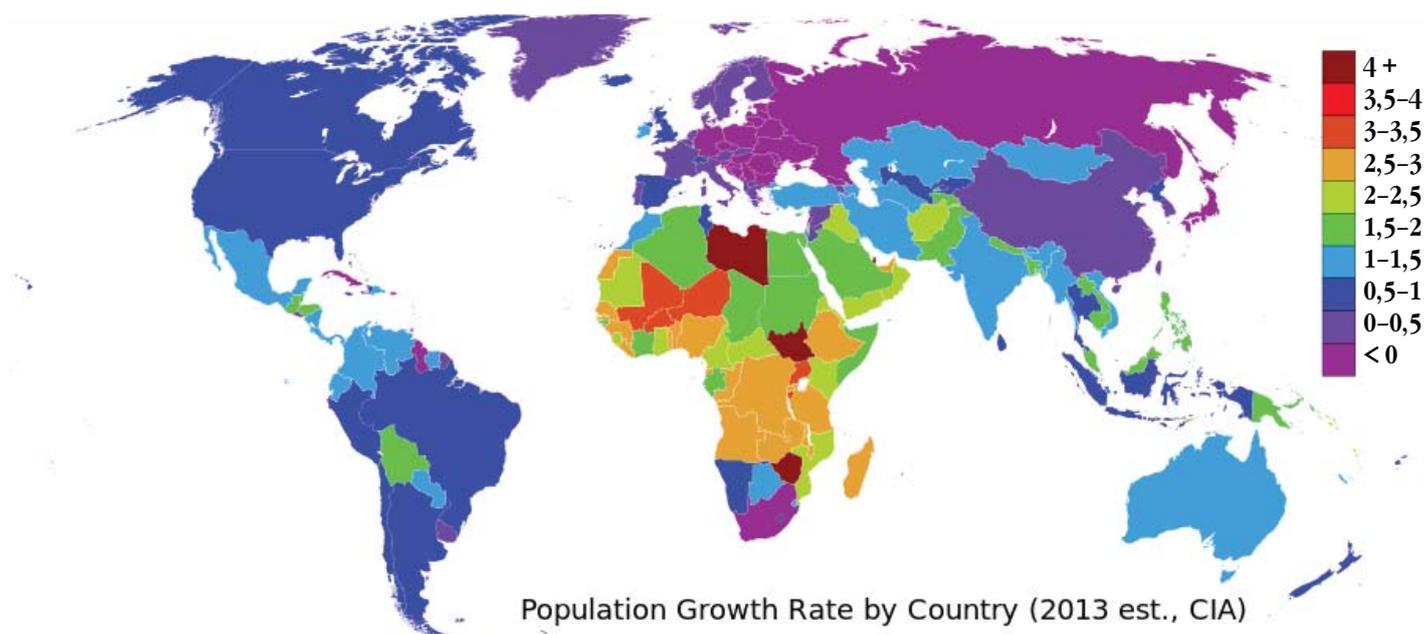
Авторы рассмотрели 10 возможных сценариев развития человечества в зависимости от различных показателей — средней продолжительности жизни, возраста матери при рождении первого ребенка, числа детей в семье, а также влияния катастрофических факторов. Если никаких серьезных перемен не случится и все эти параметры останутся на уровне 2013 года, то к 2100 году, согласно расчетам,

численность населения Земли достигнет 12 млрд. Эта цифра в целом совпадает с официальным прогнозом ООН, что служит неплохим показателем достоверности использованных моделей.

12 млрд — это слишком много для того, чтобы всем обеспечить достойный уровень потребления. Но всерьез повлиять на эту цифру не способны даже глобальные катастрофы. Высокая демографическая инерция приводит к тому, что даже если в течение XXI века население Земли резко сократится, то к 2100 году численность его все равно достигнет 9,9–10,4 млрд. Резкое падение — на 5%, как в годы Первой и Второй мировых войн, или в результате пандемии «испанского гриппа», как в 1918 году, — будет быстро компенсировано.

Ученые называют два ключевых фактора, способных сдержать демографический рост. Во-первых, это массовое доступное прерывание нежелательных беременностей (по приведенной статистике, это позволит снизить число новорожденных на 16%), а во-вторых, повсеместное принятие политики «одна семья — один ребенок». Моделирование показало, что совместно эти два инструмента способны удержать население Земли до 2100 года на уровне 7–8 млрд человек.

Препринт: Human population reduction is not a quick fix for environmental problems. Bradshaw C. & Brook B. PNAS. 2014.



Процент прироста населения стран мира в 2013 г. с учетом рождаемости, смертности, иммиграции и эмиграции.

Иллюстрация: Wikimedia.

Проблема с плюмами

Откуда берутся вулканы в середине литосферных плит и как слабые силы раскалывают целые континенты

Мы привыкли считать, что землетрясения и вулканы происходят поблизости от границ тектонических плит. Однако некоторые «горячие точки» вулканизма проявляют себя иначе. Гавайи и Святая Елена, Этна и Йеллоустоун — здесь потоки раскаленной и расплавленной материи поднимаются прямо из-под литосферы, океанической или даже гораздо более толстой континентальной. Это явление объясняется гипотезой о действии мантийных плюмов — восходящих горячих потоков, существование которых до сих пор остается под вопросом. Например, предполагается, что именно мантийные плюмы, поднявшиеся под Сибирскими траппами, привели к массовому пермскому вымиранию, самому серьезному в истории жизни на Земле.

Согласно общепринятой теории, мантийные плюмы должны вызывать крупномасштабные топографические поднятия высотой до 1,5 км, простирающиеся на 1000 и более километров. Однако обнаружить такие структуры во многих случаях не удастся — даже там, где есть все основания предполагать наличие плюма и, следовательно, поднятия. Почему их не удастся найти, и как восходящие потоки мантии могут разрывать на куски целые континенты, разбирались геофизики Евгений Буров и Тарас Геря. В эксклюзивном комментарии для «Науки в мире» Евгений Буров, кандидат физико-математических наук, доктор наук о Земле (HDR), профессор Парижского института наук о Земле (ISTEP) при Университете Пьера и Марии Кюри, рассказал о работе, результаты которой были опубликованы в журнале Nature.

— Физическая геология похожа на астрономию: здесь, зачастую, невозможно не только поставить эксперимент, но и провести прямые наблюдения объекта. Все, что глубже нескольких километров, остается для нас недостижимым, доступным лишь для косвенных методов — таких как, скажем, сейсмическая томография. Чтобы разобраться в происходящем, создаются сложные физические модели, нередко в масштабах всей Земли, с учетом соответствующих давлений, температур, термодинамики и т. д. Эти модели должны давать результаты, максимально точно соответствующие геологическим явлениям, которые мы можем наблюдать у поверхности.

Такая трехмерная модель сверхвысокого пространственного разрешения, с учетом нелинейных термомеханических свойств и фазовых переходов в самой мантии, была построена и в нашей работе, с использованием собственных численных алгоритмов. Расчеты на основе этой модели потребовали больших вычислительных ресурсов, поэтому использовались суперкомпьютеры, работающие параллельно.

Сама работа касается двух важных проблем современной геодинамики. Первая из них — гипотеза, согласно которой течения земной мантии должны вызывать в литосфере не только горизонтальные движения (текtonику плит), но и вертикальные, связанные с крайне медленным подъемом и опусканием областей литосферы. Эти процессы «динамической топографии» (dynamic topography) должны развиваться на очень больших, порядка тысяч километров, масштабах.

Сложность состоит в том, что поиски таких образований на разных континентах до сих пор либо вовсе не увенчались успехом, либо привели к очень противоречивым результатам. Это довольно слабый и длинноволновой сигнал, который крайне тяжело отделить от результатов действия тектонических процессов, климатической эрозии и т. п. А ведь обнаружение таких структур стало бы очень важным шагом для геологии. В частности, они могли бы послужить косвенным свидетельством существования мантийных плюмов, которые до сих пор остаются лишь теоретически постулированными. В отличие от глобальных конвективных потоков в мантии, создающих горизонтальные тектонические движения плит, плюмы более локальны и могут быть ответственны за многие вертикальные смещения в литосфере, включая разрыв континентальных плит и формирование рифтов, разломов. Наши расчеты показывают, почему этот сигнал так тяжело найти. Континентальная литосфера обладает сложной структурой и выраженной стратификацией. Она содержит слои с низкой и высокой вязкостью, перемежающиеся с пластически хрупкими стратами. И когда подъем мантии происходит под таким многослойным «пирогом», значительная часть деформаций остается скрытой. На поверхности появляются лишь коротковолновые механические неустойчивости и локализованные деформации. Например, многочисленные мелкие разломы, которые легко теряются среди таких же сигналов, остающихся от обычных тектонических движений.

Даже континентальные плиты время от времени разрываются — как это произошло, например, с суперконтинентом Гондваной. Отсюда возникает вопрос о том, что именно, почему и как может вызывать эти катастрофы.

Иначе говоря, широкомасштабные перестройки, которые могут создавать мантийные плюмы, модулируются литосферой и превращаются в небольшие, которые легко перепутать с «обычными» тектоническими деформациями. Такие плюмы — опять же, в теории — могут, поднимаясь к литосфере, провоцировать не только вертикальные смещения ее слоев, но и разрывы тектонических плит. Отсюда — вторая проблема, которая рассматривается в нашей работе.

СПРАВКА «НАУКИ В МИРЕ»:

Идея мантийных плюмов была озвучена во второй половине XX в. для объяснения существования «горячих точек» активного вулканизма внутри, а не на границах тектонических плит. В теории, плюмы — это весьма стабильные во времени потоки горячего вещества, поднимающиеся к поверхности от самой границы между мантией и ядром.

Известно, что океанические плиты значительно тоньше континентальных и постоянно обновляются, их «жизненный цикл» составляет около 180 млн лет. Мощные континентальные плиты существуют намного дольше, некоторые из них появились еще на первых этапах эволюции Земли — возраст их достигает миллиардов лет.

С помощью моделей мы показали, что если из-за тектонических движений и неоднородностей плотности в мощной континентальной плите возникнут, пусть и довольно слабые, внутренние напряжения, под которыми появится мантийный плюм, этого воздействия будет достаточно, чтобы плиту расколоть. Причем топография образовавшегося разрыва не будет отражать топографию самого плюма, подобно тому как трещины на плексигласе мало говорят о форме оставившего его камня.

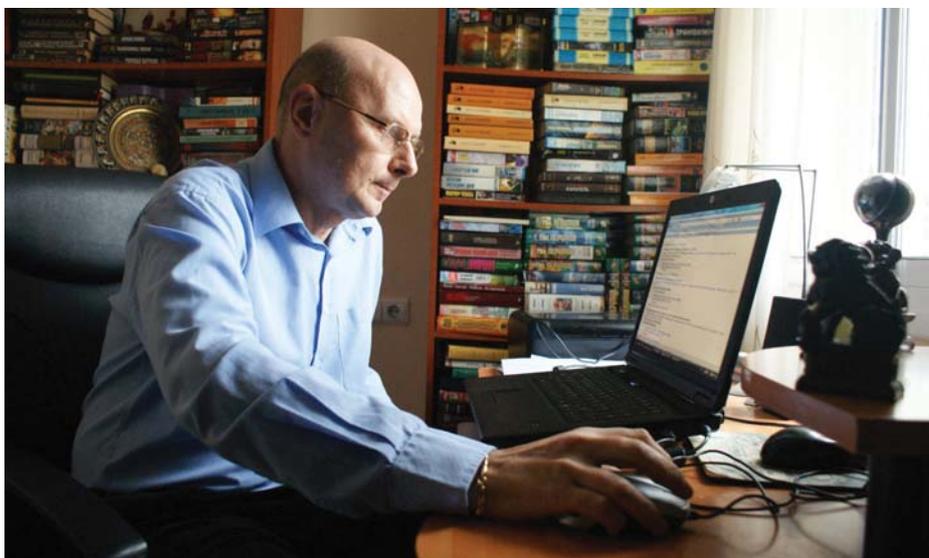
Такая картина следовала из некоторых гипотез, но до сих пор никогда не была подтверждена в рамках самодостаточной физической модели.

Публикация: Asymmetric three-dimensional topography over mantle plumes. Evgueni Burov, Taras Gerya. Nature. 2014. Vol. 513. No 7516. P. 85–89.

Гравитация и ее модификация

Некоторые странные явления Вселенной могут быть объяснены лишь «нетрадиционными» представлениями о гравитации и темной энергии

Общая теория относительности (ОТО) — один из краеугольных камней современной «постньютоновской» физики. Но многие наши представления о ранней и современной Вселенной не могут быть описаны с помощью классической ОТО, несмотря на десятилетия попыток и поисков. Возможно, помогут этому новые, альтернативные теории гравитации и темной энергии, о которых «Науке в мире» рассказал доктор физико-математических наук *Сергей Дмитриевич Одинцов*.



— Сергей Дмитриевич, действительно ли история представлений о темной энергии связана еще с работами Эйнштейна?

— Да, она появилась в его уравнениях в качестве космологической постоянной, хотя впоследствии он и называл ее своей самой большой ошибкой. Но ввел ее Эйнштейн не просто так: без этого слагаемого у него не получилось бы описать стационарную Вселенную.

Достоверно показано, что Вселенная не просто нестационарна, но расширяется с ускорением — за это открытие была присуждена Нобелевская премия по физике 2011 года. И чтобы объяснить это ускорение, одной лишь ОТО недостаточно. Для этого, как минимум, понадобится ввести в ее уравнения все ту же космологическую постоянную. Сегодня мы понимаем, что темная энергия — не просто некий математический курьез. Это, можно сказать, ответ теоретиков на данные наблюдений, на их интерпретацию.

— Какой статус имела эта «сомнительная» постоянная в промежуточный период, начиная с ее появления у Эйнштейна и до наблюдений ускоряющегося расширения Вселенной?

— Тогда теоретики рассматривали самые разные варианты, в том числе и разные варианты ОТО — и с космологической постоянной, и без нее. Дело в том, что космологическая постоянная позволяет легко описывать различные модели с ускоряющимся расширением Вселенной, поэтому ее давно используют, скажем, в расчетах инфляционной модели ранней Вселенной.

Но прежде чем ввести в уравнение новый член, например ту же космологическую постоянную, необходимо объяснить, обосновать механизм его появления. Стандартный механизм введения космологической постоянной, восходящий еще к работам академика Андрея Дмитриевича Сахарова, состоит в том, чтобы рассматривать квантовые поля, особенно активно действовавшие

именно в ранней Вселенной. Предполагается, что эти поля должны вносить свой «вакуумный», квантовый вклад в уравнения Эйнштейна. Тем самым выкладки ОТО как бы исправляются, если мы вводим постоянную, учитывающую квантовые эффекты. Это и приводит к появлению космологической постоянной и позволяет оценить ее значение.

— Каким же образом произошел переход от константы к темной энергии как новому понятию?

— Дело в том, что если мы переходим к теоретическому описанию не ранней, а современной Вселенной, расширяющейся с ускорением, нам потребуется совершенно другая космологическая постоянная. И расчеты приводят к совершенно нонсенсу: разница между «ранней» и «поздней» космологическими постоянными достигает 10¹²⁰! Это несуразно огромное число! Такая разница порождает известную среди специалистов «проблему космологической постоянной»: ведь даже если мы примем такую невероятную разницу, нам понадобится объяснить, откуда она взялась и почему столь велика. Поэтому еще достаточно давно возникло предположение о том, что для описания этих процессов нам необходимо использовать не космологическую постоянную, как некую константу в уравнениях, а «динамическую» постоянную — такую, которая меняется с течением времени.

Это изменение постоянной с течением времени само порождает массу проблем. В частности, мы нарушаем ковариантность уравнений Эйнштейна — едва ли не главное достижение его теории. (Говоря о ковариантности уравнений, подразумевают, что они выполняются независимо от системы отсчета и приводят к тем же самым физическим следствиям. — *Ред.*) В итоге получается, что в одной системе отсчета нужны одни расчеты, а в другой — другие: теория становится непоследовательной. Но нам-то нужна последовательная теория, которая удовлетворяла бы общей ковариантности; такая, чтобы законы физики одинаково действовали во всех системах отсчета. Поэтому нам прихо-

дится вовсе отказаться от космической постоянной, предложив на замену ей некое новое понятие.

Что тут может предложить теория? Например, некую «космологическую жидкость» — нечто, что можно описать по аналогии с жидкостью. Нечто, что, подобно жидкости, имеет эффективное давление, имеет эффективную плотность энергии, имеет уравнение состояния. Это новый вариант дополнения к теории Эйнштейна, позволяющий описать ускоряющееся расширение Вселенной на разных этапах ее жизни. Альтернатива — мы можем добавлять к тем же уравнениям некое скалярное «поле инфлятонов», вклад которого приводит к тому же результату. Этот второй путь даже более популярен, чем «жидкость».

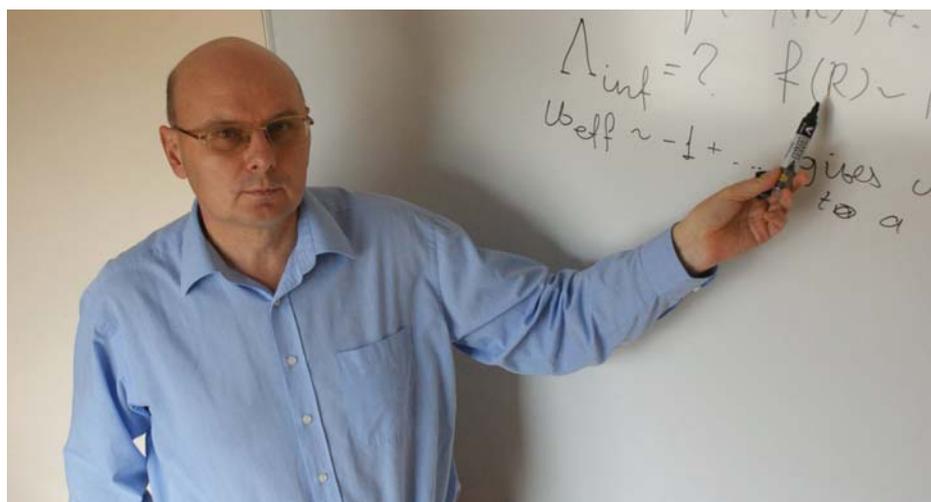
Инфлятонное поле, действительно, позволяет хорошо описать ускоряющееся расширение ранней Вселенной. Однако снова: использовать его для описания более поздних эпох Вселенной не получается. Для этого нам потребуются ввести еще одно скалярное поле, «поле темной энергии», соответствующее современной эпохе. Но и этот шаг не идеален — с новым полем мы получаем массу новых проблем: куда и как исчезает скалярное поле инфлятонов? Откуда и как появляется скалярное поле темной энергии? Даже с точки зрения эстетической красоты теории это выглядит не слишком хорошо.

— Какие же существуют альтернативы?

— Еще где-то полвека назад некоторые теоретики начали думать о том, что физические законы гравитации в ранней Вселенной могли быть совершенно другими. Иначе говоря, в ту эпоху действовала не эйнштейновская ОТО, а другая теория. Из-за совершенно другой, невероятно высокой плотности энергии в ней должны были реализовываться иные проявления единой квантовой гравитации.

В современную эпоху существования Вселенной могут проявляться — и действительно обнаруживаются — квантовые эффекты обычных полей, связанные с действием трех из четырех фундаментальных сил: слабого, сильного и электромагнитного взаимодействий. Поэтому вполне естественно ожидать, что квантоваться будет и четвертый вид взаимодействий, гравитационный. Иначе говоря, полная теория гравитации должна быть квантовой.

Подходов к такой теории существует немало: и теория струн, и М-теория, и петлевая квантовая гравитация, и масса других. У каждой из этих теорий в научном мире имеется своя «группа поддержки» — у одних довольно мало-



численная, у других, наоборот, весьма широкая, однако ни одна из этих теорий до сих пор не стала общепринятой. Так, среди других появилась и теория квантовой гравитации, основанная на использовании уравнений с высшими производными. На этой основе был разработан ряд моделей гравитационного поля, которые предлагают собственные описания процессов инфляции.

Конечно, ключевые события, о которых мы говорим, происходили очень давно, миллиарды и миллиарды лет назад, и найти их настоящие следы не так-то просто. Тем не менее, мы считаем, что именно изменение в физике гравитации в эпоху ранней Вселенной и привело ее к расширению с ускорением — инфляции. Впоследствии другое такое изменение привело к тому, что инфляция закончилась, и Вселенная стала расширяться с замедлением, что дало возможность образоваться крупномасштабной структуре: галактикам, звездам, планетам.

Уже позднее астрофизики, занимающиеся наблюдательной космологией,

выяснили, что примерно 5 млрд лет назад Вселенная вновь стала расширяться с ускорением и пришла к виду, который хорошо описывает современная феноменологическая модель Лямбда-CDM, включающая обычную (барионную) материю, холодную темную материю и темную энергию. Гравитация в ней приобрела такую форму, которая описывается также знакомыми нам уравнениями Эйнштейна.

Однако тогда возникло новое предположение: не меняется ли гравитация с расширением Вселенной?.. С теоретической точки зрения, идея эта очень красива: эволюция нашей Вселенной может быть обусловлена эволюцией физики ее гравитации, изменением уравнений. Тогда, обладая знаниями о том, как эволюционирует Вселенная, как меняются ее космологические параметры, мы сможем реконструировать гравитационную теорию на разных эпохах ее существования, начиная от ранних эпох — к средней и современной.

Впервые такая мысль прозвучала в 2002 году в работе Сальваторе Капоззиелло (Curvature quintessence. Salvatore Capozziello. International Journal of Modern Physics D. 2002. Vol. 11. P. 483—492. — *Ред.*). И буквально несколько месяцев спустя мы с моим японским соавтором профессором Ножири предложили объединенный подход к эволюции Вселенной в рамках теории модифицированной гравитации (Modified gravity with negative and positive powers of the curvature: Unification of the inflation and of the cosmic acceleration. S. Nojiri, Sergei D. Odintsov. Phys. Rev. D68. 2003. 123512. — *Ред.*). В рамках этой теории, в ранней Вселенной, имевшей очень высокую кривизну, гравитационный вклад в формулах выглядел одним образом, ведущую роль в них играли одни слагаемые. А в поздней, современной Вселенной, когда характерные энергии малы, мала

И СПРАВКА «НАУКИ В МИРЕ»: Инфляционная модель — гипотеза, согласно которой на ранней стадии Большого взрыва, пока Вселенная оставалась исключительно горячей (более 10^{28} К), она расширялась с ускорением. Такой подход позволяет решить целый ряд проблем, существующих в стандартной модели, включая однородность и изотропность Вселенной на больших масштабах. Сегодня реализуется целый ряд международных наблюдательных проектов, направленных на поиски свидетельств существования инфляционной стадии в ранней Вселенной. Ключевой вклад в развитие этой теории внесли Алан Гут, Андрей Линде, Вячеслав Муханов и Алексей Старобинский.

кривизна, на первый план выходят уже совершенно другие гравитационные слагаемые. Именно они и соответствуют тому, что в некоторых теориях называется темной энергией.

Получается, что все, что мы привыкли рассматривать в рамках представлений теории инфляции, теории относительности, темной энергии — все это лишь разные проявления пока достоверно неясной, но единой гравитационной физики. Чем бы ни оказалась та же темная энергия — космологической ли постоянной, неким скалярным полем, — мы предполагаем, что она является эффектом модифицированной гравитации в условиях современной Вселенной. Соответственно, и ОТО может рассматриваться, как частный случай этой более общей, модифицированной, эволюционирующей вместе со Вселенной, гравитации, применимый в данную эпоху.

— Получается, не нужны ни дополнительные поля, ни новые концепции — достаточно введения понятия модифицированной гравитации, которая меняется вместе со Вселенной и проявляется тем или иным образом?

— Да, хотя, к сожалению, пока это лишь феноменологическая модель. До сих пор не удастся создать ни единой теории поля, ни теории квантовой гравитации. В нашем распоряжении имеются лишь отдельные элементы, подходы, принимаемые далеко не всеми. Тем не менее, со времени появления тех первых публикаций нам уже удалось добиться многого. Разумеется, были попытки объявить наши модели модифицированной гравитации нереалистичными, были попытки опровергнуть те или иные из них. Однако ни одна из этих попыток успехом не увенчалась, и даже в тех случаях,

когда предлагалась интерпретация наблюдаемых данных, которая, вроде бы, противоречила какой-то из наших моделей, в нее быстро вносились определенные уточнения, позволявшие снять такие противоречия.

В итоге, уже сегодня мы имеем целый спектр модифицированных теорий гравитации. Кстати, буквально в сентябре за эту работу Итальянское гравитационное общество удостоило меня медали Амальди, европейской премии в области гравитационной физики.

Когда-то, в бытность мою еще студентом, нас строго учили, что ОТО — это единственная теория гравитации, которая удовлетворяет наблюдательным данным. Сейчас же я могу предложить сразу несколько классов теорий модифицированной гравитации, которые соответствуют этим данным ничуть не хуже. И если еще лет 15 назад такие заявления прозвучали бы полной чепухой, которую вряд ли согласился бы опубликовать авторитетный журнал, сегодня эти теории вполне можно назвать общеизвестными.

— Общеизвестными — но вряд ли общепринятыми?.. Стоит ли ожидать каких-либо наблюдательных данных, которые позволят подтвердить или опровергнуть такую модифицированную гравитацию?

Сегодня, на фоне активного поиска ярких наблюдательных свидетельств темной энергии, на фоне работы таких крупных проектов, как DES или Planck, мы ждем новых, более точных космологических данных, которые позволят произвести выбор между той или иной теоретической моделью.

К сожалению, расчеты моделей модифицированной гравитации оказываются исключительно сложны для работы. Выкладки ОТО, квантовой теории поля — все они основываются, по большому счету, на уравнениях с производными второго порядка. А в модифицированной гравитации нам

требуются производные уже высших порядков, вплоть до четвертого. С чисто математической точки зрения, это большая проблема, и решения таких уравнений найти крайне непросто.

Это направление еще в XIX веке развивал российский математик Михаил Остроградский, но оно остается исключительно сложным до сих пор. Работать с ним необходимо: в конце концов, только оно позволит нам использовать собственный подход к интерпретации тех же наблюдательных данных, которые собираются сегодня.

Например, не так давно астрофизики обнаружили необычные сверхкомпактные нейтронные звезды (Refined neutron star mass determinations for six eclipsing x-ray pulsar binaries. M.L. Rawls et al., *Astrophysical Journal*. 2011. Vol. 730/25), описать которые с точки зрения стандартного, эйнштейновского подхода не удастся. Точнее говоря, гравитация, существующая у таких сверхмассивных объектов, может быть формализована и с помощью ОТО, но такое описание требует введения массы дополнительных уточнений и параметров, требует «подгонки» теории.

В рамках же нашей, модифицированной теории гравитации эти массивные и компактные нейтронные звезды описываются замечательно. На эту тему мы с профессором Капоззиелло и доцентом Балтийского федерального университета Артемом Асташенко опубликовали недавно сразу несколько статей (см., например, Maximal neutron star mass and the resolution of the hyperon puzzle in modified gravity. Artyom V. Astashenok, Salvatore Capozziello; Sergei D. Odintsov. *Phys. Rev. D* 89. 2014. 103509. — *Ред.*). С моей точки зрения, это служит хорошим свидетельством в пользу модифицированной гравитации, демонстрирует ее силу в той ситуации, перед которой стандартные теории пасуют.

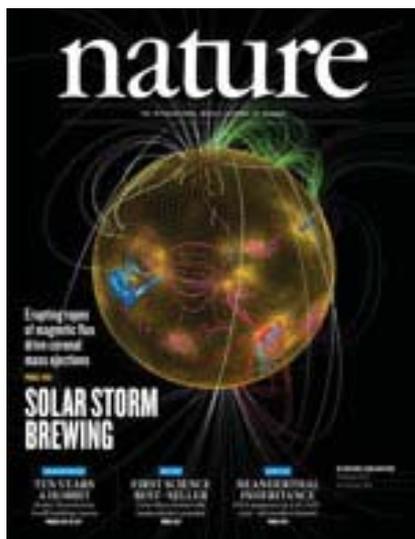
Беседовал Роман Фишман



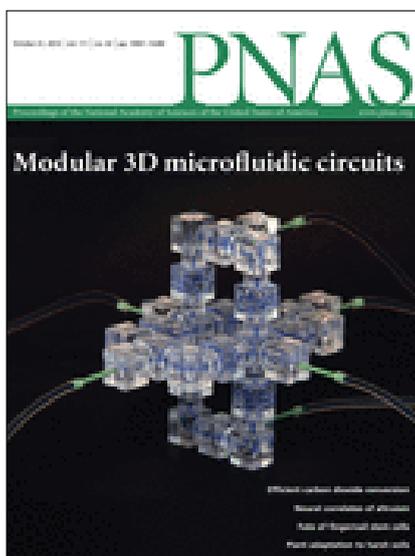
СПРАВКА «НАУКИ В МИРЕ»

Сергей Дмитриевич Одинцов — доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник Томского государственного педагогического университета и профессор Института космических наук (ICE, Барселона). Иностраный член Норвежской академии наук, лауреат премии Томской области в сфере науки 2003, 2007, 2011 и 2013 годов. Автор более чем 500 публикаций, две из которых цитированы более 1000 раз. В 2011 году журналом Forbes был назван в числе 10 самых авторитетных ученых российского происхождения, а в 2014 году вошел в список самых цитируемых ученых, подготовленный аналитическим агентством Thomson Reuters.

Vol. 514. No 7523
16 октября 2014 года



Vol. 111. No 42
14 октября 2014 года



Vol. 346. No 6208
17 октября 2014 года



Nature · PNAS · Science: заголовки статей

Естественные и точные науки

- 13** Физика и астрономия
- 13** Химические науки
- 13** Биологические науки
- 15** Науки о Земле и смежные экологические науки

Техника и технологии

- 18** Электротехника, электронная техника, информационные технологии
- 18** Энергетика и рациональное природопользование
- 19** Медицинские технологии
- 19** Нанотехнологии
- 19** Технологии материалов

Медицинские науки и общественное здравоохранение

- 16** Фундаментальная медицина
- 17** Клиническая медицина

Социальные науки

- 19** Психологические науки
- 20** Социологические науки
- 20** Политологические науки

Гуманитарные науки

- 18** История и археология

Сельскохозяйственные науки

- 20** Сельское хозяйство, лесное хозяйство, рыбное хозяйство

Междисциплинарные исследования

- 20**

Nature · PNAS · Science: заголовки статей

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТОЧНЫЕ НАУКИ

Физика и астрономия

Разветвленная алкильная молекула изопропил цианида обнаружена в межзвездной среде

Detection of a branched alkyl molecule in the interstellar medium: iso-propyl cyanide. Arnaud Belloche, Robin T. Garrod, Holger S. P. Müller, Karl M. Menten. *Science*. 2014. Vol. 345. No 6204. P. 1584–1587.

Эксперименты по квантовой электродинамике резонатора для многочастичных состояний двумерного электронного газа

Cavity quantum electrodynamics with many-body states of a two-dimensional electron gas. Stephan Smolka, Wolf Wuester, Florian Haupt, Stefan Faelt, Werner Wegscheider, Ataç Imamoglu. *Quantum Electronics. Science*. 2014. Vol. 246. No 6207. P. 332–335.

Гигантские экситоны Ридберга в оксиде меди Cu₂O

Giant Rydberg excitons in the copper oxide Cu₂O. Kazimierczuk T., Fröhlich D., Scheel S., Stolz H., Bayer M. *Nature*. 2014. Vol. 514. No 7523. P. 343–347

Определение и прогнозирование магнитной конфигурации, приводящей к солнечным вспышкам

Characterizing and predicting the magnetic environment leading to solar eruption. Tahar Amari, Aurelien Canou, and Jean-Jacques Aly. *Nature*. 2014. Vol. 514. No 7523. P. 465–469.

Два семейства экзокомет в системе звезды бета Живописца

Two families of comets in the betha-Pictoris system. A. Lecavelier des Etangs, A. Vidal-Madjar, H. Beust, A.-M. Lagrange, R. Ferlet, F. Kiefer. *Nature*. 2014. Vol. 514. No 7523. P. 462–464.

Несущественный вклад хондритов в образование почвенных вод Луны

The negligible chondritic contribution in the lunar soils water. Alice Stephant, François Robert. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 42. P. 15007–15012.

Химические науки

Идентификация иридий-содержащего соединения со степенью окисления +9

Identification of an iridium-containing compound with a formal oxidation state of IX. Guanjun Wang, et al. *Nature*. 2014. Vol. 514. No 7523. P. 475–477.

Визуализация и количественный анализ филаментов RAD51 в процессе их формирования из отдельных мономеров

Visualization and quantification of nascent RAD51 filament formation at single-monomer resolution. Andrea Candellia, Jan Thomas Holthausen, Martin Depken, Ineke Brouwer, Mariëlla A. M. Franker, Margherita Marchetti, Iddo Heller, Stéphanie Bernard, Edwige B. Garcin, Mauro Modesti, Claire Wyman, Gijs J. L. Wuite, and Erwin J. G. Peterman. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 42, P. 15090–15095.

Биологические науки

Опосредованная HSF-1 устойчивость цитоскелета определяет устойчивость к температуре и продолжительность жизни

HSF-1-mediated cytoskeletal integrity determines thermotolerance and life span. Nathan A. Baird, Peter M. Douglas, Milos S. Simic, Ana R. Grant, James J. Moresco, Suzanne C. Wolff, John R. Yates III, Gerard Manning, Andrew Dillin. *Science*. 2014. Vol. 346. No 6202. P. 1343–1346.

Медиальная префронтальная активность в межстимульном интервале вносит свой вклад при обучении задачам на рабочую память

Medial prefrontal activity during delay period contributes to learning of working memory task. Ding Liu et al. *Science*. Vol. 346. No 6208. P. 458–463.

Быстрая эволюция местных видов после вторжения близкородственных видов

Rapid evolution of a native species following invasion by a congener. Y. E. Stuart, et al. *Science*. 2014. Vol. 346. No 6205. P. 463–466.

Антеридиоген определяет пол у папоротников за счет пространственно-временного расщепления пути синтеза гиббереллинов

Antheridiogen determines sex in ferns via a spatiotemporally split gibberellin synthesis pathway. Junmu Tanaka, et al. *Science*. 2014. Vol. 346. No 6208. P. 469–473.

Биологические науки

Полиубиквитинизация обеспечивает разборку реплисом при окончании репликации ДНК

Polyubiquitylation drives replisome disassembly at the termination of DNA replication. Sara Priego Moreno, et al. *Science*. 2014. Vol. 346. No 6208. P. 477–481.

Разборка CMG хеликазы в конце репликации ДНК с помощью Cdc48 и убиквитинлигазы

Cdc48 and a ubiquitin ligase drive disassembly of the CMG helicase at the end of DNA replication. Marija Maric, et al. *Science*. 2014. Vol. 346. No 6208. P. 1253596-1-12.

Консервативность регуляторов сегментации заднего мозга позвоночных семейства Нох

A Hox regulatory network of hindbrain segmentation is conserved to the base of vertebrates. Hugo J. Parker, et al. *Nature*. 2014. Vol. 514. No 7523. P. 490–493.

Структурная основа регуляторного механизма семейства растительных протеинкиназ (СІРКs), контролирующих ионный гомеостаз и абиотический стресс

Structural basis of the regulatory mechanism of the plant CIPK family of protein kinases controlling ion homeostasis and abiotic stress. Antonio Chaves-Sanjuan, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 42. P. E4532–E4541.

Внутренняя дезорганизация как основа для создания высокочувствительных кооперативных рецепторов

Intrinsic disorder as a generalizable strategy for the rational design of highly responsive, allosterically cooperative receptors. Anna J. Simon, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 42. P. 15048–15053.

Отслеживание перемещения на рибосоме домена IV фактора элонгации G в процессе транслокации

Following movement of domain IV of elongation factor G during ribosomal translocation. Enea Salsi, Elie Farah, Jillian Dann, Dmitri N. Ermolenko. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 42. P. 15060–15065.

Исследование роли водородных связей между полипептидным остовом оротидин-5'-монофосфатдекарбоксилазы и молекулой субстрата с сайт-специфичной заменой амидной группы на эфирную

Investigating the role of a backbone to substrate hydrogen bond in OMP decarboxylase using a site-specific amide to ester substitution. Bijoy J., et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 42. P. 15066–15071.

«Распускание узла» четырех альфа-спиралей N-концевого домена при активации псевдокиназы MLKL индуцирует связывание белкового комплекса с мембраной и некроптоз клеток

Activation of the pseudokinase MLKL unleashes the four-helix bundle domain to induce membrane localization and necroptotic cell death. Joanne M. Hildebrand, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 42. P. 15072–15077.

KAISO — важный регулятор р53-опосредованной транскрипции CDKN1A и генов апоптоза

KAISO, a critical regulator of p53-mediated transcription of CDKN1A and apoptotic genes. Dong-In Koh, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 42. P. 15078–15083.

Структура комплекса ArgRS–GlnRS–AIMP1 и ее связь с процессом трансляции у млекопитающих

Structure of the ArgRS–GlnRS–AIMP1 complex and its implications for mammalian translation. Yaoyao Fu, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 42. P. 15084–15089.

Инициация упаковки одиночной молекулы ДНК в реальном времени при помощи машины упаковки вирусной ДНК бактериофага T4

Single-molecule packaging initiation in real time by a viral DNA packaging machine from bacteriophage T4. Reza Vafabakhsh, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 42. P. 15096–15101.

Половой отбор по интерференционной картине крыльев *Drosophila melanogaster*

Sexual selection on wing interference patterns in *Drosophila melanogaster*. Natsu Katayama, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 42. P. 15144–15148.

Роль LSM-генов в регуляции циркадных ритмов

Role for LSM genes in the regulation of circadian rhythms. Soledad Perez-Santngelo, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 42. P. 15166–15171.

Белок нетрин-4 регулирует таламокортикальное ветвление аксонов зависимым от активности нейронов образом

Netrin-4 regulates thalamocortical axon branching in an activity-dependent fashion. Yasufumi Hayano, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 42. P. 15226–15231.

Межполушарная диссоциация процессов памяти в гиппокампе мышей

Left–right dissociation of hippocampal memory processes in mice. Olivia A. Shipton, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 42. P. 15238–15243.

Биологические науки

Холод и голод заставляют ночных млекопитающих переходить на дневной образ жизни

Cold and hunger induce diurnality in a nocturnal mammal. Vincent van der Vinne, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 42. P. 15256–15260.

Рецепторо-подобный белок опосредует ответ на модификацию пектина, активизируя brassinостероидный сигнал

A receptor-like protein mediates the response to pectin modification by activating brassinosteroid signaling. Sebastian Wolf, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 42. P. 15261–15266.

Нитрат-зависимый рост корней *Arabidopsis thaliana* регулируется фактором транскрипции TCP20 за счет системной сигнализации

Nitrate foraging by *Arabidopsis* roots is mediated by the transcription factor TCP20 through the systemic signaling pathway. Peizhu Guan, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 42. P. 15267–15272.

Мультипараметрические биофизические маркеры прогнозирования мультипотентности мезенхимальных стромальных клеток

Multivariate biophysical markers predictive of mesenchymal stromal cell multipotency. Wong Cheng Lee, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 42. P. E4409–E4418.

Оптинеурин является рецептором аутофагии в поврежденных митохондриях при паркин-опосредованной митофагии, что нарушается при мутации, связанной с БАС

Optineurin is an autophagy receptor for damaged mitochondria in parkin-mediated mitophagy that is disrupted by an BAC-linked mutation. Y.C. Wong, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 42. P. E4439–E4448.

Высокая термодинамическая стабильность смоделированных с помощью параметрических уравнений пучков, образованных альфа-спиралями

High thermodynamic stability of parametrically designed helical bundles. Po-Ssu Huang, et al. Science. 2014. Vol. 346. No 6208. P. 481–485.

Компьютерный дизайн водорастворимых альфа-спиральных бочонков

Computational design of water-soluble α -helical barrels. Andrew R. Thomson, et al. Science. 2014. Vol. 346. No. 6208. P. 485–488.

Количественная оценка взаимодействий между двумя петлями ДНК указывает на обособление петлевых доменов в клетках *Escherichia coli*

Quantitation of interactions between two DNA loops demonstrates loop domain insulation in *E. coli* cells. David G. Priest, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 42. P. E4449–E4457.

Науки о Земле и смежные экологические науки

Заселение лишенных растительности участков почвы как эволюционный предшественник почвенной специализации у растений

Occupation of bare habitats, an evolutionary precursor to soil specialization in plants. N. Ivalú Cacho et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 42. P. 15132–15137.

Аллополиплоидия, диверсификация и распространение лугов в миоцене

Allopolyploidy, diversification, and the Miocene grassland expansion. Matt C. Estep, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 42. P. 15149–15154.

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ И ОБЩЕСТВЕННОЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЕ · Фундаментальная медицина

Структура и избирательность бестрофиновых ионных каналов

Structure and selectivity in bestrophin ion channels. Tingting Yang, Qun Liu, Brian Kloss, Renato Bruni, Ravi C. Kalathur, Youzhong Guo, Edda Kloppmann, Burkhard Rost, Henry M. Colecraft, Wayne A. Hendrickson. *Science*. 2014. Vol. 346, No 6207. P. 355–359.

Использование вирусом гриппа А агрессивного процессингового аппарата для проникновения в клетки хозяина

Influenza A virus uses the aggresome processing machinery for host cell entry. Indranil Banerjee, et al. *Science*. 2014. Vol. 346, No 24. P. 473–477.

CRISPR-опосредованные прямые мутации опухоль-ассоциированных генов клеток печени мышей

CRISPR-mediated direct mutation of cancer genes in the mouse liver. Wen Xue, et al. *Nature*. 2014. Vol. 514, No 7523. P. 380–396.

Излечение диабета при возрастной конверсии β -клеток поджелудочной железы в клетки, синтезирующие инсулин

Diabetes recovery by age-dependent conversion of pancreatic β -cells into insulin producers. S. Chera, D., et al. *Nature*. 2014. Vol. 514, No 7523. P. 503–507.

Терапия с использованием трансплантации макрофагов легких

Pulmonary macrophage transplantation therapy. Takuji Suzuki, et al. *Nature*. 2014. Vol. 514, No 7523. P. 453–470.

Эстрогеновый рецептор α снижает стабильность RHOA и индуцирует направленную миграцию клеток

Estrogen-related receptor α decreases RHOA stability to induce orientated cell migration. Juliette Sailland, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111, No 42. P. 15108–15113.

Двунаправленный гомеостаз и регенераторный адаптивный ответ на повреждение ногтя бифункциональных стволовых эктодермальных клеток эпонихия

Bifunctional ectodermal stem cells around the nail display dual fate homeostasis and adaptive wounding response toward nail regeneration. Yvonne Leung, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111, No 42. P. 15114–15119.

«Перетягивание каната» водителем и пассажирскими мутациями при раке и прочих адаптивных процессах

Tug-of-war between driver and passenger mutations in cancer and other adaptive processes. Christopher D. McFarland, Leonid A. Mirny, Kirill S. Korolev. *PNAS*. 2014. Vol. 111, No 42. P. 15138–15143.

Потеря p53 индуцирует пролиферацию клеток через Ras-независимую активацию Raf/Mek/Erk сигнального пути

Loss of p53 induces cell proliferation via Ras-independent activation of the Raf/Mek/Erk signaling pathway. Matthias Drosten, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111, No 42. P. 15155–15160.

Супрессия антигенспецифичного иммунного ответа интерлейкином-37 через индукцию иммунной толерантности дендритных клеток

Suppression of antigen-specific adaptive immunity by IL-37 via induction of tolerogenic dendritic cells. Yuchun Luo, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111, No 42. P. 15178–15183.

Дефекты электрической активности Т-трубочек лежат в основе локальных изменений высвобождения кальция при сердечной недостаточности

Defects in T-tubular electrical activity underlie local alterations of calcium release in heart failure. Claudia Crocini, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111, No. 42. P. 15196–15201.

Спиральная структура нуклеокапсида оригинального вируса паротита раскручивается под действием фосфопротеина

Structural studies on the authentic mumps virus nucleocapsid showing uncoiling by the phosphoprotein. Robert Cox, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111, No 42. P. 15208–15213.

Значимость усиления экспрессии генов антиоксидантной активности в митохондриях для сохранения функций мышц с возрастом

Genetically enhancing mitochondrial antioxidant activity improves muscle function in aging. Alisa Umanskaya, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111, No 42. P. 15250–15255.

Роль Erbin в ErbB2-зависимом росте опухоли молочной железы

Role of Erbin in ErbB2-dependent breast tumor growth. Y. Tao, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111, No 42. E4429–E4438.

Реактивные формы кислорода определяют большой срок жизни круглого червя *Caenorhabditis elegans* с помощью обратной регуляции через АМР-зависимую киназу фактора 1 (HIF-1)

Feedback regulation via AMPK and HIF-1 mediates ROS-dependent longevity in *Caenorhabditis elegans*. Ara B. Hwang, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111, No 42. P. E4458–E4467.

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ И ОБЩЕСТВЕННОЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЕ · Фундаментальная медицина

Регуляция CHD8 путей развития центральной нервной системы связана с расстройствами аутистического спектра

CHD8 regulates neurodevelopmental pathways associated with autism spectrum disorder in neural progenitors. Aarathi Sugathan, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 42. P. E4468–E4477.

TLR10 — противовоспалительный образ-распознающий рецептор человека

Human TLR10 is an anti-inflammatory pattern-recognition receptor. Marije Oosting, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 42. E. 4478–4484.

Связанная с синдромом LEOPARD мутация SHP2 приводит к похудению и защищает от ожирения, вызванного богатой жирами диетой

LEOPARD syndrome-associated SHP2 mutation confers leanness and protection from diet-induced obesity. Myl ne Tajan, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 42. P. E4494–4503.

PGC-1 β способствует выживаемости энтероцитов и образованию опухолей в кишечнике

PGC-1 β promotes enterocyte lifespan and tumorigenesis in the intestine. Elena Bellafante, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 42. P. E4523–E4531.

Выявление мотивов активного хроматина, взаимодействующих с транскрипционными факторами, показывает, что IRF5 является главным регулятором развития классической лимфомы Ходжкина

Mapping of transcription factor motifs in active chromatin identifies IRF5 as key regulator in classical Hodgkin lymphoma. Stephan Kreher, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 42. P. E4513–E4522.

JAK2V617F способствует остановке репликативной вилки и ослаблению функции чекпойнта S-фазы клеточного цикла

JAK2V617F promotes replication fork stalling with disease-restricted impairment of the intra-S checkpoint response. Edwin Chen, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No. 42. P. 15190–15195.

Секвенирование экзома показало, что ген FANCM определяет предрасположенность к трижды негативному раку молочной железы

Exome sequencing identifies FANCM as a susceptibility gene for triple-negative breast cancer. Johanna I. Kiiski, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 42. P. 15172–15177.

Клиническая медицина

Противоположные роли гистон-3-лизин-27-деметилаз при остром лимфобластном лейкозе

Contrasting roles of histone 3 lysine 27 demethylases in acute lymphoblastic leukaemia. Panagiotis Ntziachristos, et al. Nature. 2014. Vol. 514. No 23. P. 513–517.

Распознавание сайтов низкоаффинного связывания пептидов у людей с аутоиммунным сахарным диабетом аутореактивными специфичными к инсулину B:11-23 Т-лимфоцитами

Autoreactive T cells specific for insulin B:11-23 recognize a low-affinity peptide register in human subjects with autoimmune diabetes. Junbao Yang, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 41. P. 14840–14845.

Влияние наследственных и приобретенных изменений на развитие ряда заболеваний аутистического спектра

Autism spectrum disorder severity reflects the average contribution of de novo and familial influences. Elise B. Robinson, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 42. P. 15161–15165.

Аутизм как прогнозируемая болезнь

Autism as a disorder of prediction. Pawan Sinha, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 42. P. 15220–15225.

Изоформы субъединиц рецептора ГАМК_{B(1)} по-разному регулируют устойчивость к стрессу

GABA_{B(1)} receptor subunit isoforms differentially regulate stress resilience. Olivia F. O'Leary, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 42. P. 15232–15237.

Проницаемость кишечника, дисбиоз микрофлоры кишечника и поведенческие признаки тяжести алкогольной зависимости

Intestinal permeability, gut-bacterial dysbiosis, and behavioral markers of alcohol-dependence severity. Sophie Leclercq, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 42. E. 4485–4493.

Идентификация и характеристика селективного онколитического альфавируса M1, используемого для терапии злокачественных опухолей у человека с дефектами ZAP

Identification and characterization of alphavirus M1 as a selective oncolytic virus targeting ZAP-defective human cancers. Y. Lin, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 42. P. E4504–E4512.

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

История и археология

Древнеиндейское высокогорное поселение в Перуанских Андах

Paleoindian settlement of the high-altitude Peruvian Andes. Rademaker K., Hodgins G., Moore K., Zarrillo S., Miller C., Bromley G.R., Leach P., Reid D.A., Alvarez W.Y., Sandweiss D.H. *Science*. 2014. Vol. 346. No 6208. P. 466–469.

Последовательность генома *Homo sapiens*, обитавшего на территории Западной Сибири 45 000 лет назад

Genome sequence of a 45,000-year-old modern human from western Siberia. Qiaomei Fu, Heng Li, Priya Moorjani, Flora Jay, Sergey M. Slepchenko, Aleksei A. Bondarev, Philip L. F. Johnson, Ayinuer Aximu-Petri, Kay Prufer, Cesare de Filippo, Matthias Meyer, Nicolas Zwyns, Domingo C. Salazar-García, Yaroslav V. Kuzmin, Susan G. Keates, Pavel A. Kosintsev, Dmitry I. Razhev, Michael P. Richards, Nikolai V. Peristov, Michael Lachmann, Katerina Douka, Thomas F. G. Higham, Montgomery Slatkin, Jean-Jacques Hublin, David Reich, Janet Kelso, T. Bence Viola & Svante Paabo. *Nature*. 2014. Vol. 514. No 7523. P. 445–449.

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

Электротехника, электронная техника, информационные технологии

Жидкая металлическая батарея Li-Sb-Pb для накопления энергии в электросети

Lithium–antimony–lead liquid metal battery for grid-level energy storage. Kangli Wang, Kai Jiang, Brice Chung, Takanari Ouchi, Paul J. Burke, Dane A. Boysen, David J. Bradwell, Hojong Kim, Ulrich Muecke, Donald R. Sadoway. *Nature*. 2014. Vol. 514. No 7523. P. 348–355.

Пьезоэлектрические свойства одноатомного слоя MoS₂ и его применение в преобразователях энергии и пьезотронике

Piezoelectricity of single-atomic layer MoS₂ for energy conversion and piezotronics. Wenzhuo Wu, Lei Wang, Yilei Li, Fan Zhang, Long Lin, Simiao Niu, Daniel Chenet, Xian Zhang, Yufeng Hao, Tony F. Heinz, James Hone, and Zhong Lin Wang. *Nature*. 2014. Vol. 514. No 7523. P. 470–473.

Сетевые гистограммы и универсальность приближения блочной модели

Network histograms and universality of blockmodel approximation. Sofia C. Olhede, Patrick J. Wolfe. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 41. P. 14722–14727.

Дискретные элементы для трехмерных микрофлюидных устройств

Discrete elements for 3D microfluidics. Krisna C. Bhargava, Bryant Thompson, Noah Malmstadt. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 42. P. 15013–15018.

Энергетика и рациональное природопользование

Ограниченное влияние увеличивающегося использования природного газа на изменение климата в масштабах десятилетия

Limited impact on decadal-scale climate change from increased use of natural gas. Haewon McJeon, Jae Edmonds, Nico Bauer, Leon Clarke, Brian Fisher, Brian P. Flannery, Jerome Hilaire, Volker Krey, Giacomo Marangoni, Raymond Mi, Keywan Riahi, Holger Rogner, Massimo Tavoni. *Nature*. 2014. Vol. 514. No 7523. P. 482–485.

Поведение летучих мышей вблизи ветроэлектрических установок

Behavior of bats at wind turbines. Cryana P.M., et.al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 42. P. 15126–15131.

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

Медицинские технологии

Решетчатая тонкослойная микроскопия: визуализация с высоким пространственно-временным соотношением молекул эмбрионов

Lattice light-sheet microscopy: Imaging molecules to embryos at high spatiotemporal resolution. B.-C. Chen, et al. Science. 2014. Vol. 346. No 6208. P. 1257998-1-1257998-11.

Нанотехнологии

Ультрабыстрая электронная динамика в фенилаланине, инициированная аттосекундными импульсами

Ultrafast electron dynamics in phenylalanine initiated by attosecond pulses. F. Calegari, D. Ayuso, A. Trabattori, L. Belshaw, S. De Camillis, S. Anumula, F. Frassetto, L. Poletto, A. Palacios, P. Decleva, J. B. Greenwood, F. Martin, M. Nisoli. Science. 2014. Vol. 346. No 6207. P. 336–369.

Важность ДНК-связей при программируемой кристаллизации наночастиц

Importance of the DNA «bond» in programmable nanoparticle crystallization. Robert J. Macfarlane, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 42. P. 14995–15000.

Компьютерное проектирование самосборного симметричного β -пропеллерного белка

Computational design of a self-assembling symmetrical β -propeller protein. Arnout R. D. Voet, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 42. P. 15102–15107.

Собственная проводимость через топологические поверхностные состояния изолирующих тонких эпитаксиальных пленок Bi_2Te_3

Intrinsic conduction through topological surface states of insulating Bi_2Te_3 epitaxial thin films. Katharina Hoefer, Christoph Becker, Diana Rata, Jesse Swanson, Peter Thalmeier, and L. H. Tjeng. PNAS. 2014. Vol. 111. No 42. 14979–14984.

Скачкообразная перестройка и нарушение соотношения Стокса-Эйнштейна в простых стеклообразователях

Hopping and the Stokes–Einstein relation breakdown in simple glass formers. Patrick Charbonneau, Yuliang Jin, Giorgio Parisi, and Francesco Zamponi. PNAS. 2014. Vol. 111. No 42. P. 15025–15030.

Частично кристаллическое, частично жидкое состояние и термальное затухание типа трещотки в материалах с химически-связанной иерархией

Part-crystalline part-liquid state and rattling-like thermal damping in materials with chemical-bond hierarchy. Wujie Qiu, Lili Xi, Ping Wei, Xuezhong Ke, Jihui Yang, and Wenqing Zhang. PNAS. 2014. Vol. 111. No 42. P. 15031–15035.

СОЦИАЛЬНЫЕ НАУКИ

Психологические науки

Нейронные и когнитивные характеристики экстраординарных альтруистов

Neural and cognitive characteristics of extraordinary altruists. Abigail A. Marsh, Sarah A. Stoycos, Kristin M. Brethel-Haurwitz, Paul Robinson, John W. VanMeter, Elise M. Cardinale. PNAS. 2014. Vol. 111. No 42. P. 15036–15041.

Влияние величины стимулов разной модальности на точность восприятия и кодирование стимулов

Cross-modal effects of value on perceptual acuity and stimulus encoding. Arezoo Pooresmaeili, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 42. P. 15244–15249.

Социологические науки

Точное объяснение метапопуляционной версии модели Шеллинга

Exact solution for a metapopulation version of Schelling's model. Richard Durrett, Yuan Zhang. PNAS. 2014. Vol. 111. No 39. P. 14036–14041.

Краткосрочное и долгосрочное влияние безработицы на рождаемость

Short- and long-term effects of unemployment on fertility. Janet Currie, Hannes Schwandt. PNAS. 2014. Vol. 111. No 41. P. 14734–14739.

Осведомленность населения, проблемы и приоритеты в вопросе антропогенных воздействий на морскую среду

Public awareness, concerns, and priorities about anthropogenic impacts on marine environments. Stefan Gelcich, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 42. P. 15042–15047.

Наследуемость академических достижений отражает множество генетически-опосредованных признаков, а не только интеллект

The high heritability of educational achievement reflects many genetically influenced traits, not just intelligence. Eva Krapohla, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 42. P. 15273–15278.

Политологические науки

Международное значение теории «устойчивости развития»

Toward a theory of resilience for international development applications. Christopher B. Barretta, Mark A. Constasa. PNAS. 2014. Vol. 111. No 40. P. 14625–14630.

Мониторинг устойчивого развития Южной Африки посредством национального барометра, разработанного на основе концепции «безопасного и равноправного пространства» (safe and just space) и примененного в масштабах отдельно взятого государства

Tracking sustainable development with a national barometer for South Africa using a downscaled «safe and just space» framework. Megan J. Cole, Richard M. Bailey, and Mark G. New. PNAS. 2014. Vol. 111. No 42. P. E4399–E4408.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ -

Сельское хозяйство, лесное хозяйство, рыбное хозяйство

Взаимосвязь недавнего нашествия короеда горной сосны, тяжести лесных пожаров и регенерации деревьев после пожаров в американских Скалистых горах

Recent mountain pine beetle outbreaks, wildfire severity, and postfire tree regeneration in the US Northern Rockies. Brian J. Harvey, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 42. P. 15120–15125.

Удобрение почвы навозом провоцирует всплеск численности устойчивых к антибиотикам почвенных бактерий

Bloom of resident antibiotic-resistant bacteria in soil following manure fertilization. Nikolina Udikovic-Kolic, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 42. P. 15202–15207.

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Данные анализа доколумбовых микобактериальных геномов показывают, что переносчиком туберкулеза человека в Новом Свете были тюлени

Pre-Columbian mycobacterial genomes reveal seals as a source of New World human tuberculosis. Kirsten I. Bos, Kelly M. Harkins, Alexander Herbig, Mireia Coscolla, Nico Weber, Iñaki Comas, Stephen A. Forrest, Josephine M. Bryant, Simon R. Harris, Verena J. Schuenemann, Tessa J. Campbell, Kerttu Majander, Alicia K. Wilbur, Ricardo A. Guichon, Dawnie L. Wolfe Steadman, Della Collins Cook, Stefan Niemann, Marcel A. Behr, Martin Zumarraga, Ricardo Bastida, Daniel Huson, Kay Nieselt, Douglas Young, Julian Parkhill, Jane E. Buikstra, Sebastien Gagneux, Anne C. Stone and Johannes Krause. Nature. 2014. Vol. 514. P. 495–497.

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 ТИСЧУМ 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 ТИСЧУМ (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)

* Информация предоставляется на правах рекламы.