

Владимир Скулачев о митохондриях и их роли в старении организма

стр. 7

Ученые уточнили массу нашей галактики
и ее ближайшей крупной соседки —
туманности Андромеды

стр. 6

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

стр. 5



ЖУРНАЛ «НАУКА В МИРЕ» №9 (1)

18 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

Старшие научные редактора реферативной части:

Вацлав Владимирович ПОЖАРСКИЙ
Николай Викторович КЛЕНОВ
Александр Станиславович ЕЛСАКОВ

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., Колядко В.М., Корепанов А.П.,
Кутукова Е.А., Лим Д.А., Лупачева Н.В., Марыгин Р.А.,
Мещеряков М.В., Моисеев А.В., Мохосоев И.М.,
Ольховик А.Ю., Петрова Н.С., Пожарский В.В.,
Сварник О.Е., Сидоров Р.П., Суязова П.А.,
Ташкеев А.И., Черданцев В.Г., Шандарин И.Н.,
Шустикова Л.А., Якименко А.В., Ястребов С.А.

Выпускающий редактор

Александр Станиславович ЕЛСАКОВ

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

Самое интересное в рефератах

ТОП-10

6 Новости

Нейрокомпьютер уходит в печать

Российские физики предложили использовать печатную электронику для производства микрокомпонентов с памятью



Агрессивные мыши

Новый метод индукции агрессии у мышей поможет лучше изучить неврологические заболевания человека

7 Комментарий эксперта

Как взвесить пару галактик

Николай Гнедин рассказывает о работе по уточнению массы нашей галактики и ее ближайшей крупной соседки — туманности Андромеды

8 От первого лица

Молодость митохондрий

Академик Владимир Скулачев — об участии митохондрий в процессах старения, о том, почему старость помогает эволюции вида, и можно ли оставаться молодым вечно



Nature · PNAS · Science: рефераты статей

12 Естественные и точные науки

15 Медицинские науки и общественное здравоохранение

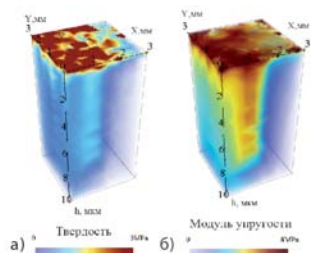
16 Техника и технологии

18 Социальные науки

18 Сельскохозяйственные науки

18 Междисциплинарные исследования

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.



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

Самое интересное в рефератах

Топ-10 статей текущего номера

- 1. Белковая трансмиссия в деталях.** Комплекс I митохондрий — один самых больших ферментов в клетках млекопитающих. Он состоит из 44 белков, часть из которых закодирована в ядерном геноме клетки, а часть — в митохондриальном геноме. Комплекс обеспечивает перенос электрона через мембрану митохондрий, т. е. превращает энергию от «сжигания» сахаров в потенциал для синтеза АТФ. В работе изучили пространственную структуру комплекса I с разрешением 5 Å. *Nature. 2014. Vol. 515. No 7525. P. 80–84.*
- 2. Компактный коллайдер.** Проблема традиционных ускорителей для изучения элементарных частиц в их размерах: нужны огромные расстояния, чтобы обеспечить столкновение частиц с достаточно большими энергиями. В плазменном кильваторном ускорителе удалось достичь градиента ускорения 4,4 ГэВ на метр и разогнать пакет электронов с зарядом 74 пикокулон до энергии каждого электрона в 1,6 ГэВ при минимальной (<2%) дисперсии по энергии. *Nature. 2014. Vol. 515. No 7525. P. 92–95.*
- 3. Псевдоуридин в РНК.** Матричные РНК служат передаточным звеном, через которое генетический код трансформируется в структуру белков. Модификации мРНК обеспечивают тонкую регуляцию процесса передачи информации. Авторы доказали существование в живых клетках еще одного способа модификации мРНК — псевдоуридилирования. *Nature. 2014. Vol. 515. No 7525. P. 143–146.*
- 4. Эволюция оптом.** У двух эволюционно далеких групп моллюсков сформировался почти одинаковый биолюминесцентный орган. Орган достаточно сложно устроен, в его регуляцию вовлечены сотни генов и эти гены у эволюционно далеких моллюсков также очень похожи. Авторы предполагают, что обнаруженный феномен может быть примером эволюционных процессов на уровне генных пакетов. *PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. E4736–E4742.*
- 5. Атом-катализатор.** В работе смоделировали и подтвердили в эксперименте механизм катализа роста углеродных наноструктур — графена и нанотрубок — с участием единичного атома железа. *PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. 15641–15646.*
- 6. Гормон трудотерапии.** Физические упражнения снижают проявления депрессии и способствуют нейрогенезу в гиппокампе (улучшают способность к обучению). В работе показали, что эти эффекты могут быть опосредованы гормоном адипонектином. *PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. 15810–15815.*
- 7. Турбулентный подогрев.** Межгалактический газ испускает большое количество энергии в виде рентгеновского излучения и поэтому должен быстро остывать. Но он остается горячим. В работе предложены расчеты, обосновывающие гипотетический механизм турбулентности плазмы, способный компенсировать потери на излучение. *Nature. 2014. Vol. 515. No 7525. P. 85–87.*
- 8. Эволюция коллективизма.** В работе смоделировали эволюцию объединения клеток-одиночек в колонии — простейший вариант многоклеточного организма. Показаны условия, при которых отбор на уровне «коллектива» — протоорганизма — может преодолеть очевидное преимущество «успешных индивидуалистов». *Nature. 2014. Vol. 515. No 7525. P. 75–91.*
- 9. Магнетизм белых карликов.** Старые и холодные белые карлики имеют сильное магнитное поле — в противоположность молодым. В работе показали, что присутствие магнитного поля останавливает процессы конвекции под поверхностью звезды, существенно замедляя ее остывание. *Nature. 2014. Vol. 515. No 7525. P. 88–91.*
- 10. Любовь и ненависть.** На примере двух пар конфликтующих групп — демократы vs республиканцы и израильтяне vs палестинцы — авторы доказали существование психологической асимметрии. Оказывается, действия своей группы в конфликте человек склонен объяснять в терминах «любви», а действия противоположной стороны в терминах «ненависти»: «мы воюем, потому что мы любим друг друга, а они воюют, потому что они нас ненавидят». *PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. 15687–15692.*

Нейрокомпьютер уходит в печать

Российские физики предложили использовать печатную электронику для производства микрокомпонентов с памятью

Компактность и вместительность современных флэш-накопителей поразила бы наше воображение еще лет десять назад. Не менее значительный прогресс можно ожидать и в будущем — необходимые для этого технологии уже существуют. Мемристоры, считавшиеся устройствами чисто теоретическими, в 2008 г. были созданы в лабораториях Хьюлетт-Паккард и сегодня могут поступить в производство. Эти микроэлектронные компоненты меняют свое сопротивление не только в зависимости от своего текущего состояния, но и от «предыстории» протекавшего через него тока. Они обещают создание носителей памяти еще более быстрых, емких и энергоэффективных, чем флэш-накопители.

Но еще более интригует другое потенциальное направление использования мемристоров: на их основе возможно создание «нейроморфных» микросхем, имитирующих работу нервной системы. В самом деле, мемристоры ведут себя подобно синапсам, которые меняют свою проводимость в зависимости от предыдущего опыта. Это делает их весьма многообещающими компонентами нейрокомпьютеров, в которых активность «нейронов» и «синапсов» имитируется не на программном, а на элементном уровне.

Но перед созданием таких систем в реальности остро стоит проблема производства компонентов, обладающих «памятью» — не только мемристоров, меняющих сопротивление, но и «мемдукторов» (memsacacitor), меняющих емкость. Международная группа ученых, в число которых вошли сотрудики из МГУ Дмитрий Петухов и его коллеги из компании-резидента Сколково Nokia Labs Александр Бессонов и Марина Кирикова, решила подойти к проблеме производства таких устройств с помощью другой ультрасовременной технологии — печатной электроники.

Суть метода состоит в нанесении на подложку специальных полупроводниковых резистивных или проводящих «чернил» с помощью специального печатного оборудования, создающего на ней заранее определенную схему. Дмитрий Петухов и другие авторы работы, опубликованной в недавнем номере журнала Nature Materials, продемонстрировали практическую возможность такого подхода при создании гетероструктур $\text{MoO}_x/\text{MoS}_2$ и WO_x/WS_2 , «запертых» между двумя распечатанными слоями серебряных электродов. Они показали, что метод позволяет производить компоненты с низким энергопотреблением и в широком диапазоне рабочих характеристик.

Публикация: Layered memristive and memcapacitive switches for printable electronics. A. Bessonov, et al. Nature Materials. 2014.



Эксперимент с мемристорами в HP Labs. Фотография: пресс-служба Хьюлетт-Паккард.

Агрессивные мыши

Новый метод индукции агрессии у мышей поможет лучше изучить неврологические заболевания человека



Мыши — одни из самых популярных модельных организмов и психологии, и медицины, и генетики. На фотографии генно-модифицированные мыши с внедренным геном зеленого флуоресцентного белка. Фотография: BMC Cancer.

Эпилепсия и аутизм, синдром Туретта и некоторые другие неврологические заболевания сопровождаются изменениями эмоциональной сферы и поведения в целом. Такие пациенты бывают крайне импульсивны, агрессивны и раздражительны. С другой стороны, у них могут проявляться непроизвольные движения, подергивания, судороги, тики. В качестве лабораторной модели для исследования этих состояний российские биологи из Института цитологии и генетики СО РАН предложили использовать мышей.

В работе, результаты которой опубликованы в недавнем номере журнала Nature Protocols, команда новосибирских ученых во главе с Натальей Кудрявцевой показала, что индуцирование агрессивного поведения у самцов грызунов ведет к развитию весьма схожей группы симптомов. Усаживая в клетки мышей-самцов по двое, авторы ежедневно стимулировали их вступать в схватки, так что спустя несколько дней в паре обнаруживался явный победитель и проигравший. После чего их пересаживали в клетки к мышам других пар — победителей с проигравшими, формируя среди них группу устойчивых агрессоров и группу побежденных.

Серьезные патологии в поведении и эмоциях были отмечены и у агрессоров и у побежденных, хотя многие конкретные проявления показали сильную зависимость от наследственности. В целом проигравшие демонстрировали признаки депрессии, повышенной тревожности, снижения активности. С другой стороны, победители становились злобными и раздражительными. Они при первой возможности атаковали всех, и даже тех, к кому в норме мыши-самцы относятся достаточно терпимо — это молодь, самки и экспериментаторы.

При этом у таких агрессоров развивался ряд патологий поведения: стереотипные движения, гиперактивность и т. д., причем некоторые особенности их поведения сохранялись как минимум две недели после завершения эксперимента. По мнению Натальи Кудрявцевой и ее соавторов, такие мыши-самцы — подходящая модель для изучения неврологических расстройств у людей. Ученые предложили критерии оценки развития патологий у мышей и намерены продолжить свою работу, проведя изучение нейрофизиологических и гормональных изменений, которые могут сопровождать развитие определенных состояний у мышей.

Публикация: Repeated positive fighting experience in male inbred mice. Kudryavtseva N, et al. Nature Protocols. 2014. No 9. P. 2705–2717.

Как взвесить пару галактик

Ученые уточнили массу нашей галактики и ее ближайшей крупной соседки — туманности Андромеды

Наша галактика — Млечный Путь — и соседняя галактика Андромеды (M31) входят в гравитационно связанную Местную группу галактик. Галактик в ней насчитывают более полусотни, включая третью по величине галактику Треугольника (M33), и великое множество карликовых спутниц. Но именно крупные Млечный Путь и M31 доминируют в Местной группе, составляя около 99% ее массы. В новой работе астрофизикам удалось уточнить массу этой важной пары, о чем журналу «Наука в мире» рассказал один из ее авторов, профессор Чикагского университета Николай Гнедин.

— Еще со времен Кеплера и Ньютона для оценки массы двух тел в астрономии используются наблюдения за орбитой одного из них, вращающегося вокруг второго. Так, зная радиус земной орбиты и период обращения планеты по ней, мы можем установить массу системы Земля — Солнце.

В Местной группе имеются два ключевых тела — Млечный Путь и галактика Андромеды, которая, как считается, несколько тяжелее первого. Вращение их происходит вокруг общего центра масс, поэтому измерив параметры этого вращения, мы можем установить общую массу системы двух галактик. А чтобы узнать эти параметры, нам необходимо знать расстояние между телами и вектор скорости. Расстояние до Андромеды известно достаточно хорошо, а вот со скоростью дело обстоит сложнее.

Измерение скоростей — вообще одно из самых трудных занятий в астрономии. Для этого часто приходится использовать определенные хитрости. Например, вектор скорости движения далекого тела можно разложить на две составляющие: направленную вдоль оси наблюдения, и перпендикулярную ей. Первый параметр легко измерить благодаря эффекту Доплера. А вот вторая компонента, «собствен-

ное движение» в плоскости неба, требует особого подхода.

Обычно для этого измеряется точное положение на небе большого количества звезд в двух разных и далеко отстоящих друг от друга моментах времени. Поскольку Андромеда находится от нас очень далеко, то даже за много лет звезды в Андромеде сместятся на очень маленькое расстояние, едва различимое даже с самым «зорким» современным инструментом, космическим телескопом «Хаббл». В нашем случае два измерения на «Хаббле» были проведены в 2002 и 2010 годах: чтобы заметить собственное движение, понадобился именно такой длительный срок.

Итак, обе компоненты вектора скорости движения галактики Андромеды были установлены. Это дало нам последний «кусочек в пазле», позволивший рассчитать массу системы, включающей Млечный Путь и Андромеду.

В действительности, даже эта задача не так проста, как может показаться на первый взгляд. Для точных расчетов необходимо учитывать массу деталей — скажем, распределение материи между Млечным Путем и Андромедой. Кроме того, надо помнить, что галактики — не точечные объекты, даже в

сравнении со звездами: масса их распределена на большом пространстве.

Основная доля этой массы приходится на темную материю, которая простирается далеко за пределы видимых границ галактики, образуя «темное гало» размерами на порядок больше границ. Наконец, необходимо учитывать присутствие темной материи, не связанной с галактиками. Учет всех этих факторов делает задачу гораздо более сложной.

Галактики — не точечные объекты, даже в сравнении со звездами: масса их распределена на большом пространстве.

Таким образом, в наших расчетах мы использовали модель распределения темной материи во Вселенной и на ней провели поиск структур, максимально похожих на Местную группу. И лишь найдя их, обратились к данным о расстоянии до Галактики Андромеды и о скорости ее движения. Итоговые расчеты проводились с учетом распределения темной материи на основании данных по аналогичным структурам во Вселенной.

Если отбросить вероятностную ошибку, мы оценили массу Млечного Пути и туманности Андромеды в 2,4 трлн масс Солнца. А общая масса Местной группы в пространстве радиусом 1 Мпк составляет 4,2 трлн солнечных масс. Отсюда видно, как велико количество темной материи, не связанной ни с одной из этих галактик.

Публикация: On the mass of the local group. Roberto E. González et al. The Astrophysical Journal. 2014. Vol. 793. No 2.

Молодость митохондрий

Академик Владимир Скулачев — об участии митохондрий в процессах старения, о том, почему старость помогает эволюции вида, и можно ли оставаться молодым вечно



Энергию нашим клеткам поставляют митохондрии — удивительные органеллы, имеющие собственную ДНК и способные превращать молекулярное «топливо» в разницу электрических потенциалов, а ее — в универсальный энергоноситель, аденозинтрифосфат (АТФ). Именно для их работы так важен кислород. Но они же могут быть «виновны» в развитии процессов старения клетки, а с ней — и всего организма.

Сегодня в гостях у журнала «Наука в мире» — один из ведущих мировых специалистов в области изучения митохондрий и поиска средств сдерживания их негативного влияния на клетку академик РАН, декан факультета биоинженерии и биоинформатики МГУ и директор НИИ Физико-химической биологии имени Белозерского *Владимир Петрович Скулачев*.

— Владимир Петрович, почему именно митохондрии? Как Вы ими заинтересовались?

— Митохондриями я занялся еще будучи студентом третьего курса в работе по клеточному дыханию — а оно происходит именно в митохондриях. По большому счету я «унаследовал» эту тему от своего научного руководителя, академика Сергея Евгеньевича Северина.

— Как работы, посвященные клеточному дыханию, привели к представлениям о действии активных форм кислорода и об их участии в процессах старения?

— Это произошло намного позже. Я заинтересовался проблемой в начале 1990-х. Толчком к этому послужил интерес к нашим работам 1960-х со стороны английских коллег в их работах по созданию новых антиоксидантов. Они первыми использовали предложенный нами принцип. Затем подключились и мы. Сперва понемногу, но вот уже лет 15 я занимаюсь этой темой как основной.

— В чем состоит принцип, который Вы упомянули?

— Нам удалось подтвердить хемиосмотическую гипотезу Митчелла, обнаружив «митохондриальное электричество». Митохондрию можно рассматривать как настоящую живую

электростанцию, которая «сжигает» топливо из определенных питательных веществ и превращает их химическую энергию в электрическую. Все происходит практически, как на обычных тепловых электростанциях, только энергия окисляющегося топлива в митохондриях превращается не в тепло, а напрямую в электричество, в разницу потенциалов на внутренней мембране митохондрий.

Так вот, если измерить эту разницу потенциалов, можно видеть, что внутри мембраны митохондрии накапливается отрицательный заряд, а снаружи — положительный. И здесь родилась идея «электровоза»: чтобы доставить вещество прямо к митохондрии, к нему нужно присоединить

i СПРАВКА «НАУКИ В МИРЕ»:

Антиоксиданты — вещества, способные нейтрализовывать активные формы кислорода. В виде свободных радикалов эти формы кислорода чрезвычайно химически агрессивны и легко вступают в реакции с различными соединениями — в частности, в живой клетке — повреждая все ее структуры, от ДНК и белков до липидов. Предполагается, что именно такой окислительный стресс является ключевым процессом, приводящим к старению клеток и всего организма.

определенный ион. И он сам, будучи заряжен отрицательно, в силу электростатического притяжения направится к положительному заряду снаружи мембраны митохондрии и принесет с собой нужное нам соединение. В этом и состоял озвученный нами принцип.

Идея простая, но есть проблема — для обычных ионов мембрана почти непроницаема. Для преодоления требуются особые ионы — положительно заряженные (катионы), обладающие липофильностью, что позволяет им не только двигаться к митохондриям, но и проникать сквозь липидные мембраны. Еще в 1974 году такие соединения Дэвид Грин (крупный американский биохимик, 1910–1983 — *Ред.*) назвал моим именем — «ионы Скулачева». Ну, я и не возражал...

Так или иначе, именно эти ионы были использованы группой Майкла Мерфи (сегодня — руководитель отделения биологии митохондрий Кембриджского университета — *Ред.*) для «прицельной» доставки антиоксидантов к митохондриям с целью нейтрализации активных радикалов. Дело в том, что почти весь кислород, который мы вдыхаем, необходим именно для работы митохондрий — здесь он утилизируется с образованием молекул воды. При этом некоторое количество кислорода «утекает», превращаясь в опасные для клетки свободные радикалы.

В качестве антиоксиданта командой Мерфи был использован витамин Е, а его комплекс с липофильным катио-

ном, к сожалению, не проявил нужной активности. А мы уже шли своим путем. Мы обратили внимание на природное вещество пластохинон, присутствующее в хлоропластах растений. При поддержке химиков удалось синтезировать вещество, в котором пластохинон присоединен к липофильному катиону, а затем доказать, что оно действительно проникает сквозь мембраны митохондрий.

Когда мы стали изучать работу комплекса в деталях, выяснилось, что он действительно способен нейтрализовать действие радикалов в митохондриях и в итоге замедлять процессы старения. Отсюда и родился наш новый большой проект по созданию фармацевтических препаратов, сдерживающих процессы старения у человека.

СПРАВКА «НАУКИ В МИРЕ»:

И Питер Митчелл (1920—1992) выдвинул идею электрической природы работы митохондрий: разность потенциалов по сторонам митохондриальной мембраны создает условия для переноса протонов. Перенос же сопровождается синтезом АТФ — главной «энергетической валюты» внутри клетки. Хемиосмотическая гипотеза была подтверждена, в том числе, и работами Владимира Скулачева, и в 1978 году Митчелл удостоился Нобелевской премии по химии.

— В связи с этим хочется вспомнить животных, «не знающих, что такое старость» — голых землекопов. Значит ли это, что механизм повреждения клетки активным кислородом митохондрий у них по какой-то причине не действует?

— Действительно, можно сказать, что у голых землекопов вовсе нет «программы старения», и они умирают не столько от возраста и нарушений в тканях и органах, сколько от различных случайностей. Секрет, по видимому, не в том, что митохондрии этих животных устроены как-то иначе, а в том, что у них во внеклеточном пространстве в большом количестве накапливается чрезвычайно мощный антиоксидант — гиалуроновая кислота. Она и может обеспечивать общую защиту тканей от окислительного стресса, нейтрализуя активный кислород на выходе из клетки.

Можно сказать, что к проблеме долголетия голые землекопы «подошли» с другой стороны, нежели мы со своим научно-фармацевтическим проектом.

Активные формы кислорода в их митохондриях появляются, но не распространяются по организму. Мы же стараемся уничтожить их в самом начале существования.

Хочется сказать, что «открытие» голых землекопов для науки — во многом тоже наша заслуга, и оно позволило существенно переосмыслить представления о старении. Ведь очень долгое время господствовало мнение, будто старение — это накопление ошибок, неизбежное в живой системе. Пока не появился прецедент — животное, которое «не стареет».

— Но ведь голые землекопы — случай не уникальный?

Да, в этой связи можно вспомнить, например, китов — животных, которые, по-видимому, также не знают старости в привычном нам смысле слова. Во всяком случае, некоторые особи могут жить по 200 лет и больше. Просто в таких масштабах времени (да и размеров — в лаборатории с китами, в отличие от голых землекопов, работать невозможно) трудно оценить их реальный возраст и связанные с этим изменения.

Но кое-что уже сделано. Например, показано, что с течением времени в структурных элементах зрачков у китов накапливаются повреждения, связанные с фотохимическими реакциями. Это, кстати, очень интересные повреждения.

Вспомним, что белки состоят из аминокислот, которые могут существовать в формах двух оптических изомеров — L и D (упрощенно — «правые» и «левые»; более точно — энантиомеры). С химической точки зрения они совершенно идентичны, однако с биологической разница между ними огромна, поскольку пространственные формы L- и D-аминокислот соотносятся, как наша правая рука с левой, — зеркально. Практически все белки практически всех организмов на Земле состоят только из L-аминокислот. Но с энергетической точки зрения вещество, включающее только L-изомеры, невыгодно. В естественных условиях такой раствор будет постепенно становиться рацематом: L будет спонтанно переходить в D, пока мы не получим примерно равную смесь этих изомеров.

Такой же процесс протекает в белках хрусталика глаза, кристаллинах. Он приводит к изменению формы белков и хрусталик стареет. Подсчитано, что для китов скорость этой деградациии составляет примерно 2% за каждые 10 лет жизни, что не так быстро. Но за многие десятилетия повреждения накапливаются, приводя к существенному снижению зрения.

Если не считать этого разрушения, киты, насколько известно, практически не стареют. С годами они лишь растут и набирают силу, все больше размножаются. Поэтому, теоретически, состояние кристаллинов, содержание в них D-аминокислот можно использовать в качестве маркера возраста этих животных.

СПРАВКА «НАУКИ В МИРЕ»:

И Голый землекоп, *Heterocephalus glaber* — уникальный вид грызунов, не подверженный раковым и сердечнососудистым заболеваниям. Землекопы холоднокровны, их кожа слабо чувствительна к тепловым раздражителям и кислотам. Кроме всего прочего, они отличаются поразительно долголетием. По сравнению с другими мелкими грызунами, жизнь которых длится обычно 3—4 года, срок жизни голых землекопов может превышать и 30 лет. Все это делает землекопов одним из самых интересных объектов биологических и медицинских исследований последнего времени. Однако роль антиоксидантов в их долголетию является предметом серьезных споров. С альтернативной точкой зрения можно ознакомиться, например, в статье: *The naked mole-rat response to oxidative stress: just deal with it.* Lewis et al. *Antioxidants & Redox Signaling*. 2013. Vol. 19. No 12. P. 1388—1399.

— Вы сказали, что у голых землекопов может не быть «программы старения». Что подразумевается под такой программой? Набор инструкций, заложенных генетически? Нечто вроде апоптоза — «самоубийства клетки», — только распространенное на весь организм?

— Да, программа именно генетическая. У голых землекопов она не отсутствует, а просто не реализуется — возможно, как раз благодаря гиалуроновой кислоте, антиоксиданту, который не позволяет активным формам кислорода распространяться между клетками. Наверняка есть и другие механизмы, препятствующие ее выполнению.

У остальных животных реализация такой «программы старения» приводит к усилению окислительного стресса — увеличению количества молекул активного кислорода или особому изменению их состава или ослаблению механизмов, защищающих от активных молекул клетки и весь организм.

Все меньше клеток способны выполнять свои функции — организм стареет, а затем и умирает от старости.

Конечно, я ничего не имею против точки зрения, что с возрастом идет накопление повреждений и именно оно воспринимается как старость. Просто я считаю, что накопление это не случайно и является результатом работы совершенно определенных, хотя пока и плохо изученных, генетических программ, которые реализуют себя, в том числе, за счет усиления окислительного стресса. А если это программа, то ее, вероятно, можно изменить и контролировать.

— В чем смысл таких «неприятных» для нас программ с эволюционной точки зрения?

— Вейсман (Август Вейсман, 1834–1914, один из крупнейших эволюционистов и генетиков, создатель учения неodarвинизма — *Ред.*) еще в XIX веке отметил, что из-за старения мы живем меньше, и поколения быстрее сменяют друг друга, что открывает дополнительные возможности для действия естественного отбора. Иначе говоря, жизнь сокращается, а эволюция ускоряется. Однако это объяснение оказывается недостаточным. В конце концов, можно было бы найти гораздо более простые и не менее эффективные способы ограничить жизнь животного, не прибегая к комплексным механизмам и программам медленного умирания.

Лично я думаю, дело здесь в том, что само постепенное ослабление организма усиливает давление естественного отбора. Приведу простой пример. Пока зайцы молодые, они могут бегать быстрее лисы, и она не является для них фактором отбора — при появлении лисы зайцы легко от нее скроются. Но с возрастом, когда коли-



чество мышечных клеток снижается и скорость бега уже не та, лиса вполне способна их настичь — и становится для них одним из факторов естественного отбора.

Это позволяет отбору «действовать» на другие признаки, до сих пор ему не подвластные. Например, более сообразительный заяц раньше заметит лису и выберет лучший маршрут для того, чтобы сбежать. А менее сообразительный — погибнет. Уже несколько поколений спустя зайцы в среднем заметно «поумнеют». Так старение может оказаться полезным с точки зрения эволюции вида, позволив ему развивать больше полезных признаков.

— Но разве в этом случае старые особи не должны сохранять фертильность и быть способными заводить новое потомство?

— Конечно, должны. Просто Вы разделяете общее ошибочное мнение, считая старость синонимом дряхлости. Будто старый человек обязательно тот, кто самостоятельно не способен подняться на второй этаж и вызывает для этого лифт. На самом же деле, существует множество признаков старения, и некоторые из них начинают появляться задолго до возможного проявления дряхлости, а кое-какие — даже с детства. Снижение определенных функций наблюдается у нас буквально с семи лет, а старение иммунной системы проявляется себя с десятилетнего возраста.

Поэтому старость, как постепенное снижение функций при сохранении способностей к воспроизводству, может оказаться очень полезной с точки зрения эволюции. В противном же случае она, конечно, особых преимуществ не давала бы.

В этом процессе есть и еще один весьма существенный момент: организм способен сам регулировать скорость своего старения. В условиях опасности, стресса, эти процессы замедляются, он старается максимально сохранить свою функциональность для выживания. Парадоксальным образом получается, что чем нам хуже — тем дольше мы живем.

Этот эффект был неоднократно продемонстрирован на лабораторных животных. Не важно, каким именно фактором вызван стресс — будь то недоедание, повышение или понижение температуры до некомфортной, большие физические нагрузки — он приведет к увеличению продолжительности жизни. Если, конечно, эти стрессовые факторы не слишком велики и не приводят к прямому ущербу для организма.

Соответственно, и для замедления старения можно посоветовать именно условия умеренного стресса. Здоровое чувство голода за счет разумных ограничений в питании, значительные мышечные нагрузки и регулярный холодовой стресс. По крайней мере, пока не будут готовы препараты нового поколения...

Беседовал Роман Фишман



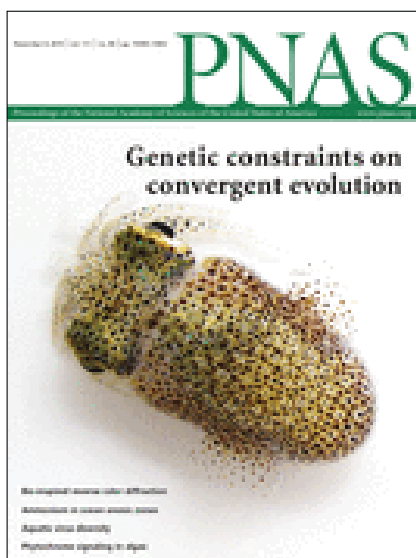
СПРАВКА «НАУКИ В МИРЕ»

Владимир Петрович Скулачев — биохимик, доктор биологических наук, академик РАН, лауреат Государственной премии СССР. Главный редактор журнала «Биохимия», декан факультета биоинженерии и биоинформатики МГУ и директор НИИ Физико-химической биологии имени Белозерского. Автор более 450 работ по окислительному фосфорилированию, энергетике живой клетки, исследованию митохондрий и оксидативного стресса.

Vol. 515. No 7525
6 ноября 2014 года



Vol. 111. No 44
4 ноября 2014 года



Vol. 346. No 6210
7 ноября 2014 года



Nature · PNAS · Science: рефераты статей

Естественные и точные науки

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

Медицинские науки и общественное здравоохранение

- 15** Фундаментальная медицина
- 16** Клиническая медицина

Техника и технологии

- 16** Электротехника, электронная техника, информационные технологии

- 16** Медицинские технологии
- 17** Нанотехнологии
- 17** Промышленные биотехнологии
- 17** Технологии материалов
- 17** Химические технологии
- 18** Экологические технологии

Социальные науки

- 18** Психологические науки
- 18** Политологические науки

Сельскохозяйственные науки

- 18** Сельское хозяйство, лесное хозяйство, рыбное хозяйство

Междисциплинарные исследования

- 18**

Nature · PNAS · Science: рефераты статей

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТОЧНЫЕ НАУКИ · Физика и астрономия

О происхождении анизотропии внегалактического фонового излучения в ближнем инфракрасном диапазоне

On the origin of near-infrared extragalactic background light anisotropy. Michael Zemcov, et al. *Science*. 2014. Vol. 346. No 6210. P. 732–735.

Когерентная трансмутация электронов в квазичастицы с дробными значениями квантовых чисел

Coherent transmutation of electrons into fractionalized anyons. Maissam Barkeshli, Erez Berg, Steven Kivelson. *Science*. 2014. Vol. 346. No 6210. P. 722–725.

Турбулентный нагрев кластеров галактик с наивысшей яркостью в рентгеновском диапазоне

Turbulent heating in galaxy clusters brightest in X-rays. I. Zhuravleva, et al. *Nature*. 2014. Vol. 515. No 7525. P. 85–87.

Подавление охлаждения белых карликовых звезд сильными магнитными полями

Suppression of cooling by strong magnetic fields in white dwarf stars. G. Valyavin, et al. *Nature*. 2014. Vol. 515. No 7525. P. 88–91.

Высокоэффективное ускорение электронного пучка в плазменном кильватерном ускорителе

High-efficiency electron acceleration of an electron beam in a plasma wakefield accelerator. M. Litos, et al. *Nature*. 2014. Vol. 515. No 7525. P. 92–95.

Химические науки

Восстановление арилгалогенидов путем последовательного стимулированного процесса перехода электронов светом видимого диапазона

Reduction of aryl halides by consecutive visible light-induced electron transfer processes. Indrajit Ghosh, et al. *Science*. 2014. Vol. 346. No 6210. P. 725–728.

Биологические науки

Структурные основы нацеливания микроРНК на мРНК-мишень

Structural basis for microRNA targeting. Nicole T. Schirle, et al. *Science*. 2014. Vol. 346. No 6209. P. 608–613.

Структура большой субъединицы митохондриальной рибосомы человека

Structure of the large ribosomal subunit from human mitochondria. Alan Brown, et al. *Science*. 2014. Vol. 346. No 6210. P. 718–722.

Глушение эхолокационных сигналов при конкуренции за пищу у летучих мышей

Bats jamming bats: Food competition through sonar interference. Aaron J. Corcoran, et al. *Science*. 2014. Vol. 346. No 6210. P. 745–747.

Филогеномные исследования хода эволюции насекомых

Phylogenomics resolves the timing and pattern of insect evolution. Bernhard Misof, et al. *Science*. 2014. Vol. 346. No 6209. P. 763–767.

Синергизм блокирования выхода клетки из митоза двумя ингибиторами APC/C18

Synergistic blockade of mitotic exit by two chemical inhibitors of the APC/C. Katharine L. Sackton, et al. *Nature*. 2014. Vol. 514. No 7524. P. 646–649.

Обособление ауксиновых реакций механизмом образования градиента PLETHORA

PLETHORA gradient formation mechanism separates auxin responses. Ari Pekka Mähönen, et al. *Nature*. 2014. Vol. 515. No 7525. P. 125–129.

Сенсорно-спровоцированная синаптическая долговременная потенция вызывается *in vivo* потенциалами плато дендритных клеток

Sensory-evoked LTP driven by dendritic plateau potentials *in vivo*. Frederic Gambino, et al. *Nature*. 2014. Vol. 515. No 7525. P. 116–119.

Участие гена *Nodal* в становлении бирадиальной асимметрии у гидры

Nodal signalling determines biradial asymmetry in Hydra. Hiroshi Watanabe, et al. *Nature*. 2014. Vol. 515. No 7525. P. 112–115.

Архитектура дыхательного комплекса I млекопитающих

Architecture of mammalian respiratory complex I. Kutti R. Vinothkumar, Jiapeng Zhu, Judy Hirst. *Nature*. 2014. Vol. 515. No 7525. P. 80–84.

Биологические науки

Кристаллическая структура РНК-зависимого каскадного комплекса, отвечающего за контроль над иммунитетом у *Escherichia coli*

Crystal structure of the RNA-guided immune surveillance Cascade complex in *Escherichia coli*. Hongtu Zhao, et al. *Nature*. 2014. Vol. 515. No 7525. P. 147–150.

Выявление псевдоурацила указывает на регулируемое псевдоуридинилирование мРНК в клетках дрожжевых грибов и человека

Pseudouridine profiling reveals regulated mRNA pseudouridylation in yeast and human cells. Thomas M. Carlile, et al. *Nature*. 2014, Vol. 515, No 7525. P. 143–146.

Люминальная сигнализация связывает взаимодействие клеток с архитектурой тканей в процессе органогенеза

Luminal signalling links cell communication to tissue architecture during organogenesis. S. Durdu, et al. *Nature*. 2014. Vol. 515. No 7525. P. 120–124

Жизненные циклы, изменение приспособленности и эволюция многоклеточности

Life cycles, fitness decoupling and the evolution of multicellularity. Katrin Hammerschmidt, et al. *Nature*. 2014. Vol. 515. No 7525. P. 75–91.

Роль периплазматических белков в транспорте ионов металлов с помощью Cu/Ag-выкачивающего насоса

Tracking metal ions through a Cu/Ag efflux pump assigns the functional roles of the periplasmic proteins. Kelly N. Chacón, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 43. P. 15373–15378.

Хеликаза SMG и ДНК-полимераза ϵ образуют функционально активный 15-субъединичный голофермент для репликации лидирующей цепи ДНК эукариот eIF4AIII ускоряет трансляцию мРНК, ассоциированной с ядерным кэп-связывающим комплексом, и вызывает нарушение вторичной структуры 5'UTR

eIF4AIII enhances translation of nuclear cap-binding complex-bound mRNAs by promoting disruption of secondary structures in 5'UTR. Junho Choe, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 43. P. E4577–E4586.

Трансплантация двухкомпонентных сигнальных путей прокариот в клетки млекопитающих

Transplantation of prokaryotic two-component signaling pathways into mammalian cells. Jonathan Hansen, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 44. P. 15705–15710.

Действие фосфорилирования ксилозы как молекулярного переключателя, регулирующего биосинтез протеогликанов

Xylose phosphorylation functions as a molecular switch to regulate proteoglycan biosynthesis. Jianzhong Wen, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 44. P. 15723–15728.

Протеолитический контроль ингибитора роста отростков нейронов NOGO-A посредством цАМФ/РКА

Proteolytic control of neurite outgrowth inhibitor NOGO-A by the cAMP/PKA pathway. Sepe M., et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 44. P. 15729–15734.

Кинетические доказательства функциональной однородности убихинонового пула и каталитической значимости суперкомплексов дыхательной цепи

Kinetic evidence against partitioning of the ubiquinone pool and the catalytic relevance of respiratory-chain supercomplexes. James N. Blaza, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 44. P. 15735–15740.

Анализ кристаллической структуры субъединиц Cog5–Cog7 показал важность их взаимодействия для функционирования мультисубъединичного комплекса связывания

Cog5–Cog7 crystal structure reveals interactions essential for the function of a multisubunit tethering complex. Jun Yong Ha, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 44. P. 15762–15767.

Нетранскрипционная роль Oct4 в регуляции инициации митоза

A nontranscriptional role for Oct4 in the regulation of mitotic entry. Rui Zhao, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 44. P. 15768–15773.

Рибонуклеотид-редуктазы выявляют разнообразие новых вирусов и предсказывают биологические и экологические признаки неизвестных морских вирусов

Ribonucleotide reductases reveal novel viral diversity and predict biological and ecological features of unknown marine viruses. Eric G. Sakowski, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 44. P. 15786–15791.

Нейропротекция и репарация 3'-блокированных концов ДНК тирозил-ДНК-фосфодиэстеразой 1, кодируемой геном *glaikit (gkt)*, у плодовой мушки

Neuroprotection and repair of 3'-blocking DNA ends by *glaikit (gkt)* encoding *Drosophila* tyrosyl-DNA phosphodiesterase 1 (TDP1). DongYu Guo, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 44. P. 15816–15820.

Морские водоросли и наземные растения имеют общие консервативные фитохромные сигнальные системы

Marine algae and land plants share conserved phytochrome signaling systems. Deqiang Duanmu, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 44. P. 15827–15832.

Пространственное разделение аппарата репарации поврежденных белков фотосинтетических мембран

Compartmentalization of the protein repair machinery in photosynthetic membranes. Sujith Puthiyaveetil, et al. *PNAS*. 2014. Vol. 111. No 44. P. 15839–15844.

Биологические науки

Для синтеза кофермента Q необходима ассоциация с COQ7, связывающегося с липидами митохондриального белка COQ9

Mitochondrial COQ9 is a lipid-binding protein that associates with COQ7 to enable coenzyme Q biosynthesis. Danielle C. Lohman, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. E4697–E4705.

Предсказуемость эволюции транскриптомов в конвергентно возникших светящихся органах головоногих моллюсков

Predictable transcriptome evolution in the convergent and complex bioluminescent organs of squid. M. Sabrina Pankey, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. E4736–E4742.

Временно-вариативная модель кластеризации для понимания детерминации клеток

Time-variant clustering model for understanding cell fate decision. W. Huang, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. E. 4797–4806

Математика

Аппроксимация ожидаемой величины гармонического среднего и некоторые ее применения

Approximation of the expected value of the harmonic mean and some applications. Calyampudi Radhakrishna Rao, Xiaoping Shi, and Yuuehua Wu. PNAS. 2014. Vol. No 44. P. 15681–15686.

Науки о Земле и смежные экологические науки

Огромные комплексы магматических «блинов» под кальдерой Тоба

A large magmatic sill complex beneath the Toba caldera. K. Jaxybulatov, et al. Science. 2014. Vol. 346. No 6209. P. 617–619.

В архейской морской воде сульфаты содержались в незначительных количествах

Sulfate was a trace constituent of Archean seawater. Sean A. Crowe, et al. Science. 2014. Vol. 346. No 6210. P. 735–739.

Неоархейские сульфатсодержащие карбонаты сохранили аномалию положительного фракционирования изотопа ³³S

Neoarchean carbonate-associated sulfate records positive $\Delta^{33}\text{S}$ anomalies. G. Paris, et al. Science. 2014. Vol. 346. No 6210. P. 739–741.

Значительное фракционирование изотопов серы связано с неоархейской бактериальной сульфатредукцией

Large sulfur isotope fractionations associated with Neoproterozoic microbial sulfate reduction. Iadwiga Zhelezinskaia, et al. Science. 2014. Vol. 346. No 6210. P. 742–744.

Увеличение концентрации HCl в стратосфере Северного полушария, вызванное изменениями в движении атмосферных потоков

Recent Northern Hemisphere stratospheric HCl increase due to atmospheric circulation changes. E. Mahieu, et al. Nature. 2014. Vol. 515. P. 104–107.

Окислительно-восстановительные процессы в биогеохимическом цикле фосфора

Redox chemistry in the phosphorus biogeochemical cycle. Matthew A. Pasek, Jacqueline M. Sampson, Zachary Atlas. PNAS. 2014. Vol. 111. No 43. P. 15468–15473.

Усиление апаттох за счет участия организмов, совершающих суточные вертикальные миграции

Enhancement of anammox by the excretion of diel vertical migrators. Daniele Bianchi, Andrew R. Babbitt, Eric D. Galbraith. PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. 15653–15658.

Сильное влияние Эль-Ниньо и Ла-Нинья (южных колебаний) на риск наводнений по всему миру

Strong influence of El Niño Southern Oscillation on flood risk around the world. Philip J. Warda, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. 15659–15664.

Высокоточная расшифровка состояния доисторической окружающей среды путем анализа липидных биомаркеров в образцах осадочных отложений при помощи лазерной десорбции-ионизации

Ultra-high-resolution paleoenvironmental records via direct laser-based analysis of lipid biomarkers in sediment core samples. Lars Wörmer, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. 15669–15674.

Влияние диффузии CO₂ в мезофилле на оценку его воздействия на общую первичную продукцию наземных экосистем

Impact of mesophyll diffusion on estimated global land CO₂ fertilization. Ying Sun, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. 15774–15779.

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ И ОБЩЕСТВЕННОЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЕ

Фундаментальная медицина

Кишечные бактерии способствуют норовирусной инфекции В-лимфоцитов человека и мышей

Enteric bacteria promote human and mouse norovirus infection of B cells. Melissa K. Jones, et al. Science. 2014. Vol. 346. No 7. P. 755–460.

Индукцированное макролидами сайт-специфическое ослабление трансляции

Sequence selectivity of macrolide-induced translational attenuation. Amber R. Davis, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 43. P. 15379–15384.

Мутации в «горячей точке» супероксиддисмутазы G93 способствуют агрегации, отражая клинический фенотип бокового амиотрофического склероза

Aggregation propensities of superoxide dismutase G93 hotspot mutants mirror ALS clinical phenotypes. Ashley J. Pratt, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. E4568–E4576.

Анализ структуры ClpP1P2 Mycobacterium tuberculosis и создание модели активации фермента путем связывания с AAA+-белками и доставки субстрата

Crystal structure of Mycobacterium tuberculosis ClpP1P2 suggests a model for peptidase activation by AAA+ partner binding and substrate delivery. Karl R. Schmitz, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 43. P. E4587–E4595.

Аргонавт-1 связывает транскрипционный энхансер и контролирует конститутивный и альтернативный сплайсинг в клетках человека

Argonaute-1 binds transcriptional enhancers and controls constitutive and alternative splicing in human cells. Mariano Alló, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. 15622–15629.

Выявление строения тирозинкиназного рецептора лейкоцитов человека путем изучения роли его лигандов

Deorphanization of the human leukocyte tyrosine kinase (LTK) receptor by a signaling screen of the extracellular proteome. Hongbing Zhang, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. 15741–15745.

Внутримолекулярный замок облегчает укладку и стабилизирует третичную структуру адгезина P1 Streptococcus mutans

An intramolecular lock facilitates folding and stabilizes the tertiary structure of Streptococcus mutans adhesin P1. Kyle P. et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. 15746–15751.

Спаренный с белком G рецептор 56 регулирует мышечную гипертрофию, вызванную перегрузкой

G protein-coupled receptor 56 regulates mechanical overload-induced muscle hypertrophy. James P. White, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. 15756–15761.

Роль устойчивости у сверхпереносчиков инфекций

Role of disease-associated tolerance in infectious superspreaders. Smita Gopinath, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. 15782–15787.

Растворимые структуры менговирусного лидерного белка, его фосфорилированные производные и комплекс с регуляторным белком ядерного транспорта RanГТФазой

Solution structures of Mengovirus Leader protein, its phosphorylated derivatives, and in complex with nuclear transport regulatory protein, RanGTPase. Valjean R. Bacot-Davis, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. 15792–15797.

Высвобождение допамина из трансплантированных нейрональных стволовых клеток в полосатом теле у крыс, пораженных болезнью Паркинсона

Dopamine release from transplanted neural stem cells in Parkinsonian rat striatum in vivo. Xinjiang Kang, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. 15804–15809.

Роль гормона адипонектина в обусловленных физическими нагрузками усилении нейрогенеза в гиппокампе и уменьшении выраженности депрессии

Physical exercise-induced hippocampal neurogenesis and antidepressant effects are mediated by the adipocyte hormone adiponectin. Suk Yu Yau, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. 15810–15815.

Уридинаденозинтетрафосфат — новый нейромедиатор, найденный в кишечнике

Uridine adenosine tetraphosphate is a novel neurogenic P2Y1 receptor activator in the gut. Leonie Durnin, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. 15821–15826.

VEGF-индуцированный неоангиогенез, опосредованный NAADP и Ca²⁺-сигнальной системой, зависимой от двухпорового канала-2

VEGF-induced neoangiogenesis is mediated by NAADP and two-pore channel-2-dependent Ca²⁺ signaling. A. Favia, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. E4706–E4715.

Оксидоредуктаза WWOX — продукт гена, находящегося в хрупком сайте хромосомы FRA16D, регулирует активацию протеинкиназы ATM и ответ клетки на повреждение ДНК

WWOX, the common fragile site FRA16D gene product, regulates ATM activation and the DNA damage response. Mohammad Abu-Odeh, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. E4716–E4725.

Анализ транскрипционной гетерогенности при передаче толерантности к химиотерапевтическим препаратам отдельных злокачественных клеток с помощью РНК-секвенирования

Single-cell analyses of transcriptional heterogeneity during drug tolerance transition in cancer cells by RNA sequencing. Mei-Chong Wendy Lee, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. E4726–E4735.

Фундаментальная медицина

Идентификация сульфид-конъюгированных медиаторов, способствующих разрешению инфекций и защите внутренних органов

Identification of 14-series sulfido-conjugated mediators that promote resolution of infection and organ protection. Jesmond Dalli, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. 4753–4761.

Мутация киназы IRAK1 — обязательное условие развития лимфомы, вызванной ассоциированным с саркомой Капоши вирусом герпеса

Interleukin 1 receptor-associated kinase 1 (IRAK1) mutation is a common, essential driver for Kaposi sarcoma herpesvirus lymphoma. Dongmei Yang, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. E. 4762–4768.

Зависимое от белка FUS расстройство регуляции нарушает синаптический гомеостаз

Activity-dependent FUS dysregulation disrupts synaptic homeostasis. Chantelle F. Sephton, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. E4769–E4778.

Редкий вариант белка DAT с валином в 559-м положении приводит к нарушению функций нейронов, изменению поведения и реакции *in vivo* на психостимуляторы

The rare DAT coding variant Val559 perturbs DA neuron function, changes behavior, and alters *in vivo* responses to psychostimulants. Marc A. Mergy, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. E4779–E4788.

Клиническая медицина

Устойчивость клеток рака поджелудочной железы к устранению онкогена зависит от функционального состояния митохондрий

Oncogene ablation-resistant pancreatic cancer cells depend on mitochondrial function. Andrea Viale, et al. Nature. 2014. Vol. 514. No 7524. P. 628–632.

Эффективная нейтрализация ВИЧ-1-человеческими антителами к гликопротеидам gp41–gp120 оболочки вируса

Broad and potent HIV-1 neutralization by a human antibody that binds the gp41–gp120 interface. Jinghe Huang, et al. Nature. 2014. Vol. 515. No 7525. P. 138–142.

Возможное объяснение на основе антигенных свойств атипичной предрасположенности к гриппу H1N1 лиц среднего возраста во время сезонной эпидемии 2013–2014 годов

Potential antigenic explanation for atypical H1N1 infections among middle-aged adults during the 2013–2014 influenza season. Susanne L. Linderman, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. 15798–15803.

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ · Электротехника, электронная техника, информационные технологии

Высокоэффективные светодиоды на основе квантовых точек, полученные выращиванием в полимерном растворе

Solution-processed, high-performance light-emitting diodes based on quantum dots. Xingliang Dai, Zhenxing Zhang, Yizheng Jin, Yuan Niu, Hujia Cao, Xiaoyong Liang, Liwei Chen, Jianpu Wang, and Xiaogang Peng. Nature. 2014. Vol. 515. No 7525. P. 96–100.

Обучение регуляторных программ на основе трехпороговой SDV-регрессии

Learning regulatory programs by threshold SVD regression. Xin Ma, Luo Xino, Wing Hung Wong. PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. 15675–15680.

Влияние неоднородности и социально-экономических факторов на индивидуальное поведение

Impact of heterogeneity and socioeconomic factors on individual behavior in decentralized sharing ecosystems. Arnau Gavalda-Miralles et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 43. P. 15322–15327.

В децентрализованных экосистемах обмена

Impact of heterogeneity and socioeconomic factors on individual behavior in decentralized sharing ecosystems. Arnau Gavalda-Miralles et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 43. P. 15322–15327.

Медицинские технологии

Фазовая пластинка с потенциалом Вольта для сфокусированной фазово-контрастной просвечивающей электронной микроскопии

Volta potential phase plate for in-focus phase contrast transmission electron microscopy. Radostin Danev, Bart Buijsse, Maryam Khoshouei, Jürgen M. Plitzko, and Wolfgang Baumeister. PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. 15635–15640.

Изучение работы потенциалзависимых каналов в живых нейронах с помощью яда тарантула

Chemoselective tarantula toxins report voltage activation of wild-type ion channels in live cells. Drew C. Tilley, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. E. 4789–4796.

Нанотехнологии

Влияние подложки на перестановки поверхностных биметаллических наночастиц в реальных катализаторах

Influence of the support on surface rearrangements of bimetallic nanoparticles in real catalysts. Núria J. Divins, et al. Science. 2014. Vol. 346. No 6209. P. 620–623.

Магнитное упорядочение на зигзагообразных краях узких графеновых нанолент при комнатной температуре

Room-temperature magnetic order on zigzag edges of narrow graphene nanoribbons. Gábor Zsolt Magda, et al. Nature. 2014. Vol. 514. No 7524. P. 608–610.

Искусственный биомиметический материал воссоздает эффект обращенной дифракции видимого света, характерный для крыльев бабочки *Pierella luna*

Bioinspired micrograting arrays mimicking the reverse color diffraction elements evolved by the butterfly *Pierella luna*. Grant England, Mathias Kolle, Philseok Kim, Mughees Khan, Philip Muñoz, Eric Mazur, Joanna Aizenberg. PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. 15630–15634.

Прямые наблюдения *in situ* катализируемых одиночными атомами Fe процессов и аномальная диффузия на краях графеновых слоев

Direct in situ observations of single Fe atom catalytic processes and anomalous diffusion at graphene edges. Jiong Zhao, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. 15641–15646.

Динамика переключений бактериального жгутикового мотора с малой внешней нагрузкой

Switching dynamics of the bacterial flagellar motor near zero load. Fangbin Wang, Junhua Yuan, Howard C. Berg. PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. 15752–15755.

Промышленные биотехнологии

Инженерия эпоксидных гидролаз как эффективный способ работы с объемными фармацевтическими субстратами

Engineering of an epoxide hydrolase for efficient bioresolution of bulky pharmaceutical substrates. Xu-Dong Kong, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. 15717–15722.

Белок, нарушающий гидролиз триацилглицеролов 7 (CHT7), действует в качестве репрессора состояния покоя в клетках *Chlamydomonas*

The protein Compromised Hydrolysis of Triacylglycerols 7 (CHT7) acts as a repressor of cellular quiescence in *Chlamydomonas*. Chia-Hong Tsaia, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. 15833–15838.

Геномный и транскриптомный анализ лечебного гриба *Antrodia cinnamomea*

Genomic and transcriptomic analyses of the medicinal fungus *Antrodia cinnamomea* for its metabolite biosynthesis and sexual development. Mei-Yeh Jade Lu, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. E4743–E4752.

Технологии материалов

Микроскопические механизмы равновесного плавления твердого тела

Microscopic mechanisms of equilibrium melting of a solid. Amit Samanta, et al. Science. 2014. Vol. 346. No 6210. P. 729–731.

Химические технологии

Асимметрический фотохимический окислительно-восстановительный катализ на основе переходных металлов, активируемый видимым светом

Asymmetric photoredox transition-metal catalysis activated by visible light. Haohua Huo, et al. Nature. 2014. Vol. 515. No 7525. P. 100–103.

Роль «протонных переключателей» и сопряженного переноса протонов и электронов в реакциях получения водорода, катализируемых порфиринами никеля

Role of pendant proton relays and proton-coupled electron transfer on the hydrogen evolution reaction by nickel hangman porphyrins. D. Kwabena Bediako, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 42. P. 15001–15006.

Экологические технологии

Ограничения количества и скорости растворения CO₂ в месторождении природного газа Браво Доме

Constraints on the magnitude and rate of CO₂ dissolution at Bravo Dome natural gas field. Kiran J. Sathaye, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 43. P. 15332–15337.

СОЦИАЛЬНЫЕ НАУКИ · Психологические науки

Нарушение мультисистемных реакций на стресс при сахарном диабете 2 типа: исследование динамики аллостатической нагрузки

Disruption of multisystem responses to stress in type 2 diabetes: Investigating the dynamics of allostatic load. Andrew Steptoe, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. 15693–15698.

Реактивация памяти в периоды спокойного бодрствования способствует последующему обучению новым знаниям, аналогичным уже известной информации

Memory reactivation during rest supports upcoming learning of related content. Margaret L. Schlichting, Alison R. Preston. PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. 15845–15850.

Политологические науки

Асимметрия приписывания мотивов для любви и ненависти приводит к неразрешимым конфликтам

Motive attribution asymmetry for love vs. hate drives intractable conflict. Adam Waytza, Liane L. Youngb, and Jeremy Ginges. PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. 15687–15692.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ ·

Сельское хозяйство, лесное хозяйство, рыбное хозяйство

Отбор в сторону расхождения экологических ниш в растительных сообществах увеличивает эффект биоразнообразия

Selection for niche differentiation in plant communities increases biodiversity effects. Debra Zuppinge-Dingley, et al. Nature. 2014. Vol. 515. P. 108–110.

Длительное взаимодействие применения пестицидов, подвижности и эрозии почв в зонах водосбора виноградников

Long-term relationships among pesticide applications, mobility, and soil erosion in a vineyard watershed. Pierre Sabatier, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. 15647–15652.

Белок-транспортер OsABCC1 из семейства АТФ-связывающих кассетных транспортеров, выявленный в рисе, уменьшает накопление мышьяка в рисовых зернах

A rice ABC transporter, OsABCC1, reduces arsenic accumulation in the grain. Won-Yong Songa, et al. PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. 15699–15704.

Бакуловирусная устойчивость яблоневой плодовой гнили зависит от изолята вируса и является следствием мутации вирусного гена ре

Baculovirus resistance in codling moth is virus isolate-dependent and the consequence of a mutation in viral gene pe38. Manuela M. Gebhardt, et al. PNAS. 2014 Vol. 111. No 44. P. 15711–15716.

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Прямое численное моделирование эоловой песчаной ряби

Direct numerical simulations of aeolian sand ripples. Orencio Durán, Philippe Claudin, and Bruno Andreotti. PNAS. 2014. Vol. 111. No 44. P. 15665–15668.

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)

* Информация предоставляется на правах рекламы.

Подписка на журнал

Шаг 1. Выберите удобный для вас период подписки.

<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.

Шаг 2. Направьте запрос на адрес rasn@allrussia.ru в свободной форме.

В тексте запроса укажите название вашей организации, реквизиты, контактное лицо и телефон для связи.

Шаг 3. Мы пришлем вам договор и счет. Подпишите документы, оплатите счет и получайте журнал «Наука в мире» с любого месяца.