

ЗА НАУКУ



№ 2 (1945)
2016 ГОД

ВЫХОДИТ С 1958 ГОДА

SAPERE AUDE

СОБЫТИЕ
МФТИ — В СОТНЕ
ЛУЧШИХ THE

с. 8

BACKGROUND
ПРАВИЛА ЖИЗНИ
ДАВИДА ЯНА

с. 54

ПРИБОРНАЯ ПАНЕЛЬ
НОВИНКИ ЛАБОРАТОРНОГО
ОБОРУДОВАНИЯ

с. 66

НАУКА В ВУЗАХ: УСЛОВИЯ И ЗАДАЧИ **с.32**





ОТ РЕДАКЦИИ

Что такое репутация? Это — слова. Слова тех, кому можно доверять и кому доверяют. О тех, к кому ты вынужден быть пристрастен. И чем больше будет этих слов, тем лучше. Тем весомее будет репутация и тем меньше к ней будет вопросов. Что такое репутация? Это — вера. Вера в то, что тот, на кого ты полагаешься, не обманет ожиданий и добьется результата, на который ты рассчитываешь, сохранив при этом верность принципам. Тем принципам, которые и позволяют ему выделяться на фоне других. Репутацию нельзя купить, найти или присвоить. Репутацию нужно зарабатывать. Обычно долго и трудно. Все «быстро» заработанные репутации так же быстро растворяются в небытии. В этом году МФТИ впервые вошел в репутационный рейтинг Times Higher Education. В нем 100 вузов (со всего мира), а попадают в список по итогам опроса ученых — 10 тысяч ученых из более чем 130 стран. И эти 10 тысяч ученых из более чем половины государств, имеющих на карте, назвали Физтех в числе вузов, достойных занять место в рейтинге. Одним из самых важных, авторитетных и уважаемых рейтингов в мире высшего образования, в котором только три отечественных университета: два классических — МГУ и СПбГУ — и один специализированный — МФТИ. Так мало потому, что участники опроса рассматривают две составляющие — образовательную и научную. А с последней в российских вузах всегда были серьезные проблемы. Просто потому, что занимались они только образованием, отдав исследовательскую работу на откуп РАН. Весь мир давно идет по другому пути, и у нас, похоже, не остается другого выбора, кроме как идти в том же направлении. Сохранив все то, что уже есть. И в этом наше конкурентное преимущество.



НОВОСТИ

- 4 Новости науки
- 6 Новости МФТИ

СОБЫТИЕ

- 8 МФТИ — в сотне лучших THE

10 МФТИ В СМИ

ГЕРОЙ НОМЕРА

- 12 Валентин Пармон:
«Катализ — ключ ко
всем современным
технологиям в химической
промышленности»

КРУПНЫМ ПЛАНОМ

- 14 Установка для измерения
расхода газа через
впускной клапан двигателя
внутреннего сгорания

ОТКРЫТО

- 16 Life science
Агрессия меняет мозг
- 18 Life science
Аритмия своими руками
- 20 Материаловедение
Формула USPEX'a
- 22 Квантовые технологии
Логика будущего
- 24 Электроника
Включи мозг
- 26 Физика магнитных явлений
Эгоисты-коллективисты
- 28 Нанотехнологии
Что рассеешь, то и пожнешь
- 30 Нанотехнологии
Нанопрялка для фильтров



ГЛАВНОЕ

- 32 Наука в вузах:
УСЛОВИЯ и ЗАДАЧИ

ИНФОГРАФИКА

- 40 Базовые кафедры МФТИ

КРУГЛЫЙ СТОЛ

- 42 Наука и вузы:
как получить синергию?

СПЕЦИАЛЬНЫЙ РЕПОРТАЖ

- 46 Кто владеет информацией...
ИППИ РАН



СВОИМИ ГЛАЗАМИ

- 50 Нано измерить
Кафедра нанометрологии
и наноматериалов

ПОЛНЫЙ ВПЕРЕД

- 52 Дмитрий Негров

BACKGROUND

- 54 Инь и Ян
Основатель АБВУУ Давид Ян

Главный редактор
Роман Орлов**Заместитель
главного редактора**
Анна Дзарахова**Дизайн и верстка**
Любовь Ярошинская**Иллюстратор**
Елена Хавина, Lion on helium**Фотограф**
Евгений Пелевин**Корреспонденты**
Ксения Адамович,
Любовь Антофьева,
Денис Баранов,
Борис Войцеховский,
Вячеслав Гарамов,
Екатерина Дейнека,
Анна Дзарахова,
Екатерина Жданова,
Екатерина Жванская,
Евгения Зайцева,
Григорий Караганов,
Диана Кершнер,
Федор Киташов,
Марина Конюхова,
Андрей Крупичко,
Анна Кудрявцева,
Илья Куликов,
Татьяна Лемешко,
Сергей Луговой,
Галина Михалина,
София Морозова,
Евгений Новиков,
Михаил Рехтин,
Валерий Ройзен,
Виктория Стельмах,
Мария Ткачук,
Алексей Тимошенко,
Олег Фей**Корректор**
Галина Бондаренко**Цветокоррекция**
Максим Куперман**Ректор МФТИ**
Николай Кудрявцев**Проректор по науке
и стратегическому развитию**
Тагир Аушев**Руководитель управления
стратегического развития**
Виталий Баган**Руководитель
направления по связям
с общественностью**
Елена Брандт**Экспертный совет**
Денис Баранов
Владимир Глушков
Сергей Демишев
Евгений Лебедев
Дмитрий Негров
Станислав Полосков**Почетный редактор**
Алексей Паевский**e-mail редакции:**
zn@phystech.edu**Подписано в печать**
22.06.2016**Тираж** 999 экз.**Отпечатано в типографии**
«Хомо-Принт», г. Москва,
ул. Миклухо-Маклая, д. 34Перепечатка материалов
невозможна без письменного
разрешения редакции журналаМнения и высказывания,
опубликованные в материалах
журнала «За науку», могут
не совпадать с позицией
редакции**ОБРАЗОВАНИЕ****56** На долгую памятьИнтернет-образование
в МФТИ**58** Пришел, увидел, научил!Как создать свой курс
дополнительного
образования?**ПРОЕКТ****60** Нашелся тут УМНИКСтартапы участников
молодежного научно-
инновационного конкурса**62** Читаем по четвергам**ЛИФЕНАСК****64** Будет тебе наукаПолезные сайты с научными
новостями**ПРИБОРНАЯ ПАНЕЛЬ****66** Новинки лабораторного
оборудования**ИСТОРИЯ ОДНОГО ОТКРЫТИЯ****68** Графен: бурные пятницы
и сор из избы**НАУЧНЫЕ РАЗОБЛАЧЕНИЯ****70** Связь с космосомКогда инопланетяне
выйдут на связь
с землянами?**РАЗБОР ПОЛЕТОВ****72** Это — катастрофаДалеко ли улетит
«Экипаж»?**74 ФОТОХРОНИКА**



ЗНАЧИТ, ЭТО КОМУ-НИБУДЬ НУЖНО

Английский космолог Стивен Хокинг и российский миллиардер Юрий Мильнер объявили о запуске проекта Breakthrough Starshot, цель которого — за 20 лет доставить нанороботов к звездной системе Альфа Центавра, находящейся на расстоянии 4,37 световых лет (40 триллионов километров) от Земли. Эта новость вызвала немало споров в научном сообществе. Ведь самому быстрому из существующих космических кораблей потребуются десятки тысяч лет, чтобы долететь до заявленной цели. Впрочем, Хокинг и Мильнер уверены в успехе своего предприятия. В качестве движущей силы наноробота они планируют использовать импульс светового луча. С его помощью миниатюрный летательный аппарат (весом менее одного грамма), оснащенный камерами, фотонными двигателями и системой навигации, удастся разогнать до необходимой скорости. Почему именно Альфа Центавра? Потому что она ближе всех к Солнцу, и, по оценкам ученых, как минимум одна из звезд системы может иметь в своей обитаемой зоне экзопланету. Подготовительные работы к запуску, как ожидается, могут занять до 20 лет — предстоит решить сразу несколько еще нерешенных научных задач. Первоначальные вложения в проект составят 100 млн долларов. А общая стоимость может дойти до 20 млрд. В совет директоров проекта, помимо Мильнера и Хокинга, вошел также основатель социальной сети Facebook Марк Цукерберг.

100 ГВт —

мощность лазера, который придется использовать для запуска микрозондов в проекте Breakthrough Starshot

СВОЙ КОЛЛАЙДЕР

В Объединенном институте ядерных исследований (ОИЯИ) в Дубне начали строительство «младшего брата» Большого адронного коллайдера. Завершить его планируют к 2020 году. Стоимость проекта — 8,8 млрд рублей. NICA (Nuclotron-based Ion Collider facility) будет конструироваться на базе уже существующего сверхпроводящего ускорителя «Нуклотрон» силами ученых из 24 стран. Периметр кольца установки составит около 500 метров. С помощью NICA ученые будут изучать особое состояние материи, в котором пребывала наша Вселенная вскоре после Большого взрыва, — кварк-глюонную плазму.

Макет коллайдера NICA в Дубне



НЕ НАДО ГРЯЗИ?

Иммунолог из Университета Миннесоты Дэвид Масопуст и его коллеги выяснили, что привычные лабораторные грызуны недостаточно подходят на роль аналогов при изучении организма человека. В частности, они не отражают важные особенности иммунной системы, поскольку в большинстве своем выращены практически в стерильных условиях. Исследователи решили уточнить, являются ли причиной столь сильных различий в работе иммунной системы генетические факторы или же во всем виновата окружающая среда. Для этого они поместили диких и лабораторных мышей в одну клетку и наблюдали за ними на протяжении двух месяцев. К концу эксперимента 20% «чистых» грызунов погибло, а у тех, кто выжил, в крови были обнаружены более высокие уровни зрелых иммунных клеток. То есть лабораторные мыши явно приобрели иммунитет благодаря проживанию с «грязными» особями.

ВЫЛЕТЕТЬ В ТРУБУ

В США прошли первые успешные испытания разгонной установки вакуумного поезда — принципиально новой транспортной системы Hyperloop, идею создания которой предложил Илон Маск. Принцип действия «Гиперпетли» позаимствован у пневмопочты, некогда широко использовавшейся для транспортировки документов в крупных учреждениях (и до сих пор использующейся, к примеру, в «Ленинке»). Система будет использовать магниты и турбины, чтобы запускать капсулы на воздушной подушке, с огромной скоростью перемещающиеся по полым трубам. В ходе испытаний использовались специальные «санки», набравшие скорость в 187 км/ч за 1,1 секунды. Разработчики обещают, что Hyperloop начнет перевозить грузы уже в 2019 году, а пассажиры — в 2021-м. Со средней скоростью 1120 километров в час. Это значит, что путешествие из Петербурга в Москву на таком поезде, к примеру, займет около получаса. Аналогии в данном случае уместны, так как выяснилось (для многих неожиданно), что подобные

разработки есть и у нас. Более того, уже создан образец «магнитолевитационной платформы», который «каждый желающий может увидеть в Ленинград-Балтийском моторном депо». Для завершения проекта, как говорят в РЖД, нужно каких-то \$12–13 млрд, «в два раза меньше суммы, озвученной зарубежными экспертами».

Да, кстати, тормозную систему для пневмопоездов еще не придумали. Опытный образец Hyperloop «останавливался» в кучу песка.



Российский аналог Hyperloop – магнитно-левитационная платформа

© <http://www.spb-gov.ru>



«Санки», которые использовались для испытания новой системы, разогнались почти до 200 км/ч чуть больше, чем за секунду

© Hyperloop Technologies



Прототип поезда будущего. Илон Маск обещает, что первых пассажиров он перевезет уже через пять лет

© <https://commons.wikimedia.org>



© Fotolia / science photo

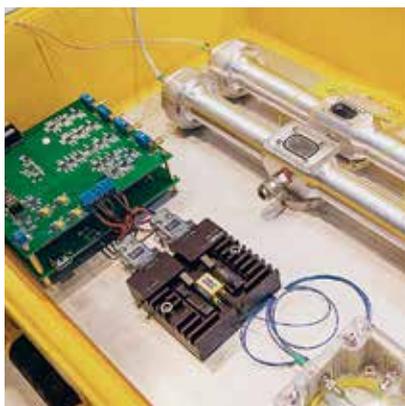
ВОЗРАСТ НЕ СКРОЕШЬ

Программисты из ИТМО и их зарубежные коллеги разработали особую систему искусственного интеллекта Aging.AI, которая позволяет почти безошибочно определить возраст человека по концентрации и соотношению важнейших биомаркеров в его крови. Для этого ученые использовали примерно 60 тысяч записей из обширной базы анализов крови компании InVitro, каждая из которых содержала данные по наличию и концентрации 46 различных биомаркеров. С их помощью ученые «дрессировали» несколько десятков глубоких нейросетей, которые пытались определить возраст различными способами. Объединив результаты работы при помощи специального алгоритма, программисты получили инструмент, способный предсказывать возраст человека с точностью примерно в 84%. Любой желающий может самостоятельно проверить работу Aging.AI, зайдя на сайт <http://www.aging.ai/> и введя данные своих анализов.



Я ТРЕБУЮ АДВОКАТА. Я ТРЕБУЮ АДВОКАТА. Я...

В юридическую фирму Baker & Hostetler (США) официально принят на работу первый в истории адвокат-робот. Сложные случаи ему пока не доверяют, но с бумажными делами новый сотрудник справляется на ура. Как говорят коллеги, он с первого раза понимает, что ему говорят (в отличие от некоторых других коллег), прекрасно ориентируется в больших объемах информации, легко вычленив необходимые данные, анализирует ситуацию и предлагает гипотезы, а также способен озвучивать запрашиваемые законодательные акты. Отмечается, что Ross (так зовут робота) постоянно занимается саморазвитием и корректировкой собственной базы данных.



Лазерный спектрометр для мониторинга углекислого газа и метана в атмосфере Земли

ВСЕ ПОД КОНТРОЛЕМ

На международной выставке-форуме ЭКОТЕХ'2016 МФТИ представил лазерный спектрометр для мониторинга углекислого газа и метана в атмосфере Земли. Прибор, разработанный учеными из лаборатории инфракрасной спектроскопии высокого разрешения планетных атмосфер, можно использовать для служб экологического мониторинга, контроля чистоты атмосферы на производственных линиях, обнаружения утечек вредных веществ. Спектрометр пригоден для полевых исследований, поскольку устойчив к факторам окружающей среды. Его себестоимость не должна превысить 10 тысяч долларов. Также на стенде Физтеха был представлен подводный планер лаборатории автономных систем, обеспечивающий экологическую безопасность морских нефтедобывающих платформ и подводных объектов (подробнее о нем читайте в № 1 (1943) 2016. — *Ред.*).



НАГРАДЫ — МАГНИТОМ

Выпускник факультета физической и квантовой электроники МФТИ Иван Лисенков удостоен медали РАН для молодых ученых. В своих исследованиях он показал, что в наноструктурированных магнитных материалах можно управлять спиновыми волнами (волнами намагниченности материалов, или квазичастицами-магнонами), изменяя состояние намагниченности отдельных элементов. Применение магонных схем для аналоговой и цифровой обработки сигналов позволит снизить энергопотребление и физический размер устройств, а также увеличить скорость обработки информации.

«Жизнь в невесомости для человека, имеющего физическое образование, — это рай».

Александр Калери, космонавт, выпускник ФАКИ 1979 года

111 УЧАСТНИКОВ
СОБРАЛ MOSCOW
PRE-FINALS ACM ICPC
WORKSHOP В МФТИ

1937 ЧЕЛОВЕК
НАБЕРЕТ НА ПРОГРАММЫ
БАКАЛАВРИАТА,
СПЕЦИАЛИТЕТА,
МАГИСТРАТУРЫ
И АСПИРАНТУРЫ МФТИ
В 2016/17 УЧЕБНОМ ГОДУ

БОЛЬШЕ **10 000** ЛЕКЦИЙ
ПРОШЛО В МФТИ
В 2015/16 УЧЕБНОМ ГОДУ

ВМЕСТЕ ПРОТИВ РАКА

В МФТИ состоялась VI Международная конференция ФизтехБио, главной темой которой стали вопросы разработки новых лекарственных препаратов и технологий диагностики онкологических заболеваний. Участие в ней приняли около 400 делегатов из разных стран. В рамках ФизтехБио также прошли «Школа молодых ученых», 21-й Международный симпозиум имени Чарльза Хайдельберга по онкологии и питч-сессии стартапов и проектов в области фармацевтики, медицинской техники, агротехнологий и нейротехнологий. Как отметил открывавший конференцию заместитель министра образования и науки РФ Александр Повалко: «Важно, что наравне с проектами по запуску ракет в космос у нас существуют и развиваются проекты, нацеленные на здоровье и долголетие человека, и нам крайне важно продолжать работу в этом направлении».



Выставка высокотехнологичной продукции на конференции ФизтехБио

Артем Жук, Константин Семенов, Иван Смирнов и Алексей Малеев (слева направо) доказали, что программисты МФТИ — одни из сильнейших в мире



ЗОЛОТО МИРА

Команда MIPT Jinotega выиграла золото международного командного чемпионата мира по программированию ACM ICPC, который проходил в Таиланде. Сборная в составе Ивана Смирнова, Артема Жука, Константина Семенова, тренера Михаила Тихомирова и руководителя Алексея Малеева вошла в четверку лучших, уступив только СПбГУ, Шанхайскому университету Джао Тонг и Гарварду. Всего в финале приняли участие 128 сильнейших университетов мира. Физтехи, в частности, обошли команды Массачусетского технологического института, МГУ и Стэнфорда. Для МФТИ это уже вторая награда высшей пробы на подобных чемпионатах. Предыдущее золото студенты института завоевали в 2012 году в Варшаве.



СВОЙ СРЕДИ ЧУЖИХ

Выпускник Физтеха Александр Замолодчиков избран иностранным членом Национальной академии наук США. Одновременно с ним почетное звание получил 21 ученый из 14 стран мира. Замолодчиков — физик-теоретик, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Института теоретической физики им. Л. Д. Ландау РАН и руководитель лаборатории квантовой физики и информации ИППИ РАН. Став членом американской академии, он оказался в одной компании с Менделеевым, Павловым, Зворыкиным, Капицей, Семеновым, Ландау, Зельдовичем, Алферовым, Гинзбургом, Абрикосовым и другими выдающимися отечественными учеными, в разное время принятыми в эту организацию.

НЕ ОПЯТЬ, А СНОВА

Сборная МФТИ вновь стала лучшей на Всероссийской олимпиаде по физике, разделив на этот раз первое место с МИФИ. Обе команды набрали по 237 баллов из 300 возможных. На втором месте — сборная Нижегородского государственного университета, на третьем — МГУ. В личном зачете среди физтехов лучше всех выступил Максим Хабаров, который занял второе место. При этом результаты всех восьми членов сборной МФТИ оказались в топ-20 олимпиады.

ДОРОГИЕ ВЫПУСКНИКИ

В начале мая исследовательский центр Superjob представил рейтинг по уровню доходов выпускников российских вузов в 2010–2015 годах, занятых в IT-отрасли. На первой строчке расположился МФТИ, за ним — МИФИ и МГТУ им. Н. Э. Баумана. Средняя зарплата IT-специалистов, окончивших Физтех, в Москве составила 130 тыс. рублей.



УБИЙЦА БАНКОВ

Открытую лекцию в Физтехпарке прочел Виталик Бутерин — основатель проекта Ethereum, обладатель премии World Technology Award (которую получил, обойдя в том числе Марка Цукерберга). Физтехам он рассказал о трех принципах blockchain и сферах его применения, о том, с чего началась платформа Ethereum и что такое майнер (запись лекции можно посмотреть на Youtube). Российский IT-вундеркинд является одним из самых ярких и успешных представителей blockchain-движения, работая с мировыми финансовыми гигантами Goldman Sachs, Credit Suisse, Barclays, JP Morgan и другими. По мнению экспертов, blockchain выведет банковскую систему на совершенно новый уровень, а по сути «убьет» банки в том виде, в котором они существуют сейчас. И того, кто не разделяет убеждения Виталика Бутерина, похоже, ждет незавидная участь.



Научные битвы на Физтехе теперь будут проводиться регулярно

СНОВА В БОЙ

На Физтехе прошла стендап-битва ученых Science Slam «Chain Reaction», приуроченная

к 120-летию Николая Семенова. У каждого из участников было всего 10 минут, чтобы рассказать о своем научном исследовании, его достоинствах и перспективах. Победителя определяли с помощью аплодисментов, громкость которых измерялась шумомером. В этот раз зрителям больше всего пришлось по душе выступление Евгения Глушкова из лаборатории искусственных квантовых систем. Он рассказал, как собрать квантовый компьютер из кубитов, нужен ли таковой обычному пользователю и почему ученые всего мира стремятся создать такую машину. Еще Евгений удивил всех тем фактом, что, несмотря на то что такие компьютеры еще не появились, «квантовые» хакеры уже заявили о себе.



Московский физико-технический институт впервые вошел в репутационный рейтинг высших учебных заведений мира по версии британского журнала Times Higher Education.

□ ЗАСЛУЖЕННАЯ РЕПУТАЦИЯ

World Reputation Ranking — один из самых авторитетных и влиятельных рейтингов вузов в мире — в этом году был составлен уже в шестой раз. Его готовят журнал THE совместно с медиакомпанией Thomson Reuters. Помимо Физтеха, оказавшегося на позиции 91–100, в список в этом году попали Московский государственный университет имени Н. В. Ломоносова и Санкт-Петербургский государственный университет. По сравнению с прошлым годом оба вуза несколько сдали свои позиции: МГУ опустился с 25-го места на 30-е, а СПбГУ, занимавший 71–80-е места, расположился в группе 81–90. Лидерами рейтинга по-прежнему остаются американские и британские вузы. Например, Гарвард уже шестой год подряд не оставляет шансов занять первую строчку своим ближайшим преследователям: Массачусетскому технологическому институту, Стэнфордскому университету, Кембриджу и Оксфорду.

По словам ректора МФТИ Николая Кудрявцева, «общие рейтинги для специализированных университетов, каким является Физтех, заметно сложнее, чем для классических, поскольку вас оценивают в основном специалисты других направлений, например гуманитарии.

ПРЯМАЯ РЕЧЬ



Владислав Сурков,
помощник Президента РФ, председатель наблюдательного совета МФТИ:

«Тот факт, что Times Higher Education дана столь высокая оценка Физтеху, говорит о целеустремленности и эффективности работы ученых, преподавателей и студентов легендарного университета. О продуктивных контактах с зарубежными научными центрами. О том, что поддержка со стороны правительства России и частные пожертвования дают хороший результат».

Поэтому для нас особенно важно попасть в первую сотню общего, а не предметного рейтинга, тем более такого престижного, как репутационный рейтинг Times Higher Education. Физтех давно обладает солидной образовательной и научной репутацией среди физико-технических вузов, и примечательно, что теперь мы на равных с лучшими классическими университетами мира».

Проректор по науке и стратегическому развитию МФТИ Тагир Аушев, в свою очередь, отмечает, что попадание Физтеха в рейтинг THE закономерно: «В последние годы Физтех активно интегрируется в международное научное сообщество, участвует в совместных

международных проектах. Помимо самих исследований мы занимаемся продвижением научных результатов не только в российских, но и зарубежных медиа. Как можно заметить, это начинает приносить плоды, оказывая влияние на репутационные показатели университета».

НАУКА ПОБЕЖДАТЬ

В этом году при составлении рейтинга были учтены мнения 10 323 ученых из 133 стран. Предлагалось ответить на две группы вопросов: об учебной и научно-исследовательской деятельности вузов. Ученым надо было назвать не более 15 вузов, которые, по их мнению, являются лучшими в каждой из категорий. Причем составители рейтинга



Развитие научной составляющей стало серьезным аргументом в пользу включения МФТИ в репутационный рейтинг THE

ПРЯМАЯ РЕЧЬ



Фил Бейти,
редактор рейтинга THE:

«Ежегодный репутационный рейтинг THE является основным индикатором состояния глобальных университетских брендов. В целом для России хорошая новость заключается в том, что у нее есть третий представитель в рейтинге — Московский физико-технический институт. Но ей придется напряженно работать для того, чтобы гарантировать, что она может соперничать со своими мировыми конкурентами, такими как Китай, который также осуществляет большие инвестиции в высшее образование».



придавали большой вес данным по научно-исследовательской деятельности (в соотношении 2:1).

Для Физтеха, как для участника Проекта 5–100 (цель которого – появление пяти российских вузов в сотне ведущих университетов мира), развитие научной составляющей как раз и является приоритетной, стратегической задачей. Главное, к чему стремится институт, — стать исследовательским центром мирового уровня с высоким качеством образования. Именно поэтому МФТИ целенаправленно открывает научные лаборатории, которые уже начали давать первые результаты: в прошлом году наши ученые запатентовали уникальный графеновый биосенсор для диагностики сложных заболе-

ваний на ранней стадии, открыли Центр исследования молекулярных механизмов старения, а в этом году на Физтехе впервые в России создали двухкубитную схему для будущего квантового компьютера (подробнее на стр. 22. — *Ред.*).

А ТАКЖЕ

За этот год Физтех успел отметить не только в World Reputation Ranking, но также улучшил свои позиции в предметном рейтинге Quacquarelli Symonds (QS) по направлениям подготовки «Физика и астрономия»: 101–150-е место в сравнении со 151–200-м местом в прошлом году — и «Математика»: поднялся из группы 301–400 в 251–300. Помимо этого, МФТИ впервые попал еще

в три направления — это «Механическая, авиационная и промышленная инженерия» (201–300), «Инженерное дело в электронике» (251–300) и «Вычислительная техника» (351–400). «В этом году Физтех занял восьмое место в предметном рейтинге по физике и астрономии по репутации среди работодателей — эксперты оценили этот критерий на 93 балла из 100. Это выше, чем у Калифорнийского технологического института, Беркли и ЕТН (Высшей технической школы Цюриха). Выпускники Физтеха демонстрируют высокую востребованность, значит, они действительно одни из лучших в мире», — отмечает Виталий Баган, начальник управления стратегического развития МФТИ. ■

SCIENTIFIC AMERICAN

НАМ НУЖНО БОЛЬШЕ КОСМИЧЕСКИХ МИССИЙ НА ВЕНЕРУ

Александр Родин, заведующий лабораторией инфракрасной спектроскопии планетных атмосфер высокого разрешения, в рубрике «Космос»:

«Венера гораздо больше Марса напоминает Землю по размерам (она всего лишь на 5% меньше нашей планеты), составу и поверхностной гравитации, но суровые условия не оставляют ни малейшей надежды на то, что Венера может быть домом для живых существ. Тем не менее ее по-прежнему стоит изучать хотя бы затем, чтобы узнать, почему все сложилось так, а не иначе, и как Земле избежать подобной участи».

Популярная Механика

РОССИЙСКИЕ УЧЕНЫЕ УСКОРИЛИ СВЕРХПРОВОДЯЩУЮ ПАМЯТЬ В СОТНИ РАЗ

Группа ученых из лаборатории топологических квантовых явлений в сверхпроводящих системах МФТИ и МГУ разработала принципиально новый тип ячеек памяти на основе сверхпроводников — такая память может работать в сотни раз быстрее, чем распространенные сегодня типы запоминающих устройств, говорится в статье, опубликованной в журнале Applied Physics Letters.



ИНФОРМАЦИОННОЕ АГЕНТСТВО РОССИИ

УЧЕНЫЕ ИЗ МФТИ ВПЕРВЫЕ В РОССИИ СОЗДАЛИ ДВУХКУБИТНУЮ КВАНТОВУЮ СХЕМУ

Ученые из Московского физико-технического института (МФТИ) первыми в России изготовили и протестировали сверхпроводящую двухкубитную схему с управляемой связью. Это устройство является дальнейшим развитием созданного ранее на Физтехе кубита — основного элемента будущих квантовых компьютеров.

Подробнее читайте на стр. 22



Владислав Сидоренко, профессор кафедры теоретической механики МФТИ, в рубрике «Дышите глубже!»:

«Первая комета пролетела мимо Земли 21 марта на расстоянии примерно 5,2 миллиона километров. А 22 марта комета-«близнец» пролетела на расстоянии 3,5 миллиона километров. Это третий случай такого близкого приближения кометы к Земле в истории человечества после комет в 1770 году и в 1983 году».



В МФТИ «ЗАКРЫЛИ» МОНОКАРБИД ТЕХНЕЦИЯ

Группа ученых во главе с заведующим лабораторией компьютерного дизайна материалов МФТИ Артемом Огановым выяснила, что соединение «монокристалл технеция» — ТсС — не может существовать, а полученные ранее данные рентгенофазового анализа, вроде бы свидетельствующие о его обнаружении, — ошибка.

Подробнее читайте на стр. 20

Forbes

ВЕЧНАЯ МОЛОДОСТЬ: КАК ОБМАНУТЬ ГЕНЫ СТАРОСТИ

Алексей Москалев, доктор биологических наук и заведующий лабораторией генетики продолжительности жизни и старения МФТИ, в блоге «ПроНаука»:

«Уже есть два исследования на мышах, когда с помощью генной терапии продолжительность их жизни увеличивалась на 22%. И еще один эксперимент показал, что введение гена теломеразы (дополнительной копии гена фермента, достраивающего концы хромосом) тоже очень существенно продлевало жизнь мышам. То есть те мишени, которые фармакологически недоступны, мы в перспективе сможем регулировать уже с помощью генной терапии».



РОССИЙСКИЕ УЧЕНЫЕ «РАЗГЛАДИЛИ» СВЕТ, ЧТОБЫ НАЙТИ БЛИЗНЕЦОВ ЗЕМЛИ

Оптическую технологию «исправления» света от далеких звезд разработали физики из МФТИ и ИКИ РАН. Она позволит значительно улучшить «зрение» телескопов и напрямую наблюдать экзопланеты, сопоставимые по размерам с Землей.

РОССИЙСКИЕ УЧЕНЫЕ РАСКРЫЛИ СЕКРЕТ «СУПЕРБАКТЕРИЙ»

Российские ученые из Центра физико-химической медицины, МФТИ и исследовательского подразделения «Яндекса» смогли объяснить появление устойчивых к антибиотикам микробов с помощью математических алгоритмов.



РОССИЙСКИЕ ФИЗИКИ ПОДЕЛИЛИ МАГНИТНЫЕ ВИХРИ НА «КОЛЛЕКТИВИСТОВ» И «ЕДИНОЛИЧНИКОВ»

В моносилциде марганца (MnSi) микроскопические магнитные вихри — скримионы — могут вести себя как «коллективисты» и «единоличники», то есть могут разделяться или, наоборот, создавать единую структуру. Это открытие ученых из МФТИ и Института общей физики им. А. М. Прохорова. Изучение поведения скримионов может помочь в создании уникальных квантовых устройств, базирующихся на новых физических принципах.

Подробнее читайте на стр. 26

SLON

ПОНЯТНЫЕ НЕИЗВЕСТНЫЕ. ЧТО ЕЩЕ ОСТАЛОСЬ ИССЛЕДОВАТЬ ВО ВСЕЛЕННОЙ?

Валерий Ройзен, аспирант и научный сотрудник лаборатории компьютерного дизайна материалов МФТИ:

«Благодаря техническому прогрессу в последние годы у нас появилась возможность экспериментально проверить отдельные кусочки картины мира, сформулированной 50–60 лет назад. Однако это не значит, что теперь мы живем в мире, законы которого известны наверняка. Огромное количество феноменов и теорий в физике все еще нуждается в объяснении и экспериментальном подтверждении».

Коммерсант.ru®

ВЛАСТЬ

ДОЖИТЬ ДО БЕССМЕРТИЯ

Уже несколько лет наше государство демонстрирует свою заинтересованность не только в собственной фарминдустрии, которая сможет производить аналоги иностранных лекарств, но и амбиции в разработке новых лекарств и технологий. Одной из основных баз отечественных фундаментальных исследований в этой области с начала 2015 года стал Московский физико-технический институт (МФТИ), где есть несколько лабораторий, занимающихся старением на клеточном уровне.

газета.ru

КАК ФИЗИК ПОЛУЧИЛ НОБЕЛЕВСКУЮ ПРЕМИЮ ПО ХИМИИ

Петр Капица и Николай Семенов действительно стали выдающимися учеными и нобелевскими лауреатами, внесли огромный вклад в науку и основали один из ведущих технических вузов — Московский Физтех (МФТИ).

ScienceDaily®

Your source for the latest research news

РОССИЙСКИЕ ФИЗИКИ ВЫРАСТИЛИ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ГАФНИЯ ДЛЯ ЭНЕРГОНЕЗАВИСИМОЙ ПАМЯТИ НОВОГО ТИПА

Ученые из МФТИ успешно вырастили сверхтонкие (2,5 нанометра) сегнетоэлектрические пленки на основе оксида гафния, которые могут стать основой для элементов энергонезависимой памяти, называемых сегнетоэлектрическими туннельными соединениями.

Подробнее читайте на стр. 24



ТРАССА «ЗЕМЛЯ — ЛУНА»: КАК РОССИЯ БУДЕТ ОСВАИВАТЬ КОСМОС В XXI ВЕКЕ

Сергей Негодяев, декан ФАКИ МФТИ, и **Иван Завьялов**, научный сотрудник кафедры прикладной математики МФТИ, в рубрике «Общество»:

«Пилотируемая космонавтика, доставка грузов на орбиту и ядерная энергодвигательная установка — России еще есть чем гордиться в деле освоения космоса».

ВАЛЕНТИН ПАРМОН:

«КАТАЛИЗ — КЛЮЧ КО ВСЕМ СОВРЕМЕННЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ В ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

Единственным лауреатом «энергетической Нобелевки» — премии «Глобальная энергия» в этом году стал выпускник ФМХФ МФТИ, научный руководитель Института катализа им. Г. К. Борескова СО РАН (г. Новосибирск) Валентин Пармон. Формулировка: за прорывную разработку новых катализаторов в области нефтепереработки и возобновляемых источников энергии, внесших принципиальный вклад в развитие энергетики будущего. В интервью журналу «За науку» ученый рассказал о том, какую роль играет катализ в современном мире и есть ли будущее у ВИЭ в нашей стране.

□ ТУДА, КУДА НАДО

— **Понятие катализа появилось еще в 30-х годах XIX века. Что такое катализ XXI века?**

— Катализ — ключ ко всем современным технологиям в химической промышленности. Его используют в 90% всех химических производств. В России около 15% материальной составляющей ВВП получают благодаря каталитическим технологиям. А всего в мире с их помощью производят продукцию более чем на 1 трлн долларов в год.

— **Какие основные вызовы в этой области стоят перед современными учеными?**

— Есть несколько зон в науке о катализе, которые в данный момент интенсивно развиваются. Одна из нерешенных до сих пор проблем — активное управление направлением химических превращений (как говорят, их «селективностью») с помощью катализаторов. Вопрос в том, как сделать так, чтобы катализатор направил реакцию только туда, куда надо. Как управлять скоростью

БИОГРАФИЯ

Валентин Пармон родился в 1948 году в Бранденбурге (ГДР), в 1972-ом окончил факультет молекулярной и химической физики МФТИ, а еще через три года защитил кандидатскую диссертацию. В 1977-ом Валентин Николаевич получил должность старшего научного сотрудника лаборатории механизмов каталитических реакций в Институте катализа Сибирского отделения АН СССР в Новосибирске. В 1985 году был назначен заместителем директора по научной работе Института катализа и одновременно — заместителем генерального директора МНТК «Катализатор». В 2009-ом стал лауреатом Государственной премии России по науке и технологиям. С 1995 по 2014 год занимал должность директора Института катализа им. Г. К. Борескова СО РАН. В настоящий момент является его научным руководителем.

химических превращений с помощью катализаторов, стало понятно во второй половине XX века.

Еще очень важная и для России, и для всего мира задача — это научиться перерабатывать в полезные продукты очень тяжелое нефтяное сырье и возобновляемое растительное сырье (биомассу).

— **Над чем работают ученые в вашем институте?**

— Наш институт — самый большой в мире, занимающийся проблемами катализа. Поэтому мы занимаемся практически всеми направлениями в этой области:

созданием научных основ молекулярного дизайна веществ и материалов, нового поколения высокоэффективных катализаторов, переработкой углеводородов, нетрадиционной энергетикой, использованием биомассы. Интенсивность работ по разным направлениям во многом зависит от социального заказа.

ЧИСТАЯ ПОЛИТИКА

— **Как вы считаете, сможет ли Россия когда-нибудь существенно нарастить долю ВИЭ в своем энергобалансе?**



По словам Валентина Пармона, благодаря каталитическим технологиям в мире ежегодно производят продукции на \$1 трлн

— Россия слишком богата стандартными энергоресурсами. Использование любых новых экологически чистых источников энергии, любая чистота требуют денег. И поэтому переход на новые ресурсы требует политического решения. Наша задача — посмотреть, прощупать и протестировать те варианты, по которым может пойти развитие промышленности через 20–40 лет.

— Какие виды альтернативной энергетики могут быть наиболее эффективными в нашей стране?

— Это в значительной мере проблема экономическая, и её решение будет разным для разных регионов. Например, переработка биомассы растений, которой у нас очень много, требует серьезных затрат на перевозку в точку переработки. Понятно, что использовать этот ресурс путем установки, допустим, небольшой панели на крыше дома, как в случае с солнечными батареями, не получится. Здесь должны быть заводы. С моей точки зрения, в России биомассу станут использовать прежде всего даже не для прямого получения энергии, а для получения особо высококачественных видов топлива и замещения некоторых

дефицитных исходных химических соединений, которые нужны для нефтехимии.

РАБОТАТЬ ПО-КРУПНОМУ

— Российские технологии конкурентоспособны на мировом рынке?

— Конечно. За исключением только той области, где надо создавать очень крупные производства. Типичная единичная мощность химических агрегатов в промышленности сейчас составляет 1 млн тонн в год по сырью. Для того чтобы выходить с новыми технологиями такого уровня, необходимо иметь инфраструктуру, на которой можно создавать опытно-промышленные производства, пощупать в реальном объеме, в реальных цифрах достоинства, недостатки той технологии, которую предлагаешь. Такой инфраструктуры в России сейчас, к сожалению, нет вообще. И поэтому мы на всех уровнях говорим о том, что если наша страна не создаст соответствующую инженеринговую инфраструктуру, никаких отечественных крупнотоннажных химических технологий для серьезной промышленности не появится вообще. Придется всё и «второй

КСТАТИ

Международная энергетическая премия «Глобальная энергия» вручается ежегодно за выдающиеся научные исследования и разработки в области энергетики, которые помогают всему человечеству решать самые острые и трудные энергетические проблемы. Премия была учреждена в 2002 году. Призовой фонд в этом году составил 39 млн рублей.

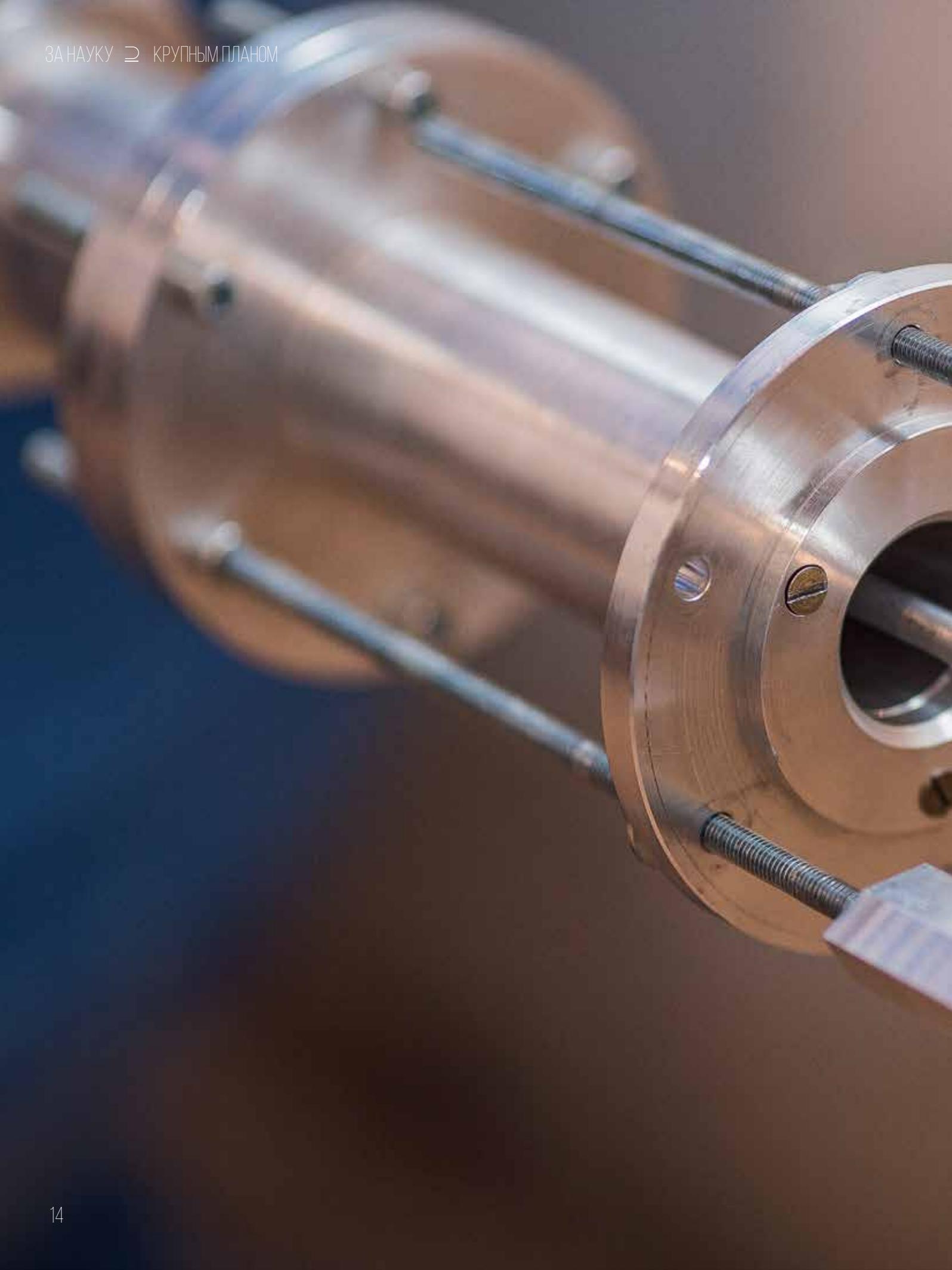
свежести» закупать за рубежом. В зоне производства катализаторов — а это малотоннажное и среднетоннажное производство — мы можем конкурировать с кем угодно при вложении средств в модернизацию и строительство новых заводов.

— С точки зрения науки, что российские ученые могут предложить уникального и прорывного в обозримом будущем?

— Катализ — очень специфическая область химии. С одной стороны, это глубоко фундаментальная наука, с другой — она сильно подвержена влиянию социального заказа. Скорость работы наших исследователей может в разы превышать скорость западных коллег. Естественно, когда есть поддержка со стороны государства как в финансовом, так и в административном плане. Когда нам была поставлена задача сделать первый промышленный российский катализатор для получения дизельного топлива по стандартам «Евро-5» и выделено достаточное финансирование, мы сделали это в течение полугода. Стартовав с нулевого уровня!

— На что вы потратите премию?

— На научные эксперименты тратить эту премию бесполезно, потому что нынешние исследования слишком дороги. Поэтому мне бы хотелось, чтобы часть премии работала на поддержку молодежи в той области науки, которую я считаю своей. Возможно, это будут не только студенты, но и школьники. Это более разумное вложение. ■



УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА ГАЗА ЧЕРЕЗ ВПУСКНОЙ КЛАПАН ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Татьяна Лемешко

ПРЕДНАЗНАЧЕНИЕ

Установка позволяет с высокой точностью измерять мгновенный массовый расход газа через открытый клапан, сравнивать различные модели клапанов и выбирать модели, которые обеспечивают наибольшее газонаполнение цилиндра на такте впуска.

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Экспериментальная проверка численного моделирования.
Сравнение различных форм впускных клапанов, определение лучших из них с точки зрения расхода газа.
Проверка точности стандартных расходомеров.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ

На установке была проверена точность метода аэродинамического профилирования, с помощью которого рассчитывалась форма впускного клапана. Разность расхода, полученного в расчетах, и экспериментальных значений составляет всего 1–2%.

Метод профилирования позволил рассчитать и изготовить клапаны, форма которых при сверхкритическом перепаде давления обеспечивает увеличение газонаполнения на такте впуска на 10–15% по сравнению со стандартными клапанами.

Потенциально это может увеличить мощность двигателя только за счет замены клапана, без каких-либо изменений в его конструкции.

Метод профилирования был ранее успешно применен для профилирования аэродинамических труб в ЦНИИМАШ. В ближайшем будущем коллектив лаборатории развития научно-производственной кооперации планирует применить этот метод для профилирования сопел турбореактивных двигателей.

АВТОРЫ РАЗРАБОТКИ

Эрнест Шифрин,
профессор кафедры информатики и вычислительной математики,
ведущий научный сотрудник лаборатории развития научно-производственной кооперации МФТИ (ЛРНПК)

Кирилл Табаков,
заведующий ЛРНПК

Борис Корнеев,
научный сотрудник
ЛРНПК

Александр Клименко,
аналитик ЛРНПК

Евгений Каменев,
научный сотрудник ЛРНПК

Максим Гусев,
инженер ЛРНПК

Александр Чикиткин,
научный сотрудник ЛРНПК

Илья Данилов,
главный метролог МФТИ

Александр Скрылев,
ведущий инженер лаборатории
плазменных двигателей



АГРЕССИЯ МЕНЯЕТ МОЗГ

Vincent J. Musi

Из боя всегда приятнее выходить победителем. Именно он получает все: социальный статус, предмет, вокруг которого строился конфликт и... физиологические эффекты, вызванные удачно реализованным агрессивным поведением. Международная группа ученых, в составе которой были представители МФТИ Дмитрий Смагин, Татьяна Мичурина и Григорий Ениколопов, подтвердила, что проявления агрессивного поведения меняют структуру мозга, активируя деление нервных клеток.

□ ДО ПЕРВОЙ ПОБЕДЫ

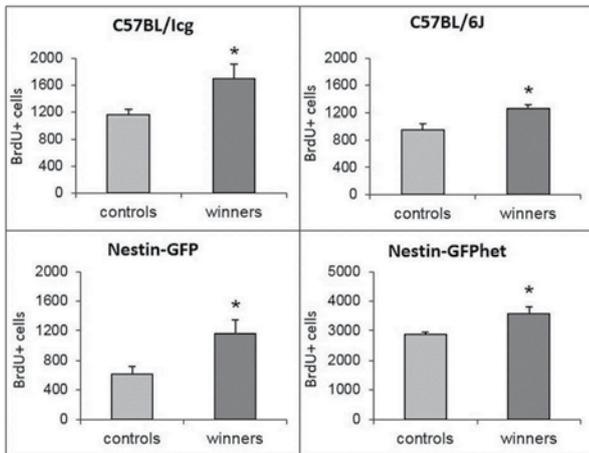
Эффекты, выявленные на модели социального конфликта, разработанной в Институте цитологии и генетики СО РАН профессором Наталией Кудрявцевой, затрагивают несколько областей головного мозга, ключевыми из которых являются гиппокамп — структура, принимающая активное участие в процессах формирования памяти, и миндалевидное тело (или миндалина) — один из элементов нервной системы, ответственный за формирование и выражение эмоций. В эксперименте участвовали самцы мышей нескольких линий. Некоторые из них были особым образом генетически модифицированы, вследствие чего определенные группы нейронов

приобрели способность вырабатывать светящиеся белки (GFP — Green Fluorescent Protein). Эксперимент напоминал собой турнир по боям без правил: пару самцов одной линии сажали на 2–3 дня в специальную клетку, разделенную прозрачной перфорированной перегородкой на две части, — таким образом, «соперники» могли изучать друг друга, но физическое взаимодействие было невозможным.

КОРОТКО

Повторяющееся проявление агрессии и, что важно, приобретение опыта побед в столкновениях меняет структуру и активность отдельных участков мозга победителя.

Один раз в день после 5-минутного периода активации перегородку убирали на 10 минут теста, предоставляя самцам возможность буквально «выяснить отношения». Реакция не заставляла долго себя ждать: самцы сразу начинали драку, а в течение первых 2–3 дней тестов выявляли победителей и особей, терпящих поражения. Для того чтобы максимально подробно изучить влияние проявлений агрессии на структуру нервной системы и поведение, исследователи ссаживали попарно животных, следуя определенной «турнирной сетке». По окончании поведенческой части эксперимента был проведен анализ нервных тканей всех самцов, и сравнение с результатами «турнира» показало,



Для всех линий мышей было показано увеличение количества делящихся клеток в субгранулярной зоне зубчатой извилины гиппокампа

что череда побед усиливает у мышей деление стволовых клеток гиппокампа и изменяет активность зрелых нейронов как в гиппокампе, так и в миндалине.

ФОРМУЛА ДРАКИ

Миндалевидное тело и гиппокамп входят в состав лимбической системы, ответственной за формирование и выражение эмоций, социальное взаимодействие и ответ на социальный стресс. Более того, эти структуры регулируют такие важные аспекты, как проявления агрессии, половое поведение и мотивацию. Модель социального конфликта, продемонстрированная учеными в эксперименте, позволила выявить ряд закономерностей. Победы в боях приводили к тому, что у мышей на фоне успешных проявлений агрессивного поведения изменяется нейрогенез в гиппокампе и нейронная активность в гиппокампе и миндалине.

В миндалевидном теле нейронная активность снижалась, а в гиппокампе повышалась в группе самцов с 10-дневным опытом побед, но затем происходило динамическое снижение в группе с 20-дневным опытом и в группе после периода депривации. Более того, увеличивалось число делящихся клеток в зубчатой извилине гиппокампа, что приводило к появлению новых нейронов. Поведение мышей менялось от битвы к битве: постоянные

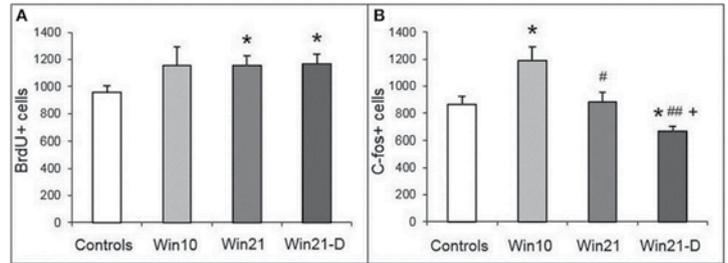
победители становились все более агрессивными.

Интересно то, что поведенческий эффект череды побед сохранялся даже после периода депривации от агрессии: у самцов, отлученных от драк на две недели, поведение не восстанавливалось до уровня «наивных» мышей, более того, агрессивность таких животных становилась выше.

РАСПЛАТА ЗА УСПЕХ

Казалось бы, от драк и особенно от победы в них — сплошные плюсы: появляются новые нервные клетки, которые важны для процессов обучения и памяти.

Но не все так однозначно: в ходе того же исследования авторы проверяли, насколько спокойны самцы в «мирной» ситуации. Тест на тревожность показал, что необходимость постоянной борьбы негативно влияет на общее самочувствие мышей. И это отнюдь не неожиданность — тотальная мобилизация, необходимая для выживания в критической ситуации (а необходимость постоянной конкуренции — это биологически значимый стимул), требует больших энергетических затрат. Исследователи считают, что описанные в данной работе механизмы — это еще один шаг к познанию глобальных механизмов функционирования нервной системы в целом и аспектов агрессии и тревожности в частности. Модель, подтверждающая изменение структуры мозга в ответ



Показано, что в ходе эксперимента у мышей, участвующих в боях, растет (А) количество новых делящихся клеток в зубчатой извилине гиппокампа, причем эффект сохраняется даже после отстранения от боев на две недели (Win21-D); (В) при этом активность клеток достоверно зависит от того, насколько «опытен» боец и приходится ли ему в данное время постоянно участвовать в драках

НАД ПРОЕКТОМ РАБОТАЛИ:

Дмитрий Смагин — МФТИ, Институт цитологии и генетики (ИЦиГ) РАН

Татьяна Мичурина — отдел нано-, био-, информационных технологий и когнитивных наук, МФТИ

Наталья Пеунова — центр генетики развития, Университет Стони Брука (Stony Brook University)

Наталья Бондарь — научный сотрудник, ИЦиГ РАН

Ирина Коваленко — научный сотрудник, ИЦиГ РАН

Джун-Хи Парк (June-Hee Park), Закари Гласс (Zachary Glass), Казим Сайид (Kasim Sayed) — научные сотрудники, Лаборатория Колд Спринг Харбор (Cold Spring Harbor Laboratory)

Наталья Кудрявцева — заведующая сектором нейрогенетики социального поведения в ИЦиГ

Григорий Ениколопов — руководитель лаборатории стволовых клеток мозга МФТИ

на необходимость проявлять определенное поведение, может сработать в другую сторону и помочь понять, какие именно нарушения происходят при заболеваниях, характеризующихся проявлениями повышенной агрессии или тревожности. ■

АРИТМИЯ СВОИМИ РУКАМИ

В лаборатории биофизики возбудимых систем МФТИ, которую возглавляет Константин Агладзе, разработали метод управления деятельностью мышечных клеток сердца (кардиомиоцитов) с помощью вещества, активность которого можно менять ультрафиолетовым излучением. Это позволит получить новые модели сердечных аритмий для последующего тестирования лекарств, а также, возможно, разработать новый метод терапии нарушений работы сердца.

□ ВЕЩЕСТВЕННЫЕ ДОКАЗАТЕЛЬСТВА

Все началось с экспериментов с веществом азоТАБ, которые Константин Агладзе начал проводить еще в Институте интегративных клеточных наук (iCeMS) университета Киото (Япония). Научная группа исследовала возможные области применения химического соединения в биологических экспериментах (в частности, изучали влияние азоТАБа на структуру клеточных мембран).

Результат для клеток сердца превзошел все ожидания: эффектом вещества можно было управлять в пространстве и во времени за счет локализации пучка света и регулирования времени воздействия, и он был полностью обратимым. Стало понятно, что исследования в этом

ДЛЯ СПРАВКИ

АзоТАБ (азобензола триметиламмоний бромид, азоТАВ) — вещество, способное к фотоизомеризации из активной транс-конфигурации в пассивную цис-трансфигурацию.

направлении продолжать можно и нужно. «Первые эксперименты проводили на культурах крысиных кардиомиоцитов (использовали клетки крысят 1–4-го дня жизни. — Прим. автора), это довольно универсальная модель для тестирования лекарств. И следующий шаг — использование человеческих перепрограммированных стволовых клеток (iPS)», — поясняет студентка МФТИ Алиса Подгурская. Пойти

дальше позволило понимание того, как именно азоТАБ взаимодействует с клетками.

ВСЕ КУЛЬТУРНО

«Как только стало ясно, что вещество работает, тут же приступили к изучению механизмов воздействия, — рассказывает Шейда Фролова, младший научный сотрудник лаборатории. — Для того чтобы «рассмотреть» процесс в деталях, мне понадобилось освоить метод PatchClamp, и так как сердечная ткань довольно сильно отличается от других типов ткани, весьма непросто было перейти от «что-то получается» к «получается хорошо». Когда я поняла, что эксперименты успешны раз от раза, это было непередаваемое чувство!»

ДЛЯ СПРАВКИ

Сердечная мышечная ткань — одна из немногих тканей в человеческом организме, клетки которой обладают свойством электрической возбудимости. Кроме кардиомиоцитов на такое способны только нейроны. При этом и нервная, и сердечная ткани отличны друг от друга.

АзоТАБ влияет на активность натриевых, кальциевых и калиевых каналов, воздействуя на один из ключевых процессов жизни кардиомиоцита — формирование потенциала действия. Таким образом, используя азоТАБ для всей культуры и меняя концентрацию активной его формы в отдельных клетках с помощью лазерного луча, ученые могут «включать» и «выключать» те или иные области. «Если применить такой подход для сердечной ткани с нормальной электрической активностью, мы получим аномальную активность — аритмию», — поясняет студентка магистратуры Валерия Цвеляя, которая работает с культурами человеческих перепрограммированных стволовых клеток. Их важно правильно отобрать. Достаточно зрелые клетки формируют механосинцитий и способны практически синхронно сокращаться сами по себе, но только некоторые из выросших тканей обладают электрической проводимостью и отвечают на стимуляцию электродом. После того как нужная культура отобрана, к ней добавляют раствор азоТАБа и с помощью проектора «высвечивают» на культуре карты различной конфигурации. Затем вновь проверяют, как это повлияло на способность отвечать на электрический стимул и, самое главное, — каков этот ответ.

ДЛЯ СПРАВКИ

Будучи специалистом в области физиологии сердечной ткани, Константин Агладзе предложил эксперимент по изучению влияния азоТАБа на культуру кардиомиоцитов, способную к проявлению электрической активности, — так можно было понять, возможно ли влиять с помощью химического агента не только на структуру, но и на активность клеток.



Подготовка электродов для Patch-Clamp



Восстановление клеточной активности в определенных зонах культуры с помощью направленного УФ-излучения



Последующее восстановление активности азоТАБа во всей культуре с помощью голубого света

ИНТЕРЕС ДЛЯ МЕДИКОВ

«Активность культуры после воздействия имеет определенную конфигурацию. Собирая данные отдельных экспериментов, мы строим модель, которая будет предсказывать пространственно-временную карту ответа ткани в зависимости от дозы вещества, области и времени активации», — говорит инженер Нина Кудряшова. Построение модели активности сердечной ткани — задача не из легких, но есть еще один важный шаг на пути технологии к людям, который научная группа совершает сейчас, — азоТАБ токсичен для клеток, поэтому для новой серии экспериментов был

синтезирован аналог, который в дальнейшем, возможно, смогут использовать не только на клеточных культурах, но и на животных.

«Для нормальной ткани мы таким образом моделируем аритмию, но если сердце выдает аномальную активность, то, используя механизм фотоконтроля, мы теоретически можем вернуть ее активность в норму. Интерес для медиков, таким образом, очевиден, — отмечает Валерия Цвеляя. — Сейчас мы сотрудничаем с НИИ патологии кровообращения им. Е. Н. Мешалкина в Новосибирске. На данный момент им больше интересны технологии фотоконтроля ткани за счет внедрения оптически активных ионных каналов, но вполне вероятно, что они обратят внимание и на результаты экспериментов с нетоксичным аналогом азоТАБа. Испытания прошли успешно, и скоро мы сможем продемонстрировать результат». ■

ФОРМУЛА USPEX'A

Группа ученых под руководством профессора Сколтеха и заведующего лабораторией компьютерного дизайна материалов МФТИ Артема Оганова поставила точку в спорах о возможности получения монокарбида технеция (TcC). Вывод: его не существует. Установить это помог алгоритм USPEX, который является настоящим оракулом в мире теоретического предсказания новых материалов.

□ ЛОЖНЫЙ СЛЕД

Вопрос синтеза карбидов волнует специалистов-практиков — химиков-технологов и машиностроителей, которые нуждаются в прочных и жаростойких покрытиях для режущих инструментов. Актуален он и для теоретиков, которые изучают способность карбидов переходных металлов выступать в роли химического катализатора, подобного дорогим платиновым металлам. Исследование группы Артема Оганова позволит и тем и другим сэкономить нервы и деньги. Монокарбида технеция (TcC), о котором так много говорили в последнее время, не существует.

Споры возникли из-за того, что по рентгеновским данным различить монокарбид технеция и чистый технеций очень тяжело, потому что

ДЛЯ СПРАВКИ

Технеций — первый из синтезированных химических элементов. Широко используется в ядерной медицине. Соли технециевой кислоты являются самыми эффективными ингибиторами коррозии для железа и стали.

углерод на фоне более тяжелого технеция малозаметен. С гипотезой о том, что за монокарбид приняли чистый технеций с кубической структурой, тоже была сложность: кубическая структура технеция еще не была известна.

Оганов и его команда показали, что кубическая форма технеция становится стабильной при высоких температурах и углерода в данной структуре может быть не более 15%.

То есть монокарбид технеция TcC, где углерода 50%, не может существовать.

НЕВЕРОЯТНЫЙ USPEX

Исследования проводились при помощи разработанного Артемом Огановым в 2005 году алгоритма USPEX. Он позволяет теоретически предсказывать стабильные кристаллические структуры при разных внешних условиях. Методы такого предсказания создаются с 70-х годов прошлого века, но большая часть из них работает только для очень простых кристаллических систем, поэтому практического значения иметь не может. Существуют, впрочем, и практически ценные методы. Но одни из них медленно работают и не всегда могут предсказать правильную кристаллическую

ПРЯМАЯ РЕЧЬ



Артем Оганов,
профессор Сколтеха, заведующий
лабораторией компьютерного дизайна
материалов МФТИ:

«Создавался USPEX в интересной атмосфере. Мы понимали, что работаем над задачей, которая считается нерешаемой. 24 часа в сутки шло генерирование идей. Это был тот случай, когда вы создаете что-то с нуля, и если это что-то работает, вы сможете совершить научный прорыв. Когда появились первые результаты по созданию метода и первые расчеты докладывались на конференциях, люди говорили: в это невозможно поверить. В течение двух лет мы наблюдали за тем, как число таких скептиков неуклонно сокращалось, и сейчас их уже не осталось. Мы создали метод, который позволяет за сравнительно короткое время предсказывать наиболее устойчивую кристаллическую структуру по известному химическому составу. Теперь, после усовершенствования технологии, мы можем предсказывать все устойчивые химические соединения заданных элементов. Очень важное дополнение этого метода — это включение в качестве оптимизационного свойства не только наименьшей энергии структуры, но и ее физических свойств, которые можно рассчитать из квантовой механики. Например, твердости, диэлектрических и термоэлектрических свойств. Допустим, если вы максимизируете или минимизируете диэлектрическую постоянную, то вы решаете задачи, которые оказываются очень важны в микроэлектронике. То есть решение задачи открывает путь к вычислительному дизайну материалов, что имеет огромное прикладное значение».

структуру. Другие же опираются на экспериментальные базы данных. То есть при отсутствии достаточно полных баз данных о кристаллических структурах не дают возможности получить надежный результат.

USPEX — первый по-настоящему не эмпирический, не требующий никакой входной информации метод. В его основе несколько компонентов, основной из которых — алгоритм

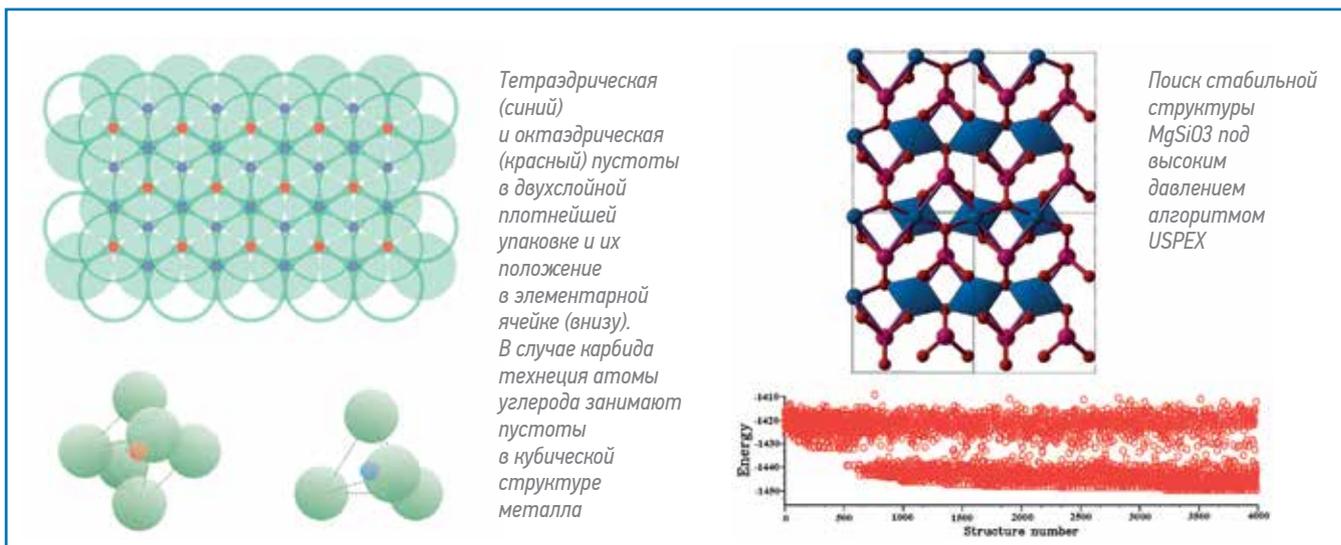
глобального поиска, опирающийся на законы квантовой механики. USPEX быстр и при этом позволяет получать около 99% удачных предсказаний правильной кристаллической структуры. Конечно, используемые подходы — приближенные, поскольку для твердых тел применить точные квантово-механические расчеты пока невозможно. Не абсолютно точны и методы

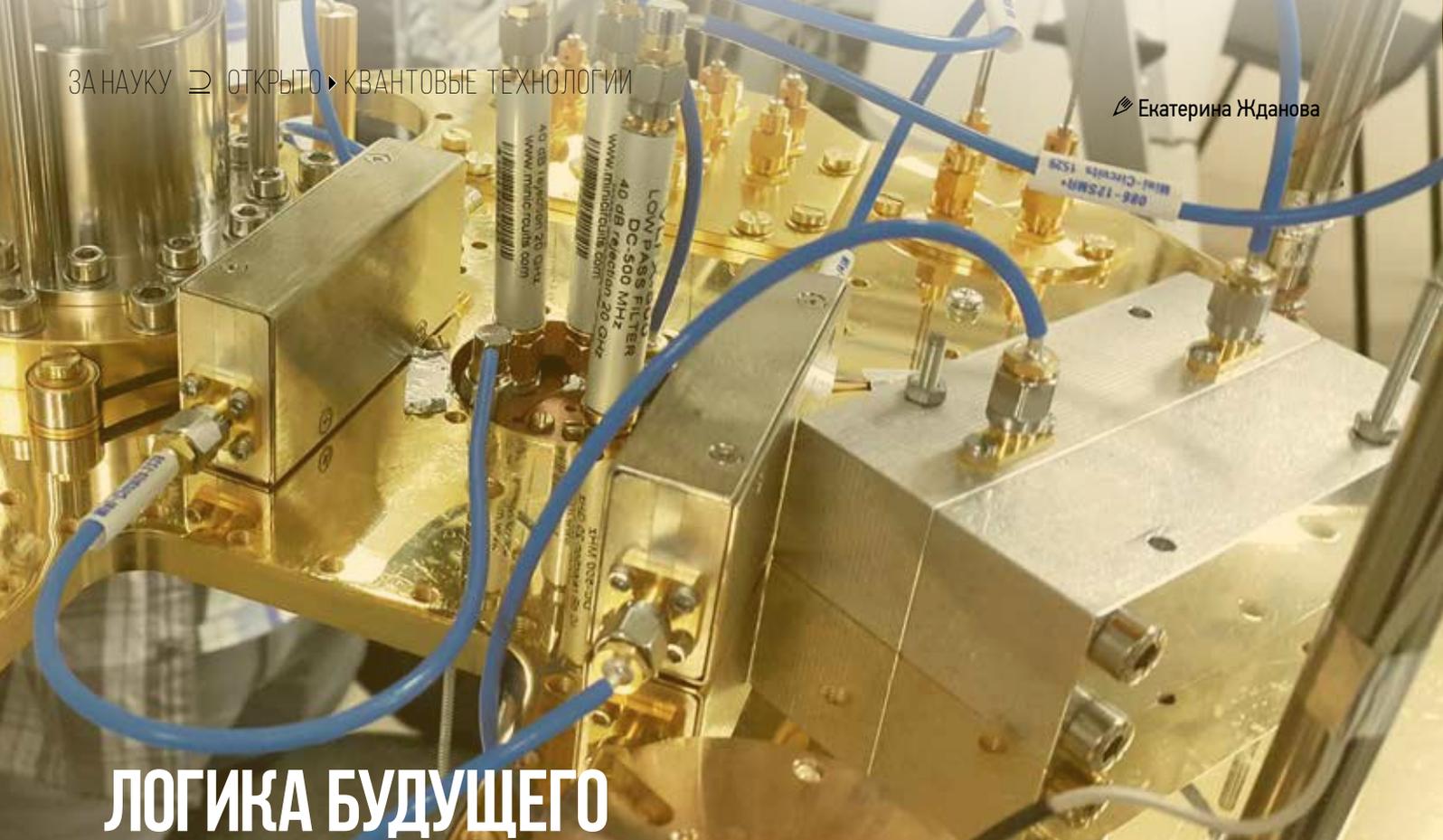
глобальной оптимизации. Однако используемые приближения хорошо работают в большинстве ситуаций. Что же касается ошибок, достаточно повторить один и тот же расчет дважды, чтобы проверить его верность: в идеале результат должен быть один и тот же.

В случае с исследованием карбидов технеция проявила себя способность метода USPEX не только предсказывать новые соединения, которые эксперимент еще не видел, но и давать объяснение спорным экспериментальным результатам, «закрывая» невозможные с точки зрения квантовой механики соединения.

МАТЕРИАЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ

До недавнего времени большая часть новых материалов открывалась либо случайно, либо методом проб и ошибок, что крайне непродуктивно и дорого. Поэтому спрос на технологию, позволяющую теоретически предсказывать новые материалы, обладающие заданными свойствами, огромен. Решение этой задачи важно как для ученых, занимающихся фундаментальными проблемами кристаллографии или практического материаловедения, так и для компаний, разрабатывающих материалы для конкретных приложений в таких сферах, как, например, микроэлектроника, авиационная и космическая промышленность, фармацевтика или создание аккумуляторных батарей. ■





ЛОГИКА БУДУЩЕГО

Ученые из лаборатории искусственных квантовых систем и Центра коллективного пользования МФТИ впервые в России создали и протестировали сверхпроводящую двухкубитную схему с управляемой связью. Изготовленное устройство представляет собой дальнейшее развитие созданного ранее на Физтехе кубита — основного элемента будущих квантовых компьютеров.

□ КОРЕНЬ ИЗ ОТРИЦАНИЯ

Одной из передовых идей развития вычислительной техники является создание квантового компьютера. Машина, работающая на основе квантовой логики, сможет превзойти современные суперкомпьютеры в ряде актуальных задач, например, оптимизации или криптографии.

Как и классические, квантовые вычисления основаны на обработке входных состояний кубитов по определенному правилу, называемому логическим элементом (квантовым гейтом). Но у квантовых логических элементов есть два главных отличия от классических: обратимость (то есть по итоговому значению функции можно восстановить исходные состояния элементов) и продолжительность (то есть операция считается непрерывной некоторое время).

ДЛЯ СПРАВКИ

Кубит — минимальная единица информации в квантовых вычислениях. Из-за своей квантовой природы он может находиться не только в состоянии «0» или «1», но и в их суперпозиции. Система кубитов обладает свойством квантовой запутанности: состоящие системы представляют собой суперпозицию состояний элементов с различными «весами» — состояния перепутываются.

Второе свойство наиболее важно. Если классическую логическую операцию (например, отрицание «1») прервать, то результат будет непредсказуемым. В квантовых логических элементах результат прерывания определен и, более того, позволяет «возводить» операцию в любую степень. Например, можно вычислить корень из отрицания — для этого нужно прервать операцию логического элемента «на полпути».

Однако, помимо совершенно новых вычислительных возможностей, свойство продолжительности

предъявляет требования к «железу»: за время действия логического элемента кубиты не должны потерять хранимую информацию.

Произойти это может в результате расфазировки (кубит остается в том же самом энергетическом состоянии, но теряет «фазу») или энергетической релаксации (кубит теряет энергию за счет перехода в менее «энергичное» состояние).

Кубиты, которые станут основой будущего квантового компьютера, должны обладать большим временем когерентности или

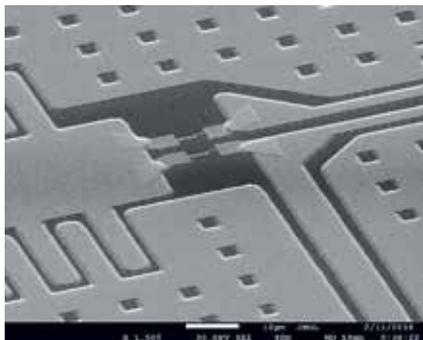
возможностью его увеличения.

А также важна возможность управлять системой кубитов. Как раз этому и научились физтехи.

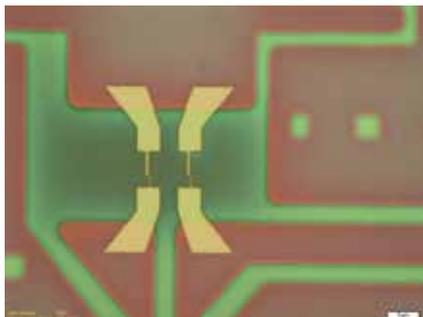
ВЗЯЛИ В УПРАВЛЕНИЕ

В схеме, созданной учеными, управление связью кубитов происходит следующим образом: часть сверхпроводящего квантового тока отводится из одного кубита в другой, и наоборот. Управляя долей тока, циркулирующего между кубитами, можно управлять взаимодействием элементов.

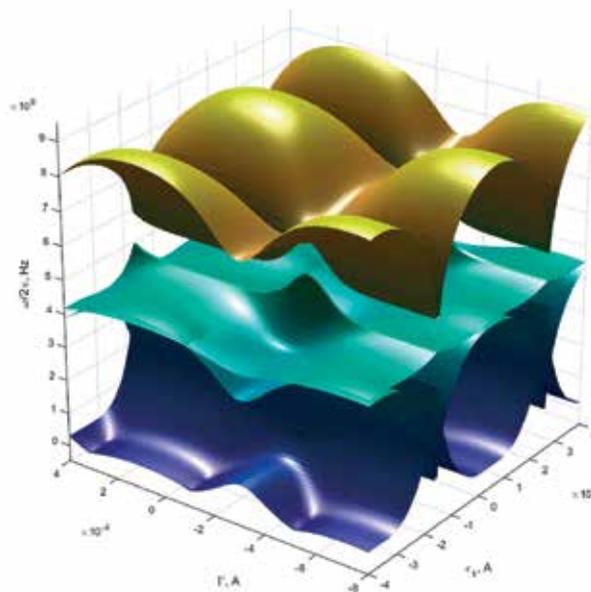
Базовыми элементами физтеховской двухкубитной схемы стали трансмоны. Это зарядовые кубиты, энергия в которых находится преимущественно в электрическом поле. За счет большой емкости трансмон менее чувствителен к электрическим шумам, чем другие архитектуры. Ключевыми элементами трансмонов, как и любых сверхпроводящих кубитов, являются джозефсоновские переходы, позволяющие манипулировать энергетическими уровнями таких систем. Два джозефсоновских



Электронная микрофотография устройства



Оптическая микрофотография устройства



Теоретический график зависимости энергетических уровней системы двух кубитов от параметров связи между ними

ДЛЯ СПРАВКИ

Джозефсоновский переход — это ключевой элемент сверхпроводящих схем, состоящий из двух сверхпроводящих контактов, разделенных тонким слоем диэлектрика, через который может без каких-либо потерь течь сверхток. Система двух джозефсоновских переходов также является квантовым интерферометром, позволяющим очень точно измерять слабые магнитные поля.

перехода в кольце образуют сверхпроводящий квантовый интерферометр, дающий возможность производить подстройку параметров кубита внешним магнитным полем. Время фазовой когерентности в данном случае составляет обычно около 30–40 микросекунд. Однако известно, что это значение можно увеличить с помощью различных манипуляций.

КОГДА ЖДАТЬ КВАНТОВЫЙ КОМПЬЮТЕР?

Для успешного построения квантового компьютера необходимо выполнить ряд требований, так называемых критериев Ди Винченцо (Дэвид ди Винченцо, директор Института теоретической нанoeлектроники, пионер в области исследования квантовых вычислений). Кандидат в квантовый компьютер должен уметь привести произвольный кубит в необходимое состояние; уметь привести систему

в начальное состояние, когда значения всех кубитов равны 0; изолировать систему, чтобы она оставалась когерентной намного дольше, чем происходит одна операция; реализовать систему квантовых гейтов, которая будет контролировать значения кубитов; уметь считать конечное состояние кубитов.

На сегодняшний день систем, которые бы удовлетворяли всем критериям, не существует. Исследователи из МФТИ создали в своей лаборатории схему, которая является полигоном для тестов и проверок новых идей. Необходимо наладить технологические процессы, аналоги маршрутов проектирования схем, развить технологию борьбы с шумами и метрологическое обеспечение, а также программное обеспечение, которое будет обеспечивать управление кубитными схемами.

«Масштабирование от двух до четырех кубитов с точки зрения квантовых вычислений не открывает принципиально новых возможностей. Интересно увеличение до 5–10 элементов, когда появляется возможность выполнять алгоритмы коррекции ошибок — это требует около 200 микросекунд когерентности. Основным направлением дальнейшей работы является усовершенствование системы с целью увеличить времена когерентности», — заявил один из авторов двухкубитной схемы, заместитель руководителя Центра коллективного пользования МФТИ Дмитрий Негров. ■

ВКЛЮЧИ МОЗГ

Группа ученых из МФТИ разработала прототипы наноустройств для принципиально новых вычислительных систем — «неорганических нейросетей». Созданы они на основе сверхтонких пленок оксида гафния (HfO).

□ УПОДОБИТЬСЯ МОЗГУ

Современные компьютеры становятся мощнее с каждым днем, но пока они все еще очень далеки от того, чтобы соперничать с человеческим мозгом в решении многих задач. Давняя мечта заключается в том, чтобы создать «неживой», неорганический аналог мозга, то есть систему, которая будет способна очень быстро решать задачи навигации, распознавания образов и речи, при этом потреблять очень малое количество энергии и иметь способность к обучению.

По мнению специалистов, причина фантастической эффективности биологических процессов — нейронных сетей — кроется в огромном количестве нейронных связей, именуемых синапсами, а главное, в изменении их состояния («веса») в зависимости от поступающей информации. При этом информация обрабатывается не в последовательном (как

в современных компьютерах), а в параллельном режиме.

Исследователи лаборатории функциональных материалов и устройств для нанoeлектроники создали неорганический прототип «электронного синапса». Это устройство может использоваться в нейроморфных процессорах, построенных по принципу биологических нейросетей.

СИНАПС — КЛЮЧ К ОБУЧЕНИЮ И ПАМЯТИ

Синапс — это место соединения нейронов, которые осуществляют передачу электрического сигнала от одной нервной клетки к другой. Каждый нейрон может образовывать тысячи синапсов, то есть связываться с огромным числом других нейронов. При этом связи неравнозначны: сигнал может проходить целиком, частично или не проходить вовсе.

Электрофизическая трактовка «памяти» и «обучения» биоло-

гического синапса заключается в следующем: соединение нейронов обладает определенной проводимостью, значение которой определяется историей прошедших через соединение сигналов (эффект обучения и памяти). При этом высокая проводимость будет означать, что сигнал от одного нейрона к другому проходит полностью, низкая — что сигнал не проходит вовсе, а промежуточная проводимость значит, что сигнал проходит с каким-то «весом», то есть в некотором ослабленном виде. Соответственно, и элемент, который будет играть роль синапса в неорганических нейронных сетях, должен обладать аналогичными свойствами, именно памятью и способностью к обучению.

МЕМРИСТОР КАК АНАЛОГ СИНАПСА

Такими элементами с «памятью» и кандидатами на роль электронных синапсов оказались мемристоры



Юрий Матвеев,
старший научный сотрудник
лаборатории функциональных
материалов и устройств для
наноэлектроники МФТИ:

«В более простом варианте мемристоры являются перспективными элементами бинарной энергонезависимой памяти, в которых информация записывается переключением

электрического сопротивления — из большого в малое и обратно. Мы же пытаемся продемонстрировать более сложный функционал мемристоров — аналоговое переключение и, более того, их синаптическую «пластичность». Таким образом, они могут имитировать работу биологических синапсов».



Андрей Зенкевич,
заведующий
лабораторией
функциональных
материалов и устройств
для наноэлектроники
МФТИ:

«На сегодняшний день мы лишь создали минимальную матрицу наноразмерных

мемристоров, но при этом они воспроизводят свойства биологических синапсов. Таким образом, мы стали на шаг ближе к тому, чтобы построить нейроморфную вычислительную систему, позволяющую радикально эффективнее решать многие задачи реальной жизни».

(memory+resistor) — устройства, способные помнить свою «предысторию», то есть менять состояние (проводимость) в зависимости от протекшего через них заряда.

Характеристики конкретного мемристора определяет история его «жизни» — от самого изготовления. Этой своей особенностью он очень напоминает реальные синапсы: между нейронами в мозге огромное

число синапсов, и их проводимость является результатом обучения и запоминания.

У мемристоров за изменение состояния отвечает эффект так называемого обратимого резистивного переключения. В результате этого эффекта элемент может находиться в различных резистивных состояниях (то есть отличающихся по проводимости). Причем последовательный переход от низкой проводимости к высокой и наоборот — «переключение» — осуществляется путем приложения электрического поля.

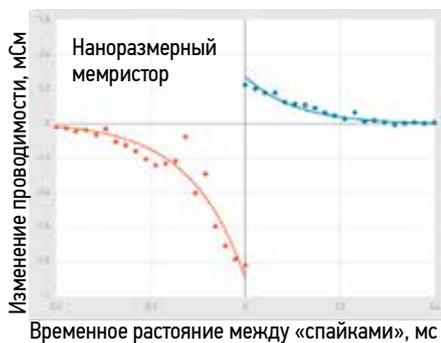
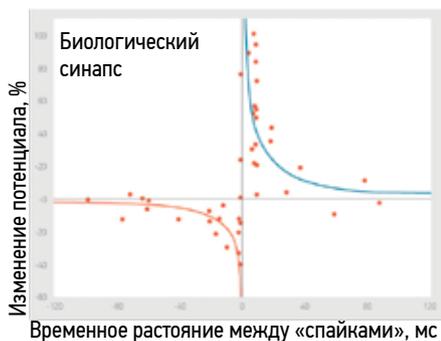
СПОСОБНОСТЬ «ЗАПОМИНАТЬ» И «ЗАБЫВАТЬ»

Биологическим аналогом резистивного переключения в неорганических нейронных сетях можно назвать явление долговременной потенциации и депрессии синаптических связей в живых нейронах. Процесс представляет собой

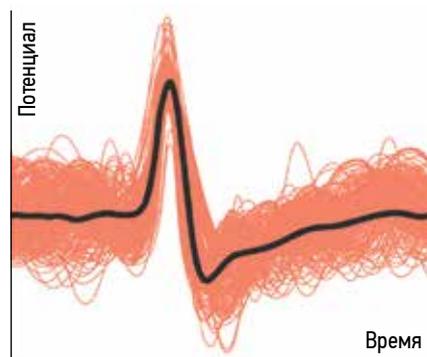
усиление (или, в случае депрессии, ослабление) связи между двумя нейронами, сохраняющееся длительное время. Многие физиологи считают, что именно явления долговременной потенциации и депрессии лежат в основе механизмов памяти и обучения.

Авторы исследования смогли воспроизвести эти механизмы на неорганических, электронных «синапсах». Также удалось продемонстрировать в них более сложный механизм — так называемую временную пластичность (spike-timing-dependent plasticity), то есть зависимость величины синаптической связи от относительного времени их «срабатывания». Ранее было показано, что именно этот механизм отвечает за ассоциативное обучение — способность мозга находить связь между разными событиями.

Демонстрация свойств новых устройств производилась следующим образом: исследователи подавали на мемристоры электрические сигналы особой формы — «спайки», которые воспроизводят по форме сигналы в живых нейронах. В результате ученые получили зависимость, похожую на ту, которая наблюдается в живых синапсах. ■



Изменение проводимости мемристоров в зависимости от временного расстояния между «спайками» (вверху) и изменение потенциала на биологических синапсах (внизу)



Вид электрического сигнала, передаваемого нейронами («спайка»). Красным обозначено многообразие биологических сигналов, черным — усредненный сигнал

ЭГОИСТЫ-КОЛЛЕКТИВИСТЫ

Микроскопические магнитные вихри — скирмионы — могут вести себя в моносилциде марганца и как «коллективисты», и как «эгоисты», то есть способны как создавать единую плотную структуру, так и существовать изолированно друг от друга. Необычные свойства магнитных вихрей выявили ученые из МФТИ и Института общей физики им. А. М. Прохорова РАН (ИОФ РАН). Разные состояния скирмионов помогут создать устройства для обработки и хранения информации, построенные на новых физических принципах.

СПИНТРОНИКА КАК НАПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОНИКИ

Человечество с каждым годом увеличивает количество хранимой и обрабатываемой информации. Объем данных в сети Интернет удваивается каждые 1,5 года. Ученые непрерывно совершенствуют существующие и создают новые методы их обработки и хранения. В новом направлении развития микроэлектроники — спинтронике — учатся управлять током электронов со спинами, поляризованными в одном направлении (спин-поляризованным током), используя для этого устойчивые магнитные структуры внутри вещества. Примером таких структур являются скирмионы, которые заставляют двигаться электроны с различным направ-

лением спина в противоположные стороны. Отдельные скирмионы можно использовать и для хранения информации как единичные биты, и для логических операций (создавать и уничтожать магнитные вихри, а также изменять направление их закрутки). Для реализации устройств спинтроники на основе скирмионов важно тщательно изу-

чить процессы, приводящие к образованию скирмионных структур в объемных материалах, таких как моносилцид марганца.

ТАЙНЫ МОНОСИЛИЦИДА МАРГАНЦА

Ученые до сих пор не могут объяснить некоторые из магнитных свойств моносилцида марганца (MnSi). При очень низких

ДЛЯ СПРАВКИ

Скирмионы — устойчивые состояния, названные в честь британского физика Тони Скирме, который в 1962 году применил модель топологического солитона для описания элементарных частиц. Магнитные скирмионы представляют собой особые образования из векторов намагниченности: в центре вектор ориентирован перпендикулярно поверхности, а по краям они образуют структуру, напоминающую вихрь. Вектор намагниченности связан с взаимным расположением электронных спинов (квантовой характеристикой элементарных частиц) отдельных атомов.

температурах (примерно $-245\text{ }^{\circ}\text{C}$) внешнее магнитное поле «заворачивает» спины электронов внутри кристалла MnSi в сложную структуру из периодически расположенных скирмионов. Реальная структура напоминает пчелиные соты с ячейкой размером 18 нанометров (18/1000000000 метра). Теоретически плотные решетки скирмионов могут быть устойчивы только в двумерном случае (в тонких пленках), однако экспериментально такие решетки наблюдаются и в объемных монокристаллах MnSi высокого качества.

Вопрос состоит в том, как устроена решетка? Действительно, чтобы управлять скирмионами, нужно понять, состоит ли периодическая магнитная структура из отдельных вихрей, которые можно рассматривать независимо друг от друга, или в моносилциде марганца образуется более сложная, зависящая от направления кристалла магнитная структура, которую на отдельные вихри разбить нельзя.

ВЕРНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

Ученые из МФТИ и ИОФ РАН сумели измерить удельное сопротивление объемного моносилцида марганца с очень высокой точностью ($\sim 10^{-9}$ Ом·см) в зависимости от температуры, направления и величины магнитного поля. Как отмечает один из авторов работы,

ПРЯМАЯ РЕЧЬ



Сергей Демишев,

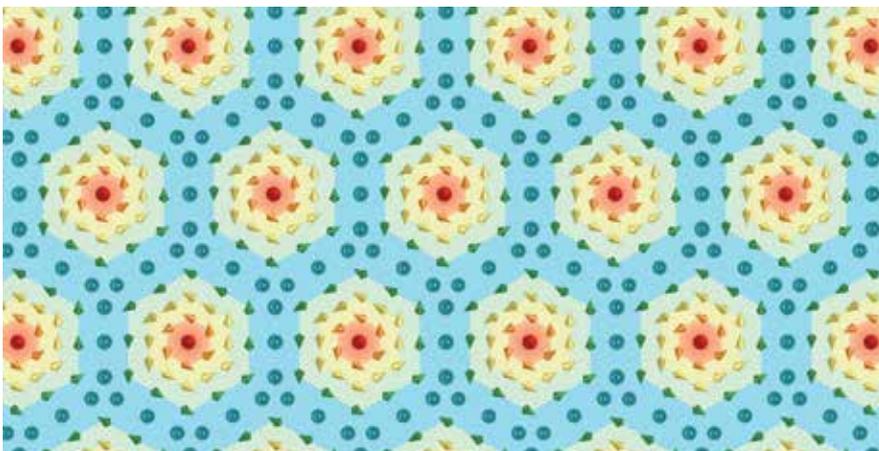
доктор физико-математических наук, профессор:

«Наш эксперимент выявил четкую границу между двумя различными состояниями скирмионной фазы. На простом языке этот экспериментальный факт означает, что у MnSi существует два типа скирмионных решеток, имеющих различную физическую природу. Область с изотропным сопротивлением отвечает скирмионной решетке, образовавшейся в результате конденсации индивидуальных магнитных вихрей, а окружающий ее карман, вытянутый в направлении $H \parallel [001]$, — сложной анизотропной магнитной фазы, которая не может распадаться на отдельные квазичастицы — скирмионы. Наблюдение скирмионной решетки, состоящей из одиночных вихрей, подтверждает глубокую аналогию со сверхпроводниками второго рода, смешанное состояние которых образовано вихрями Абрикосова».

доктор физико-математических наук Владимир Глушков, «в магнитных металлах (например, железе) рассеяние носителей зависит от ориентации магнитной структуры относительно кристаллической решетки. Если же моменты закручены в вихри, то за счет их большого числа (поперечное сечение вихря насчитывает более 200 магнитных моментов) и изменения их направления связь между магнитной и кристаллической структурами может быть потеряна. Поэтому эксперимент по измерению угловых зависимостей сопротивления магнетиков позволяет получить информацию об анизотропии (за-

висимости свойств от ориентации) системы, недоступную в прямых структурных исследованиях».

Эксперимент показал существование двух состояний. В определенной области параметров температура-магнитное поле удельное сопротивление MnSi в состоянии с плотной скирмионной структурой действительно не зависит от направления магнитного поля в отличие от других магнитных состояний (конического и однородно намагниченного). Однако данная область оказывается окруженной другой фазой, существующей только при определенных направлениях магнитного поля относительно осей кристалла.



Структура из периодически расположенных микроскопических магнитных вихрей — скирмионов

ПЕРСПЕКТИВЫ ДЛЯ МИНИАТЮРИЗАЦИИ

С практической точки зрения одиночные скирмионы можно использовать для передачи и хранения информации и реализации различных логических операций. Это открывает новые перспективы для миниатюризации устройств и позволяет снизить управляющие токи. Теперь физикам нужно найти материалы, аналогичные высокотемпературным сверхпроводникам, в которых миниатюрные магнитные вихри будут устойчивы при комнатных температурах. ■



ЧТО РАССЕЕШЬ, ТО И ПОЖНЕШЬ

Ученые из МФТИ, Петербургского университета ИТМО и Австралийского национального университета показали, что наночастицы из кремния увеличивают интенсивность комбинационного рассеяния света. Этот эффект позволит создать наноразмерные усилители для передачи информации без потерь на большие расстояния и миниатюрные биофотонные устройства для нагрева белков.

БОЛЬШЕ «РАССЕЯННОСТИ»

Сегодня самые различные области индустрии требуют создавать все более и более миниатюрные оптические устройства. Так, например, компактные телекоммуникационные компоненты потребляют меньше энергии, их проще «упаковать» на электронном или оптическом чипе. Уменьшение размеров устройств выгодно и для биологических применений — с помощью компактных сенсоров проще «добраться» до нужной клетки или белковой молекулы.

В связи со стремлением к миниатюризации актуален поиск наноструктур, которые могут усиливать эффект комбинационного рассеяния. В этом оптическом процессе длина волны рассеянного света увеличивается вследствие того,

ДЛЯ СПРАВКИ

Оптические наноструктуры нужны для управления светом определенным образом: например, для фокусировки лазерного луча, перерассеяния в другую сторону или поглощения (с превращением в тепло или электрический ток). При взаимодействии света с какими-либо структурами цвет, то есть длина волны света, как правило, не изменяется. Так происходит во всех линейных процессах. Существуют, однако, и нелинейные процессы, в которых длина волны рассеянного света отличается. Одно из них — так называемое комбинационное, или рамановское, рассеяние.

что часть энергии падающего света передается веществу в виде особых колебательных движений.

Открытие комбинационного рассеяния привело, к примеру, к появлению одного из самых чувствительных методов спектроскопии — спектроскопии комбинационного рассеяния, который позволяет обнаруживать микроскопические количества химических соединений

вплоть до отдельных молекул. Кроме того, комбинационное рассеяние может использоваться в телекоммуникационных сетях для усиления сигнала, позволяя передавать информацию на большие расстояния без потерь.

Группе ученых в составе аспиранта МФТИ Дениса Баранова, исследователей из Университета ИТМО под руководством Павла Белова



НАНОПРЯЛКА ДЛЯ ФИЛЬТРОВ

Группа исследователей из Института теоретической и экспериментальной биофизики РАН (ИТЭБ), вместе с которыми работал студент четвертого курса МФТИ Андрей Авсеенко, усовершенствовала технологию электропрядения. Благодаря этому удалось получить суперлегкий, суперпрозрачный, «дышащий» материал, который идеально подходит для создания воздушных фильтров.

□ НЕ ПОДКЛАДЫВАЯ «СВИНЬЮ»

Технология электропрядения привлекает внимание ученых и технологов по всему миру как перспективный метод создания материалов с уникальными свойствами. Так можно делать основу для композиционных материалов, тонкие биосовместимые сетки для тканевой инженерии и создания искусственных органов. Кроме того, нанонити с самого момента их получения пытаются применять для создания фильтров. Ведь, несмотря на очень малую толщину, они могут прекрасно «ловить» пылевые частицы или микроорганизмы. Для этого им не обязательно задерживать летящую частицу механически: пролетающие мимо них объекты будут притянуты вандерваальсовыми силами, или, иными словами, межмолекулярным взаимодействием. Величину вандер-

ДЛЯ СПРАВКИ

Электропрядение — давно известный способ создания особо тонких нитей. Суть этого метода заключается в том, что из специального сопла выбрасывается тонкая струйка жидкости, затем эта жидкость растягивается электрическим полем, затвердевает в воздухе и ложится на специальную подложку. Приставка «электро-» обозначает наличие электрического поля: между соплом и подложкой создается разность потенциалов вплоть до десятков киловольт и электрическое поле притягивает тончайшую полимерную нить к цели. При этом застывающее волокно, будучи электрически заряженным, летит не по прямой траектории, а вытягивается в спираль за счет электростатического отталкивания.

ваальсовых сил часто иллюстрируют примером геккона, способного подниматься по вертикальному стеклу. В случае с нанотканью аналогичный механизм притяжения превращает разреженную сеть в очень эффективный фильтр. Точнее, в потенциальный материал для него.

Сразу после получения первых образцов нанонитей исследователи столкнулись с серьезной проблемой. Когда полимерное волокно

касается подложки, оно формирует далеко не идеальную сеть: в получаемом материале неизбежно возникают дефекты, а местами его прожигают проскакивающие при нейтрализации электрического заряда искры. Малейшие неровности подложки сразу же отражаются на структуре наноматериала, и многочисленные эксперименты с разными видами подложек так и не позволили решить этот вопрос.

НАНОТКАНЬ В ЧИСЛАХ И СРАВНЕНИЯХ:



Плотность новой ткани не превышает 20 миллиграмм на квадратный метр. Для сравнения: обычная упаковочная пленка имеет плотность в сотни или даже тысячи раз больше. Медицинская марля по стандарту ГОСТ 9412-93 весит 36 гр/м², то есть в тысячу раз тяжелее!



Одинарный слой ткани задерживал на испытаниях не менее 98% пылевых частиц с диаметром от 0,2 до 0,3 нанометров. Именно такие частицы, называемые также субмикронными, должны задерживаться медицинскими масками и воздушными фильтрами для респираторов. Справедливости ради заметим, что 98% поглощения для фильтра недостаточно, однако реальные фильтры и не используют одинарные мембраны, воздух в фильтрах типа НЕРА или аналогичных устройствах пропускается через многократно сложенный лист.



Прозрачность ткани — 95%.

Больше, чем положено иметь хорошему стеклопакету по принятым в России стандартам.



Толщина отдельной нити — около 15 нанометров. Это меньше длины свободного пробега, то есть расстояния, которое успевает пролететь молекула в воздухе между столкновениями с другими молекулами.

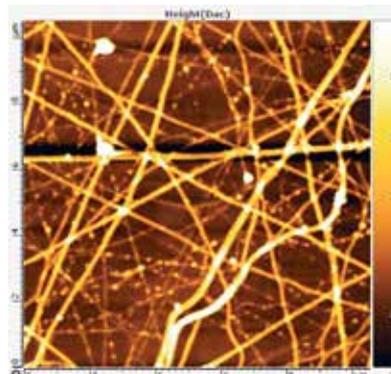
В новом исследовании ученые нашли радикальный способ — они вовсе избавились от подложки как таковой.

ИДЕАЛЬНЫЙ ФИЛЬТР

Новый метод, описанный на страницах журнала *European Polymer Journal*, основан на использовании пластины с круглым отверстием по середине — наноткань растет именно в этом пространстве. Нейтрализация заряда происходит не при падении нити на твердую поверхность, а при столкновении с облаком капель и противоположных электрический заряд. Детально изучив процесс роста наноткани в подобных условиях, проанализировав структуру полученных образцов и проведя серию экспериментов, исследователи пришли к заключению о том, что формирующаяся ткань отличается двумя важнейшими особенностями. Во-первых, число дефектов резко падает, а во-вторых, возникающие бреши «залечиваются» сами. В результате получается наноткань, которая одновременно достаточно прочна, прозрачна (прозрачнее стекла), легка и вдобавок не мешает току воздуха. Физики проверили ее сопротивление воздушному потоку, и оно оказалось значительно меньше всех известных (включая экспериментальные разработки, описанные в научных публикациях) материалов с аналогичной эффективностью фильтрации.

ПРОТИВ ПРАВИЛ

Переход от нитей диаметром в микрометры к нитям толщиной всего 15 нанометров радикально меняет аэродинамические показатели ткани. Когда толщина нити меньше, чем длина свободного пробега, набегаящий поток воздуха уже нельзя рассматривать как сплошную среду: это значит, что классический подход к расчету сопротивления воздуха перестает работать. Причем расхождение с теорией, основанной на механике сплошных сред, оказывается в пользу ново-



Структура нового материала: изображение, полученное методом атомной силовой микроскопии после помещения его на поверхность стекла. Суть метода заключается в «ощупывании» образца тонкой иглой, которая сканирует рельеф с точностью до нанометров (а в ряде случаев может и различать выступы в один атом высотой)

го материала — нанонити дают гораздо меньшее сопротивление. При этом химически полученная специалистами института ткань представляет собой давно известный нейлон, хорошо изученный полимер, который массово применяется в промышленности. По словам руководителя исследования Виктора Морозова, заведующего лабораторией наноструктур и нанотехнологий ИТЭБ, новизна работы заключается не в изобретении чего-то совершенно нового, а в «понимании того процесса, который мы разрабатывали около десяти лет».

О том, когда именно нейлоновая наноткань будет получаться в промышленных масштабах для производства фильтров, ученые в своей работе не сообщают, но отмечают, что их детище может иметь и одно весьма неожиданное применение помимо очистки воздуха от примесей. Поскольку наноткань практически прозрачна, ее толща свободно просматривается в обычный оптический микроскоп. Это дает интересную для биологов, медиков или экологов возможность — выловить при помощи нового фильтра биологические частицы и затем детально изучить их внутри фильтра. С непрозрачными традиционными материалами это затруднительно. ■

НАУКА В ВУЗАХ: УСЛОВИЯ И ЗАДАЧИ

В России сейчас активно поддерживается развитие науки в университетах. В последние десять лет появилось сразу несколько целевых программ, направленных на рост исследовательской деятельности в вузах. В них стали создаваться научные центры и исследовательские лаборатории, в которых студенты могут вести собственные проекты вместе с уже состоявшимися учеными. Однако наука — удовольствие не из дешевых. Сейчас, когда количество абитуриентов из-за демографической ямы снижается с каждым годом, университетам становится все сложнее найти деньги на исследования.

□ «ЗА» И «ПРОТИВ»

На этом фоне все громче звучат голоса отдельных специалистов, которые считают, что вузам стоит сосредоточиться на образовании и подготовке кадров, а науку оставить РАН и ее институтам. Аргументы приводятся следующие: к работе в университетских центрах привлекаются студенты и аспиранты, а их квалификации зачастую недостаточно, чтобы делать серьезные исследования; профессорам нелегко сочетать преподавание и научную работу, необходимо сосредоточиться на чем-то одном; возрастает нагрузка на преподавателей и учащихся, но надбавки к зарплатам и стипендиям за проведенные исследования не компенсируют это в полной мере; университетам придется создавать исследовательские центры практически с нуля, в то время как у Академии наук гораздо

больше ресурсов, кадров и весомее репутация.

С другой стороны, международные эксперты уверены: без развития науки российские университеты не смогут вырваться в число мировых лидеров.

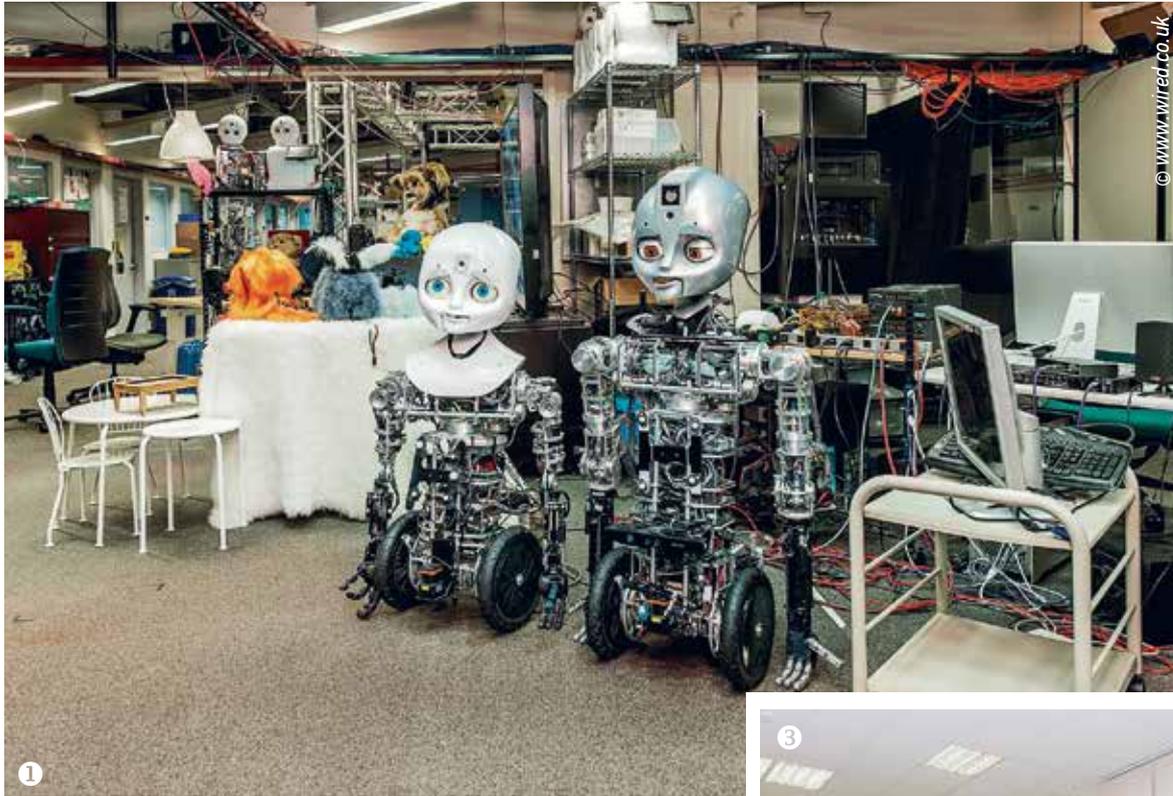
ПРЯМАЯ РЕЧЬ

Лаура Гейз, аналитик Thomson Reuters, одна из составителей рейтинга ТНЕ: «Научные показатели определяют значительную часть суммарного рейтинга университета. Академическая репутация университета составляет 15%, научная репутация в конкретной отрасли приносит еще 19,5%. Самый весомый показатель — это цитируемость научных работ, он «весит» 32,5%. Университеты, которые имеют менее 200 публикаций в год, вообще не участвуют в рейтинге».

НЕ РАЗЛЕЙ ВОДА?

Для университетов, которые хотят сохранить конкурентоспособность, выхода практически и нет: необходимо развивать свою науку. Учебные заведения всего мира идут именно по этому пути, и если наши вузы сосредоточатся лишь на образовательном компоненте, то о престиже российской высшей школы придется забыть.

Сейчас в России действуют три целевые программы, направленные на стимулирование роста количества и качества вузовских исследований — это «Инновационные вузы», «Национальные исследовательские университеты» и «5–100». Последняя как раз направлена на попадание российских университетов в лидеры международных рейтингов. О том, как идет строительство науки на университетском фундаменте, рассказали руководители вузов — участников этих программ.



1

© www.wired.co.uk

- 1 MIT. Медиалаборатория
- 2 ETH Zurich. Лаборатория железнодорожного транспорта
- 3 МФТИ. Установка атомно-слоевого осаждения
- 4 ECOLE Polytechnique. Лаборатория физики поверхности и тонких пленок
- 5 Гарвард. Лаборатория Носега. Изучает основные механизмы преобразования энергии в биологии и химии. Построена полностью по «зеленым» технологиям



2

© www.vt.ethz.ch



4

© www.common.wikimedia.org



5

© www.i-lab.harvard.edu



7

© www.nle.medbit.ru



3



© www.rehab.kaist.ac.kr

6

- 6 KAIST. Реабилитационная лаборатория
- 7 МИФИ. Лаборатория нано-биоинженерии
- 8 Стэнфорд. Национальная ускорительная лаборатория SLAC



8



**НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
«МИФИ»**



МФТИ

МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

→ МФТИ принимает участие во всех трех целевых программах, направленных на развитие науки. Одна из главных задач, которые стоят перед вузом сейчас, — это создание и поддержка прикладных исследовательских лабораторий.

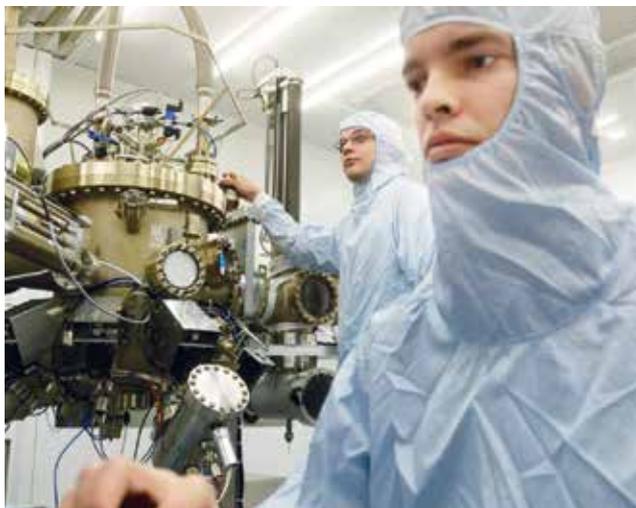
— Наш научный бюджет составляет примерно 1,6 млрд рублей, не считая средств от целевых программ, — рассказывает ректор МФТИ Николай Кудрявцев. — Для всех лабораторий, которые создаются в рамках этих программ, мы составляем показатели эффективности. Первый год лаборатория получает на раскрутку, на второй год добавляются обязательства — центры должны привлечь собственные средства, получить гранты. К третьему году лаборатории должны выйти на самообеспечение. Институт продолжает им помогать в случае необходимости — например, при закупке дорогостоящего оборудования.

Жестко? Возможно, но это вполне работающая политика, которая позволяет исследователям активизировать ресурсы и сосредоточиться на самых перспективных моментах. Кроме того, это подталкивает ученых искать контакты



с промышленностью и получать от нее гранты на наиболее актуальные для нее исследования.

— Мы сейчас пытаемся ввести смешанную шкалу оценки эффективности наших научных центров, — продолжает Николай Кудрявцев. — Прикладные лаборатории можно оценивать по тому, сколько средств они приносят университету. Фундаментальные научные центры принято судить по количеству публикаций. Причем мы сейчас ориентируемся на NCI — это Normalize Citation Index, который учитывает разный уровень цитирования в разных отраслях науки. Этот индекс позволяет отследить качественные публикации. Но здесь нет четкой грани — многие фундаментальные лаборатории тоже имеют некоторые прикладные аспекты своей деятельности, участвуют в грантовых программах и сами привлекают некоторое дополнительное финансирование.



— Несмотря на нашу специфичность, мы нацелены на то, чтобы быть более открытыми для международных контактов, — рассказывает ректор НИЯУ МИФИ Михаил Стриханов. — Помимо сотрудничества с зарубежными университетами и исследовательскими центрами мы поддерживаем связи с нашими выпускниками, которые постоянно живут за рубежом.

Поэтому в такой ситуации университет делает ставку на собственные ресурсы и кадры — на студентов.

— Мы делаем акцент на вовлечении студентов в научную деятельность, — продолжает Михаил Стриханов. — У нас создаются студенческие конструкторско-исследовательские бюро — СкиБы — на базе межкафедретских ученых лабораторий. Они ориентированы на самые приоритетные направления науки и техники. Самые интересные разработки и инновации получают поддержку нашего Технопарка.

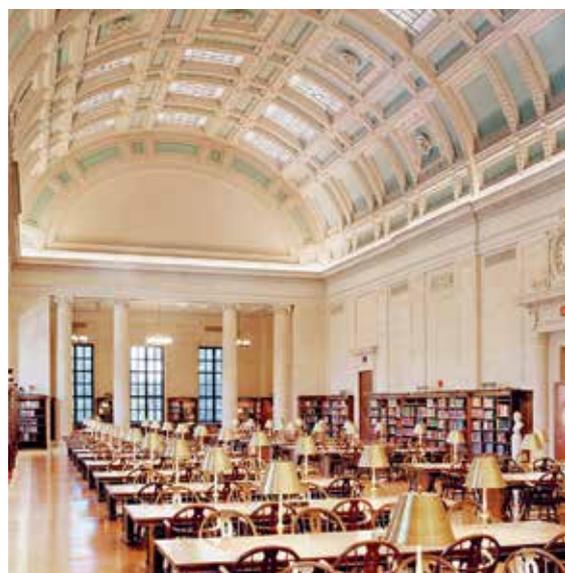
А КАК У НИХ? США: ФОНДОВАЯ НАУКА

Соединенные Штаты занимают лидирующее место в мире по количеству средств, выделяемых на науку. В 2015 году США потратили на исследования и разработки 405 млрд долларов. Однако далеко не все эти деньги достаются университетам — помимо них серьезными игроками на этом поле являются частные компании и научно-исследовательские лаборатории.

В целом американские университеты получают на науку чуть более 60 млрд долларов. Но и сами вузы тоже вносят свой вклад: почти 20% от общих расходов на иссле-

дования покрывается средствами университетов. А вот сотрудничество с промышленностью в США не на высоте: компании предпочитают содержать собственные лаборатории, а не вкладываться в развитие университетов. Общий вклад корпораций в исследовательский капитал американских вузов эксперты оценивают на уровне 6–7%. Таким образом, из каждых 5 долларов, что вузы получают на исследования, три вносит государство, один — сам университет, и еще доллар — это средства из остальных внешних источников.

Основную часть этих средств университеты получают в рамках грантов от национальных фондов. Также существуют программы поддержки и развития, нацеленные на исследовательский сектор. Например, это Экспериментальная программа стимулирования конкурентоспособности исследований (EPSCoR). В ней могут участвовать вузы, которые не получали раньше большого государственного финансирования. Такие университеты получают грант в 20 млн долларов сроком на 5 лет, и могут потратить его на развитие своей исследовательской инфраструктуры.



ГАРВАРДСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Всего несколько лет назад ведущий университет США оказался на грани научной катастрофы. На рубеже тысячелетия профессора Гарварда признали, что теряют свое научное превосходство. Несмотря на открытия и разработки, университет утрачивает свой потенциал. Сложная структура университета обернулась против него самого:

— Гарвард состоит из нескольких школ, которые довольно автономны, — рассказывает Ричард Мюрнейн, профессор Высшей школы образо-

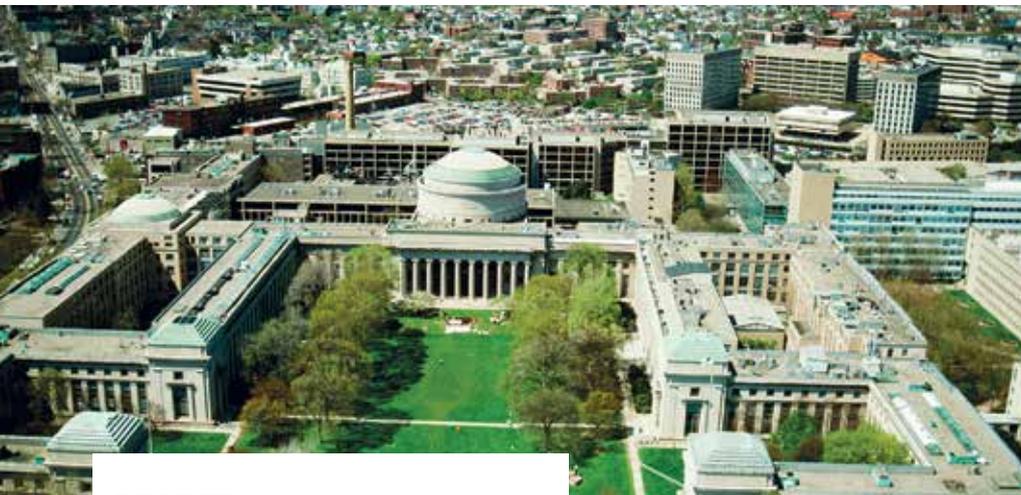
вания Гарвардского университета. — Деканы факультетов наделены очень широкими полномочиями, и по сути, управляют своей частью университета. Поэтому вместо единой политики существует очень много интересов, которые приходится учитывать.

Нередко в разных уголках университета возникали конкурирующие проекты на одну и ту же тему. Совместные же исследования были затруднены — хотя бы потому, что каждый факультет имел свою собственную административную систему, включая бухгалтерию.

Кроме того, исследователи привыкли свысока смотреть на то, что про-

исходит с их открытием после сдачи научной статьи в печать. Ученые не привыкли уделять достаточно внимания трансферу технологий и связям с промышленностью. И все вместе это совсем не способствовало развитию науки.

— Сейчас в университете идет большая программа перезагрузки, — продолжает Ричард Мюрнейн. — Мы выработали новые принципы функционирования: это гибкое планирование, которое позволяет вовремя отслеживать возникающие направления. Это коллаборация и работа на стыке дисциплин. Это забота о внедрении и коммерциализации свои разработок. А также очень тесная связь между наукой и образованием.

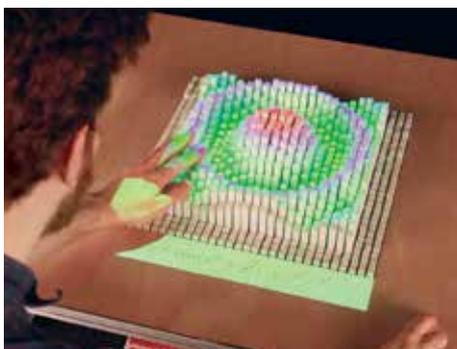


Massachusetts
Institute of
Technology

МАССАЧУСЕТСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

→ Главный научный козырь MIT — это отработанная система сотрудничества с государством и промышленностью. Значительную часть заказов на исследования и разработки приносят Министерство здравоохранения и социальной политики (20% научного бюджета), Министерство обороны (17%) и Министерство энергетики (13%). Еще 16% средств поступает на счет MIT за счет заказов от промышленных корпораций.

— До Второй мировой войны Массачусетский институт делал упор на прикладные специальности, а после активно начал сотрудничать с Министерством обороны США, — рассказывает Анант Агарвал, профессор инженерной электроники и информатики Массачусетского технологического института. — Поэтому в MIT были созданы специальные научные лаборатории, которые концентрировались на исследованиях. Эти центры являются научной и ресурсной базой для студентов, в том числе смежных дисциплин. Самая известная — это лаборатория Линкольна, которая выполняет закрытые заказы для Министерства обороны.



Для того, чтобы исследования научных центров MIT не оставались лежать на бумаге, в университете была создана специальная программа по «упаковке технологий» (LIP). Она позволяет оформить разработку как конкретное решение или продукт и продать ее заинтересованному предприятию. Кроме того, LIP позволяет компаниям размещать заказы и оформлять заявки на исследования — это упрощает взаимодействие и делает связь между университетом и промышленностью более тесной.

— MIT делает большой упор на международное сотрудничество, — продолжает Анант Агарвал. — Мы не просто принимаем иностранных студентов или преподавателей, мы заключаем тематические альянсы с другими вузами. Например, один из таких альянсов посвящен технологическим исследованиям и объединяет MIT, Токийский университет, Швейцарский федеральный технологический институт и Чалмерский технологический университет.



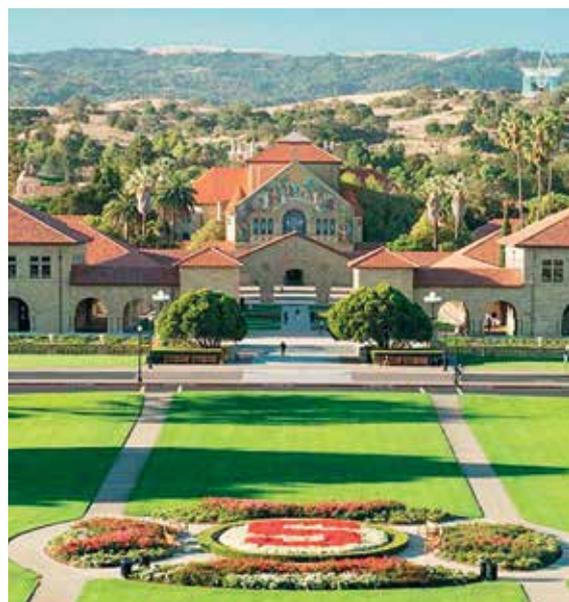
STANFORD
UNIVERSITY

СТЭНФОРДСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Стэнфордский университет изначально создавался в пику Гарварду и ставил перед собой грандиозную цель — оттянуть на себя пальму научного первенства. Именно поэтому в 30-х годах прошлого века там начали создавать свой собственный научно-исследовательский парк.

— Профессора призывали студентов создавать собственные компании и воплощать на практике свои открытия, — рассказывает Мартин Карной, профессор Высшей школы образования Стэнфордского университета. — Поэтому в парке на территории университета стали появляться маленькие учебные предприятия. Дальнейшая история всем хорошо известна — это стало началом Силиконовой долины.

Выбранного пути — интеграции науки, образования и бизнеса — в Стэнфорде придерживаются и по сей день. Университет позиционирует себя как место, в котором уделяется особое внимание прикладным разработкам и их внедрению. А студенты и преподаватели не просто поддерживают связь с резидентами Силиконовой долины, но и активно участвуют в проектах друг друга.



АЗИЯ: ЗАПАДНАЯ МОДЕЛЬ, ВОСТОЧНЫЙ МЕНТАЛИТЕТ

Азиатские «тигры» давно вырвались на лидирующие места в международных университетских рейтингах. Расходы на науку в Японии, Китае и Южной Корее — одни из самых высоких в мире. Но и в этих странах есть свои слабые места, по большей части связанные с недостатком фундаментальных исследований и низкой цитируемостью публикаций. Впрочем, последнее характерно и для России, как отмечают международные эксперты.

Особенно уязвимой в этом плане оказалась Южная Корея. Как и ее соседи по региону, Корея делает ставку на прикладные исследования. Но львиная доля всех средств, выделяемых на науку, приходится на предпринимательский сектор.

Небольшие лаборатории и частные исследовательские центры крупных вендоров съедают почти две трети финансирования. При этом центры и лаборатории заняты в основном внедрением разработок в промышленность, а большая часть публикационной активности приходится на университеты.

Чтобы как-то выровнять эту ситуацию, корейские власти запустили ряд целевых программ, направленных на развитие науки в университетах. Одна из самых известных — это World Class Universities, направленная на увеличение привлекательности корейских вузов для иностранных преподавателей и студентов. Это еще одна из болезненных точек местной университетской науки: даже в ведущих вузах число иностранных профес-

соров не превышает 1–2 человек на факультет. Поэтому власти выделяют крупные гранты для приезжих звезд, которые занимаются научной работой в уже существующих центрах или открывают свои собственные подразделения.

Конечно, ряд экспертов относится к подобным мерам довольно скептически. Главная критика заключается в том, что выделение грантов иностранным исследователям — это самый простой способ купить себе лишние несколько строчек в университетских рейтингах. Положительная динамика при этом происходит не в силу роста качества науки, а механически — число иностранных преподавателей является одним из критериев оценки вузов в большинстве международных рейтингов.



KAIST — это довольно компактный университет, который изначально создавался по модели MIT. Вуз ориентируется на заказы от правительства и бизнеса, а в образовательной программе сделан упор на точные и естественные науки.

Однако в течение долгого времени администрации университета не уда-

валось решить конфликт западной модели и восточного менталитета.

— В Азии авторитет ученого часто строится на его возрасте, стаже преподавания, но никак не на его реальных научных заслугах или количестве статей в журналах, — отмечает в своих дневниках нобелев-



ский лауреат Роберт Лафлин, бывший ректором KAIST с 2004-го по 2006 год. Именно Лафлин запустил научную реформу в KAIST, которая позволила вузу быстро вырваться в лидеры.

Новая научная политика вуза строилась на работе с иностранными учеными. Буквально за пять лет университет полностью перешел на английский язык обучения. Почти четверть профессоров была уволена, а их место заняли иностранцы. При этом полностью сменилась система найма сотрудников — в KAIST начал действовать открытый конкурс, в котором потенциальные исследователи оценивались по количеству публикаций, цитируемости, а также внедренным разработкам. →

ЕВРОПА: ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ НАУКИ

Среди всех европейских стран опыт Франции можно считать одним из самых интересных применительно к российской ситуации. Во Франции действует аналог Российской академии наук — Национальный центр научных исследований (CNRS), который занимается фундаментальной наукой.

Этот центр аккумулирует почти 25% всех внутренних затрат на исследования и разработки,

и дальнейшее финансирование науки в университетах идет именно через CNRS. Это позволяет центру проводить междисциплинарные и междууниверситетские исследования, а также выстраивать контакты с промышленностью.

В рамках работы с университетами CNRS открывает совместные с ними лаборатории. Часть из них центр ведет самостоятельно, в других ведущая роль передана университетам. С ведущими вузами

заклучается контракт на четыре года, причем каждые шесть месяцев CNRS проводит оценку их эффективности. При положительных результатах контракт продляется еще на четыре года.

Помимо средств от CNRS университеты могут претендовать на отдельные гранты. Большая часть грантов направлена на поддержание международного сотрудничества и привлечение иностранных преподавателей.



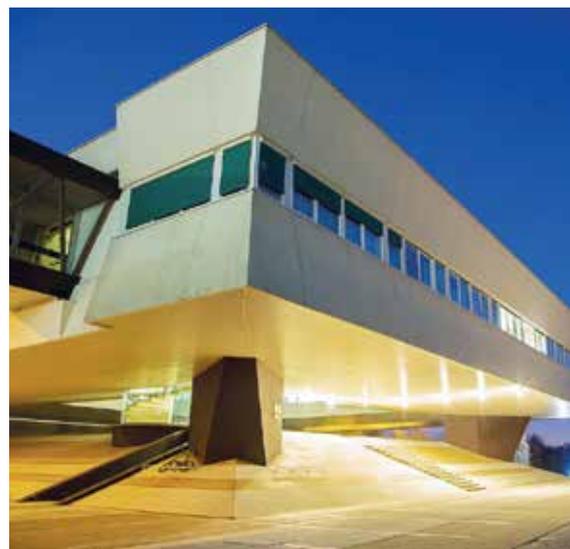
ПАРИЖСКАЯ ПОЛИТЕХНИЧЕСКАЯ ШКОЛА

«Эколь политехник» считается одним из лучших университетов страны и однозначно лучшим техническим вузом. Школа работает в традициях «элитного» французского образования — это означает высокую конкуренцию на всех этапах, от зачисления студентов до борьбы за гранты.

На базе Политехнической школы действует более 20 научных лабораторий, которые формально объединены в один Научный центр. Каждая лаборатория является своеобразной исследовательской площадкой для множества небольших интернациональных творче-

ских групп. Это могут быть как приглашенные преподаватели, так и сторонние ученые, не связанные со школой какими-либо формальными отношениями.

— Научный центр поставлен в достаточно жесткие условия, — неоднократно отмечал в интервью вице-президент Ecole Polytechnique Морис Робан, директор Научного центра. — Почти 80–90% финансирования он получает на конкурсной основе — выигрывает гранты, получает заказы от промышленности и предприятий, в том числе иностранных.





ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

ШВЕЙЦАРСКАЯ ВЫСШАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ ШКОЛА ЦЮРИХА (ETHZ)

Техническая школа Цюриха считается одним из двух академических чудес Швейцарии. Второе — это Политехническая школа Лозанны. И именно в сотрудничестве этих двух университетов многие эксперты видят секрет успеха швейцарской науки.

Цюрих и Лозанна стали научным хабом, позволившим сконцентрировать усилия множества лабораторий и исследовательских стартапов. По аналогии с Силиконовой долиной их называют Кремниевыми Альпами. Акцент здесь сделан на венчурное финансирование, а наибольший процент средств приносят разработки в области медицины и биотехнологий.

Только в 2014 году совместные стартапы Цюриха и Лозанны в области биотехнологий принесли университетам почти

200 млн долларов. Кроме того, школы Цюриха и Лозанны, в отличие от большинства других швейцарских университетов, находятся на федеральном финансировании. Причем средств на них власти не жалеют. Такая финансовая стабильность в сочетании с политической устойчивостью и хорошей инфраструктурой позволяет вузам уделять больше внимания техническому обеспечению и долгосрочному планированию.



Другое преимущество швейцарских школ — это многонациональность. Почти 70% преподавателей и научных сотрудников Цюриха и Лозанны — иностранцы. Частично это объясняет высокие позиции университетов в международных рейтингах: Техническую школу Цюриха называют одним из самых устойчивых континентальных вузов в этом плане.

В ИТОГЕ

Анализ опыта ведущих мировых университетов показывает: просто заниматься наукой для того, чтобы выйти в лидеры или даже просто остаться на своих позициях, недостаточно. Университетская наука — это та лошадка, на которую сейчас делают ставки все развитые страны мира. И козыри университета, по сравнению с другими исследовательскими центрами, заключаются именно в сплаве образования и науки. Активное подключение студентов и аспирантов к текущим проектам и заказам позволяет вести более разнообразные исследования и готовить более квалифицированные кадры, а также решать самые актуальные проблемы для конкретной отрасли и региона. ■

НАУКА И ВУЗЫ: КАК

Ситуация с развитием науки в России настолько нетипичная, что уже сама по себе может заинтересовать экспертов. На Западе исследованиями по большей части занимаются либо университеты, либо частные корпорации. В России же есть Академия наук, Федеральное агентство по делам научных организаций (ФАНО), больше сосредоточенное на нормативно-правовом регулировании науки, и университеты, которые науку начали развивать относительно недавно. Можно ли найти баланс интересов между ними?

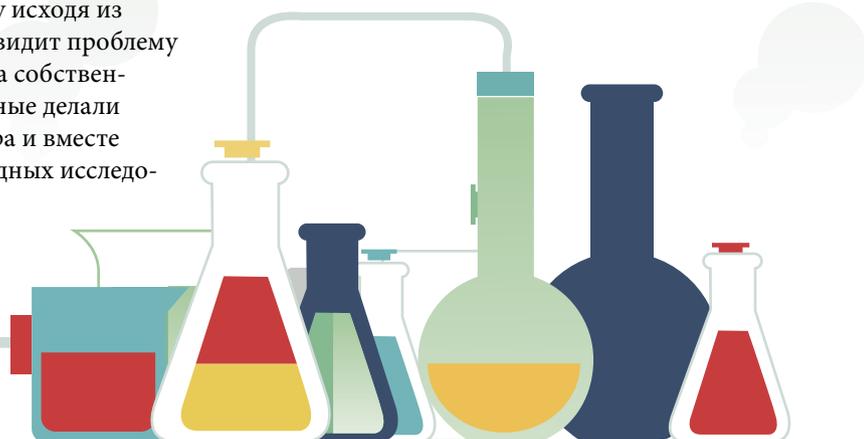
Может ли быть «разделение труда» между вузами и Академией наук? Должны ли вузы сосредоточиться только на образовании или же, наоборот, полностью взять на себя научную составляющую?

ВЛАДИМИР ФОРТОВ

Когда Академия наук лишь создавалась, предполагалось, что она и университеты будут работать вместе. Традиция нашей науки в том и состоит, что мы никогда не разделяли университетскую и академическую науку. Хочу подчеркнуть: все стоящие ученые, которые показывали результаты мирового класса, все без исключения, преподавали в университетах. Есть хорошая наука, а есть плохая, и где она делается — не важно.

Существует мнение, что академики должны заниматься более фундаментальными исследованиями, а университеты могут взять на себя более прикладные разработки. Но ведь ученый не выбирает себе тему исходя из каких-либо директив! Исследователь видит проблему и начинает ее решать, ориентируясь на собственный опыт и способности. Многие ученые делали открытия фундаментального характера и вместе с тем добивались результата в прикладных исследованиях — тот же академик Сахаров, один из создателей первой советской водородной бомбы, и многие, многие другие.

“ ТРАДИЦИЯ НАШЕЙ НАУКИ В ТОМ И СОСТОИТ, ЧТО МЫ НИКОГДА НЕ РАЗДЕЛЯЛИ УНИВЕРСИТЕТСКУЮ И АКАДЕМИЧЕСКУЮ НАУКУ ”



ПОЛУЧИТЬ СИНЕРГИЮ?

УЧАСТНИКИ КРУГЛОГО СТОЛА



Владимир Фортов,
президент Российской
академии наук, академик



Николай Кудрявцев,
ректор Московского физико-
технического института,
член-корреспондент



Алексей Хохлов, глава Совета
по науке при Минобрнауки,
член научно-координационного
совета ФАНО, академик

НИКОЛАЙ КУДРЯВЦЕВ

Бытует мнение, что за рубежом наука зачастую сосредоточена в университетах. Но это не так. Например, в США существует достаточное количество национальных исследовательских лабораторий. Многие компании также содержат свои исследовательские центры. Университеты не решают задачи одни, сами по себе. Наука имеет много оттенков, и исследовательские центры, лаборатории, университеты взаимно дополняют друг друга.

Например, университет не может заниматься крупными национальными исследованиями, делать mega science. Это задача национальных исследовательских лабораторий. При этом технологические прорывы часто совершаются в маленьких технологических компаниях. Таких много и у нас, и в США — там работают от пяти до ста человек, но это серьезные игроки на своем поле. Так что во всех странах технологического плана, к которым относятся и Россия, и США, наука не сосредотачивается только в университетах.

Долгое время в нашей стране университеты вообще находились на периферии научного процесса. Основные ресурсы тратились на Академию наук, прикладные центры. В эпоху перестройки все смешалось, и наука и образование оказались в достаточно плохом состоянии. Эти отрасли всегда страдают, когда происходит смена общественно-экономической формации. Затем началось восстановление, которое сейчас переходит в системное развитие, и от радно видеть, что образование и наука сближаются.

“**БЫТУЕТ МНЕНИЕ, ЧТО ЗА РУБЕЖОМ НАУКА ЗАЧАСТУЮ СОСРЕДОТОЧЕНА В УНИВЕРСИТЕТАХ. НО ЭТО НЕ ТАК**”

АЛЕКСЕЙ ХОХЛОВ

В научно-координационном совете ФАНО я возглавляю рабочую группу по совершенствованию взаимодействия научных организаций с вузами. В принципе, форм такого взаимодействия довольно много как в образовании, так и в науке.

“**АКАДЕМИЧЕСКИЕ ИНСТИТУТЫ МОГУТ СОЗДАВАТЬ СВОИ ЛАБОРАТОРИИ В ВУЗАХ. А ВУЗЫ, НАПРОТИВ, МОГУТ СОЗДАВАТЬ БАЗОВЫЕ КАФЕДРЫ В ИНСТИТУТАХ**”

в Институте элементоорганических соединений РАН. Эти две организации работают как единое целое. Одни вопросы удобнее решать в рамках университета, другие — в рамках ФАНО.

Но совместительство и работа на полставки — это лишь одна возможность. Другая состоит в том, что университеты и академические институты заключают договоры о совместных проектах. Например, договор о совместном аспирантском проекте. Аспирант зачисляется в аспирантуру по общим правилам, а после институт и вуз заключают договор, который предусматривает индивидуальный учебный план, двух научных руководителей (в вузе и в академическом институте), и распределение обязанностей, которые берут на себя вуз и институт. Фактически для подготовки кадров используется потенциал двух организаций.

Есть более продвинутый вариант. Академические институты могут создавать свои лаборатории в вузах. А вузы, напротив, могут создавать базовые кафедры в институтах. Это достаточно хорошо разработанная система, которая прописана в недавно принятом законе «Об образовании». Это разумная форма интеграции усилий, которую надо всячески приветствовать. →

С одной стороны, университеты могут привлекать научных работников для преподавания к себе на полставки. С другой стороны, сотрудники университетов могут вести научную работу по совместительству в институтах ФАНО. У меня самого есть кафедра в МГУ и лаборатория

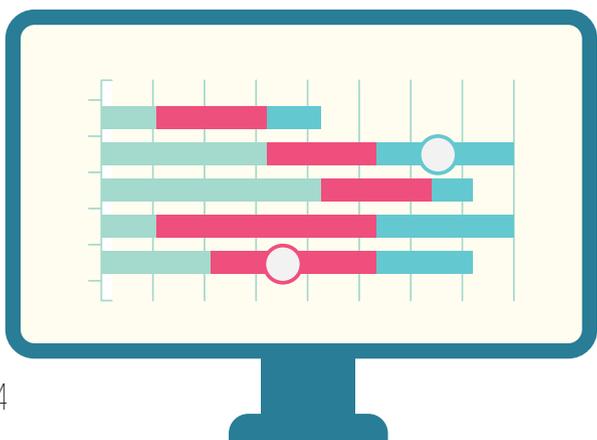
Как достичь взаимодействия между университетской и академической наукой?

→ НИКОЛАЙ КУДРЯВЦЕВ

Мы с самого основания старались совмещать науку и образование. И нам говорят, что у Физтеха это хорошо получается. Поэтому одно из направлений сотрудничества академической и университетской науки я вижу в том, чтобы привлекать к исследовательской работе совместителей из академических институтов. Мы активно этим занимаемся и сотрудничаем с иностранными учеными — в том числе нашими соотечественниками, уехавшими за рубеж. И конечно, мы стремимся, чтобы эти люди не только занимались научной работой, но и преподавали, в том числе общие курсы — математику и физику.

Университет играет важнейшую роль в развитии науки, потому что он дает приток студентов и высококвалифицированных сотрудников в эти отрасли. Сейчас действует три программы развития науки в высших учебных заведениях. Это «Инновационные вузы», «Национальные исследовательские университеты» и «5–100». Физтех участвует во всех, и это, честно говоря, довольно непростое счастье. Но в этой новой системе развития науки у университетов есть огромное преимущество в виде молодых, активных людей.

“ ОДНО ИЗ НАПРАВЛЕНИЙ СОТРУДНИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКОЙ И УНИВЕРСИТЕТСКОЙ НАУКИ Я ВИЖУ В ТОМ, ЧТОБЫ ПРИВЛЕКАТЬ К ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ СОВМЕСТИТЕЛЕЙ ИЗ АКАДЕМИЧЕСКИХ ИНСТИТУТОВ ”



ВЛАДИМИР ФОРТОВ

Сейчас явно наметился перекокс в сторону университетской науки. В последние 10 лет государственное финансирование большей частью направлялось в университеты. Академия наук и ее институты получали лишь некую постоянную сумму, которая, к тому же, постоянно уменьшалась. Фактически Академия наук была вырезана из конкурентного поля из-за такого профилирования. Тем не менее она дает очень высокие показатели — в ней работает около 10% ученых страны, которые дают почти 60% всех цитируемых научных публикаций.

“ СЕЙЧАС ЯВНО НАМЕТИЛСЯ ПЕРЕКОКС В СТОРОНУ УНИВЕРСИТЕТСКОЙ НАУКИ ”

Это не означает, что научное финансирование университетов должно утекать в сторону Академии наук. Эти организации должны работать вместе.

АЛЕКСЕЙ ХОХЛОВ

В Российской Федерации лет 15 назад даже существовала специальная программа, которая так и называлась — «Интеграция», и она была очень эффективна. В ее рамках выделялись дополнительные средства на взаимодействие университетов и академических институтов — на обучение студентов в Академии наук. И наоборот, на то, чтобы ученые Академии наук больше преподавали в вузах. В принципе, это самый правильный путь.

Физтеховская система — это классический пример такой интеграции. Первые два-три года студент учится по обычной схеме. А для выполнения дипломной работы и «доучивания» он уходит в институты Российской академии наук. Если я не ошибаюсь, нобелевские лауреаты Гейм и Новоселов сами обучались в МФТИ по такой системе. По такому же принципу работает Новосибирский государственный университет — фактически у них действует единый научно-образовательный комплекс, и студенты проводят свои исследования в академических институтах.

Когда говорят о том, что университет — это кузница кадров для науки, имеется в виду, что молодые ученые, которые начинают заниматься исследованиями в университете, потом переходят в академические институты. Но может быть и обратный процесс — например, когда ученые идут преподавать, потому что это делает их ближе к студентам, к притоку новых

“ В РФ СУЩЕСТВОВАЛА ПРОГРАММА «ИНТЕГРАЦИЯ». В ЕЕ РАМКАХ ВЫДЕЛЯЛИСЬ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА НА ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ УНИВЕРСИТЕТОВ И АКАДЕМИЧЕСКИХ ИНСТИТУТОВ ”

кадров. Тут нельзя выбрать какой-то один вектор, должно приветствоваться и то и другое движение. Особенно — интеграция усилий научных институтов и университетов.

Каковы наиболее оптимальные формы поддержки отечественной науки?

НИКОЛАЙ КУДРЯВЦЕВ

Вопрос, который сейчас возникает, — нужно ли как-то по-разному финансировать науку в академических институтах и в университетах? Технический, инновационный научный блок в этом плане вообще довольно сложная структура. Специфика финансирования науки в России в том, что деньги в основном выделяются государством или фондами, которые в большинстве своем тоже принадлежат государству. И это даже хорошо — ученые соревнуются, возникает конкуренция. Часть исследований финансирует промышленность — но она готова платить лишь за те разработки, которые ей интересны. Поэтому многие наши ученые и получают гранты и контракты с промышленностью, поскольку их разработки прикладного плана тоже интересны рынку. Но, как говорил Фурсенко (Андрей Фурсенко — помощник Президента РФ; в 2004–2012 гг. — министр образования и науки РФ. — *Ред.*), это неправильно, когда грант создает предпосылки для получения следующего гранта. Грант должен создавать предпосылки для инноваций и изменения.

“ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ ГОТОВА ПЛАТИТЬ ЛИШЬ ЗА ТЕ РАЗРАБОТКИ, КОТОРЫЕ ЕЙ ИНТЕРЕСНЫ. ПОЭТОМУ МНОГИЕ НАШИ УЧЕНЫЕ И ПОЛУЧАЮТ ГРАНТЫ И КОНТРАКТЫ С ПРОМЫШЛЕННОСТЬЮ, ПОСКОЛЬКУ ИХ РАЗРАБОТКИ ПРИКЛАДНОГО ПЛАНА ТОЖЕ ИНТЕРЕСНЫ РЫНКУ ”

АЛЕКСЕЙ ХОХЛОВ

Очень важно сейчас формализовать такую ситуацию и предпринять все необходимые шаги для того, чтобы полностью узаконить лаборатории академических институтов в вузах и кафедры вузов в институтах. Тогда эти структуры будут существовать не на неформальных договоренностях, а будут оформлены законодательно. Наша рабочая группа в совете ФАНО уже включила в план работы создание положения о таких структурах.

Мы постараемся, чтобы эти формы интеграции были закреплены в действующем законе «Об образовании» и вошли в готовящийся закон о науке.

“ ОЧЕНЬ ВАЖНО СЕЙЧАС ФОРМАЛИЗОВАТЬ ТАКУЮ СИТУАЦИЮ И ПРЕДПРИНЯТЬ ВСЕ НЕОБХОДИМЫЕ ШАГИ ДЛЯ ТОГО, ЧТОБЫ ПОЛНОСТЬЮ УЗАКОНИТЬ ЛАБОРАТОРИИ АКАДЕМИЧЕСКИХ ИНСТИТУТОВ В ВУЗАХ И КАФЕДРЫ ВУЗОВ В ИНСТИТУТАХ ”

ВЛАДИМИР ФОРТОВ

Необходимо поддерживать все ветви науки. Но надо понимать, что наше сегодняшнее финансирование ни в коей мере не соответствует тем задачам, которые ставятся перед страной. В федеральном бюджете на 2016 год на исследования РАН выделено 4,1 миллиарда рублей — в то время как в США средний университет получает более миллиарда долларов! Кроме того, за рубежом почти 70% финансирования приносит

“ ПЕРЕД РОССИЙСКОЙ НАУКОЙ СТАВЯТСЯ СЕРЬЕЗНЫЕ ЗАДАЧИ, ПОСКОЛЬКУ ПРОМАТЫВАНИЕ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ НИ К ЧЕМУ ХОРОШЕМУ СТРАНУ НЕ ВЕДЕТ. С УЧЕТОМ НЫНЕШНИХ ЦЕН НА НЕФТЬ ЭТА СИТУАЦИЯ СТАНОВИТСЯ НЕ ПРОСТО КРИТИЧЕСКОЙ, А ТРАГИЧЕСКОЙ ”

промышленность, а у нас это максимум 30%. Такой вот перекосяк.

При этом перед российской наукой ставятся серьезные задачи, поскольку проматывание сырья ресурсов ни к чему хорошему стране не ведет. С учетом нынешних цен на нефть эта ситуация становится не просто критической, а трагической. Выбраться из этой ситуации можно, только развивая науку, технику и образование. Я в данном случае являюсь оптимистом, потому что вижу пример оборонного комплекса. В 90-е годы он получил такой оглушительный удар, что многие были убеждены — он никогда не поднимется на ноги. Но с помощью правильной организации работы сейчас военно-промышленный комплекс дает очень мощные импульсы, и оружейное производство находится на очень хорошем уровне. Я убежден, что такое можно сделать и с наукой.

В свое время я был энтузиастом фондового финансирования науки. Но должен сказать, что увлекаться этим делом не нужно, поскольку фондовая составляющая должна быть на уровне 15–20% от общих затрат на науку. У нас сегодня создано несколько фондов, и мы к этой цифре только-только приближаемся. Поэтому такая форма финансирования должна расти, но не должна перехлестывать все остальные.



КТО ВЛАДЕЕТ ИНФОРМАЦИЕЙ...

Межфакультетская кафедра проблем передачи информации и анализа данных — одна из старейших на Физтехе. Она организована на базе Института проблем передачи информации им. А. А. Харкевича Российской академии наук (ИППИ РАН) и ориентируется на самые перспективные направления развития в области информационных технологий.

ВОРОТА В МИР НАУКИ

Базовая организация кафедры — ИППИ РАН изначально задумывалась как место, в котором вместе бы работали специалисты самых разных направлений. «Получившееся содружество технарей, математиков и биологов, а потом еще и лингвистов привело к тому, что в институте сразу сформировалась культура междисциплинарных исследований, — рассказывает заместитель заведующего кафедрой, врио директора ИППИ РАН, профессор РАН Андрей Соболевский. — И наша кафедра служит своего рода «воротами» для студентов Физтеха в этот центр междисциплинарных исследований».

Исторически кафедр было две. Первой возникла кафедра на факультете радиотехники и кибернетики (ФРТК), а потом появилась кафедра на факультете управления и прикладной математики (ФУПМ). Сейчас они объединены в одну межфакультетскую. Несмотря на то что это два разных учебных плана и совершенно разные конкурсы, «внутри» ИППИ РАН ребята нередко занимаются схожими задачами, хоть и со своей спецификой.

«Для нас важно, что ребята приходят в ИППИ, видят перед собой систему лабораторий, научных групп, в которых идут очень разные по направлениям исследования, и находят себя в одном из этих направлений», — добавляет Андрей Соболевский.



ПРЯМАЯ РЕЧЬ



Александр Кулешов,
заведующий кафедрой, ректор Сколковского института науки и технологий:

«Я уже не директор ИППИ и могу говорить об институте свободно, не боясь обвинений в самокомплиментарности. В ИППИ действительно создана система, близкая к идеальной: обучение — исследование — инновации — внедрение. Каждый студент, даже если он еще не понимает совершенно точно своего места в мире, своего предназначения (что совершенно нормально для юношей), найдет его в ИППИ».

Большая часть сотрудников кафедры — выпускники Физтеха.

ШИРОКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Одна из уникальных особенностей кафедры в том, что ее студенты регулярно участвуют в международных и российских конференциях различного уровня, олимпиадах. Например, в апреле стажер-исследователь лаборатории методов анализа и синтеза сетевых протоколов Алексей Куреев занял первое место в номинации «Беспроводные сети» Международной студенческой олимпиады в области информационных технологий и телекоммуникаций «Инфотелеком-2016». Студенты Физтеха традиционно ходят в призерах этих престижных студенческих испытаний: в 2015 году магистрант кафедры Вячеслав Логинов взял серебро в номинации «Беспроводные и мобильные сети связи, организация радиодоступа», а годом ранее магистрант Игорь Каргин —

золото в номинации «Беспроводные технологии».

«Я могу сказать, что лучшие студенты после получения диплома остаются у нас, — рассказывает старший научный сотрудник лаборатории методов анализа и синтеза сетевых протоколов ИППИ РАН Евгений Хоров. — Институт всегда готов предоставить хорошие условия для работы и научной деятельности. Сейчас мне поступает много самых разных предложений о трудоустройстве, однако я понимаю, что, оставаясь в институте, я расту, и расту достаточно быстро по сравнению с развитием, которое бы шло вне этой системы».

Умение решать задачи и общий стиль мышления, прививаемые студентам на кафедре, помогают им успешно трудоустроиться после окончания института. Выпускники, которые по какой-то причине решили, что наука «не для них», находят себя в самых разных сферах экономики.

Все студенты кафедры имеют возможность участвовать в коммерческих проектах с достойной оплатой. А для выпускников открыты двери перспективных спин-офф-компаний института.

ЗАДАЧИ НА ЛЮБОЙ ВКУС

Одна из ведущих лабораторий кафедры — лаборатория методов анализа и синтеза сетевых протоколов ИППИ РАН. →

*Выпускники-бакалавры
кафедры 2015 года*



Завсектором анализа данных в нейронауках Михаил Беляев обсуждает постановку задачи с сотрудником сектора, студенткой магистратуры Физтеха Дарьей Беляевой



Магистрант кафедры, стажер-исследователь лаборатории методов анализа и синтеза сетевых протоколов Алексей Куреев

→ «К нам обращаются крупные компании или же мы по своей инициативе изучаем новейшие стандарты сетевых технологий, определяем существующие проблемы и решаем их, — рассказывает Евгений Хоров. — Для этого мы строим математические модели работы протоколов, которые используются в этих технологиях. Нам часто приходится использовать распределенные вычисления, чтобы обчислить работу сети с сотней, с тысячей устройств. Любой студент, который приходит к нам на кафедру, понимает, что при условии интенсивной научной работы на четвертом курсе у него будет публикация, к шестому — три-четыре хороших англоязычных статьи».

Евгений Хоров — выпускник МФТИ. В 2012 году он защитил кандидатскую диссертацию и остался на кафедре, чтобы передавать знания новым поколениям студентов Физтеха. Помимо работы в лаборатории Евгений читает курс по протоколам беспроводных сетей.

«Выбирая кафедру, я руководствовался в основном тем, какие знания смогу на ней получить, — рассказывает студент шестого курса Физтеха Дмитрий Банков. — На втором курсе на презентации кафедры меня впечатлили слова об интенсивной образовательной программе, а также возможности участия в научно-исследовательском процессе. Это было то, ради чего я и шел сюда: сначала научиться, а потом проводить исследования».

Лаборатория не замкнута в себе, а активно взаимодействует с индустрией, компаниями, которые производят телекоммуникационное оборудование, участвует в международных исследовательских проектах. «Кроме того, лаборатория внесла огромный вклад в стандартизацию беспроводных сетей, — делится Евгений Хоров. — Мы не пишем статьи «в стол», а разрабатываем решения, которые потом внедряются в реально работающих устройствах, доводим разработки до уровня международных стандартов. При этом наша команда очень

молодая, ее большая часть — студенты и аспиранты Физтеха. Среди заказчиков лаборатории такие компании, как Huawei, Panasonic, LG...»

РАСКРЫВАЯ ТАЙНЫ МОЗГА

Лаборатория интеллектуального анализа данных и предсказательного моделирования ИППИ РАН была создана совсем недавно, в январе 2016 года. Одним из ее секторов — «Анализ данных в нейронауках» руководит кандидат физико-математических наук Михаил Беляев, тоже выпускник Физтеха. Студентам он читает курс «Введение в прикладной анализ данных».

«Во время бакалавриата я учился на другой кафедре, — вспоминает Михаил. — Окончив четвертый курс, понял, что надо менять кафедру или даже факультет. Я посмотрел, что есть на нашем факультете, на ФРТК, есть ли такое место, куда бы мне очень захотелось. Оказалось, что есть единственное такое место — это ИППИ. Я пришел на собеседование, со мной поговорили и взяли на кафедру».

Если у студента есть желание, он всегда может попасть на нужную ему кафедру. «Например, у нас на третьем курсе сейчас учится студент с факультета проблем физики и энергетики, — рассказывает Михаил Беляев. — Учится по индивидуальному плану — просто ему приглянулась кафедра, и он захотел сюда поступить. В прошлом году прошел собеседование, его взяли».

Под руководством Михаила студенты проводят исследования сразу в нескольких направлениях. Первое — изучение электрической активности мозга. Одно из популярных направлений в этой области — это так называемый интерфейс мозг-компьютер. Вторая область связана с анализом МРТ — магнитно-резонансных томограмм мозга. «Электрические сигналы мозга у всех людей очень разные, — объясняет Михаил Беляев. — Даже если мы построили математическую модель, которая хорошо «понимает» мысли какого-то одного человека, ее

нельзя применить к другому. Перед нами стоит задача — адаптировать и строить такие модели, которые можно переносить от одного человека к другому. В этой области работают студенты, которые пишут у меня свои бакалаврские, магистерские дипломы».

По словам заведующего сектором, анализ данных — очень горячая тема, которая востребована в совершенно разных областях, поэтому после получения диплома студентов ждет интересная карьера.

ЗРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

В лаборатории №11 ИППИ РАН — «Зрительные системы» — занимаются обработкой изображений и распознаванием образов. Свой вклад в исследования вносит и студентка первого курса магистратуры Физтеха Елена Лимонова.

«Я заинтересовалась этой кафедрой, — рассказывает Елена, — после презентации на Физтехе, которую провели преподаватели и аспиранты. Мне очень понравился дух этой кафедры. То, что здесь



Сотрудники лаборатории зрительных систем Антон Григорьев, Егор Ершов и Ирина Кунина калибруют видеокамеры колесного робота

занимаются не только теорией, но и практическими вещами, а разработки кафедры находят широкое применение».

Основная тема работы Елены — нейронные сети — очень популярный инструмент для анализа данных. Ее магистерская работа посвящена ускорению нейронных сетей на разных мобильных устройствах и во встроенных системах за счет использования быстрой конечноразрядной арифметики.

«Сейчас активно развивается распознавание на разных устройствах, — объясняет Елена Лимонова. — Причем очень важно, чтобы эти технологии работали в реальном времени. И тут возникают разные интересные проблемы, интересные эффекты, связанные с тем, что мы хотим иметь довольно сложную нейронную сеть, которая должна хорошо решать поставленную задачу. И тем не менее нам ее нужно запускать на не очень вычислительно мощной системе и добиваться хорошей скорости работы. Это можно делать разными методами, и как раз этими методами я и занимаюсь».

СТУДЕНТОВ ВСЕГДА МАЛО

Кафедра проблем передачи информации и анализа данных популярна среди студентов, традиционно занимая место в первой десятке

рейтинга кафедр Физтеха. «Многие выпускники на основе своих работ в ИППИ создают стартап-компании, которые отделяются от института, но остаются рядом и создают вокруг него систему, — рассказывает Андрей Соболевский. — В числе показательных примеров стоит отметить три: «Телум» — компания, занимающаяся радиосвязью. DATADVANCE — это компания, которая занимается математическими методами оптимизации и предсказательного моделирования в инженерном проектировании. И самый свежий из этих стартапов — «Визиллект» — компания, которая создалась на технологии машинного зрения».

Флагманский проект «Визиллекта» — автоматический классификатор транспортных средств (АКТС-4), за который его разработчики в 2015 году получили премию правительства Москвы молодым ученым.

По словам руководства кафедры, сотрудничество ИППИ с Физтехом успешно развивается. «Пожалуй, единственная проблема, если ее можно так назвать, это то, что каждый год у нас проходят довольно сложные переговоры с деканатами, — делится Андрей Соболевский. — Мы всегда хотим взять на кафедру больше ребят, чем факультеты готовы нам дать». ■

ДИСЦИПЛИНЫ КАФЕДРЫ

- теоретические аспекты передачи информации: теория информации и кодирования, математическое моделирование телекоммуникационных сетей, безопасность систем и сетей;
- современные методы прикладной математической статистики и анализа данных: многомерная статистика, задачи классификации, снижения размерности и прогнозирования;
- методы обработки сигналов различной природы (видео-, аудио-, сигналы в живой природе);
- компьютерная лингвистика;
- теория оптимизации;
- эффективные вычисления;
- архитектура программных систем;
- цифровые системы передачи и хранения информации;
- основы IT-индустрии.

Все прекрасно знают, как измерить длину стола или радиус футбольного мяча, но как быть в случае объектов, которые в сотни миллионов раз меньше? Как и где применяют эти объекты на практике? Над этим и многими другими вопросами работает кафедра нанометрологии и наноматериалов. Как это происходит, мы увидели воочию.

□ Кафедра (первоначальное название — кафедра нанометрологии) была создана в 2008 году для реализации магистерской программы «Нанодиагностика, метрология, стандартизация и сертификация продукции нанотехнологий и nanoиндустрии» при финансировании госкорпорации РОСНАНО. Появление этого направления обучения было связано с острой необходимостью высококвалифицированных кадров в области развития методов измерения параметров наноматериалов.

Сегодня сотрудники кафедры занимаются не только вопросами метрологического обеспечения нанотехнологий, но и отработкой технологий, которые потенциально могут быть использованы при производстве новой микроэлектронной базы, а это — основа любой микроэлектроники: компьютеров, военных радиотехнических систем, мобильных телефонов. «Современное оборудование, которое есть в нашем распоряжении, позволяет имитировать крупное микроэлектронное производство, но в более компактном и гибком формате. То есть мы можем «на месте» что-то быстро пробовать, менять, исследовать, активно вести разработки технологий», — рассказывает заместитель заведующего кафедрой Сергей Зайцев.

Кафедра нанометрологии и наноматериалов является базовой для факультета физической и квантовой электроники. Лекции и практические занятия проходят здесь же в лабораториях, и у студентов есть возможность работать над реальными проектами и задачами уже во время обучения, начиная с четвертого курса.

НАНО ИЗМЕРИТЬ



Сейчас в лаборатории исследуют образец экспериментальной структуры на растровом электронном микроскопе



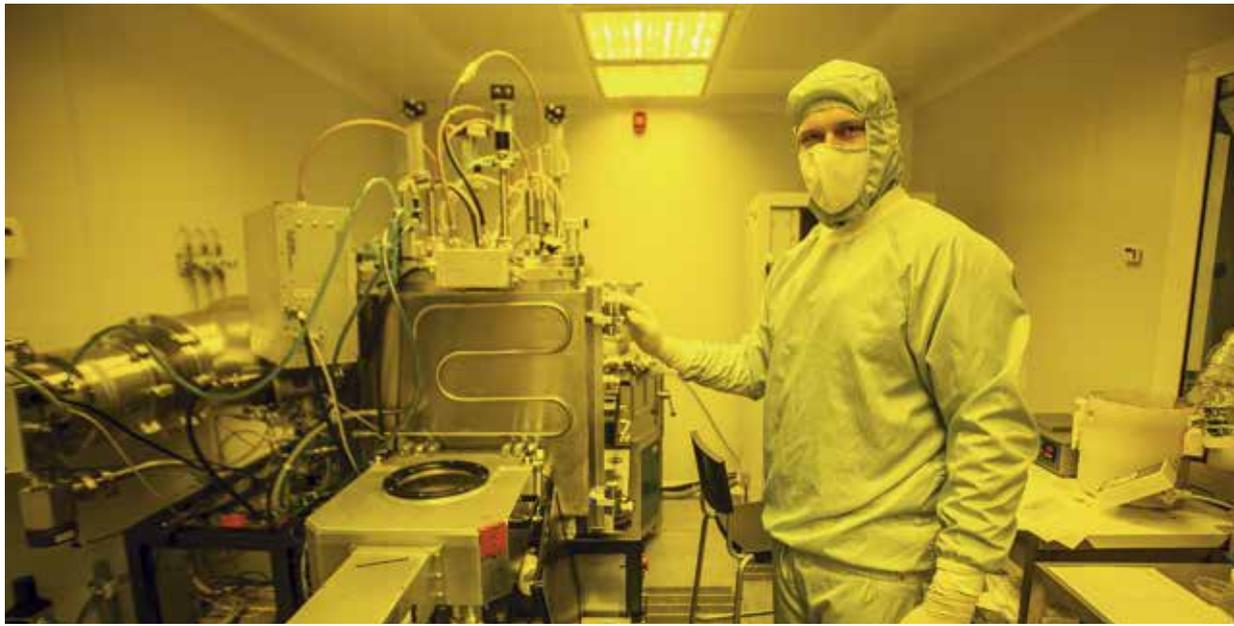
Мелкое лабораторное оборудование и расходные материалы



Сергей Зайцев (слева) и Дмитрий Кузьмичев (справа) контролируют текущие параметры напыления металлического слоя



Просвечивающий электронный микроскоп обладает разрешающей способностью, позволяющей рассмотреть кристаллическую решетку изучаемого образца



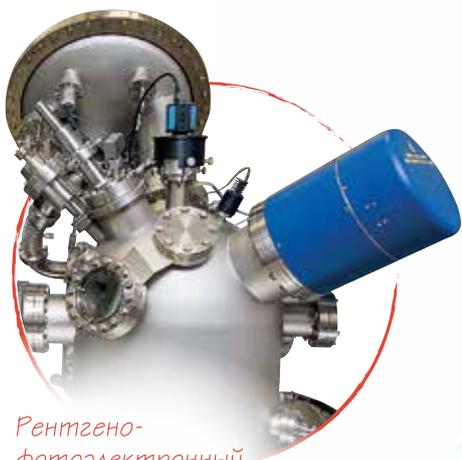
Чистая зона относится к Центру коллективного пользования МФТИ, с которым кафедра активно сотрудничает, так же как и с другими лабораториями. Здесь находятся установки для формирования специального покрытия для схем (чипов) или кремниевых пластинок. Сначала наносят пленку (например, из меди), а затем на ней создается рисунок, который может быть различным в зависимости от задачи.



Во второй чистой комнате располагаются устройства для литографии — универсальной технологии получения изображения элементов в микро- и наномасштабе, применяемой при изготовлении полупроводниковых приборов, интегральных микросхем и широкого спектра наноструктур. Слева — оператор, работающий за электронным литографом. Справа по центру — оптический (лазерный) литограф



Элемент оборудования пробоподготовки для просвечивающего электронного микроскопа



Рентгено-фотозлектронный спектрометр позволяет определить, из чего состоит поверхностный слой образца толщиной несколько ангстрем



Держатель образца помещается в криостат и обеспечивает подвод нужных сигналов к квантовой схеме



Широкополосный осциллограф контролирует быстротекущие процессы



Талисман Дмитрия — Лосяш



Зондовая станция необходима для тестирования кремневых микросхем



Сканирующий электронный микроскоп «ощупывает» пучком электронов (1 нм в диаметре) схему и выводит ее изображение на экран монитора

ДМИТРИЙ НЕГРОВ, 28 ЛЕТ

заместитель руководителя Центра коллективного пользования МФТИ

ВАЖНЕЙШИЕ ДОСТИЖЕНИЯ

Понимание математики: не на уровне, достаточном для сдачи экзамена, а приближение к интуитивному осознанию того, как она устроена. Это дало мне возможность разобраться в околomатематических областях, таких как квантовая механика и квантовые теории поля.

ЛЮБИМЫЕ КНИГИ

Станислав Лем «Сказки роботов», «Непобедимый». Питер Уоттс «Ложная слепота».

ЛЮБИМЫЕ ФИЛЬМЫ

Серия триллеров «Пила», «Молчание ягнят», «Космическая одиссея — 2001» и другие работы Стенли Кубрика, «Смешарики».

ПОЧЕМУ МФТИ?

Учитель физики активно агитировал ребят пойти на Физтех. Так мы почти целой подгруппой сюда и поступили.

ОБРАЗЕЦ ДЛЯ ПОДРАЖАНИЯ

Одного образца нет, но могу выделить ученых, которых я считаю достойным примером для подражания: Александр Гротендик (французский математик, 1928–2014), Ричард Фейнман (американский физик-теоретик, 1918–1988) и Эварист Галуа (французский математик, основатель современной высшей алгебры, 1811–1832).

ДЕВИЗ

Девизу надо следовать, а это мешает универсальности.

ЦЕЛЬ В ЖИЗНИ

Достичь результата в направлениях, которые меня интересуют. Сейчас это квантовые вычисления и искусственный интеллект.

МОЕ БУДУЩЕЕ ОТКРЫТИЕ

Хотелось бы в ближайшем времени построить квантовые цепи, достаточно хорошие для использования в качестве элементной базы квантовых компьютеров.

Я ЧЕРЕЗ 20 ЛЕТ

Был бы рад видеть себя таким же, как и сейчас: энергичным, занятым, мотивированным. Также хотел бы больше уделять внимание преподавательской деятельности (*Прим. ред.*: сейчас Дмитрий ведет три курса на кафедре нанометрологии и наноматериалов).

МИР ЧЕРЕЗ 20 ЛЕТ

На данный момент активно развиваются биология и области, граничащие с этой дисциплиной. Я думаю, будут проводиться исследования на стыке биологии и электроники. Фармакология тоже является прогрессивным направлением: продолжительность жизни растет и будет продолжать расти, на мой взгляд, никаких препятствий этому нет. Если говорить о микроэлектронике, то ситуация немного сложнее. Говорят, что она «уперлась в потолок», но, с другой стороны, она растет вширь. На это как раз нацелен запускаемый нами проект, связанный с искусственным интеллектом. С его помощью микроэлектроника станет еще «умнее». Некоторые считают, что взрывное развитие микроэлектроники и систем искусственного интеллекта может привести к деградации человечества, но мне кажется, что мы этот переломный этап уже благополучно прошли, ничего кардинально не изменилось, так что бояться нечего.



Он любит притчи и не любит лень. Он называет одним из своих самых удачных проектов книгу о здоровом питании. Он строит дом в Кремниевой долине, по крыше которого должны бегать олени. Он — один из самых успешных IT-предпринимателей мира, создатель АВВУ Давид Ян. Выпускник Физтеха, который говорит, что главное в этой жизни — попытаться сделать мир хоть чуточку лучше. И кажется, ему это удастся.

□ **УСПЕХА НЕ БЫВАЕТ БЕЗ АКТИВНОЙ ЖИЗНЕННОЙ ПОЗИЦИИ.** Есть какая-то пружинка внутри, какой-то завод, который когда-то завели, и он движет человеком. У многих это от рождения. У всех физтехов, я уверен, активная жизненная позиция есть, и, что важно, она сочетается с незаурядными интеллектуальными способностями.

ХОРОШАЯ ИДЕЯ — ЛЮБАЯ ИДЕЯ, КОТОРАЯ СНОСИТ ГОЛОВУ ЕЕ СОЗДАТЕЛЮ. Но сама идея — очень маленький процент будущего успеха. Определяющий фактор — команда, которая будет ее реализовывать.

84% КРУПНЫХ КОМПАНИЙ СЕГОДНЯ ведут свою деятельность в режиме Agile Business, то есть очень быстро, небольшими группами принимают решения, быстро тестируют их на рынке, очень быстро корректируют. Весь цикл уменьшился до 2–4 недель. Раньше он занимал несколько месяцев.

В АВВУ МЫ ПРЕВРАЩАЕМ ИНФОРМАЦИЮ В ПОЛЕЗНЫЕ ЗНАНИЯ, то есть в структурированную информацию, с помощью которой можно принимать решение. 10 лет назад мы просто ограничивались конвертацией бумажных носителей в searchable-информацию.

С СИЛЬНЫМИ КОНКУРЕНТАМИ НУЖНО УМЕТЬ СОТРУДНИЧАТЬ. Есть такое понятие, как коопертейшн (cooperation and competition). Если знаешь, что не можешь врага победить, сделай его союзником.

У НАС НА ГЛАЗАХ ПРОИСХОДИТ НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ РЕВОЛЮЦИЯ. На смену графическим интерфейсам приходят разговорные — conversational interfaces, то есть компьютеры начали осваивать человеческий язык. Это происходит по двум каналам: через API-ассистентов Siri, Cortana, Alexa и т. п., а также через ботов в мессенджерах. Это открывает потенциальную возможность стартапам обойти на повороте мастодонтов рынка.

ТЕЗИС О ТОМ, ЧТО С ПОЯВЛЕНИЕМ WHATSAPP ИЛИ FB ЛЮДИ СТАЛИ МЕНЬШЕ ОБЩАТЬСЯ, АБСОЛЮТНО НЕ СООТВЕТСТВУЕТ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТИ. Увеличились как объем общения, так и расширился круг общения, просто поменялась форма.

КАК-ТО СЕО ОДНОЙ ИЗ КРУПНЕЙШИХ IT-КОМПАНИЙ В МИРЕ (БОЛЕЕ 200 000 СОТРУДНИКОВ) ОБНАРУЖИЛ, ЧТО В ИХ ОГРОМНОМ КАМПУСЕ В БАНГАЛОРЕ ОТКЛЮЧЕН ИНТЕРНЕТ. И ПРИШЕЛ В УЖАС. Ему сказали, что это небезопасно, а вдруг утечет какая-то информация, у нас же такие именитые клиенты! Он ответил: «Мы не можем лишать 99,99% сотрудников возможности коллаборации из-за 0,01% неблагонадежных сотрудников. Это не вопрос безопасности, это вопрос о том, как сделать нашу компанию привлекательной для самых амбициозных молодых сотрудников и студентов. Будущее нашей компании зависит от того, сможем ли мы выиграть конкуренцию за таланты». Именно об этом сегодня должны думать компании — как выиграть конкуренцию за таланты, как сделать атмосферу в компании открытой к новым идеям, как сделать компанию мобильной в принятии решений, самоорганизующейся и нацеленной на рынок.

НЕ МОГУ СКАЗАТЬ, ЧТО МЫ В АВВУУ ПОЛНОСТЬЮ УДОВЛЕТВОРЕНЫ ТЕМ, КАК ПРИНИМАЕМ РЕШЕНИЯ. Сегодня мы вводим новые инструменты самоорганизации, горизонтального общения. Это баланс между целостностью и способностью компании менять себя изнутри.

Я НЕ ЯВЛЯЮСЬ БИЗНЕС-АНГЕЛОМ В КЛАССИЧЕСКОМ ПОНИМАНИИ. В данный момент я не вкладываю деньги в чужие проекты. У меня хватает собственных идей.

ОДНАЖДЫ В ДЕТСТВЕ, В ФИНАЛЕ ОЧЕНЬ ВАЖНОГО ТЕННИСНОГО МАТЧА, МЕНЯ ОТДЕЛЯЛ ОТ ПОБЕДЫ ОДИН МЯЧ. Тройной матчбол в мою пользу. Но я проиграл. Я не знаю, что это было. Расслабился, подумал, что уже выиграл, наверное, хотя это слишком простой ответ. Я очень сильно переживал. Но я понял, что есть люди, которые могут выиграть такой матч. И я решил стать таким человеком.

Я ДЕЙСТВИТЕЛЬНО ЕМ ВСЕ, ЧТО ХОЧУ (ДАВИД ЯН — АВТОР КНИГИ «ТЕПЕРЬ Я ЕМ ВСЕ, ЧТО ХОЧУ!»). — РЕД. Другой вопрос, что у меня изменились вкусы. Мне сейчас, к примеру, не вкусно все соленое. Есть четыре типа продуктов, которые мы едим с детства сами и которыми кормим своих детей, не зная, что пищевая зависимость от них является причиной неизлечимых болезней — от диабета и рака до инсультов и инфарктов. Это: жир, сахар, соль и мучные изделия. Моя книжка о том, что каждый может за 1 месяц изменить свои пищевые привычки и жить счастливо, не злоупотребляя этими продуктами.

МЫ С МОЕЙ СУПРУГОЙ АЛЕНОЙ СТРОИМ ДОМ В КРЕМНИЕВОЙ ДОЛИНЕ. С невертикальными стенами и с травой на крыше, по которой будут ходить олени.

ЛЮДИ ДОЛЖНЫ БОЛЬШЕ ОБЩАТЬСЯ, БОЛЬШЕ ЕЗДИТЬ, БОЛЬШЕ СОТРУДНИЧАТЬ ДРУГ С ДРУГОМ. Это то, что есть в Кремниевой долине, и то, что есть в «Сколково». Без международной кооперации невозможна инновационная революция в отдельной стране.

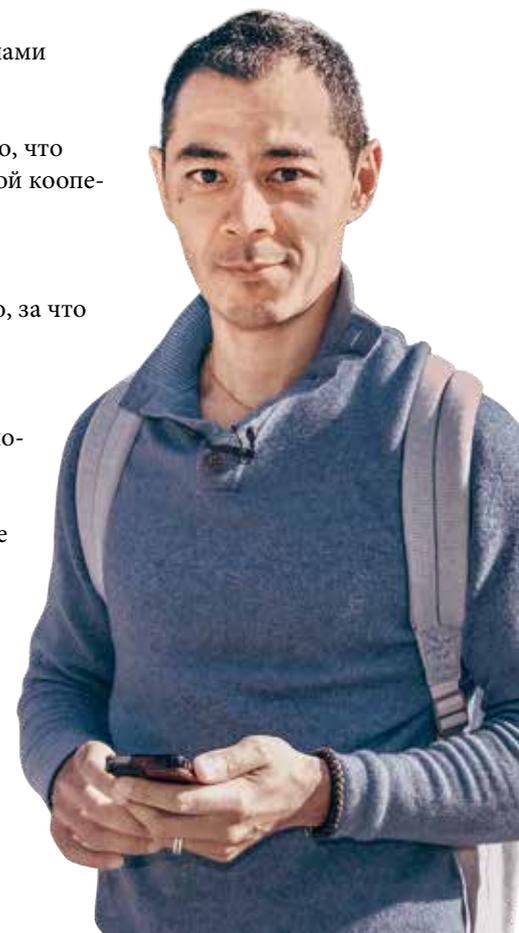
НА ФИЗТЕХЕ ЕСТЬ ЗАДОР, ОЩУЩЕНИЕ ТОГО, ЧТО НАМ МОРЕ ПО КОЛЕНУ, все нипочем и мы всего добьемся. Это вселяет заряд смелости. Мужество заниматься чем-то, за что другие, может быть, не взялись, потому что посчитали «ну куда уж нам». Ну а дальше будет самое интересное. И самое сложное.

МЕНЯ РАЗДРАЖАЕТ, КОГДА ЧЕЛОВЕК ЖАЛУЕТСЯ НА ЖИЗНЬ И ПРИ ЭТОМ НИЧЕГО НЕ ДЕЛАЕТ. Если человек ничего не делает и счастлив, то значит, он достиг просветления.

С ГЛУПОСТЬЮ БОРОТЬСЯ НЕВОЗМОЖНО. Это как погода. Этого нельзя изменить. Самое глупое было бы пытаться переживать по этому поводу.

НАДО ПОЛУЧАТЬ УДОВОЛЬСТВИЕ ОТ САМОГО ПУТИ, А НЕ ОТ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛИ. Это не означает, что не нужно ставить цели или что поставленные цели можно не достигать. Целей в жизни будет много, они приходят и уходят, а путь — один.

ВСЕ МЫ ЖИВЕМ ДЛЯ ТОГО, ЧТОБЫ ХОТЬ ЧТО-ТО ИЗМЕНИТЬ В ЭТОМ МИРЕ К ЛУЧШЕМУ. Просто кто-то уже это знает, а кто-то пока нет. ■





ЛЕКТОРИЙ

НА ДОЛГУЮ ПАМЯТЬ

Благодаря онлайн-курсам у миллионов людей по всему миру появилась возможность слушать лекции ведущих профессоров и заниматься по программам топовых университетов. Это открывает абсолютно новые перспективы перед теми, кто стремится получить новые знания или компетенции. Образование перестает быть привязанным к месту. Уже сейчас сертификаты онлайн-курсов принимаются многими американскими университетами для получения зачетов.

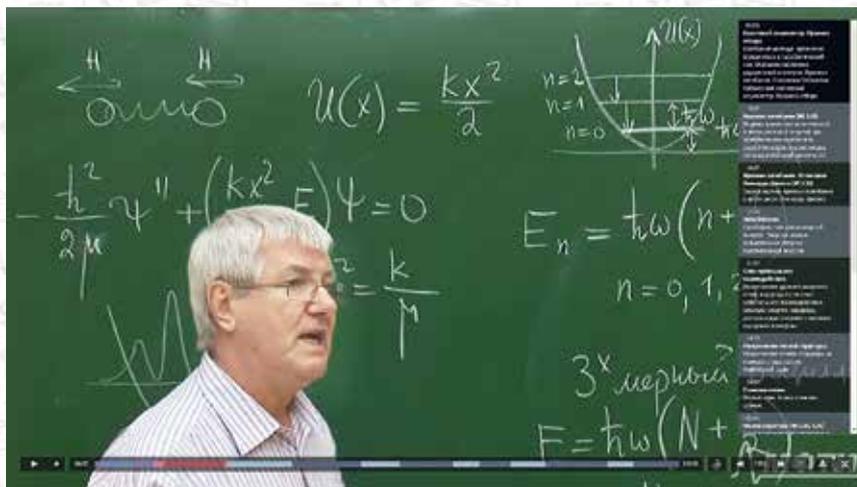
□ В ОТКРЫТУЮ

Сами университеты благодаря выходу в Сеть получают огромный ресурс по привлечению студентов. Около 35% абитуриентов МПТ говорят, что на их решение повлияло прослушивание лекций на МПТ OpenCourseWare. Такой успех заставил другие ведущие мировые вузы активно развивать собственные курсы на платформах Coursera и Edx. Активно интернет-обучение развивается и в России. В сентябре прошлого года была создана Национальная платформа «Открытое образование», на которой публикуются курсы ведущих российских вузов, в числе которых есть и Физтех.

Тем не менее среди отечественных университетов только у МФТИ есть полноценный аналог МПТ OpenCourseWare. Речь о Лектории — детище Центра инновационных образовательных технологий (ЦИОТ). Причем в отличие от американского проекта физтеховский никогда не ставил перед собой коммерческие цели и всегда предоставлял открытый доступ к лекциям.

ЗАПАС ВРЕМЕНИ

Идея Лектория — запись и размещение на сайте лекций — родилась в МФТИ в 2007 году.

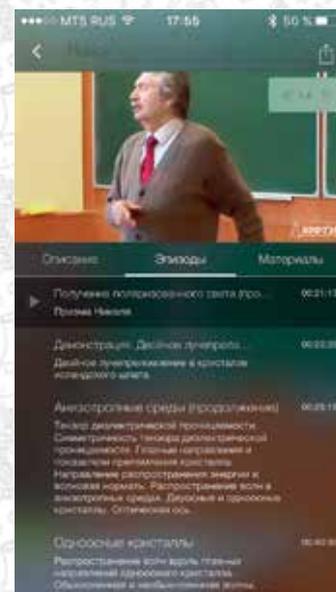
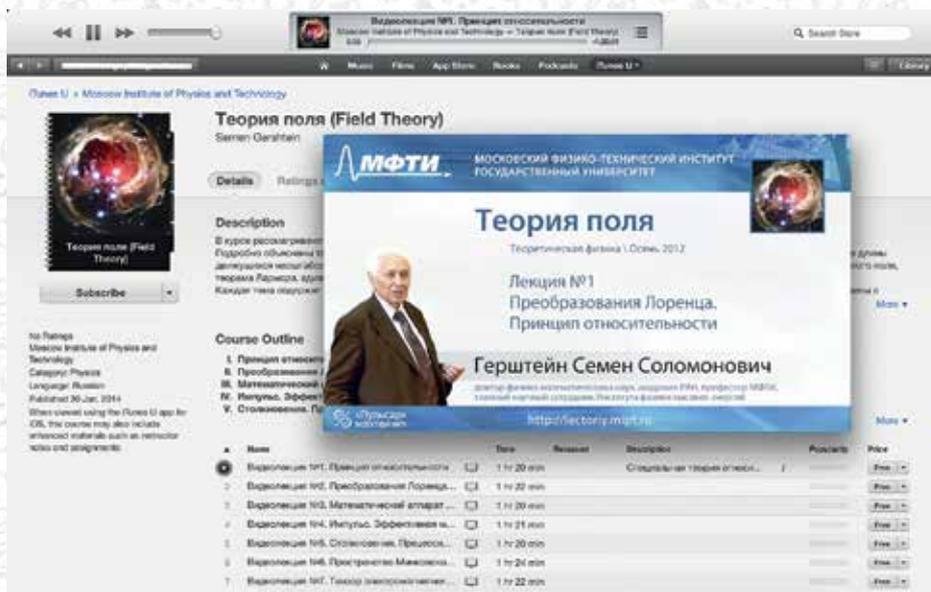


Инициаторами выступили студенты, которые хотели таким образом решить проблему нехватки времени на посещение всех занятий. Одновременно с этим ребята хотели сохранить образовательное наследие института, ведь многие заслуженные преподаватели немолоды, а их стиль и понимание учебного материала уникальны. Было важно это не утратить, и можно с уверенностью сказать, что команде Лектория это удалось.

ПЕРВЫЕ В ITUNES U

За прошедшие восемь лет проект прошел путь от сайта, на котором

были выложены записи нескольких лекций, до ресурса с полноценными онлайн-курсами: снят материал по более чем 40 учебным программам. Сейчас на портале есть циклы лекций по общей и теоретической физике, теоретической математике, теории вероятностей, дискретной математике и многим другим дисциплинам. Среди лекторов — Семен Герштейн, Станислав Козел, Владимир Овчинкин, Григорий Ениколопов, Петр Власов. Значительная часть лекций разбита на логические фрагменты — можно ввести: «теорема Гаусса» и сразу найти нужное место в лекции. Кроме того, треть курсов



На сайте размещены полноценные онлайн-курсы. Многие с полным комплектом дополнительных материалов

имеют конспекты, а некоторые — полный комплект дополнительных материалов. Также отсняты сотни часов семинаров, конференций и встреч с интересными людьми. Никакой другой российских университет пока не проделал столь масштабной работы. К слову, именно курсы Лектория первыми среди российских вузов попали в библиотеку iTunes U.

Результаты работы команды отражаются прежде всего на самих физтехах: благодаря наличию эталонных курсов для подготовки к экзамену можно перенести акцент на семинарские занятия и прямой контакт с преподавателями, что дает возможность вернуться к первоначальной модели Физтеха. Сайт пользуется популярностью не только у студентов МФТИ, но и у людей «со стороны». Примерно половина аудитории Лектория — не из института, а из этой половины еще около 10% — преподаватели других вузов, которые используют материалы для повышения качества своих курсов. ■

ПРЯМАЯ РЕЧЬ



Тарас Пустовой,
руководитель ЦИОТ МФТИ:

«Наверное, 9 из 10 студентов Физтеха обращаются к Лекторию во время подготовки к сессии. Мы постоянно обновляем и улучшаем этот ресурс, а также расширяем возможности по его использованию. Самое важное нововведение — онлайн-конспекты, которые легко распечатать и использовать для подготовки к экзаменам. В ближайших планах добавить к ним тексты задач и разборы их решений. Кроме того, начиная со следующего семестра мы начнем записывать курсы с кафедрой математики — появятся лекции и конспекты по матанализу, аналитической геометрии, дифференциальным уравнениям. Сейчас перед командой Лектория стоит новая сверхзадача: собрать и структурировать информацию (программы, разборы задач, учебники и пр.) по всем курсам, которые читаются в МФТИ. Поэтому мы приглашаем к сотрудничеству добровольцев, готовых помочь нам в подготовке этих курсов».



Анна Манаенкова,
руководитель отдела разработки Лектория МФТИ:

«В настоящий момент у нас в планах две вещи: во-первых, сделать привязку курсов к факультетам и семестрам, что позволит синхронизировать наши лекции с официальным учебным планом; во-вторых, доработать как с технической, так и содержательной стороны конспекты по курсам. Фактически это будет означать законспектированную тетрадку по предмету за целый семестр. Кроме того, планируем подключить HTML-конспекты с полноценной поддержкой формул. Также мы намерены подключить многокомпонентную систему обработки видео, которая сейчас тестируется на video.mipt.ru Это позволит решить сразу несколько задач, среди которых поддержка видео разных форматов и оптимизация трафика для мобильных устройств».

ПРИШЕЛ, УВИДЕЛ, НАУЧИЛ!

Залог успешной карьеры в наше время — непрерывное образование. Концепция «один институт — одна работа» рухнула и погребла под своими обломками всех, кто не готов к постоянному саморазвитию. Технологии меняются столь быстро, что, пропустив что-то сегодня, ты просто не сможешь полноценно выполнять свои обязанности завтра. Центр дополнительного профессионального образования (ЦДПО) МФТИ предоставляет возможность квалифицированным специалистам обмениваться своими знаниями и опытом.

□ ДОПОЛНЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ

Центр дополнительного профессионального образования в современном виде был создан в 1998 году, став продолжателем традиций факультета повышения квалификации преподавателей и специалистов, существовавшего еще в советское время. Сейчас ЦДПО предлагает обучение по 82 дополнительным профессиональным программам, и их количество постоянно растет. Только в прошлом году свою квалификацию в центре повысили свыше 2000 человек: специалисты и инженеры различных отраслей, профессорско-преподавательский состав вузов, частные лица. Среди клиентов есть и организации, в том числе крупные государственные компании, а также научные учреждения, такие как Институт биоорганической химии РАН или Институт молекулярной генетики РАН. За счет собственных средств МФТИ повышает квалификацию своих сотрудников, а также учителей школ, что не только дает им необходимые знания, но и поднимает престиж вуза, привлекая новых студентов.

Для удобства слушателей обучение ведется не только в Долгопрудном, но и в московском корпусе МФТИ.

РАССТОЯНИЕ НЕ ПОМЕХА

Все большей популярностью среди слушателей пользуются дистанционные формы обучения. Например, с 1 июня запущена очередная программа «Кибернетика 2.0» для сотрудников Объединенной авиастроительной корпорации (ОАК). «Их учат управлению проектами и оптимизации структуры бизнес-проектов, — рассказывает заместитель директора ЦДПО Улганым Вещезерова. — Продолжением сотрудничества станет обучение по программе «Системный конструктор 2.0».

Некоторые люди, по словам Улганым Вещезеровой, относятся к дистанционному обучению с настороженностью. Однако когда их приглашают на вебинар и показывают, как все работает, то они соглашаются с тем, что это удобно и эффективно. Пока в таком формате проводится обучение по нескольким программам, среди ко-



торых есть курсы для сотрудников МФТИ и учителей школ.

ОСТАВАТЬСЯ ВОСТРЕБОВАННЫМ

Центр не только обучает других, но и постоянно развивается сам. В планах увеличить число слушателей и расширить линейку курсов. Коллектив ЦДПО уже модернизировал информационную инфраструктуру, создал новый современный сайт курсов, ввел в эксплуатацию платформу дистанционного обучения. Более чем наполовину за последнее время выросло число курсов. В первую очередь упор делался на программы инженерной и информационной направленности, так как специалисты именно такого профиля сейчас особенно востребованы на рынке труда.

«Достижения научно-технического прогресса последних десятилетий совершенно изменили облик мира и наши возможности по получению информации. Ускорился и темп жизни. Поэтому подавляющему большинству руководителей и специалистов требуется непрерывное образование как непосредственно в своей профессиональной сфере, так и в других, возможно, далеких от того, чем человек традиционно занимался многие годы. Система



ЦДПО выступает организатором проведения курсов. Разработать их может любой желающий. Главное, чтобы образовательная программа была востребована

профессионального образования призвана продолжить цепочку «школа — вуз — аспирантура», обеспечивая непрерывное развитие человека», — отметил заместитель заведующего кафедрой инновационного менеджмента Олег Дранко.

МОЖЕТ КАЖДЫЙ

Разработать и внедрить свою программу дополнительного профессионального образования может любой, кто обладает соответствующей квалификацией и кому есть что сказать. ЦДПО открыт для новых, интересных курсов, предлагая их авторам возможность проявить себя и заработать. Большая часть средств, полученных за обучение, идет в фонд оплаты труда преподавателей и методистов. «Ключевой критерий для отбора программы — ее актуальность и востребованность как средства повышения профессионализма работника. Как правило, курсы довольно краткосрочны и предполагают при этом минимальный отрыв от работы, — поясняет Улганым Вещезерова. — Важно отметить, что наш центр окажет всю необходимую организационную поддержку: предоставит учебную инфраструктуру и избавит преподавателя от бумажной работы». ■



НАШЕЛСЯ ТУТ УМНИК

235 стартапов научных предпринимателей получили поддержку в рамках программы УМНИК в МФТИ (Участник молодежного научно-инновационного конкурса). В мае завершился первый этап нового отбора. Приоритетными направлениями стали: медицина будущего, информационные технологии, современные материалы, биотехнологии и создание новых приборов и аппаратных комплексов.

□ УМНИК в МФТИ появился в 2008 году, и за это время на конкурс было подано более 1000 заявок. 235 из них получили поддержку Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере. Именно он является учредителем программы. Победители получают по 400 тыс. рублей (200 тыс. на один год и еще столько же на следующий — в случае одобрения результатов работы экспертным советом). Причем поддержка эта не только финансовая, идет активное сопровождение проекта.

«В течение двух лет программы УМНИК-МФТИ ребята участвуют в консультациях, на которых отчитываются о том, как продвигается работа и с какими проблемами им приходится сталкиваться, — говорит координатор программы Ирина Маслова. — Обсуждаются и вопросы финансирования, закупки материалов, налаживание контактов (поиск коллег). С одной стороны, это контроль того, как продвигается проект, с другой стороны, консультанты задают УМНИКам вопросы, которые те к следующей консультации прорабатывают».

Советы консультантов могут получить и те, кто только собирается подавать свою заявку на конкурс. Организаторы всегда подскажут, чего не хватает для ее рассмотрения. Критериев не так много: соответствие одному из приоритетных направлений, наличие перспектив коммерциализации, новизна и востребованность результатов.

В основе проекта должен лежать новый научный подход, метод, впервые сформулированный непосредственно участником. Предложены условия, необходимые для воплощения задумки в жизнь и четко структурированный план реализации идеи. Количество победителей заранее не определено и зависит от качественного уровня каждого отдельно взятого проекта.

«Некоторым конкурсантам с интересными идеями для победы не хватает проработки экономической состав-



SportSense позволяет измерять биомеханические характеристики ударов — их силу и резкость разгона частей тела. Это абсолютно новый для рынка продукт, спрос на который приходится создавать самим разработчикам системы.



ляющей (анализ рынка, конкуренции, окупаемость проекта), — отмечает Ирина Маслова. — Но если участник внимательно слушает все рекомендации от жюри конкурса, то к финалу он приходит с совершенно другой презентацией. Результатом работы над собой, проектом и презентацией является победа в конкурсе».

Жесткая система отсева позволяет начинающим предпринимателям подготовиться к трудностям, а их, даже в случае хорошей проработки проекта, встречается немало. Наградой за все сложности может стать успешный бизнес, порой, правда, далекий от первоначальной задумки.

ДЛЯ СПРАВКИ

Заявить о желании участвовать в программе УМНИК можно, прислав письмо в свободной форме на umnik@mipt.ru (в теме письма необходимо указать УМНИК). В ответ будет выслан пакет документов и рекомендации для заполнения. По всем вопросам можно обращаться к Ирине Масловой. E-mail: umnik@mipt.ru Контактный телефон: 8 (495) 408-85-44



ПРОЕКТ SPORTSENSE — ТРЕНИРОВОЧНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ УДАРНЫХ ЕДИНОБОРСТВ

Соавтор проекта: **Василий Моржаков, победитель конкурса УМНИК 2010 года**

В УМНИК, как рассказывает сам Василий, он пришел с совершенно другим проектом — автопилота для посадки авиамodelей.

В это же время в программе участвовал Анатолий Ганин, который собирался предложить рынку инерциальные датчики для автоматического судейства в боксе.

Именно подобными датчиками эти идеи и оказались схожи. Ребята объединили усилия, собрали небольшую команду и начали работать.

«Наверное, нам просто повезло, — говорит Василий. — Довольно редко удается усилиями одного человека довести проект даже до прототипа. Кроме того, студенту практически невозможно точно угадать, что удастся коммерчески реализовать».

Бизнес-консультанты программы УМНИК-МФТИ помогли сформировать бизнес-модель и проработать макеты, и до сих пор активно содействуют развитию проекта. Таким образом молодые предприниматели смогли успешно завершить первый этап проекта и перейти на следующую ступень УМНИКа — программу «Старт» Фонда Бортника. Для этого было создано предприятие,



написаны планы по развитию. «Мы были даже немного удивлены, получив финансирование, — вспоминает Василий. — После этого два года занимались продвижением и созданием автоматической системы судейства в боксе. Но на третий год денег нам не дали, так как мы не смогли убедительно показать себя перед комиссией. Выяснилось, что автоматическое судейство боев не так востребовано. Гораздо перспективнее продукты для рынка фитнеса и тренировок».

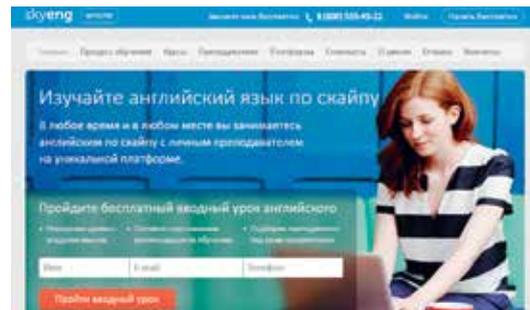
Спустя некоторое время, когда закончились гранты, изменился состав команды, пришлось заново сформулировать свое предложение, на этот раз значительно более востребованное, разработали новые датчики и ПО к ним. В итоге пришли к созданию тренировочной системы

SportSense, предназначенной для ударных единоборств.

Она позволяет измерять биомеханические характеристики ударов — их силу и резкость разгона частей тела. Это

дает возможность спортсменам отслеживать технику, определяя те элементы, отработке которых необходимо уделить особое внимание. Информацию для выработки рекомендаций получают и тренеры.

«На рынке до этого момента не существовало таких комплексных систем для единоборств, — отмечает Василий Моржаков. — Нужно было создать спрос на продукт, объяснить клубам, тренерам, что со SportSense они смогут предложить клиентам что-то новое. Пока все получается. Начались первые продажи. В сети фитнес-клубов WorldClass уже оборудовано несколько залов, где обучают тренеров эффективно использовать систему SportSense. A WordClass — это ориентир для многих фитнес-сетей. Таким образом вырабатывается новый стандарт оборудования залов единоборств».



ПРОЕКТ SKYENG — ПЛАТФОРМА ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ

Автор проекта: **Георгий Соловьев, победитель конкурса УМНИК 2013 года**



Георгий несколько раз подавал заявку на участие в программе, и только на третий год ему удалось убедить экспертный совет в состоятельности своего проекта Skyeng — платформы для индивидуального обучения английскому языку. Сегодня это крупнейшая в России и Восточной

Европе онлайн-школа английского языка.

Началось же все с того, что в 2010 году Георгий Соловьев решил повысить уровень английского, обратившись по Skype за помощью к преподавателю из Чебоксар. Это было гораздо дешевле, чем брать уроки у столичных учителей. Тогда-то и зародилась идея языковой онлайн-школы. Уже в 2012 году была собрана команда из студентов МФТИ и МГТУ им. Н. Э. Баумана. Сама школа открылась в 2013-м. Практически сразу удалось привлечь инвесторов, вложивших в развитие 30 000 долларов. В январе 2014 года соинвестором проекта и управляющим партнером стал Александр Ларьяновский, занимавший на тот момент пост директора по международному развитию компании «Яндекс». Александр вложил 300 000 долларов, которые Skyeng потратил на разработку собственной платформы для проведения занятий английским языком и привлечение учеников в школу. В августе того же года Skyeng запустил собственную платформу обучения Vimbox. Она позволяет проводить занятие в виртуальном классе, что значительно повышает эффективность и удобство обучения. Аналогов этой разработки, как заявляют основатели школы, на рынке пока нет.

На сегодняшний день в Skyeng работает 420 преподавателей и обучается около 4500 студентов. Занятия идут 24 часа в сутки. За весь период проведено 336 000 уроков. ■



Проект «Физтех. Читалка» вырос, окреп и набрал популярность: публичные лекции посетило уже больше 1000 слушателей. В мае общий сбор был объявлен на новой площадке — в баре «Мастерская», где для всех желающих не хватило места. Поэтому летом решили перебраться на свежий воздух. Одно из заседаний клуба любителей науки пройдет, к примеру, в саду «Эрмитаж».

— Очень часто методы исследований интересуют лишь специалистов в конкретных областях и остаются в тени более фундаментальных проблем, например происхождения жизни или принципов работы человеческого сознания. Тем не менее для поиска ответа на «главный вопрос жизни, Вселенной и всего остального» сначала необходимо научиться отвечать на вопросы более простые. Например, как взвесить молекулу? Обычные весы тут вряд ли помогут: масса молекулы метана — около $10^{(-23)}$ грамм. Молекула гемоглобина, крупного и сложного белка, весит в несколько раз больше — $10^{(-20)}$ грамм. Ясно, что необходим какой-то иной подход к проблеме, ведь привычные нам измерительные приборы к ней не применимы. Надо также понимать, что, взвешивая в магазине яблоки или становясь на весы после тренировок, мы на самом деле изме-

ряем силу, действующую на прибор — весы. Затем уже происходит пересчет в привычные нам единицы — граммы и килограммы... Отдельная инновационная область применения масс-спектрометрии — медицинская диагностика. К развитию множества заболеваний приводят структурные изменения белков нашего организма: обычно они классифицируются по образованию характерного кусочка, пептида-маркера. Если вовремя определить такую мутацию, то появляется возможность лечить болезнь на ранней стадии. Кроме того, благодаря современным масс-спектрометрам становится возможным проводить исследования такого рода в режиме реального времени — например, в ходе нейрохирургической операции. Это позволяет точно определять границы между здоровой тканью и опухолью, что критически важно для хирургов.



ЕКАТЕРИНА ЖДАНОВА
КАК ВЗВЕСИТЬ МОЛЕКУЛУ,
ИЛИ БЕЛКИ ЗНАЮТ ВСЕ ПРО ВСЕ



АНОНСЫ
БЛИЖАЙШИХ
ЛЕКЦИЙ:

mipt.ru/events/

ЕВГЕНИЙ ГЛУШКОВ КВАНТОВЫЕ БИТЫ СВОИМИ РУКАМИ

— К сожалению или к счастью для той области, где я работаю, классические компьютеры не в состоянии решать ряд задач. Например, все задачи, включающие масштабный перебор возможных вариантов: составление оптимального маршрута, разработка новых лекарств, поиск по базам данных. Одним из первых об этой проблеме начал говорить знаменитый физик Ричард Фейнман: еще в 1981 году на конференции он заявил, что на обычных компьютерах принципиально невозможно точно рассчитать реальную физическую систему. Все дело в ее квантовой природе! Эффекты микромасштаба легко объясняются квантовой механикой

и из рук вон плохо — привычной нам классической механикой: она описывает поведение больших объектов. Тогда-то в качестве альтернативы Фейнман предложил использовать для расчетов физических систем квантовые компьютеры.

Что же такое квантовый компьютер и в чем его отличие от компьютеров, к которым мы привыкли? Все дело в том, как мы представляем себе информацию.

Если в обычных компьютерах за эту функцию отвечают биты — нули и единички, — то в квантовых компьютерах им на смену приходят квантовые биты (сокращенно — кубиты). Сам кубит — вещь довольно

простая. У него по-прежнему два основных значения (или состояния, как любят говорить в квантовой механике), которые он может принимать: 0 и 1. Однако благодаря свойству квантовых объектов под названием «суперпозиция» кубит может принимать все значения, которые являются комбинацией основных. При этом его квантовая природа позволяет ему находиться во всех этих состояниях одновременно.

В этом и заключается параллельность квантовых вычислений с кубитами. Все случается сразу — уже не нужно перебирать все возможные варианты состояний системы.

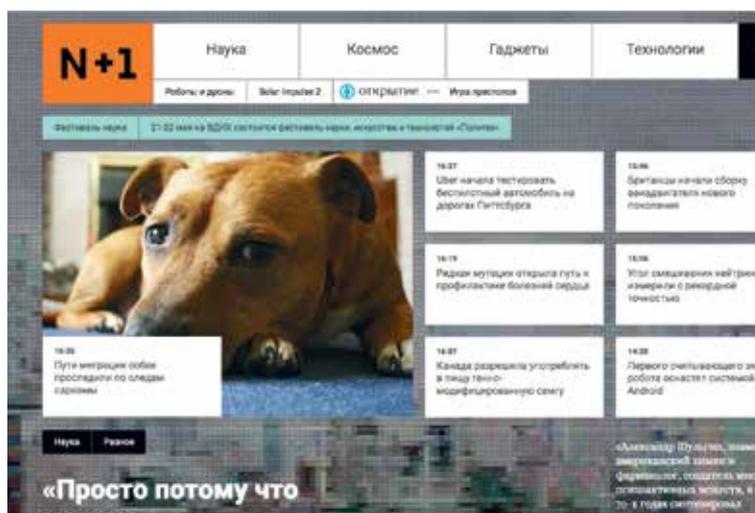
— Что такое научная фотография? Если мы заглянем в «Википедию», то найдем там следующее определение: «Научная фотография — это вид фотографии, осуществляемой для проведения научных исследований». Например, мы изучаем бактерии и делаем серию их снимков под микроскопом, которые потом опубликуем в своей статье или диссертации. Или пример из другой области: мы можем снимать космические объекты в разных диапазонах электромагнитного излучения. На Солнце можно смотреть в инфракрасном, ультрафиолетовом, рентгеновском и гамма-свете. И в каждом случае мы получим важные и полезные результаты. Порой такие снимки даже публикуют в журналах типа National Geographic. Но наука — это не только сами исследования (хотя они могут быть потрясающе красивыми). Важно помнить, что науку делают люди, и именно они — главные герои. Например, Лев Ландау, лауреат Нобелевской премии по физике, стал легендой еще при жизни, но много ли осталось фотографий с ним? Даже просто портретной съемки, не говоря уже о снимках того, как он работал, проводил семинары, общался с учениками? Когда фотограф ловит такие моменты, он фиксирует и характер самого человека, его уникальность. Это убирает барьер между исследователями и обществом, делает их человечнее, и на самом деле это просто прикольно, потому что ученые часто весьма харизматичные люди.



ЕВГЕНИЙ ПЕЛЕВИН КАК ФОТОГРАФИРОВАТЬ НАУКУ И ЗАСТАВИТЬ ВСЕХ СЕБЯ НЕНАВИДЕТЬ

БУДЕТ ТЕБЕ НАУКА

Где найти нужную научную информацию, не теряя на это целый день? Ответ перед вами. Мы подобрали несколько ресурсов, которые помогут оперативно узнать, что нового происходит в мире науки, познакомиться с актуальными исследованиями или просто прочесть нечто из серии не обязательного, но интересного и вдохновляющего.



www.nplus1.ru

Российское научно-популярное развлекательное издание. Каждый день публикуется большое количество научных новостей, обзорных материалов, блогов и больших статей. Сайт сделан скорее для подготовленного и заинтересованного читателя: в каждом материале обязательно присутствуют ссылки на научные статьи или исходные коды программ, упомянутых в технологическом обзоре.

+ Плюсы

- Материалы имеют градацию
- Минимум рекламы
- Удобный поиск

- Минусы

- Нередко встречаются орфографические ошибки и опечатки в статьях

www.sciencedirect.com

Удобная поисковая машина для научных новостей. Если вы хотите качественно улучшить свои знания по определенной теме, базирясь на научных статьях, этот сайт сможет вам помочь.

+ Плюсы

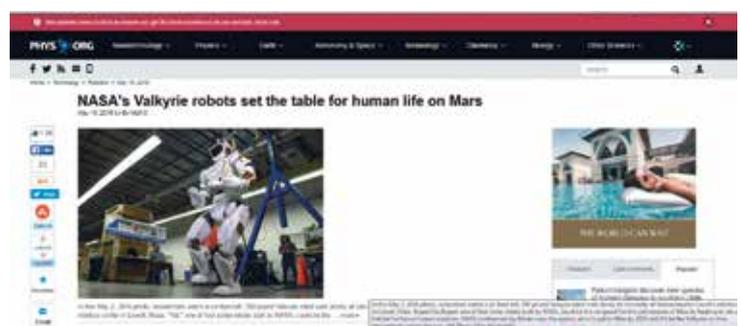
- Дизайн сайта приятно выделяется среди остальных научных агрегаторов

- Минусы

- Потребуется хорошее знание английского языка и профессиональной лексики. Хотя это можно отнести и к плюсам



www.phys.org



Агрегатор научных статей для самых смелых. Ресурс выигрывает у других скоростью появления на нем материалов.

+ Плюсы

- Сайт сделан учеными для ученых: удобная навигация по разделам физики и других наук
- Подписка по конкретным сферам знаний

- Минусы

- Мобильные платформы не могут объединить в себе весь массив информации, представленной в desktop-версии сайта, поэтому эффективно искать свежие научные статьи там вы сможете только с компьютера



www.sciencedaily.com

Один из самых популярных агрегаторов научных статей. Материалы дополнены комментариями редакции, позволяющими понять, будет ли исследование вам интересно.

+ Плюсы

- Разработчики позаботились о том, чтобы сайт было удобно читать с любых устройств. Существует мобильное приложение для всех популярных платформ

- Минусы

- Сайт не слишком интерактивен для того, чтобы сделать его главным источником научных новостей

www.postnauka.ru

Ресурс содержит больше тысячи научно-популярных видео. Обычно это 15-минутные ролики, где ученый простым языком рассказывает о своих научных интересах и текущих проектах.

+ Плюсы

- Канал на YouTube, на котором появляется по 10–15 новых видео за неделю
- Простота усвоения нового материала — ученые стараются рассказывать максимально популярно
- Сайт содержит лекции по всем областям знаний, не ограничиваясь техническими дисциплинами

- Минусы

- Сайт не ставит своей задачей дать вам полное понимание определенной темы. Он нацелен на то, чтобы заинтересовать посетителя. Если возникнет необходимость разобраться в вопросе более детально, придется заходить на другие ресурсы



www.howstuffworks.com



Сколькими способами можно остановить астероид? Что произойдет, если Земля перестанет вращаться вокруг своей оси? Почему в США не используют метрическую систему? Как в кино перекрывают улицы мегаполисов для съемок? Ресурс объединяет тысячи статей с объяснением явлений из всех сфер жизни. Если же для вас не найдется интересных ответов, вы можете проверить свои знания в коротких тестах, уже полюбоившихся миллионам уникальных посетителей.

+ Плюсы

- Удобная навигация
- Свой YouTube-канал
- Максимально понятный широкий публике стиль материалов

- Минусы

- Здесь вряд ли получится найти интересные научные статьи. Ресурс, скорее, популярный

www.scientificamerican.com

Один из самых популярных в мире научно-популярных ресурсов. Аналитические комментарии на тему вышедших научных статей, колонки ученых и технологических предпринимателей — все эти материалы собраны здесь.

+ Плюсы

- Журнал старательно выдерживает баланс между научностью и популярностью. Поэтому размещенные здесь материалы будут интересны и понятны и ученым, и «интересующимся»

- Минусы

- Если вы совсем не разбираетесь в теме, то для первого знакомства с ней Scientific American вряд ли вам подойдет. Для подобных целей лучше воспользоваться более популярными ресурсами



В этом номере мы открываем рубрику, в которой будем рассказывать о новинках лабораторного оборудования. Представлять будем продукцию на все случаи науки и жизни как от известных производителей, так и начинающих.



**АВТОМАТИЧЕСКИЙ РЕАКТОР
ДЛЯ ХИМИЧЕСКИХ
РЕАКЦИЙ
REACTOMATE CLR REACTION
SYSTEMS (ASYNT LTD)**

Установка позволяет увеличить точность реакций, проводимых в лабораторных условиях. Благодаря большому количеству комбинаций размещения сосудов, реактор можно использовать как для локальных исследований, так и в промышленных масштабах.
asynt.com

**ЦИФРОВАЯ
CCD-КАМЕРА
ORCA-R2 DIGITAL
CCD CAMERA
C10600-10B
(HAMAMATSU
PHOTONICS K.K.)**



Камера шириной в 95 миллиметров и квантовой чувствительностью больше 70% призвана помочь исследователям и медикам. Обладает высоким числом световой эффективности и максимальной скоростью съемки 115 кадров в секунду.
hamamatsu.com

**ПОРТАТИВНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ДНК
BENTO LAB**

Термоциклер, установка для разделения белков и нуклеиновых кислот, диафаноскоп, центрифуга — все в устройстве размером с ноутбук, которым могут легко воспользоваться и исследователи, и домохозяйки.

Стартап двух студентов Университетского колледжа Лондона собрал на KickStarter в два раза больше средств, чем ожидалось. Первая массовая партия Bento Lab будет изготовлена уже в сентябре этого года.

bento.bio



ЛАЗЕРНЫЙ АНАЛИЗАТОР ЧАСТИЦ LASER PARTICLE SIZER ANALYSETTE 22 NANOTEC (FRITSCH)

Анализатор позволяет проводить точные измерения частиц в диапазоне 10 nm — 2100 µm за минимальное время. Он чрезвычайно прост в эксплуатации (работает буквально с одной кнопки) и универсален: система дает возможность комбинировать измерительный блок с разными модулями для веществ различных типов.

fritsch-international.com



**ПОРТАТИВНЫЙ
СКАНЕР
ДЛЯ БАРКОДОВ
ПРОБИРОК
DATARAQ HANDHELD 2D
BARCODE SCANNER**

Все плюсы устройства описаны в названии. Сканер настолько компактен, что его можно взять с собой куда угодно. Кроме того, он способен работать в течение всего дня без подзарядки. Используется в четырех режимах: сканирование штрихкодов, создание выборки, проверка выборочных данных, добавление данных в выборку.

biosero.com



**ПРОБДЕЛИТЕЛЬ
SAMPLE DIVIDER
PT 100 (RETSCH
GMBH)**

Ротационный делитель PT100 позволяет делить порошковую пробу настолько точно, что состав каждой отдельной фракции полностью соответствует первоначальной партии материала. Модульная конструкция обеспечивает большой диапазон применений.

retsch.com

ГРАФЕН: БУРНЫЕ ПЯТНИЦЫ И СОР ИЗ ИЗБЫ

В 2010 году выпускники Физтеха Андрей Гейм и Константин Новоселов получили Нобелевскую премию по физике за метод получения графена. Этому и последовавшему затем «графеновому буму» предшествовали годы опытов и наблюдений. Но все решил его величество случай.

□ НЕВОЗМОЖНЫЕ КРИСТАЛЛЫ

Еще в 1859 году Бенджамин Броди в ходе экспериментов с графитом и сильными кислотами получил суспензию кристаллов оксида графена, но тогда он верил, что открыл «графон», новую форму углерода. Спустя столетие благодаря этой «углеродной кислоте» Ульрих Хофман и Ханс-Питер Бем определили, что некоторые фрагменты восстановленного оксида графита тонки настолько, что среди них встречаются монослойные фрагменты.

С 1970-х годов шли эксперименты по выращиванию сверхтонких графитовых пленок на металлических подложках и изучение их электрических свойств. Но никому не удавалось получить монослой графена, достаточно большой для проведения экспериментов. Более того, существование стабильных двумерных кристаллов, которые не теряют целостности и не сворачиваются под действием температуры, в теоретической физике считалось невозможным. Пока к этой теме не обратились Андрей Гейм и Константин Новоселов.

ДОЛГОПРУДНЫЙ — МАНЧЕСТЕР

Оба ученых прошли классический и в чем-то схожий путь: отличная учеба в школе, красный диплом МФТИ (Гейм окончил институт в 1982 году, а Новоселов — в 1997-м), работа в Институте физики твердого тела в Черноголовке.

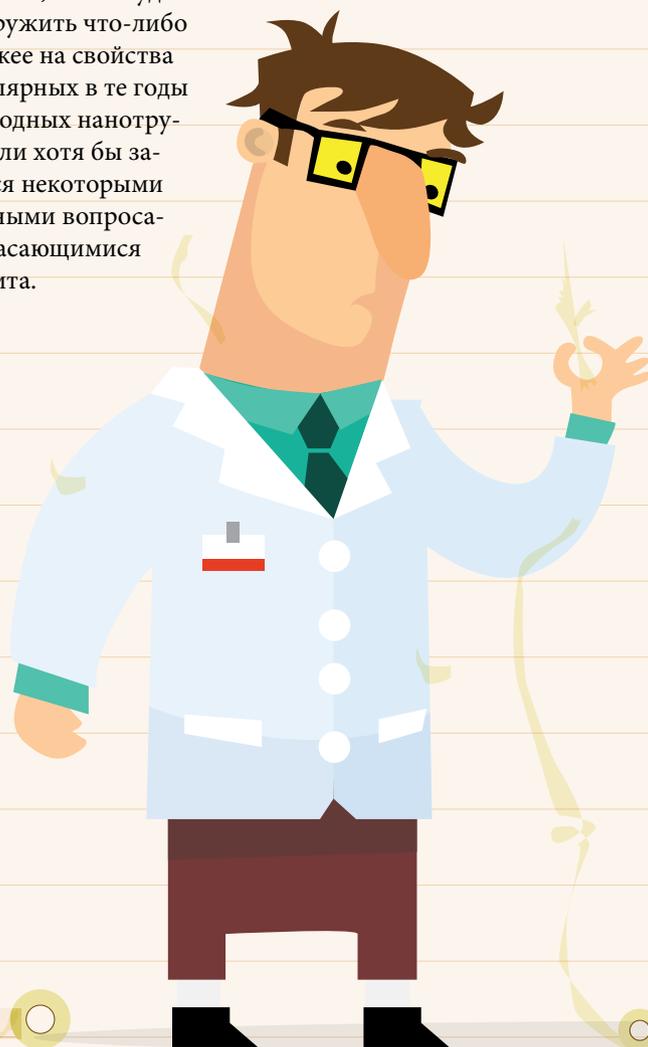
В 1990 году Андрей Гейм покинул Россию, а спустя девять лет к его команде в Нидерландах присоединился Новоселов. Уже в те годы было положено начало их исследовательской привычке, которая и привела к экспериментам с графеном в Манчестере.

ПЯТНИЧНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ

Гейм всегда считал, что «новые ошибки лучше старого занудства» (цитата из его нобелевской лекции), потому в его лаборатории и родилась традиция проводить по вечерам пятницы «побочные», «не обязательные» эксперименты. Темы для них выбирались далекие от основного направления, а сами исследования никогда не продолжались больше нескольких месяцев, чтобы не навредить главной работе.

Да, большая часть пятничных экспериментов провалилась, и среди них оказалась «левитирующая лягушка», принесящая Андрею Гейму «Шнобелевскую премию», но пользу они все-таки принесли.

Осенью 2002 года, когда в манчестерскую лабораторию приехал первый аспирант Да Цзян, ему дали задачу изготовить максимально тонкую графитовую пленку, чтобы изучить ее мезоскопические свойства. Тогда Гейм надеялся, что им удастся обнаружить что-либо похожее на свойства популярных в те годы углеродных нанотрубок или хотя бы заняться некоторыми спорными вопросами, касающимися графита.



«GARBAGESCIENTISTS»

Потратив изрядное количество времени и сил, Да Цзян принес своему руководителю кусочек графита толщиной около 10 мкм. Тогда Гейм понял, что ошибся и дал коллеге не высокоориентированный пиролитический графит, а образец высокоплотного графита, чего аспирант, только преодолевающий языковой барьер, не смог заметить.

Подтрунивания Гейма над этим казусом случайно услышал Олег Шкляревский, специалист по сканирующей туннельной микроскопии. В СТМ есть стандартная процедура подготовки образца графита, когда верхний его слой снимается при помощи обыкновенной липкой ленты. Эта техника использовалась многие годы, но только в тот момент Олегу пришлось в голову предложить своим коллегам изучить остатки графита на куске скотча, который он достал из мусорной корзины. Взглянув в микроскоп на то, что осталось на ленте, Андрей Гейм и обнаружил очень тонкие фрагменты графита, которые могли оказаться интересными для исследования их электрических свойств.

Благодаря этому эпизоду позже Гейм и Новоселов получили в прессе прозвище «garbagescientists» — мусорные ученые.

А пока они были захвачены идеей измерить у полученных пластинок эффект электрического поля и соотнести данные с концепцией «металлической электроники».

И начали ученые с изготовления приборов с графитовыми чешуйками — это были устройства, сделанные вручную при помощи пинцета, серебряной пасты и зубочистки. В первом же образце, еще многослойном, была отмечена возможность изменять сопротивление на несколько процентов, что однозначно говорило о влиянии внешнего поля. Именно это привело к методичному и высокотехнологичному изучению пластинок и изготовлению первых монослойных образцов, перевернувших представления о двумерных кристаллах.

ГРАФЕН

Несколько месяцев ушло у команды Гейма и Новоселова на совершенствование техники микромеханического расслоения и определение монослоев толщиной в один атом при помощи оптического и атомно-силового микроскопов. После этого начались эксперименты с самим графеном. И когда двумерная кристаллическая гексагональная решетка предстала перед учеными во всей красе, теоретические построения предыдущих лет разбились о ее реальные свойства.

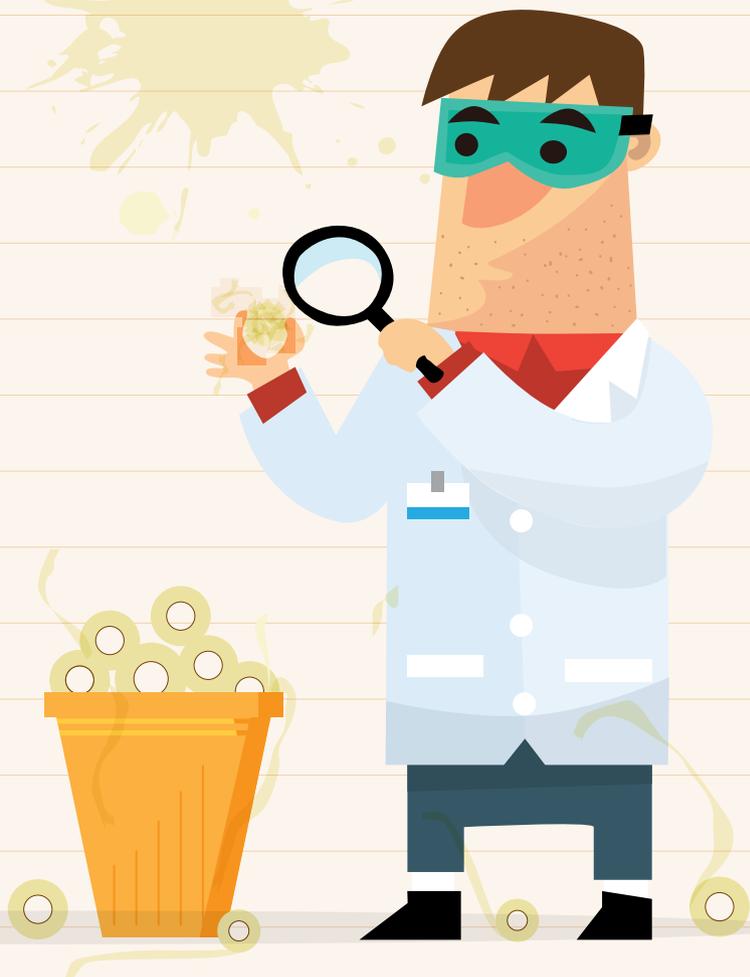
Во-первых, графен и не думал расплзаться в островки, как другие нанопленки, или сворачиваться даже при отсутствии подложки и под воздействием стандартных условий нашей среды. Во-вторых, прочный и в то же время эластичный сверхтонкий материал обладал высочайшей проводимостью заряда, а его свойства оказались легко перенастроить при простом изменении напряжения. В-третьих, при совмещении монослоев графена обнаруживались совершенно новые и уникальные свойства полученного материала. Как говорят сами ученые: это тот случай, когда «один плюс один — больше, чем два».

НЕ РАЗГЛЯДЕЛИ

С момента изучения частиц графита на скотче прошло почти два года экспериментов и анализа, прежде чем удалось опубликовать результаты. Сначала ученые отправили рукопись в Nature, но редакция дважды возвращала ее обратно. В одной из рецензий говорилось, что исследование «не содержит существенного научного достижения». Но чуть позже, в сентябре 2004 года, статью приняли в журнал Science, рецензенты которого оказались менее суровыми. Именно благодаря этой публикации Андрей Гейм и Константин Новоселов получили свою Нобелевскую премию.

Уже сейчас, спустя лишь 14 лет после начала исследований, графен вдохновляет множество научных и промышленных высокотехнологичных проектов. Крут его возможных применений необычайно широк: от производства транзисторов до лечения раковых опухолей. ■

*Уточнение:
В №1 (1943) за 2016 г. в статье «Квантовый генератор» содержалась фраза о том, что в 1954 году в СССР был создан первый в мире генератор радиоволн. Как сообщили нам в Институте общей физики им. А. М. Прохорова, первой это все-таки сделала группа иностранных ученых (Чарльз Таунс, Джеймс Гордон и Херб Цайгер). Но идея о принципиальной возможности создания молекулярного генератора была выдвинута Александром Прохоровым и Николаем Басовым.*



СВЯЗЬ С КОСМОСОМ

*Инопланетяне свяжутся с нами через 1500 лет! Так преподносят некоторые СМИ статью ученых Эвана Соломонидеса (Evan Solomonides) и Ерванта Терзиана (Yervant Terzian) из Корнелльского университета.**

□ Ученые, эксплуатируя уравнение Дрейка, вывели неравенство для оценки частоты появления развитых цивилизаций в Галактике, на основе которого и сделали вывод о времени потенциального контакта.

$$f_l * L_H^2 * < 1.2 * A_G / \pi * n_s$$

Неравенство позволяет оценить границы неизвестных величин, находящихся в левой части. f_l обозначает частоту, с которой разумная жизнь появляется на планете, оценена как 2,5 на миллион звезд, имеющих планеты. L_H — среднее время «вещания» цивилизации, то есть от первой радиопередачи до наших дней, была оценена в 1600 лет. Справа — константы, площадь Галактики (A_G), а n_s — число звезд, которое ученые взяли за 200 миллиардов. По прикидкам авторов статьи, в Галактике должно было существовать не более 210 развитых цивилизаций за всю ее историю, в контакт с которыми, возможно, удастся вступить не ранее чем через 1580 лет, когда радиосигналы от них покроют половину площади Галактики.

* Препринт статьи A Probabilistic Analysis of the Fermi Paradox доступен на сайте [arxiv.org](https://arxiv.org/abs/1604.07687). (arXiv:1604.07687 [physics.pop-ph])

МИХАИЛ ИВАНОВ,

К. Ф. - М. Н., ДОЦЕНТ КАФЕДРЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ МФТИ

Сама по себе оценка числа внеземных цивилизаций и возможностей связи с ними — это нормальная практика. Конечно, цифры, которые при этом получаются, очень приблизительны, но их точность соответствует имеющимся данным, лучше мы пока оценить не можем. Разумеется, в статье, в отличие от ее пересказов в СМИ, нет обещания контакта с инопланетянами через 1500 лет, есть лишь очень приблизительная оценка типичного времени между первыми мощными радиопередачами и получением ответа от внеземных цивилизаций.

Статья не лишена недостатков. Утверждается, первой инопланетяне поймают речь Гитлера на Берлинской олимпиаде 1936 года. Не знаю, на чем основывались авторы, допускаю, что на фильме «Контакт» 1997 года или его литературном первоисточнике — романе Карла Сагана (ссылку они дают на развлекательный сайт). Вероятно, они хотели так подразнить читателя. Полагаю, что с не меньшим успехом можно было бы вести отсчет от 1933 года — от запуска 3-й радиостанции им. Коминтерна, которая на тот момент была самой мощной в мире (500 кВт). Возможно, допустить, что раньше речи Гитлера инопланетяне прослушают музыку «Интернационала», для авторов оказалась более пугающим.

Среди очевидных огрехов статьи превышение точности — именно так можно назвать подсчет времени ответа на первую радиопередачу в 1580 лет. Оценки по формуле Дрейка и ее разновидностям — очень грубые. В лучшем случае с точностью до пары порядков. Давать число 1580 лет с тремя значащими цифрами — это заявлять точность порядка 1%. На лабораторных работах у нас в МФТИ за такое не хвалят.

АРТЕМ КЛИМЧУК,

НАУЧНЫЙ СОТРУДНИК ЛАБОРАТОРИИ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ ПЛАНЕТНЫХ АТМОСФЕР ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ МФТИ

В околонаучной сфере существует множество тем, которые эксплуатируются на протяжении десятилетий. Одной из таких тем является обсуждение парадокса Ферми, предпринимается множество попыток его либо опровергнуть, либо осознать. Несмотря на наличие в названии такого красивого научного термина, как «парадокс», и фамилию выдающегося итальянского ученого, само явление, описываемое этим парадоксом, едва ли может претендовать на научное обсуждение, так как любые попытки осознать случайно брошенную фразу великого ученого вынуждены основываться на многочисленных предположениях, догадках и спекуляциях. Причиной тому — малое количество фактов о наблюдаемой Вселенной, об экзопланетах и в особенности о планетах, похожих на нашу. И хотя открытие экзопланет происходит взрывообразно, едва ли мы ответим на вопрос, какая часть из них может быть обитаема, есть ли среди них хоть одна, пригодная для жизни, и если есть, то удалось ли нам ее обнаружить.

Главный акцент авторы статьи делают на том, что вводят радиус, на который та или иная цивилизация успела распространить свое влияние, и делают вывод, что еще не настало время контакта с инопланетными цивилизациями, тем самым отодвигая обсуждение парадокса Ферми в отдаленное будущее. Они, как и многочисленные предшественники, основываются на моделях, в которых значения вероятностей берутся «с потолка» и которые ничем не могут быть обоснованы на данный момент развития науки. Однако едва ли стоит относиться к этой публикации серьезно, да и едва ли сами авторы отнеслись к ней серьезно. Ведь иногда просто хочется закрыть глаза и хотя бы мысленно погулять по широким проспектам городов на других планетах вслед за братьями Стругацкими и Станиславом Лемом. Быть может, подобные статьи вдохновят студентов первых курсов на новые подвиги в изучении экзопланет, и, быть может, именно они сделают новые открытия. ■

ЗА НАУКУ



Весной на российские экраны вышла картина Николая Лебедева «Экипаж». Более подходящего фильма для очередного «Разбора полетов» нельзя было придумать, и мы вместе с летчиком Евгением Лебедевым отправились в кинотеатр.

ЭТО —

Самой известной работой режиссера Николая Лебедева на данный момент остается «Легенда №17» — один из наиболее успешных российских фильмов за последние 10 лет. Сценаристы существенно изменили биографию Харламова, но лента от этого не стала хуже. Собираясь в кино, мы надеялись, что эта работа будет на уровне. Заранее скажем, что этот материал — не рецензия в ее обычном понимании. Фильмы Лебедева не о хоккее или авиации, а о людях. А мы расскажем интересующимся о том, чем пришлось пожертвовать кинематографистам ради хорошего сюжета.

В КИНО

Герой Даниила Козловского Андрей Гушин работает вторым пилотом на стареньком Ан-12 70-х годов выпуска. Этот самолет летчик поднимает в воздух, ориентируясь по современным дисплеям в кабине.



АН-12



Airbus-320

В ЖИЗНИ

Никаких таких дисплеев в Ан-12 нет, а то, что мы видим в картине, снималось в кабине Airbus-320. Если спуститься с небес на землю, то это все-равно что снаружи бы у вас был УАЗ «буханка», а внутри Range Rover.

В КИНО

Во время выполнения штатного полета экипаж принимает решение забрать с вулканического острова Канву людей, пострадавших во время землетрясения. Своими героическими действиями Гушин спасает несколько десятков пассажиров, застрявших по дороге в аэропорт. Падение водонапорной башни на взлетно-посадочную полосу на секунду заглушает пламя, и этого времени хватает Гушину, чтобы, прочертив хвостом машины по асфальту, подняться в воздух.

В ЖИЗНИ

На Ту-204 установлена защитная система, запрещающая тянуть штурвал на себя с темпом, позволяющим достичь удара хвостом о землю.

Кадр из фильма «Экипаж» (2016 г., студия «ТриТэ», режиссер Николай Лебедев)



КАТАСТРОФА

В КИНО

Самолет, пилотируемый Гущиным, пробивается через вулканический пепел.

Один из двух двигателей загорается, и пилот выключает его после нескольких неудачных попыток устранить проблему.

В салоне в этот момент бортпроводники оказывают первую помощь пострадавшим.

Кадр из фильма «Экипаж» (2016 г., студия «Тритэ», режиссер Николай Лебедев)



В ЖИЗНИ

В Ту-204 дым из горящего двигателя практически моментально попал бы в салон через систему кондиционирования воздуха. В результате чего пассажиры бы погибли.

Кадр из фильма «Экипаж» (2016 г., студия «Тритэ», режиссер Николай Лебедев)



В ЖИЗНИ

Начнем с того, что Ан-26 и Ту-204 с одним работающим двигателем не могут держать одну и ту же скорость и высоту. Даже если идеализировать происходящее и допустить, что это возможно, переползающие по канату люди не смогли бы противостоять потоку воздуха на скорости в 300 км/ч...

На этом, пожалуй и закончим.

В КИНО

У Ан-12, в котором находится Зинченко и часть спасенных людей, заканчивается топливо. Гущин принимает решение натянуть между двумя самолетами трос и переправить по нему людей.



Кадр из фильма «Экипаж» (2016 г., студия «Тритэ», режиссер Николай Лебедев)

В КИНО

Самолет Гущина на одном двигателе заходит в воздушное пространство аэропорта Елизово в Петропавловске-Камчатском. Лайнер касается земли, звучит команда: «Реверс», машина сваливается на крыло и останавливается.



КСТАТИ

В классическом фильме Александра Митты, конечно, тоже не все было гладко с практической точки зрения. Взять хотя бы эпизод с ремонтом самолета в воздухе. Так вот, попытка эта, увы, закончилась бы печально. Летчик моментально бы оказался внутри турбины. Поток воздуха в месте его выхода из самолета усиливается из-за особенностей конструкции воздухозаборника, поэтому у него не было бы ни одного шанса.

Кадр из фильма «Экипаж» (1979 г., «Мосфильм», режиссер Александр Митта)

В ЖИЗНИ

Команда «Реверс» при одном работающем двигателе моментально влечет за собой резкий разворот самолета в сторону, увод его с ВПП, поломку шасси и двигателей, далее, скорее всего, кувырок и взрыв.

Больше фото на mipt.ru/photoreports/



ⓘ Вдова Николая Семенова Лидия Щербакова и ректор МФТИ Николай Кудрявцев на круглом столе, посвященном 120-летию Н. Н. Семенова



ⓘ Участники стендап-битвы ученых Физтеха Science Slam «Chain Reaction»



Ⓢ Лекция Станислава Протасова, выпускника ФРТК 1993 года, сооснователя и главы разработки компании Acronis



Ⓢ Первый студенческий бал Центрального федерального округа в усадьбе Середниково



Ⓢ Концерт Александра Пушного и группы «Джанкой Brothers» в честь юбилея ФПФЭ



ⓘ День открытых дверей в МФТИ

Ⓢ Встреча студентов МФТИ с основателем Тинькофф Банка Олегом Тиньковым



Ⓢ Матч века между командами ФПФЭ и ФУПМ



Ⓢ Турнир памяти мастера спорта СССР Анатолия Бунина

Ⓢ Финал конкурса красоты и таланта Miss MIPT — 2016



25-30 сентября, Репино, Санкт-Петербург

40-я Междисциплинарная школа-конференция

ИТИС 2016

Информационные технологии и системы

↪ МАТЕМАТИКА
И ФИЗИКА СЛОЖНЫХ
СИСТЕМ

↪ ИНТЕРНЕТ БУДУЩЕГО

↪ БИОИНФОРМАТИКА

↪ НАУКИ О ДАННЫХ



itas2016.iitp.ru

**ПРИЕМ РАБОТ В СПЕЦИАЛЬНУЮ
СЕССИЮ «МОЯ ПЕРВАЯ СТАТЬЯ» —
ДО 15 ИЮЛЯ**

Организаторы



Партнёры





НАУКУ ЧАСТО СМЕШИВАЮТ
СО ЗНАНИЕМ. ЭТО ГРУБОЕ
НЕДОРАЗУМЕНИЕ. НАУКА ЕСТЬ
НЕ ТОЛЬКО ЗНАНИЕ, НО И СОЗНАНИЕ,
ТО ЕСТЬ УМЕНИЕ ПОЛЬЗОВАТЬСЯ
ЗНАНИЕМ КАК СЛЕДУЕТ.

ВАСИЛИЙ КЛЮЧЕВСКИЙ