

ЗА НАУКУ

ВЫХОДИТ С 1958 ГОДА

SAPERE AUDE

№ 1 (1943)
2016 ГОД

СПЕЦИАЛЬНЫЙ
РЕПОРТАЖ
БАЗОВАЯ КАФЕДРА
В ФИАН
с. 40

ОБРАЗОВАНИЕ
РАЗГОН ДО СОТНИ.
ПРОЕКТ 5–100

с. 56

РАЗБОР
ПОЛЕТОВ
ДЭДПУЛ.
ЧТО В НЕМ НЕ ТАК?

с.70

ЦЕПНАЯ РЕАКЦИЯ НАСЛЕДИЕ НИКОЛАЯ СЕМЕНОВА с.30



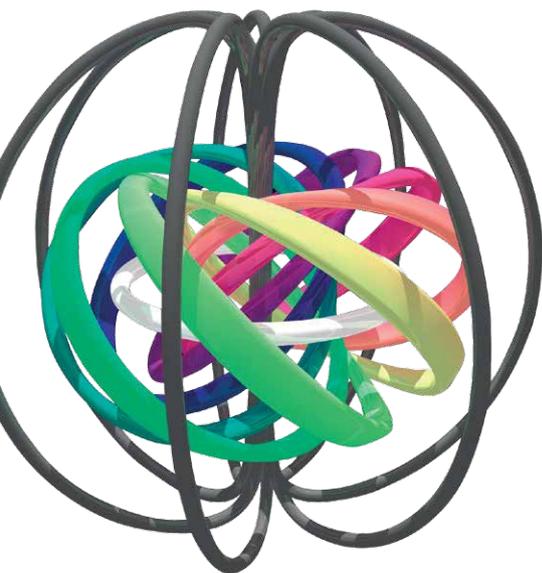
ДОРОГИЕ ДРУЗЬЯ!

Вы держите в руках наш старый добрый журнал «За науку», который теперь будет выпускаться в новом формате. Издание изменилось не только внешне, но и прежде всего внутренне. Взяв все лучшее, что было в «ЗН» до сих пор, мы решили сделать его более информационно насыщенным и разнообразным, а основное внимание обратить на сегодняшнюю жизнь МФТИ — его научные достижения, новации в образовании, проекты. Конечно, не будем избегать и острых вопросов, проблем, с которыми сталкивается высшее образование в России вообще и Физтех в частности. Наша главная задача — показать, как развивается вуз в современных условиях, в том числе в мировом контексте, и насколько успешно он отвечает на вызовы времени.

В этом номере мы расскажем вам о системе охлаждения для компьютеров будущего и новой методике диагностики рака, в создании которых принимали участие ученые МФТИ. Покажем, как работает лаборатория математического моделирования нелинейных процессов в газовых средах и базовая кафедра Физтеха в ФИАН им. П. Н. Лебедева. Подведем научные итоги прошлого года и попробуем заглянуть в будущее. Дадим слово выдающимся выпускникам университета и тем, кто только начинает свой путь в науке. А наш главный материал посвятим наследию великого Николая Семенова, которому в этом году исполнилось бы 120 лет. И это далеко не все. Вас ждет еще много интересной, познавательной и полезной информации. Приятного чтения!

Редакция журнала «За науку»

4



НОВОСТИ

- 4 Новости науки
- 6 Новости МФТИ
- 8 МФТИ в СМИ

ИТОГИ ГОДА

- 10 Достижения ученых МФТИ

ЕСТЬ МНЕНИЕ

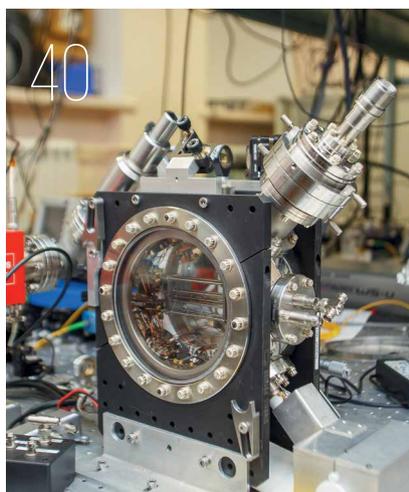
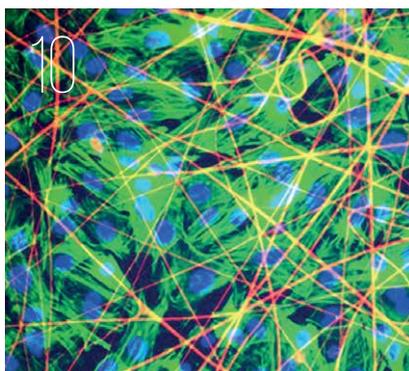
- 14 Я так вижу

ГЕРОЙ НОМЕРА

- 16 Владимир Стегайлов: «Не нужно бояться научной карьеры»

КРУПНЫМ ПЛАНОМ

- 20 Биосенсорная тест-система, определяющая концентрацию конкретных белковых молекул в жидкости



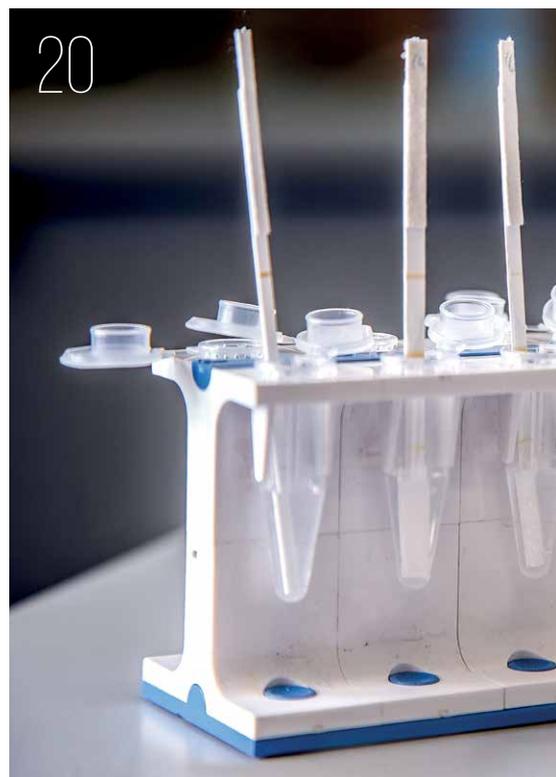
ОТКРЫТО

- 22 Сигнализация от рака
- 24 Ускоренная дешифровка ДНК
- 26 Холодильник для процессоров будущего
- 28 Лазерная шариковая ручка

ГЛАВНОЕ

- 30 Сила действия. Наследие Николая Семенова
- 36 Цепная реакция

20



46



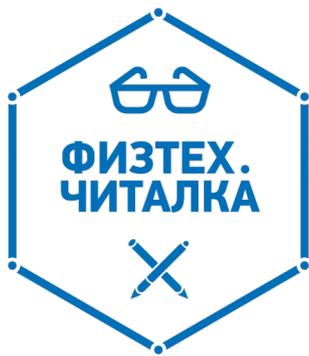
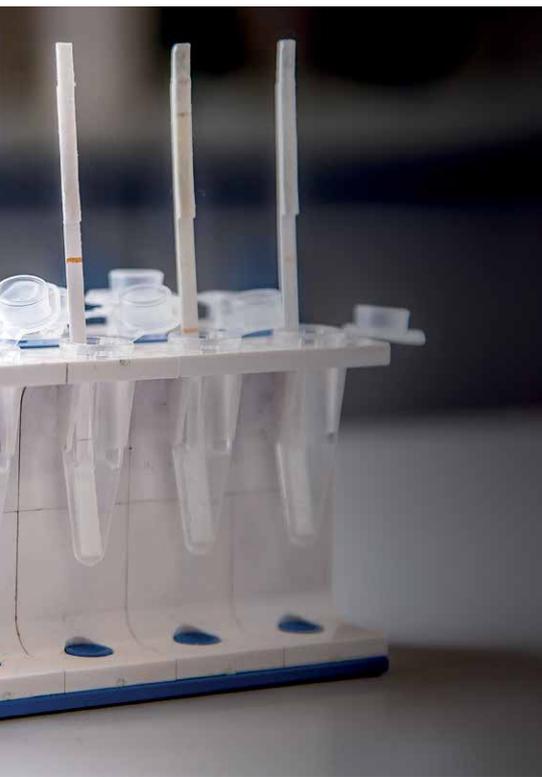
- 38 Борис Шуб: «Сделав всего пару простых опытов, Семенов создал абсолютно правильную, выдающуюся теорию»

СПЕЦИАЛЬНЫЙ РЕПОРТАЖ

- 40 Наука высших достижений

СВОИМИ ГЛАЗАМИ

- 46 По пути уменьшения сопротивления



62

STARTUP

48 Раздел имущества

ПОЛНЫЙ ВПЕРЕД

50 Дмитрий Федянин

BACKGROUND

52 Вячеслав Муханов:
«На Физтехе нас
дрессировали так,
как нигде в мире»

КРУГЛЫЙ СТОЛ

54 Есть ли жизнь после
нефти?



48



56

ОБРАЗОВАНИЕ

56 Разгон до сотни

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

60 Вышли на дистанцию

ПРОЕКТ

62 Читаем по четвергам

ЛАЙФХАК

64 МООСи на выбор

ИСТОРИЯ ОДНОГО ОТКРЫТИЯ

66 Квантовый генератор

НАУЧНЫЕ РАЗОБЛАЧЕНИЯ

68 Не надо врать

РАЗБОР ПОЛЕТОВ

70 Потому что он плохой

72 ФОТОХРОНИКА

70



ЗА НАУКУ

№1 (1943) 2016 год

Главный редактор
Роман Орлов

**Заместитель
главного редактора**
Анна Дзарахохова

Дизайн и верстка
Любовь Ярошинская,
Елена Хавина

Фотограф
Евгений Пелевин

Иллюстратор
Lion on helium

Корреспонденты
Ксения Адамович,
Любовь Антофьева,
Екатерина Дейнеко,
Анна Дзарахохова,
Екатерина Жданова,
Евгения Зайцева,
Матвей Киреев,
Федор Киташов,
Андрей Крупичко,
Анна Кудрявцева,
Сергей Луговой,
Михаил Рехтин,
Валерий Ройзен,
Виктория Стельмах,
Дарья Степаненко,
Алексей Тимошенко,
Галина Чинунова,
Ксения Цветкова

Корректор
Галина Бондаренко

Цветокоррекция
Максим Куперман

Ректор ФОТИ
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
Алексей Арсенин,
Вячеслав Кондратьев,
Леонид Панкратов,
Андрей Райгородский,
Михаил Скоблов,
Дмитрий Федянин,
Борис Шуб

Консультант
Алексей Паевский

e-mail редакции:
zn@phystech.edu

Подписано в печать
24.03.2016

Тираж 999 экз.

Отпечатано в типографии
«Хомо-Принт», г. Москва,
ул. Миклухо-Маклая, д. 34

Перепечатка материалов
невозможна без письменного
разрешения редакции журнала.

Мнения и высказывания,
опубликованные в материалах
журнала «За науку», могут не
совпадать с позицией редакции



Девятая планета
(изображение Caltech)

СВЯТО МЕСТО

Одной из самых обсуждаемых тем остается открытие новой планеты Солнечной системы, которая, по предварительным оценкам, превышает массу Земли в 10 раз и находится в 20–40 раз дальше от нее, чем Нептун. Пока обнаружить небесное тело удалось только с помощью компьютерного моделирования. Увидеть его в телескоп можно будет не раньше чем через пять лет. Год на этой планете длится около 20 000 земных лет. Поэтому придется подождать, пока она подойдет поближе к нам и к Солнцу. Девятая планета (другого названия у нее пока нет), в случае если гипотеза о ее существовании подтвердится, займет место свергнутого Плутона, который несколько лет назад лишился статуса планеты.

ШТЫРЬ-НЕВИДИМКА

Марин Сольячич и его коллеги из Массачусетского технологического института (США) создали новый метаматериал, невидимый для радиоволн. Эта структура представляет собой медный штырь с множеством кубических и цилиндрических структур, отделенных вставками из пластика. Специально подобранное расстояние между этими структурами позволит им пропускать электромагнитные волны на определенных частотах. Если из подобной проволоки создать куб, то можно скрыть объект от лучей радаров, угадав ту частоту, на которой он работает.

© AP Photo/Andrew Harnik



ЭЙНШТЕЙН БЫЛ ПРАВ

Одной из самых громких научных новостей последнего времени стало заявление ученых из научной коллаборации LIGO об открытии гравитационных волн, существование которых было предсказано Эйнштейном еще 100 лет назад. Исследователям удалось зарегистрировать гравитационно-волновой всплеск, порожденный слиянием двух черных дыр с массами 29 и 36 солнечных масс в далекой галактике на расстоянии примерно 1,3 млрд световых лет. По словам ученых, теперь нас ждет новый этап исследований космоса.

ЗАВЯЗАТЬ СОЛИТОН

Физики из Финляндии и США создали узловые солитонные волны в конденсате Бозе — Эйнштейна. Это состояние вещества, для получения которого нужно охладить материю, состоящую из бозонов, до сверхнизких температур. Ноу-хау позволит изучить стабильность и взаимодействие узловых солитонов в квантовых полях, а в дальнейшем — узнать о поведении квантовых систем и их природе.

Топологическая структура квантово-механического узлового солитона.
Иллюстрация: D.S.Hall et al., Nature Physics, 2016

«МЯГКИЕ ВОЛОСЫ» ЧЕРНЫХ ДЫР

Стивен Хокинг, Эндрю Стремингер и Малкольм Перри предложили решение информационного парадокса черных дыр, предположив, что у последних все же могут быть «волосы». Это утверждение отвергает знаменитую теорему Уиллера «об отсутствии волос», согласно которой любая информация об объекте, попавшем в черную дыру, теряется. Физики предполагают, что информация об объекте может вообще не попадать в черную дыру, задерживаясь над горизонтом событий и образуя некие возмущения, именуемые «мягкими волосами».



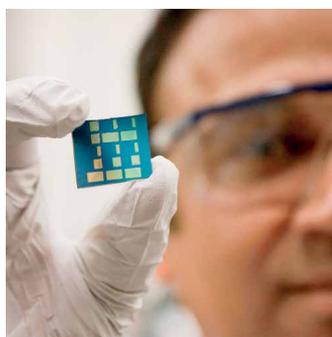
© NASA

МИНИ-МОЗГ С БОЛЬШИМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ

Биоинженеры из Университета Джона Хопкинса (США) смогли вырастить из стволовых клеток, полученных из кожи человека, мозг размером с муху. Такой мини-мозг будет использоваться для проведения лабораторных испытаний различных лекарств. Это позволит полностью исключить опыты над животными и существенно сократить расходы.

ДЛЯ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОНИКИ

Новый двумерный полупроводниковый материал, открытый инженерами из Университета штата Юта (США), открывает путь к созданию следующего поколения компьютерной электроники. Он позволит не только повысить скорость работы процессоров и смартфонов, но и снизить потребление электроэнергии. Материал представляет собой оксид олова (SnO), который обладает большим быстродействием, чем, например, кремниевый полупроводник. Такой материал также можно использовать для создания нового типа транзисторов — ключевых элементов всех электронных устройств.



Профессор Ашутос Тивари демонстрирует новый полупроводник

НОВАЯ НАНОСТРУКТУРА

Неизвестная объемная наноструктура, обнаруженная российскими учеными из НИИ физических проблем им. Ф. В. Лукина, состоит из нескольких «этажей», тянущихся вдоль поверхности параллельных полых каналов с четырехугольным поперечным сечением. Толщина стенок этих каналов составляет около 1 нм, ширина приблизительно равна 25 нм, а длина каналов доходит до нескольких сотен нанометров. Уже по предварительному анализу коробчатой графеновой наноструктуры можно оценить перспективы ее использования на практике: сверхчувствительные датчики, высокоэффективные каталитические ячейки, сорбенты большой емкости для безопасного хранения водорода и т. д.

НОВЫЕ ПИГМАЛИОНЫ 3D

Прорыв в области 3D-печати совершили ученые из Института регенеративной медицины (США). Они разработали биопринтер, на котором возможно производить ткани для трансплантации. Как утверждают авторы изобретения, новый аппарат позволяет решить все основные проблемы нынешних биопринтеров, которые не могут производить ткани определенного размера и прочности. Конечный продукт получается весьма хрупким и структурно нестабильным. Помимо этого, имеющиеся биопринтеры неспособны воспроизводить такие более тонкие структуры, как кровеносные сосуды. А без кровеносной системы клетки созданных тканей и органов не смогут получать жизненно необходимые питательные вещества и кислород. Решение ученые позаимствовали у детей и домохозяек. Новые органы они «лепят» в формочках. Перед печатью ткани создается специальный макет из биосовместимых полимерных материалов. Он позволяет удерживать форму печатаемого объекта до завершения процедуры. Для решения вопроса ограничения размеров создаваемой ткани исследователи применили специальную систему микроканалов, по которым к клеткам доставляются питательные вещества и кислород.

Машинное обучение
и анализ данных



ШТУЧНЫЙ ТОВАР

Ученые из МФТИ и сотрудники компании «Яндекс» создали на платформе Coursera образовательный курс, освоив который можно получить абсолютно новую специализацию «машинное обучение и анализ данных». Читают его ведущие специалисты исследовательской группы Yandex Data Factory, преподаватели Школы анализа данных, ВМК МГУ и ФИВТ МФТИ. Для студентов МФТИ обучение на специализации полностью бесплатное. Для активации курса пишите на ящик mooc@phystech.edu.

ПОСЕВНАЯ

Российская венчурная компания (РВК) и фонд Phystech Ventures объявили о создании венчурного фонда Phystech Ventures II, который будет инвестировать в российские технологические проекты посевной стадии, соответствующие приоритетам Национальной технологической инициативы (НТИ). Целевой объем фонда составляет 2 млрд рублей. На первоначальном этапе РВК инвестирует в фонд 600 млн рублей, а остальные средства внесут частные инвесторы. Отраслевой фокус фонда — проекты в сфере новых материалов, аддитивных технологий, сенсорики, новых источников энергии, энергоэффективности, больших данных, информационных технологий в области безопасности и децентрализованных финансовых систем.

Ученый фундаментального плана <...>, если он в настоящее время не имеет международных контактов, — он совершенно точно ученый не первого уровня.

Николай Кудрявцев, ректор МФТИ

В ЦИФРАХ

16 лекций

прошло в рамках проекта «Физтех.Читалка». Выдержки из самых интересных — на стр. 62

135 часов

длился
Международный
хакатон
DeepHack.Q&A
в МФТИ

160

ШКОЛЬНИКОВ
приняли участие
в Зимней олимпиадной
школе 2016 года



САМЫЕ ЦИТИРУЕМЫЕ В МИРЕ

Согласно рейтингу, опубликованному международной компанией Thomson Reuters в январе этого года, два руководителя лабораторий МФТИ — Валерий Фокин и Вадим Черезов, а также четыре выпускника Физтеха Константин Новоселов, Михаил Лукин, Андрей Гейм и Александр Баландин вошли в список самых цитируемых ученых мира. Всего в рейтинге 3126 человек из 21 области науки.

ЮБИЛЕЙ У «ПРОБЛЕМ»

16 апреля отмечает 40-летний юбилей факультет проблем физики и энергетики. За это время ФПФЭ (или, как его шутя называют сотрудники и студенты МФТИ, «Проблемы») подготовил более 2500 высококлассных специалистов по таким направлениям, как термоядерная энергетика, физические основы лазеров, плазменные и космические технологии, технологии новых материалов. Среди выпускников факультета астрофизик, обладатель медали им. Я. Б. Зельдовича для молодых ученых (1994) и золотой медали сэра Хэрри Мэсси (2014) Евгений Чуразов и лауреат премии Президента РФ для молодых ученых (2015) Владимир Стегайлов. В рамках празднования юбилея помимо торжественной части в Концертном зале запланированы турнир «Что? Где? Когда?», экскурсии по Физтеху, научно-техническая конференция и многое другое. С подробным планом мероприятий можно ознакомиться на сайте МФТИ в разделе выпускников.

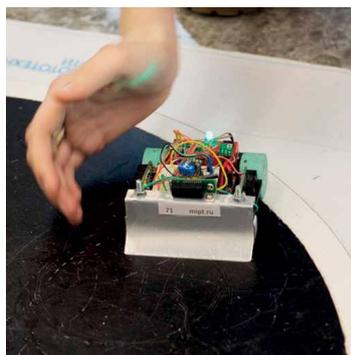


ГОЛОС НАУЧНОЙ РОССИИ

МФТИ, НИУ ВШЭ и Сколтех запускают совместный проект на базе информационного агентства ТАСС — Russian Scientists Newsfeed, который позволит активизировать распространение за рубежом российских научных новостей.

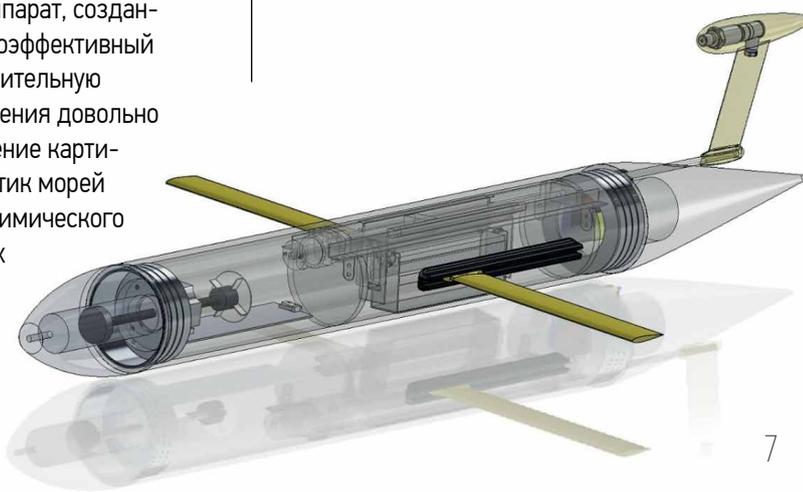
НЕ ПО-ЧЕЛОВЕЧЕСКИ

В МФТИ прошли уже вторые открытые соревнования по робототехнике, которые включали в себя восемь различных дисциплин. В состязаниях приняли участие более ста человек, прошедших предварительный отбор. В качестве вступительного экзамена надо было собрать робота.



НЕ ВЗЛЕТИМ, ТАК ПОПЛАВАЕМ

Инженеры МФТИ представили на выставке «Роботизация Вооруженных Сил РФ» первый в своем роде в истории российской армии подводный планер. Автономный обитаемый подводный аппарат, созданный лабораторией автономных систем МФТИ, — энергоэффективный механизм передвижения. Он планирует, ныряя на значительную глубину, а затем всплывая. Сфера применения изобретения довольно обширна: океанографические исследования (определение карты и свойств течений, полей, акустических характеристик морей и т. п.), экологический мониторинг (обнаружение зон химического и радиационного загрязнения), мониторинг подводных трубопроводов и скрытное обнаружение движущихся подводных объектов. Испытательный образец может работать автономно 6,5 суток при возможной дальности хода 280 км.



ИМЕНЕМ ФЕДЕРАЦИИ

По результатам конкурса на соискание финансовой поддержки научным работникам, достигшим высоких научных результатов в области математики, который был объявлен Министерством образования и науки РФ в октябре 2015 года, три сотрудника МФТИ получили статус федеральных профессоров. Это Алексей Белов, Андрей Райгородский и Роман Карасев. Теперь Физтех занимает лидирующую позицию в стране по числу федеральных профессоров математики.



УЧЕНЫЕ ИЗ МФТИ ПРЕДЛОЖИЛИ АЛГОРИТМ, ПОЗВОЛЯЮЩИЙ БЫСТРЕЕ И ТОЧНЕЕ ИССЛЕДОВАТЬ ДНК

Международная группа ученых из Германии, Америки и России, при участии заведующего кафедрой Московского физико-технического института (МФТИ) Марка Бородавского, предложила алгоритм, который автоматизирует и сделает более эффективным поиск генов.

Подробнее читайте на стр. 24



В МФТИ РАЗРАБОТАЛИ ДЛЯ АГРОХИМИИ КОМПЬЮТЕРНУЮ МОДЕЛЬ, ПРЕДСКАЗЫВАЮЩУЮ АКТИВНОСТЬ МОЛЕКУЛ

Ученые из МФТИ и МГУ под руководством Яна Иваненкова впервые разработали компьютерную модель, позволяющую предсказывать агрохимическую активность — наличие полезного воздействия на растения — простых молекул. С использованием независимого тестового набора и результатов собственного исследования было показано, что модель обладает высокой предсказательной способностью.

газета.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ: АГРЕССИЯ ПРИВОДИТ К ПОЯВЛЕНИЮ НОВЫХ НЕРВНЫХ КЛЕТОК В МОЗГЕ

Группа нейробиологов из России и США при участии сотрудников МФТИ экспериментально подтвердила влияние агрессии на образование новых нервных клеток в мозге.



КЛИМАТ НА ДРУГИХ ПЛАНЕТАХ

Александр Родин, старший научный сотрудник лаборатории инфракрасной спектроскопии планетных атмосфер высокого разрешения МФТИ, в передаче «Вооруженным глазом»:

«На самом деле даже в будущем, когда отпуск где-нибудь в окрестностях Юпитера будет таким же обычным делом, как сегодня — на Сочинском пляже, главным туристическим центром все равно останется Земля».

Популярная Механика

ПО МАНОВЕНИЮ МЫСЛИ

Тимур Бергалиев, заведующий лабораторией прикладных кибернетических систем Московского физико-технического института, руководитель проекта GalvaniBionix: «Для управления протезами мы разрабатываем технологию, которая подстраивается под индивидуальность человека».



БОРОФЕН КРУЧЕ ГРАФЕНА

Ученые из США, Китая и России синтезировали двумерный кристалл бора — борофен. Он обладает высокой прочностью, проводимостью и другими уникальными свойствами, которые могут пригодиться при создании нанoeлектронных устройств и фотоэлементов.

Подробнее читайте на стр. 11



УЧЕНЫЕ ВЫЯСНИЛИ, ЧТО НИТРИД БОРА ПОГЛОЩАЕТ 99.99% ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Коллектив авторов из МФТИ, Университета штата Канзас и Исследовательской лаборатории военно-морского флота США продемонстрировал возможность полного поглощения электромагнитного излучения с использованием анизотропного кристалла нитрида бора.



ПРОТОТИП НЕЙРОСЕТИ ИЗ ПЛАСТИКОВЫХ МЕМРИСТОРОВ

Ученые из Курчатовского института, МФТИ, Пармского университета (Италия), МГУ и Санкт-Петербургского госуниверситета создали нейросеть на основе недорогих полимерных мемристоров.



В КРЕМЛЕ ТАЛАНТЛИВЫМ МОЛОДЫМ УЧЕНЫМ ВРУЧИЛИ ПРЕЗИДЕНТСКИЕ ПРЕМИИ

А вот то, чем занимается Владимир Стегайлов, в свои 34 года уже доктор физико-математических наук, увидеть и оценить могут, пожалуй, только специалисты. Его метод расчета позволяет на многие годы вперед точно предсказывать, как изменятся свойства того или иного материала, и высчитать, сколько, например, прослужит корпус ядерного реактора или железобетонная конструкция нового дома.

*Интервью с В. Стегайловым
читайте на стр. 16*

ИЗВЕСТИЯ

ЭКСТРИМ НА ДОРОГЕ: ЧТО ДЕЛАТЬ БЕСПИЛОТНОМУ АВТОМОБИЛЮ?

Компания Cognitive Technologies, основной разработчик системы искусственного интеллекта для беспилотного КамАЗа (проект поддержан ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы»), подвела итоги социологического исследования, проведенного среди граждан России при поддержке НИТУ МИСиС и МФТИ в конце 2015 — начале 2016 годов.

Что показали результаты исследования? Прежде всего — намерение российских граждан обязать искусственный интеллект минимизировать общее число пострадавших в аварии.

Почти 71% респондентов были готовы направить авторобот в кювет, чтобы не задавить других людей, случайно вышедших перед ним на проезжую часть, несмотря на то что это может привести к неминуемым его повреждениям и критическим для жизни и здоровья травмам пассажира.

РИА НОВОСТИ

УЧЕНЫЕ ИЗ МФТИ НАШЛИ СПОСОБ БЫСТРО ПРОВЕСТИ «ПЕРЕПИСЬ» МИКРОФЛОРЫ

Ученые из МФТИ создали методику быстрой оценки численности и генетического разнообразия различных представителей микрофлоры в человеческом организме, используя своеобразные «ключевые слова» в их ДНК.

УЧЕНЫЕ ВЫЯСНИЛИ ПРИЧИНУ СТАБИЛЬНОСТИ УНИКАЛЬНЫХ ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Причину стабильности различных химических соединений, устойчивых при экстремальных давлениях, но распадающихся в обычных условиях, выяснили ученые из МФТИ, опубликовав статью в журнале *Physical Chemistry Chemical Physics*. Понимание того, как эти соединения становятся стабильными при высоких давлениях, является задачей первостепенной важности для планетологии, междисциплинарной науки об устройстве планет, отмечает пресс-служба МФТИ.

Габриеле Салех, научный сотрудник МФТИ, и Артем Оганов, заведующий лабораторией компьютерного дизайна материалов в МФТИ и профессор Сколтеха, построили простую модель и сформулировали основные принципы стабильности таких веществ, дополнительно обновив фазовую диаграмму соединения Na и Cl с помощью добавления нового соединения Na_4Cl_3 и двух новых структур Na_3Cl . Исследования проводились с помощью алгоритма USPEX в сочетании с квантово-механическими расчетами.



УЧЕНЫЕ ПРЕДЛОЖИЛИ МАТЕМАТИЧЕСКУЮ МОДЕЛЬ ДЛЯ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО ЛЕЧЕНИЯ РАКА

Ученые Физтеха с коллегами из Санкт-Петербурга и Израиля проанализировали более 500 ранее опубликованных научных статей и предложили подход к выбору методики лечения одного из распространенных видов рака.

Подробнее читайте на стр. 22

ИТОГИ-2015

ДОСТИЖЕНИЯ

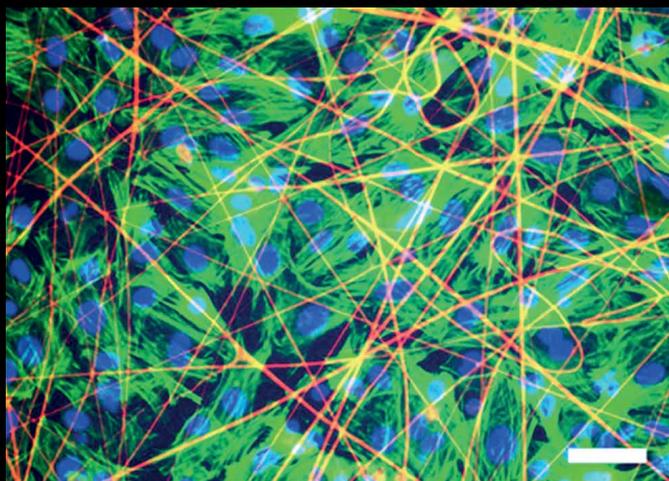
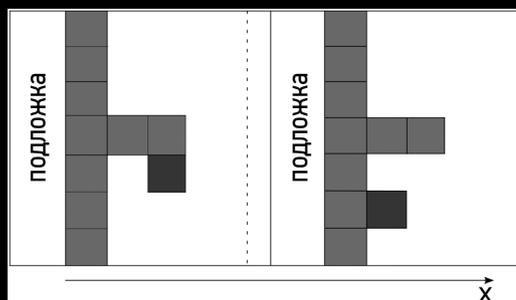
УЧЕНЫХ МФТИ

Прошедший год был достаточно продуктивным для исследователей Физтеха, причем добиться заметных результатов удалось сразу по нескольким направлениям. Мы отобрали 10 наиболее интересных и значимых, на наш взгляд, достижений, каждое из которых будет иметь далеко идущие последствия.

ТЕТРИС С ТРОМБАМИ

Группа биофизиков, включающая представителей МФТИ, смоделировала процесс формирования тромбов в артериях, причины инфарктов и инсультов. Ключевую роль в их модели играет рассмотрение роста тромба подобно нагромождению фигурок в игре «Тетрис» — частицы падают вниз на ровную поверхность или прилипают к выделяющимся из растущего сгустка выступам сбоку. Отличие от игры в том, что заполненный слой не исчезает, поэтому со временем тромб способен перекрыть все доступное ему пространство.

Данная работа позволяет смоделировать процесс образования тромбов в различных условиях. Понимание этих механизмов позволит прогнозировать и предотвращать рост тромбов в артериях. Добавим, что в России каждый день происходит около 1000 инсультов, причем среди выживших в двух случаях из трех инсульт приводит к инвалидности.



ПАУЧЬЕ СЕРДЦЕ

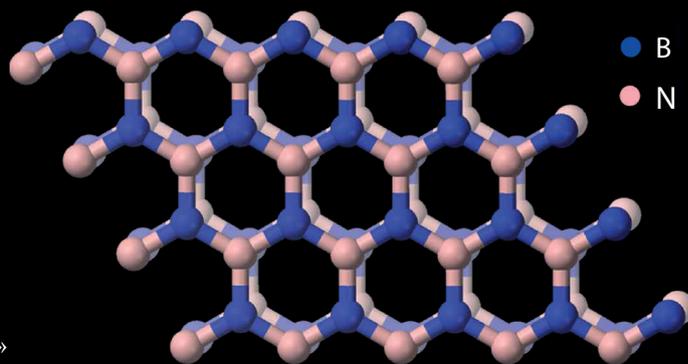
Группа ученых из МФТИ и Института генетики и селекции промышленных микроорганизмов использовали подложку из волокон белка спидроина (из него состоят паучьи нити), чтобы из отдельных клеток вырастить функциональную сердечную ткань.

Выращивание органов и тканей из клеток пациента решает проблему отторжения трансплантатов и поиска доноров. Для роста тканей необходим каркас. Материал для него должен быть нетоксичным, эластичным, не препятствовать росту клеток и не отторгаться организмом. Ранее уже использовали спидроин в качестве основы для имплантов — костей, сухожилий и хрящей, но сердечная ткань — особая, она должна синхронно сокращаться и проводить возбуждение. Ученые показали, что спидроин, полученный из генно-модифицированных дрожжевых клеток, служит прекрасной основой для выращивания сердечных клеток.

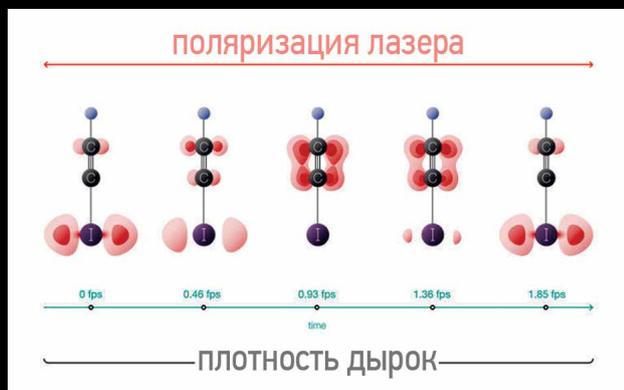
БОР-ПОГЛОТИТЕЛЬ

Коллектив ученых из МФТИ, Университета штата Канзас и Исследовательской лаборатории военно-морского флота США продемонстрировал возможность полного поглощения электромагнитного излучения с использованием анизотропного кристалла нитрида бора.

Сейчас для подавления отраженного излучения на поглощающее вещество наносят специальное покрытие так, чтобы отраженные волны «убивали» друг друга. Такие системы крайне чувствительны к геометрии. Ученые показали, что можно сделать идеально поглощающий материал по-другому: на основе анизотропного кристалла. При определенной длине волны и угле падения кристалл гексагонального нитрида бора поглощает более 99,99% энергии падающей волны.



Анизотропные материалы предоставят больше гибкости при разработке поглощающих устройств и сенсоров, работающих в инфракрасном диапазоне.



УВИДЕТЬ ЭЛЕКТРОН

Международная группа ученых, включающая Олега Толстихина из МФТИ, отследила перемещение электрона в молекуле в реальном времени и показала, что им можно управлять.

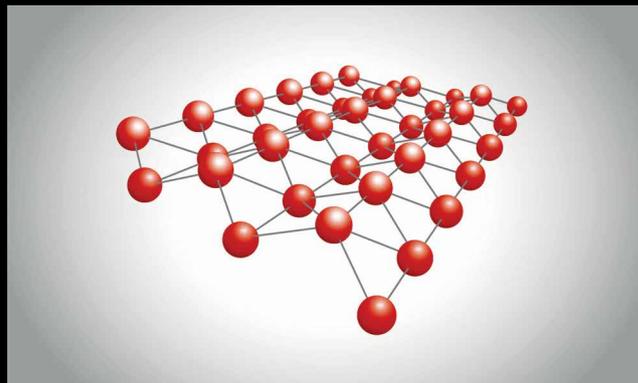
В эксперименте были использованы молекулы йодацетилен. Под действием мощных и очень коротких лазерных импульсов конфигурация электронной оболочки молекулы менялась: в ней возникала «дырка» — вакантное место, которая начинала колебаться, перемещаясь от одного конца молекулы к другому. Характерное время перемещения — 100 аттосекунд. Ученые изучили спектры высоких гармоник, отражающие состояние электронной оболочки молекулы, и восстановили динамику перемещения.

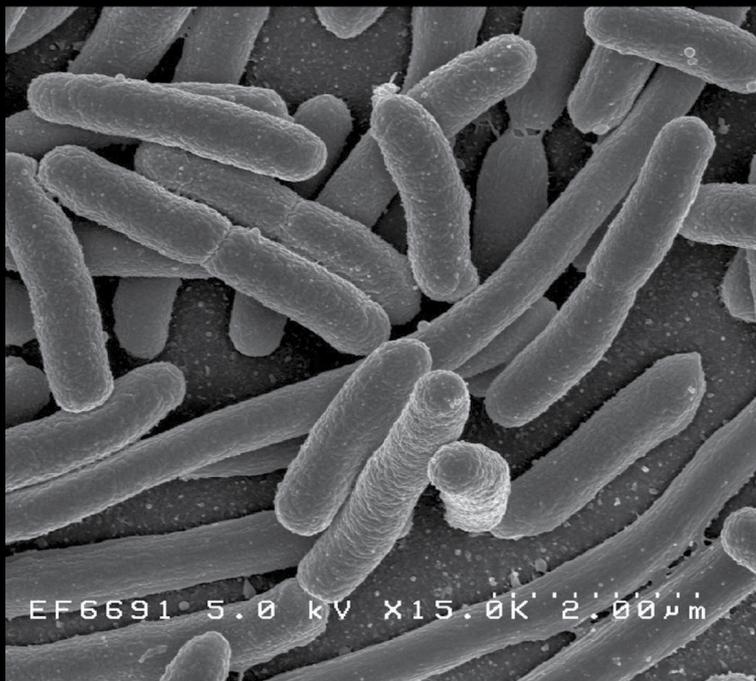
Перестройка электронных оболочек молекул — это ключ к пониманию химических и биохимических реакций.

БОРОФЕН

Группа ученых из США, Китая и России (в том числе представители МФТИ), синтезировала двумерный кристалл бора — лист толщиной в один атом.

Двумерные кристаллы состоят из тех же атомов, что и трехмерные, но обладают особыми физическими и химическими свойствами. Самый знаменитый двумерный материал — графен, состоящий из атомов углерода. Метод получения графена — «отщепление» углеродных листков от поверхности графита — не работает для бора, структура которого не содержит выраженных слоев. Ученые нашли другой способ. Борофен (так назвали новый материал) растили на подложке из серебра. Он анизотропен (механические и электронные свойства материала зависят от выбранного направления), и это первый известный двумерный материал с подобными свойствами. Борофен обладает высокой прочностью и проводимостью и может применяться в электронике и оптике.





БАКТЕРИИ-ДИАБЕТИКИ

Группа российских ученых, включающая представителей МФТИ, обнаружила, что наличие определенных бактерий в кишечнике может быть связано с развитием диабета 2-го типа.

Ученые проанализировали состав кишечной микробиоты у пациентов с сахарным диабетом, здоровых людей без хронических болезней и предиабетом — состоянием, способным привести к развитию диабета 2-го типа, и выявили характерные изменения микробиоты.

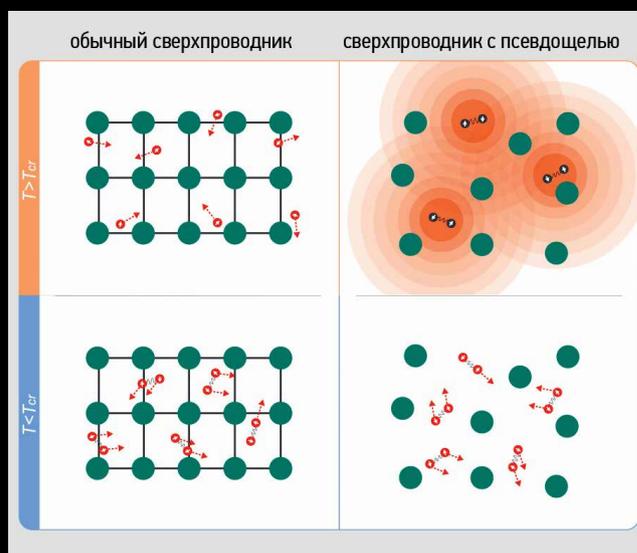
Полученные данные приближают ученых к пониманию сложных причинно-следственных связей между изменением доли определенных видов бактерий, нарушениями обмена веществ и диетой. Как указывают авторы исследования, одним из возможных механизмов влияния микробов на диабет может быть провоцирование иммунной реакции. По оценкам Всемирной организации здравоохранения, в мире насчитывается около 285 млн больных диабетом 2-го типа.

СВЕРХПРОВОДНИК С ПСЕВДОЩЕЛЬЮ

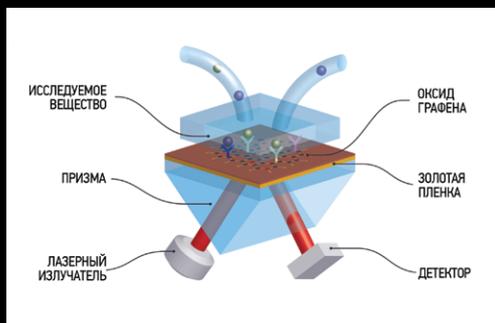
Физики Михаил Фейгельман (МФТИ) и Лев Иоффе объяснили необычный эффект в ряде перспективных сверхпроводящих материалов.

Сверхпроводимость объясняется куперовскими парами (связанные состояния двух электронов). Они не взаимодействуют с кристаллической решеткой, свободно передвигаясь по веществу. Образец может перейти в сверхпроводящее состояние при температуре, достаточно низкой для формирования куперовских пар. Их появление вызывает провал в энергетическом спектре, «щель». Если провал появился, а сверхпроводимости нет, употребляют термин «псевдощель». При дальнейшем охлаждении вещество становится сверхпроводником с необычными свойствами: оно характеризуется как псевдощелью, так и «обычной» сверхпроводящей щелью.

Появление псевдощели связывают с отсутствием структуры вещества. Ученые вывели теорети-



ческую зависимость плотности куперовских пар от ширины сверхпроводящей щели. Это важная характеристика, поскольку она обратно пропорциональна индуктивности пленки (а описываемые материалы получают именно в виде пленок) в сверхпроводящем состоянии, необходимых для создания сверхпроводящих кубитов, основы квантовых вычислительных устройств.



ГРАФЕНОВЫЙ БИОСЕНСОР

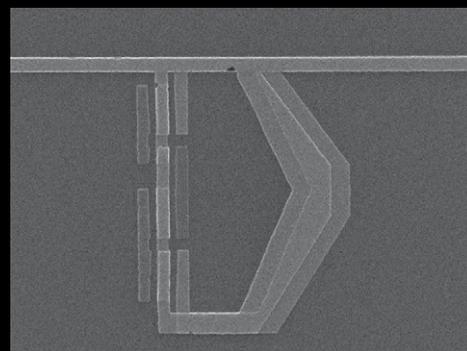
Ученые из лаборатории нанооптики и плазмоники МФТИ создали на основе оксида графена сверхчувствительный биосенсор, который позволяет обнаруживать малые концентрации биологически важных молекулярных объектов (РНК, ДНК, белки, включая антитела и антигены, вирусы и бактерии) и исследовать их химические свойства. Ученые разрабатывают биосенсоры, использующие поверхностные плазмоны — электромагнитные волны, возникающие на границе проводника и диэлектрика в результате резонансного взаимодействия между фотонами и электронами. Параметры этого резонанса зависят от свойств поверхности так, что даже ничтожные количества «постороннего» вещества заметно на них влияют. Биосенсоры в состоянии обнаружить присутствие триллионных долей грамма детектируемого вещества на площадке в квадратный миллиметр. Данная технология может произвести революцию в создании новых лекарств и помочь фармакологам проводить анализ взаимодействий потенциальных лекарств с возбудителями болезней и здоровыми тканями вне живого организма, что позволит быстрее и надежнее оценивать их эффективность и токсичность.

ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ КУБИТ

Ученые из лаборатории искусственных квантовых систем МФТИ, Российского квантового центра, МИСиС и ИФТТ РАН создали первый в России сверхпроводящий кубит — основной элемент будущих квантовых компьютеров.

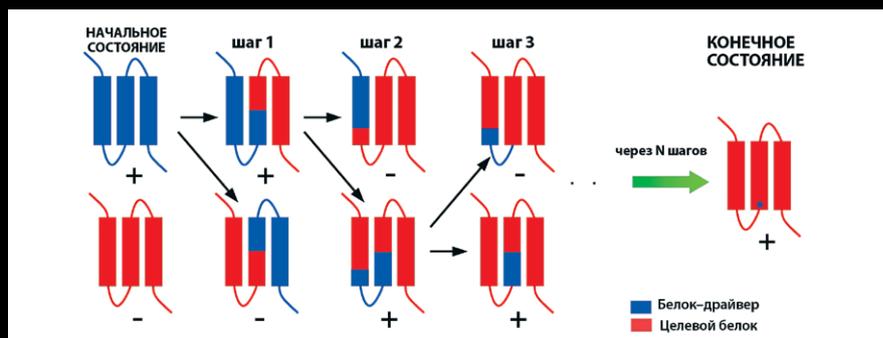
Кубиты — это квантовые объекты, которые могут находиться в суперпозиции двух состояний, что создает принципиально новые возможности для обработки информации.

Исследователи выбрали структуру кубитов, состоящую из нескольких джозефсоновских



контактов: двух сверхпроводников, разделенных тонким слоем диэлектрика. Электроны могут «просачиваться» (туннелировать) сквозь диэлектрик. Построенные кубиты могут находиться в основном и возбужденном состоянии, излучать и поглощать фотоны.

Квантовые биты смогут выполнять вычисления, которые недоступны даже самым мощным современным компьютерам.



БЕЛКИ-ХИМЕРЫ

Группа ученых из лаборатории перспективных исследований мембранных белков МФТИ и их зарубежные коллеги предложили метод, который позволит упростить получение ценных белков.

Самым простым и дешевым методом получения белка является ввод в кишечную палочку гена, кодирующего нужный белок и его последующее выделение. С некоторыми белками возникают проблемы. Исследователи предложили подход для их системного решения. Для белка, который нужно получить (целевой), подбирают похожий, но легко синтезируемый белок (драйвер). Затем создаются химеры из частей целевого белка и драйвера по алгоритму «поиск льва в Африке»: белок «делят» на две половины и определяют, в какой половине возникают проблемы, потом эту половину делят пополам и так далее. Так удастся определить, в каком участке целевого белка возникла проблема.

Предложенный подход может существенно снизить стоимость и продолжительность исследований.

Я ТАК ВИЖУ

Заниматься прогнозами — дело неблагодарное. Но трудно устоять перед искушением узнать будущее. Свой взгляд на него представляют ведущие ученые МФТИ — Алексей Арсенин, Владислав Сидоренко и Артем Оганов.

1 *Каких прорывных достижений можно ожидать в вашей области науки в этом году?*

2 *Каких достижений вы ждете в этом году от МФТИ?*

3 *Какую цель вы ставите на этот год перед собой?*



АЛЕКСЕЙ АРСЕНИН,

К. Ф.-М. Н., ЗАМЕСТИТЕЛЬ ДЕКАНА ПО НАУЧНОЙ И ИННОВАЦИОННОЙ РАБОТЕ ФАКУЛЬТЕТА ОБЩЕЙ И ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ, ВЕДУЩИЙ НАУЧНЫЙ СОТРУДНИК ЛАБОРАТОРИИ НАНООПТИКИ И ПЛАЗМОНИКИ МФТИ

1 В последнее время мы все чаще слышим о новых вирусах, например, Эбола, Зика и т. д. Остаются нерешенными проблемы ранней диагностики рака и разработки лекарств для лечения большого числа заболеваний. Все это связано с созданием высокочувствительных и удобных в использовании биосенсоров, прежде всего графеновых, в области разработки которых наблюдается настоящий бум. На данный момент, как признают многие коллеги, это наиболее перспективная область применения недавно открытых двумерных материалов. Ожидая создания принципиально нового класса сенсоров, которые осуществят прорыв в медицинской диагностике и фармакологии.

2 За прошедший год МФТИ внешне очень сильно преобразился. В этом году жду от института преобразования не столько внешнего, сколько внутреннего. За последние годы было много положительных изменений, но хватало и проблем, которые оказывают существенное влияние на научные исследования. Хочется, чтобы положительные изменения нарастали по экспоненте. Комфортная среда и уверенность в завтрашнем дне способны творить чудеса, поэтому жду выдающихся результатов от наших научных лабораторий, которые позволят нам стать заметными на мировом уровне.

3 На протяжении нескольких лет мы успешно ведем проекты по разработке и созданию нанолазеров, наноразмерных оптических межсоединений для электроники и высокочувствительных оптических биосенсоров. Результаты публикуются в ведущих научных журналах. В этом году открываем новый проект по разработке компактных однофотонных источников. Успешная реализация этих проектов и есть моя профессиональная цель на этот год.



АРТЕМ ОГАНОВ,
ПРОФЕССОР СКОЛТЕХА
И УНИВЕРСИТЕТА ШТАТА НЬЮ-ЙОРК,
ПРОФЕССОР РАН, РУКОВОДИТЕЛЬ
ЛАБОРАТОРИИ КОМПЬЮТЕРНОГО
ДИЗАЙНА МАТЕРИАЛОВ В МФТИ

1

Появится возможность исследовать полное пространство возможных химических соединений в поиске новых материалов.

2

Я надеюсь, что МФТИ поднимется в мировых рейтингах и сможет привлечь лучших мировых ученых.

3

Предсказать и внедрить несколько новых материалов, которые смогли бы лечь в основу новых технологий.



ВЛАДИСЛАВ СИДОРЕНКО,
ПРОФЕССОР КАФЕДРЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ МФТИ, ВЕДУЩИЙ НАУЧНЫЙ
СОТРУДНИК ИНСТИТУТА ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ ИМ. М. В. КЕЛДЫША РАН

1

Мои последние исследования относятся к эволюционной небесной механике — я занимаюсь изучением возможных изменений в движении небесных тел на длительных временных интервалах. Прорыв в этой области науки в 2016 году уже случился: предсказание существования в Солнечной системе еще одной планеты. Формулируя данную гипотезу, Браун и Баттыгин опирались на сравнительно недавно найденные решения задачи трех тел. Хотя ажиотаж вокруг этой работы в СМИ почти стих, следует ожидать в ближайшее время начала серьезной дискуссии в научных журналах. Эта тема будет проанализирована с разных точек зрения, что само по себе приведет к углублению наших представлений о том, каким может быть движение небесных тел. Надеюсь узнать много нового.

2

Чаще всего научные прорывы случаются в результате синтеза методов и представлений разных научных дисциплин. Мне кажется, что сейчас такой областью активного использования новейших достижений разных наук становятся биотехнологии. Прогресс здесь достигается на основе сочетания усовершенствований техники эксперимента с тем, что появилось в последние годы в IT-сфере. Полагаю, что руководство МФТИ сделало правильный выбор, предпринимая особые усилия по развитию в нашем институте исследований по биотехнологиям и фармакологии. Вероятно, уже в ближайшее время мы услышим о достижениях наших коллег, занятых этими исследованиями.

3

Сейчас я занимаюсь тем, что называется «эксцентриским эффектом Козаи — Лидова». Этот небесно-механический эффект был открыт американскими учеными в 2011 году и используется для объяснения противоположного направления орбитального движения объектов в некоторых экзопланетных системах. Так как существующая теория ЭКЛ-эффекта не объясняет в полной мере, например, результаты численных экспериментов, я пытаюсь ее усовершенствовать. Очень хочется завершить работу к октябрю 2016 года, когда исполнилось бы 90 лет замечательному ученому Михаилу Лидову, одному из основоположников нового научного направления — механики космического полета.



фото kremlin.ru

ВЛАДИМИР СТЕГАЙЛОВ: «НЕ НУЖНО БОЯТЬСЯ НАУЧНОЙ КАРЬЕРЫ»

Существует ли рецепт успеха и возможно ли предсказать, какими свойствами наделит систему тот или иной ее элемент, — об этом журналу «За науку» рассказал лауреат президентской премии в области науки и инноваций для молодых ученых за 2015 год, заведомом Объединенного института высоких температур и профессор кафедры физики высокотемпературных процессов факультета молекулярной и химической физики МФТИ Владимир Стегайлов.

□ ГРАФИТ, ИЛИ ОБЫЧНЫЙ ЭКСТРИМ

— Вы были представлены к президентской премии за цикл работ по суперкомпьютерному многомасштабному моделированию материалов в экстремальных состояниях. Какие именно экстремальные состояния изучают в вашей лаборатории?

— Первое — радиационные повреждения. В ходе реакции деления энергия выделяется в виде треков тяжелых ионов. Эти треки не только нагревают материал, но и разрушают его структуру. Поэтому теоретическое описание подобных процессов открывает путь к повышению эффективности реакторов.

Второй тип задач — это взаимодействие импульсных лазерных пучков с веществом, приводящее к так называемой абляции материала поверхности. Казалось бы — совершенно другая задача, однако в методическом отношении она имеет много общего с задачей расчета треков в ядерном топливе.

«Из последнего» — и это уже не такие экстремальные состояния — исследования газовых гидратов и изучение свойств композитных материалов: полимерных матриц, армированных углеродными нанотрубками.

— Поведение какого материала удивляет вас больше всего?

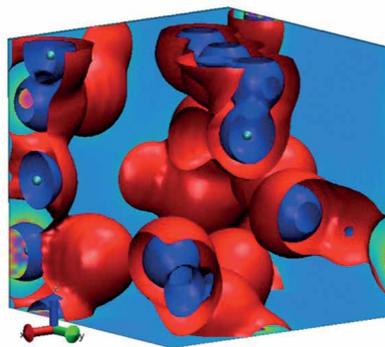
— Совершенно удивительный материал, причем поражающий не поведением в экстремальных условиях, а базовыми характеристиками, — это графит. Да-да, не модный нынче графен, а графит. Материал этот хотя и всем известный, широко используемый, но до сих пор до конца не разгаданный. Его температуру

“ Думаю, что отмеченные в этом году работы актуальны тем, что задают общий вектор развития науки и технологии в своих областях ”

плавления безуспешно пытаются определить с 1963 года! Только в нашем институте на данный момент существуют три группы экспериментаторов, работающих в этой области, — а ведь мы не единственные, кто его изучает. Интрига в том, что все проведенные эксперименты раз от раза дают разные значения. Причем эта разница доходит до 1000 градусов.

— Мало похоже на ошибку приборов...

— Графит — самый тугоплавкий материал среди однокомпонентных. Эксперименты для изучения процессов плавления в графите довольно трудоемки, поскольку все остальное попросту плавится раньше.



Визуализация расчета электронной структуры плотной плазмы (показаны изоповерхности электронной плотности статья Norman, Saitov, Stegailov, Zhilyaev; Phys. Rev. E; 2015)

— Как можно преодолеть эти ограничения?

— С помощью все тех же быстрых импульсных экспериментов. Основные методы — лазерный нагрев и нагрев с помощью тока. Что только не пытались сделать исследователи, чтобы избавиться от возникающих расхождений в результатах измерений: повышали точность приборов, избавлялись от наводок, но большие расхождения в детектируемой температуре плавления оставались.

— И компьютерная модель позволила найти единственно верное значение?

— Не совсем. Во-первых, результат, будучи сложным для интерпретации, сначала застал нас врасплох. Во-вторых, мы (работа была выполнена с участием аспиранта Владимира — Никиты Орехова, получившего медаль Российской академии наук — Ред.) очень осторожно относимся к полученному результату, так как ждем новых экспериментально полученных данных. Постановка такого эксперимента уже на стадии обсуждения методики с коллегами из нашего института.

— В чем же секрет графита?

— Процессы плавления в нем идут чрезвычайно долго, становится возможным перегрев материала

на микросекундных временах, и поэтому в условиях импульсных экспериментов получение истинного равновесного значения температуры плавления весьма затруднительно.

НА ВЫСШЕМ УРОВНЕ

— Как вы считаете, почему из 147 работ, представленных на соискание премии, вместе с двумя другими выбрали именно вашу?

— Думаю, что отмеченные в этом году работы актуальны тем, что задают общий вектор развития науки и технологии в своих областях. И методы, над которыми работаю я, и методы, представленные двумя другими финалистами, применимы к разным областям теории и практики.

— На церемонии вы коснулись темы реформ в российской науке. Насколько, на ваш взгляд, она конкурентоспособна сейчас на мировом рынке и в каком направлении ей необходимо двигаться дальше?

— Сейчас наука в России снова вошла в число приоритетных направлений развития. С того момента, как я только-только в нее пришел, и до сегодняшнего дня поменялось очень многое, особенно с точки зрения финансирования талантливой молодежи. Стало больше интересных возможностей, персональных и не только государственных грантов, программ поддержки. Конкурентоспособна ли она на мировом рынке? Однозначно да. Несмотря на кризисы, ее потенциал растет и реализуется.

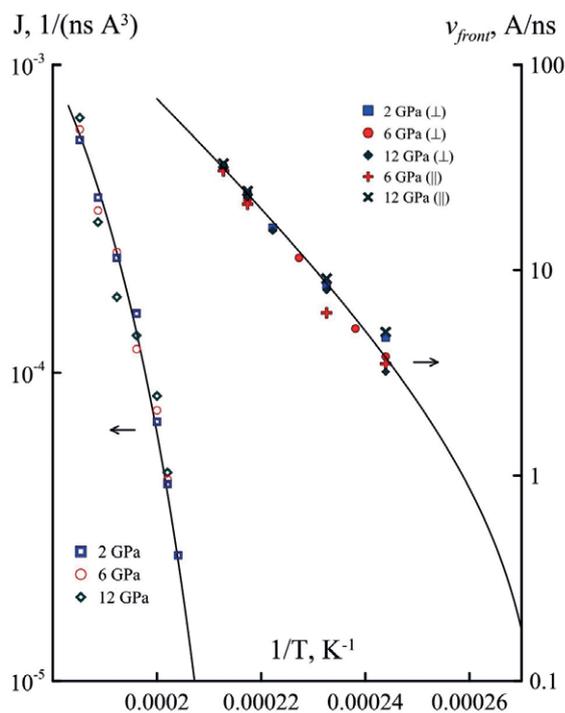
— О чем вы говорили с президентом после церемонии награждения?

— К сожалению, времени для непринужденной беседы не было.

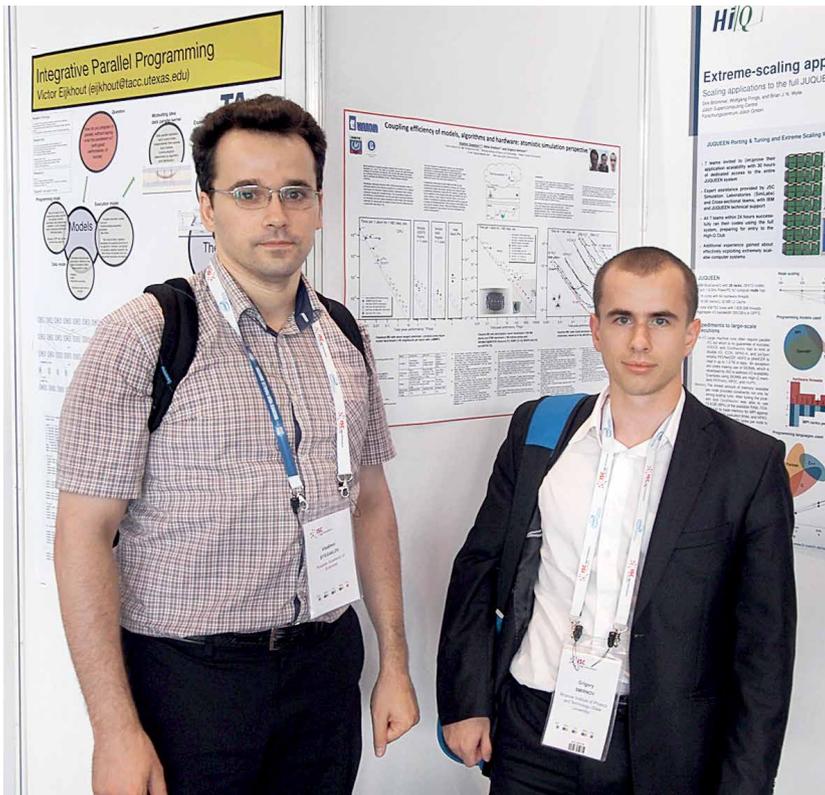


На международном семинаре «Multi-scale structure & properties of Bulk Carbon Materials» (Дрезден, 2015)

“ В самой идее описать вещество, исходя из базовых принципов, лично для меня есть что-то завораживающее ”



Зависимости скорости фронта плавления v_{front} (при его двух различных ориентациях) и частоты гомогенной нуклеации расплава J от обратной температуры для различных значений давления в материале. Сплошные линии — результаты аппроксимации по предложенным в статье аналитическим формулам. (Статья Orekhov, Stegailov; Carbon; 2015)



У постера вместе с аспирантом Григорием Смирновым на международной суперкомпьютерной конференции ISC-HPC (Франкфурт, 2015)



На конференции, 2011 год

Он задал всего один вопрос, который, честно признаюсь, меня удивил — о том, какие типы ядерного топлива мы изучаем.

— *Используются ли уже ваши наработки на практике, и какие могут быть внедрены в ближайшее время?*

— Пока мы не произвели никакой промышленной или энергетической революции. Сейчас мы работаем с Росатомом по контракту, направленному на расчет свойств материалов, использующихся в ядерной энергетике. Ухудшение механических свойств топливных таблеток в ТВЭЛах реакторов вынуждает производить их замену задолго до полного выгорания делящегося вещества. Мы надеемся, что прогресс в понимании микроструктурных механизмов накопления радиационных повреждений в будущем позволит создавать топливо со структурой, способной «залечивать»

большую часть внутренних повреждений.

ЛУЧШЕЕ ИЗ ЗАНЯТИЙ

— *Как получилось, что вашей профессией стала физика? Увлечение детства, влияние учителей, родителей?*

— Всего понемногу: отец физик, детство в Дубне, замечательные педагоги, которые увлекли физикой еще в школьные годы. Потом я поступил в МФТИ...

— *А почему именно моделирование поведения материалов?*

— Тут, конечно, есть доля случая, но если говорить о неслучайном, мне очень нравилась постановка задачи. В самой идее описать вещество, исходя из базовых принципов, лично для меня есть что-то завораживающее. К тому же в наше время происходит «материальная» революция — например, в повседневной жизни мы видим,

что основой практически всего стали пластики. Мы надеемся, что в результате развития нашими силами вычислительных методов, основанных на фундаментальных физических принципах, нам удастся очень эффективно создавать и внедрять новые материалы в инженерную практику.

— *Есть ли у вас мечта?*

— Мне бы хотелось, чтобы та область, которой я занимаюсь, вышла на новый уровень развития здесь, в России. Потому что есть определенный пробел, который необходимо заполнить: написать соответствующие учебники, воспитать новые кадры.

— *Что бы вы пожелали тем, кто только начинает свой путь в науке?*

— Не нужно бояться научной карьеры: этот вид занятий один из самых лучших, доступных человеку. ■





БИОСЕНСОРНАЯ ТЕСТ-СИСТЕМА, ОПРЕДЕЛЯЮЩАЯ КОНЦЕНТРАЦИЮ КОНКРЕТНЫХ БЕЛКОВЫХ МОЛЕКУЛ В ЖИДКОСТИ

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Диагностика болезней:
наличие некоторых молекул
указывает на начало или
развитие заболевания.

Анализ пищевых
продуктов и лекарств:
повышение или понижение
концентрации определенных
веществ может сигнализировать
о низком качестве товара.

Экологический мониторинг.

УНИКАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА

Тест-система, основанная
на применении магнитных
наночастиц, позволяет выявить
в полевых условиях не только
наличие белка, но и достоверно
определить его концентрацию.

АВТОРЫ РАЗРАБОТКИ

Максим Никитин,
заведующий лабораторией
нанобиотехнологий МФТИ;

Алексей Орлов,
научный сотрудник ИОФ РАН

СИГНАЛИЗАЦИЯ ОТ РАКА

Группа исследователей из МФТИ вместе с коллегами из Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета и Ариэльского университета Израиля опубликовала в International Journal of Cancer описание нового подхода к лечению рака мочевого пузыря. Он заключается в использовании математических моделей, которые позволяют решить две важные задачи: выявить более опасную разновидность рака и персонифицировать лечение для каждого конкретного пациента.

□ ПРОСТО «РАКА» НЕ БЫВАЕТ

«Рака» как одной болезни не существует. Если бы злокачественные новообразования были у всех больных одинаковы, их можно было бы лечить одинаковым образом, и ученым с врачами потребовалось бы разработать всего один метод для борьбы с одной из главных причин смертности в мире. Но «раком» на самом деле называют огромное число разных болезней, причем их деление по локализации — «рак желудка» или «рак мочевого пузыря» — тоже весьма условно: даже у одного пациента опухоль может быть сформирована из разных клеток, которые отличаются буквально всем, от биохимии до внешнего вида.

Против рака сложно и, вероятно, фактически невозможно найти одно универсальное лекарство или вакцину. Даже удаление опухоли хирургическим путем или уничтожение ее пучком ионизирующего излучения не есть панацея. Однако это не значит, что рак принципиально устойчив ко всем внешним воздействиям. Победить его может комбинация методов и правильный выбор той или иной тактики в каждом конкретном случае.

ВЫЯВЛЕНИЕ СТАДИИ

По статистике, раком мочевого пузыря только в России заболевает примерно 12 500 пациентов в год, причем большая их

часть — мужчины старшего возраста. Если проблема выявляется на ранней стадии, когда опухоль только начинает расти в эпителиальном слое, лечение дает наилучшие результаты и пациенты меньше всего рискуют столкнуться с метастазами. Опухоль, успевшая прорасти в мышечный слой, дает гораздо менее благоприятный прогноз — через пять лет выживает не более половины пациентов, у которых было выявлено это заболевание.

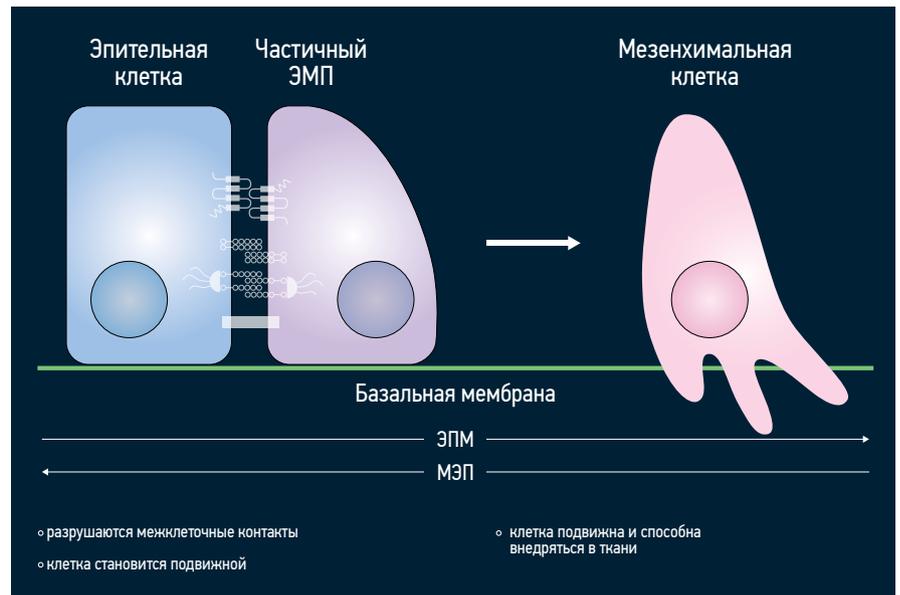
Чтобы правильно поставить диагноз, мало определить границы опухоли, нужно еще выявить тип образующих ее клеток, желательно — в начале лечения. Рак обычно возникает из эпители-

альных клеток, которые утрачивают специализацию, начинают бесконтрольно делиться, обретают несвойственную им подвижность и со временем проникают в мышечную ткань. Процесс перерождения клеток происходит не одновременно. Превращение эпителиальной клетки в раковую начинается с так называемого эпителиально-мезенхимального перехода, который напоминает обращенный вспять процесс специализации клетки, после которого она перестает реагировать на подаваемые ей извне биохимические сигналы и не может замедлять или останавливать свое деление.

Прошедшие эпителиально-мезенхимальный переход клетки синтезируют белок, известный как эпителиальный фактор роста, и белки семейства Snail — все они включены авторами новой модели в число важных биомаркеров. Стадию же инвазивного рака, когда опухоль начинает расти в мышечном слое, можно узнать по белку Shh — в норме он играет важную роль на стадии эмбрионального развития и помогает клеткам зародыша приобретать правильную специализацию. При раке мочевого пузыря он синтезируется опухолевыми клетками в поздней стадии. Проанализировав собранный ранее другими исследователями материал, ученые пришли к выводу, что данные о появлении Shh вкупе с информацией об изменении концентрации этого белка во времени могут указать на появление мышечно-инвазивного рака.

КАК?

В своем исследовании ученые активно используют термин «молекулярный путь» — molecular pathway. Это последо-



Процесс превращения клетки эпителия в мезенхимальную и обратно. Справа показана способность мезенхимальной клетки проникать в экстрацеллюлярный матрикс (или, проще говоря, межклеточную среду). Именно повышенная подвижность таких клеток играет на руку распространению рака

вательная серия передачи важного для клетки сигнала от одной точки в другую. Клетка, к примеру, может столкнуться с некими молекулами извне, эти молекулы свяжутся с закрепленными на мембране снаружи специальными рецепторами, рецепторы изменят состояние белковых молекул уже внутри клетки, эти белки перейдут в активное состояние, потом активируют другие белки, а те, в свою очередь, проникнут в ядро клетки и там снимут блок с определенных участков ДНК, разрешив синтез молекул, кодируемых определенным геном. Молекулы внутри клетки могут блокировать или, напротив, ускорять синтез друг друга, одна молекула может активировать или подавлять активность сразу многих других молекул, они способны перемещаться из одной части клетки в другую или даже запускать процесс самоуничтожения: производство ферментов, расщепляющих клетку изнутри.

Несколько сигнальных путей могут пересекаться: если один

белок А задействован в передаче сигнала и от рецепторов Б к белку В, и одновременно является катализатором в некой химической реакции. Также в роли звеньев сигнальной цепочки могут выступать молекулы РНК или даже гены — фрагменты ДНК. Пересечение сигнальных путей образует биохимическую сеть, ответственную за управление работой клетки: ее делением, обретением той или иной специализации, перемещением и реакцией на внешние раздражители — действие гормонов или контакт с другими клетками.

Развитие рака, по современным представлениям, связано в первую очередь с нарушением управляющих сетей. И изменения в количестве рецепторов, реагирующих на эпителиальный фактор роста, — признак серьезного сбоя в системе управления. Отклонения в количестве белка p16 — тоже закономерное явление, поскольку этот белок управляет ходом клеточного цикла; мутации в кодирующем его гене характерны для многих злокачественных опухолей. ■

УСКОРЕННАЯ ДЕШИФРОВКА ДНК

Заведующий кафедрой биоинформатики МФТИ Марк Бородавский и выпускник Физтеха Александр Ломсадзе в совместном проекте ученых России, США и Германии создали новый метод работы с ДНК, который позволяет точнее и быстрее находить полный набор генов в геноме и анализировать новые последовательности.

□ ОТСЕКАЯ ЛИШНЕЕ

Предложенный алгоритм — BRAKER1 — соединяет в себе преимущества наиболее продвинутых инструментов для работы

с геномными данными, автоматизируя ее и делая более эффективной. Он определяет, какие области в ДНК являются генами, а какие — нет, а также наиболее

вероятное разбиение генома на кодирующие и не кодирующие области. Все это позволяет значительно упростить расшифровку ДНК, ведь для этой процедуры необходимо отбросить не кодирующие белок участки, составляющие около 90% всей молекулы.

Для создания программы разработчики скомбинировали уже существующие алгоритмы: немецкий AUGUSTUS, нуждающийся в обучении тренировочной выборкой аннотированных генов, и самотренирующийся GeneMark-ET, разработанный Бородавским и Ломсадзе. Затем BRAKER1 сравнили в действии с самым популярным на сегодняшний день алгоритмом — MAKER2. Для тестирования взяли широко используемые

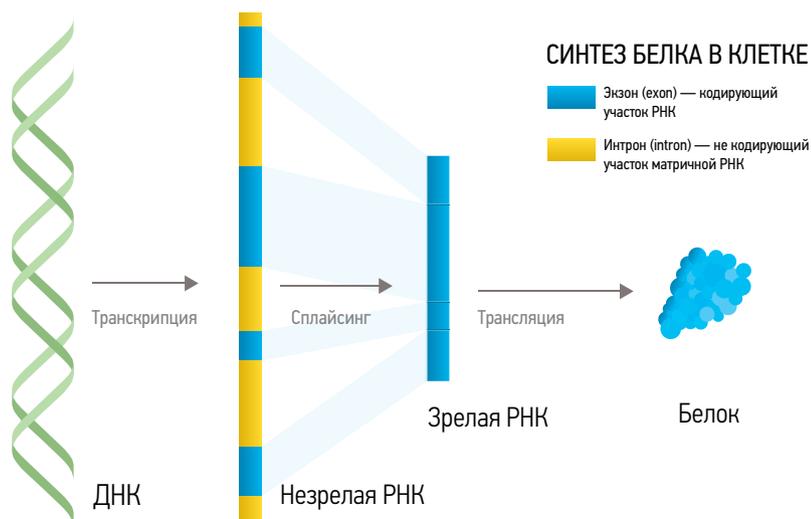


Схема передачи наследственной информации в клетке

и максимально подробно генетически описанные организмы — мушек-дрозофил, круглых червей, резуховидки и дрожжи. В итоге BRAKER1 предсказал местоположение генов на 10% точнее MAKER2. При этом примерно время, которое он затрачивает для обучения и предсказания генов на геноме длиной 120 миллионов пар оснований на одном процессоре, составляет примерно 17,5 часа. Это хороший результат, учитывая, что время может быть значительно уменьшено за счет использования параллельных процессоров.

РАБОТА ТОЛЬКО НАЧАТА

BRAKER1 дает возможность эффективно работать с геномами новых организмов, ускоряя аннотацию геномов и получение критически важных знаний. Об актуальности предсказания генов говорят первые результаты глобального проекта «1000 человеческих геномов», запущенного в 2008 году при содействии 75 лабораторий и компаний. На данный момент благодаря ему обнаружено большое количество последовательностей



ПРЯМАЯ РЕЧЬ

Марк Бородовский,
заведующий кафедрой
биоинформатики МФТИ:

«30 лет назад, когда я только начинал этим заниматься, было секвенировано всего несколько сотен нуклеотидов (букв) у *E. Coli*, однако задача аннотации генов уже назревала. Мы разработали алгоритм, основанный на частотных характеристиках нуклеотидов. Если взять пример из более понятной области — языка — сочетание в английском языке букв «th» встречается гораздо чаще, чем «ht». Поэтому использовать частоты пар, троек букв и т.д. имеет смысл для расшифровки генома. Именно такой алгоритм лег в основу self-training программы GeneMark-ES, вышедшей в свет в 2005 году. С того момента GeneMark-ES скачали уже более 3000 лабораторий по всему миру.

редких генных вариантов — замен в генах, некоторые из них приводят к серьезным сбоям в человеческом организме. Это существенно продвинуло ученых на пути к решению проблемы диагностики рака, болезней сердца, диабета и т. п.

Метод BRAKER1 тем временем оказался чрезвычайно востребован. Соответствующую компьютерную программу скачали 1900 различных центров и лабораторий по всему миру. При

этом останавливаться на достигнутом ученые не собираются. Цифра 1 в названии программы указывает на продолжающуюся работу по усовершенствованию софта. «Сейчас мы трудимся над программой BRAKER2, которая будет связана с существующими базами белков и сможет более точно предсказывать альтернативные варианты генов там, где информация по транскриптам отсутствует», — сказал Марк Бородовский. ■



ДЛЯ СПРАВКИ

Молекула ДНК кодирует белок с помощью четырехбуквенного шифра (А, С, G, Т). ДНК самых простых бактерий состоит из нескольких миллионов букв — в таких бактериях происходит сравнительно немного процессов, для осуществления которых им нужно небольшое разнообразие генов. Самые короткие ДНК обычно у бактерий-паразитов — они пользуются белками хозяев и не создают собственные. Человеческая ДНК содержит 3,2 млрд букв. Ученым-биологам вручную обработать такое количество информации не под силу, поэтому в современной биологии используются методы анализа Больших данных (Big Data).

ХОЛОДИЛЬНИК ДЛЯ ПРОЦЕССОРОВ БУДУЩЕГО

Исследователи из МФТИ нашли решение проблемы перегрева активных плазмонных компонентов, необходимых для передачи данных в оптоэлектронных микропроцессорах будущего, которые будут работать в десятки тысяч раз быстрее современных.

□ ЗАМКНУТЫЙ КРУГ

Электрические медные межсоединения в микропроцессорах уже не позволяют наращивать их производительность, так как фундаментально ограничены по пропускной способности. Проблему решает замена электронов на фотоны. В перспективе это даст возможность передавать большие объемы данных между ядрами процессора практически мгновенно и масштабировать их производительность пропорционально количеству ядер. В современных суперкомпьютерах для связи между вычислительными узлами, нодами, уже успешно применяют оптические волноводы. Однако из-за дифракции фотонные компоненты

нельзя так же легко уменьшать, как электронные. Их размер не может быть меньше величины, приблизительно равной длине волны света (~ 1 микрометр, или 1000 нанометров), в то время как размер транзистора в скором времени станет меньше 10 нанометров. Что делать? Как вариант — перейти от объемных к поверхностным волнам, так называемым поверхностным

плазмон-поляритонам. Это позволит «сжать» свет до наномасштабов. Данную задачу сейчас решают в научных центрах по всему миру. Успешно этой работой занимаются и российские ученые из лаборатории наноптики и плазмоники центра наноразмерной оптоэлектроники МФТИ.

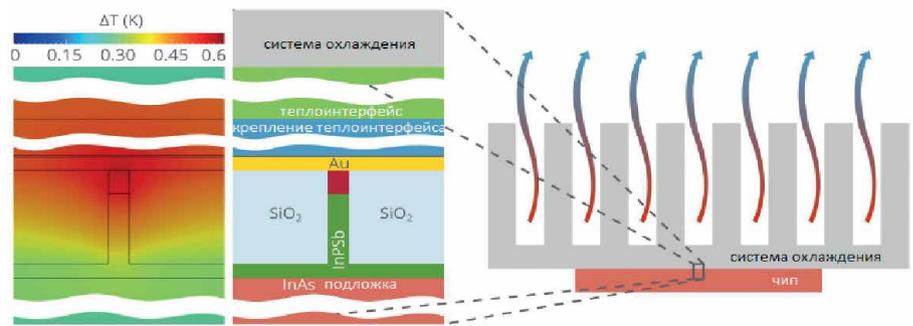
Главным препятствием на этом пути является поглоще-

“ Это открывает широкие перспективы использования активных плазмонных компонентов в оптоэлектронных процессорах будущего ”

ние поверхностных плазмон-поляритонов в металле, ключевом материале плазмоники. Потери можно компенсировать, закачивая дополнительную энергию в поверхностные плазмон-поляритоны. Однако накачка создает дополнительное тепловыделение, которое ведет к росту температуры не только самих плазмонных компонентов, но и всего процессора. Чем выше поглощение в металле, тем больше потери и тем более мощная требуется накачка. В свою очередь это повышает температуру, что снова ведет к росту потерь и усложняет создание усиления, которое должно компенсировать потери, а значит, требуется еще большая мощность накачки. Получается цикл, в итоге которого температура может возрасти настолько, что кристалл процессора просто разрушится. Это совсем не удивительно, ведь плотность тепловой мощности с единицы поверхности такого плазмонного волновода с компенсацией потерь составляет более 10 кВт/см^2 , что в два раза превышает мощность излучения у поверхности Солнца!

ПРОЦЕ, ЧЕМ КАЗАЛОСЬ

Дмитрий Федянин и Андрей Вишневы, сотрудники лаборатории нанооптики и плазмоники МФТИ, нашли способ решения этой проблемы. В своей работе они исследовали генерацию тепла и его отвод из активных плазмонных компонентов с компенсацией потерь и продемонстрировали, что, несмотря на большие инжекционные токи, использование высокоэффективных термоинтерфейсов (слоев теплопроводящих материалов, находящихся между чипом и системой охлаждения



Распределение температуры в оптоэлектронном чипе с системой охлаждения

и обеспечивающих беспрепятственный отвод тепла) позволит охлаждать высокопроизводительные оптоэлектронные чипы, используя обычные для сегодняшнего дня системы охлаждения.

По результатам численного моделирования Федянин и Вишневы сделали вывод: если оптоэлектронный чип с активными плазмонными волноводами разместить в воздухе, то его температура повысится на несколько сотен градусов Цельсия, что приведет к неработоспособности устройства. «При этом мы обнаружили, что вариация температуры на самом чипе не превышает 1 К, а значит, температура как плазмонного волновода, так и самого чипа определяется исключительно теплообменом с окружающей средой», — говорит Дмитрий Федянин. Исследователи показали, что многослойные термоинтерфейсы нано- и микрометровой толщины в сочетании с простыми системами охлаждения способны уменьшить температуру чипа с нескольких сотен до приблизительно 10 градусов Цельсия, относительно температуры окружающей среды. Это открывает широкие перспективы использования актив-

ных плазмонных компонентов в оптоэлектронных процессорах будущего: от суперкомпьютеров до компактных электронных устройств.

НЕРЕШЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Несмотря на демонстрацию в конце прошлого года первого прототипа процессора с оптическими межсоединениями, на пути создания высокопроизводительных оптоэлектронных микропроцессоров остается целый ряд еще не решенных фундаментальных и технологических проблем. «Впереди большая работа по разработке и реализации схем компенсации потерь и усиления поверхностных плазмон-поляритонов, работающих в непрерывном режиме на температурах выше комнатной и позволяющих достичь энергоэффективности, сравнимой с энергоэффективностью фотонных компонентов. Это приоритетная задача всей области исследования и нашей лаборатории в частности, — говорит Дмитрий Федянин. — У нас есть все основания ожидать высокопроизводительные оптоэлектронные процессоры с наноразмерными плазмонными компонентами уже в ближайшие 10–15 лет». ■

ЛАЗЕРНАЯ ШАРИКОВАЯ РУЧКА

УЧЕНЫЕ ПРОДЕМОНСТРИРОВАЛИ НОВЫЙ МЕТОД СВЕРХТОЧНОЙ ГАВИРОВКИ ПО СТЕКЛУ

С помощью улучшенной комбинации уже известных методов лазерной гравировки исследователям удалось получить результат, находящийся, с точки зрения классической оптики, за гранью возможностей лазерного луча.

□ МАЛЫЕ ФОРМЫ

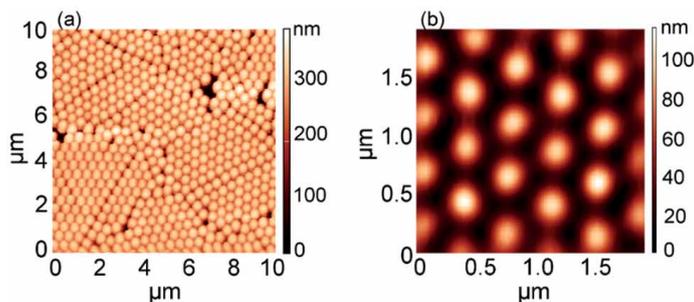
Группа ученых из МФТИ, ИХФ им. Н.Н. Семенова, МГУ и ИПХФ описала метод, позволяющий наносить на поверхности очень тонкие линии, диаметр каждой точки которой до 11 раз меньше, чем длина волны лазерного луча. Добиться такого результата удалось за счет фокусировки сверхбыстрого лазера через стеклянную микросферу. Точность и плавность линий в данном случае обеспечивается благодаря перемещению линзы вместе с лазером. Итоговое разрешение двумерного изображения составило 100 нм, что меньше длины волны лазера в восемь раз.

Метод представляет собой комбинацию последних дости-

жений в области нанесения изображений с помощью лазера. При этом он является сравнительно дешевым и эффективным. Наиболее востребована технология будет в микрофлюидике: новый шаг в миниатюризации схем делает их более доступными для биофизических и физико-химических исследований.

ВЫЙТИ ЗА ПРЕДЕЛЫ

Применяемый в данной технологии фемтосекундный лазер широко используется для получения двух- и трехмерных структур высокого разрешения. Проблема в том, что возможности лазера, как любой оптической системы, ограничены: в какой-то момент дифракционный предел



Изображение монослоя полистироновых сфер, полученное с помощью атомно-силового микроскопа при разных увеличениях (Afanasiev et al., 2015 г.)



ПРЯМАЯ РЕЧЬ

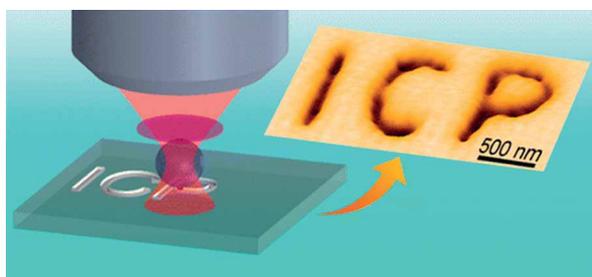
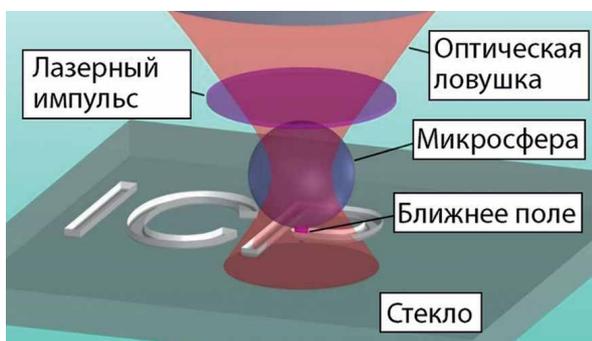
Александр Шахов,
аспирант ФОПФ,
один из авторов метода:

«Была разработана технология гравировки стекла лазером через прозрачные микрочастицы с разрешением, значительно превосходящим оптический предел».

не позволяет еще больше сфокусировать луч и получить (или различить) еще меньший объект. Обычно этот минимум достигает объекты диаметром примерно вдвое или втрое меньше, чем длина волны лазера.

На сегодняшний день пусть частично, но преодолеть этот предел возможно. Если обработать поверхность металлическими наночастицами или монослоем микросфер из диэлектрического материала, то покрытие начнет работать как множество отдельных линз, дополнительно преобразуя исходный луч.

Авторы нового метода предложили вместо неподвижного сплошного слоя микросфер покрывать стекло их водным раствором. После этого становится возможным захватить одну из них в оптическую ловушку и перемещать вслед за лучом лазера, подобно шарикуну на конце стержня в ручке. При этом оптические свойства микросферы таковы, что в месте ее соприкосновения с материалом работают так называемые эффекты ближнего поля, и энергия лазерного луча максимальна.



Для демонстрации нового метода лазерной гравировки исследователи нанесли на стекло английскую аббревиатуру Института химической физики (ICP). Таким образом ученые показали, что технология позволяет получать сверхточные изображения любой заданной конфигурации

НАД ПРОЕКТОМ РАБОТАЛИ

Виктор Надточенко,
д. х. н., заведующий лабораторией, заместитель директора ИХФ РАН;

Александр Шахов,
аспирант ФОПФ МФТИ,
инженер-исследователь ИХФ РАН;

Артем Астафьев,
к. ф.-м. н., старший научный сотрудник ИХФ РАН;

Александр Гулин,
научный сотрудник ИХФ РАН

При особом образе подобранном режиме работы лазера первичное изображение имеет лучшее разрешение и «инвертированную» структуру — состоит из неровные широких выпуклостей. Превратить их в гладкие углубления меньшего диаметра удастся с помощью травления щелочью при 90 °С. Это последний этап обработки.

НА ПРАКТИКЕ

Ранее известные способы получения наноразмерных изображений более трудоемки, затратны и дают менее стабильный результат. Метод, предложенный группой московских ученых, открывает новые перспективы для индивидуального проектирования высокоточных приборов и схем для микрогидродинамических исследований. Уже на первом этапе он позволяет получать разрешение структуры не меньше 150–250 нм. При этом итоговые схемы, состоящие из желобов, имеют разрешение менее 100 нм, что стало очень значимым достижением и открыло новые возможности для решения прикладных задач. ■

СИЛА ДЕЙСТВИЯ

15 апреля научный мир будет отмечать 120-летие со дня рождения выдающегося ученого, одного из основателей МФТИ Николая Семенова. Единственный отечественный лауреат Нобелевской премии по химии, он оставил после себя поистине огромное наследие, которое не просто используется сейчас, а постоянно находит новое применение.

□ СФЕРЫ ВЛИЯНИЯ

«О Николае Николаевиче можно говорить бесконечно, — отмечает вдова ученого, доктор химических наук Лидия Щербакова-Семенова. — Он создатель теории цепных реакций и теории взрыва, основатель новой науки — химической физики, выдающийся общественный деятель, теоретик создания атомного оружия, активный участник Пагуошского движения. Научные интересы Семенова были невероятно многогранны — его исследования сегодня продолжают другие ученые, получая за это Нобелевские премии».

Работы Семенова и его учеников до сих пор оказывают большое влияние на науку: развитие получила макрокинетика химических реакций, были созданы теория горения конденсированных энергетических материалов и теория самовоспламенения и взрыва в конденсированных системах, заложены основы теории реакции в твердой фазе. Идеи ученого используются в здравоохранении и оборонной сфере,

материаловедении и энергетике. Благодаря ему в том числе сформирован современный миропорядок, краеугольным камнем которого является ядерное сдерживание.

ТЕОРИЯ ЦЕПНЫХ РЕАКЦИЙ

Именно за это открытие Николай Семенов был удостоен Нобелевской премии. В 1928 году он открыл и описал процесс разветвленных цепных реакций, характеризующихся экспоненциальным ускорением и последующим воспламенением. В те же годы ему удалось показать радикальный механизм цепного процесса и обосновать его ключевые черты. Эта работа открыла перед учеными широчайшие возможности для управления химическими процессами.

«Семенов понял, что для возникновения цепной реакции нужно достигнуть критической концентрации радикалов, чтобы скорость их образования превысила скорость гибели, — рассказывает член-корреспондент РАН Владимир Разумов. — Идея

оказалась очень плодотворной. Как позже выяснилось, процессы, которые протекают вокруг нас, идут не по простому механизму столкновения и распада, а с созданием активной частицы, вступающей в реакции образования других активных частиц-радикалов. Это была идея, описывающая многочисленные процессы в окружающем нас мире».

В любой цепной реакции присутствуют три процесса: инициация цепи, ее продолжение и обрыв. Так, изучение реакции обрыва не только имеет важное научное значение, но и спасает жизни людей. Например, в шахте при большой концентрации метана есть риск случайно чиркнуть каской о кусок угля и вызвать горение. Возникшая искра превратит метан в радикал метана и повлечет за собой цепной процесс. Чтобы этого не допустить, важно знать, какой ингибитор необходимо добавить, чтобы препятствовать воспламенению, ликвидировать радикал.





Николай Семенов в лаборатории. Конец 1930-х гг.



Николай Семенов с сотрудниками Института химической физики. Ленинград. 1931 г.

→ АТОМНОЕ ОРУЖИЕ

Как следует из воспоминаний Юлия Харитона, еще в предвоенные годы в возглавляемом Николаем Семеновым Институте химической физики возникло новое научное направление, нацеленное на изучение особенностей ядерного взрыва. В 1940 году Семенов направил руководству страны письмо, где указал на необходимость создания атомного оружия. Тогда ответа он не получил, но уже через три года институту, который только вернулся из эвакуации в Казань, поручили произвести расчеты, связанные с измерением необходимых констант и оценкой поражающего воздействия ядерной бомбы. Николай Семенов непосредственно курировал конструкторское бюро,

которое занималось реализацией атомного проекта.

Режим строжайшей секретности, который окружал эту работу, стал причиной того, что информация о многих научных достижениях Семенова стала достоянием общественности только недавно. Именно он, к примеру, предложил методику регистрации ядерной реакции при взрыве атомной бомбы, которая использовалась вплоть до последнего испытания ядерного оружия в нашей стране в 1990 году.

Важной стала инициатива Николая Николаевича по вопросу противоатомной защиты. «Нахождение специфической и эффективной защиты от атомных бомб является проблемой едва ли не более важной, чем проблема изготовления атомных

ДЛЯ СПРАВКИ

Пагушское движение ученых (англ. Pugwash Conferences on Science and World Affairs) — движение ученых, выступающих за мир, разоружение и международную безопасность, за предотвращение мировой термоядерной войны и научное сотрудничество. Пагушское движение зародилось в 1955 году, когда 11 всемирно известных ученых, в том числе А. Эйнштейн, Ф. Жолио-Кюри, Б. Рассел, М. Борн, П. У. Бриджмен, Л. Инфельд, Л. Полинг, Дж. Ротблат, выступили с манифестом, в котором призвали созвать конференцию против использования ядерной энергии в военных целях.

бомб, — писал Семенов в письме на имя Сталина. — Уже около полугода я размышляю над вопросом возможных путей создания противоатомной защиты. Мне стал ясен принцип, который надо положить в основу». Так в СССР родилась государственная

программа по вопросам защиты от атомного оружия в гражданских и военных организациях.

Именно Николай Семенов стал одним из главных организаторов ядерных полигонов в Семипалатинске и на Новой Земле, а также участником 16 испытаний атомного оружия — на земле, под водой и в воздухе.

Важно подчеркнуть, что в области технологии ядерных испытаний, изготовления аппаратуры для них, создания физических методик СССР шел оригинальным путем. И проложил его в первую очередь Институт химической физики под руководством академика Семенова. Им были проведены исследования определения энерговыделения по данным измерений параметров светящейся области, оценки энергии взрыва по давлению на фронте ударной волны, определения динамики развития цепной реакции и нейтронного выхода взрыва.

Николай Семенов понимал, что именно создание прочного ядерного паритета между СССР



Золотая медаль им. Н. Н. Семенова Российской академии наук

и США — ключ к стабильности и гарантия мира. При этом он в составе делегации СССР участвовал в переговорах по запрещению испытаний ядерного оружия.

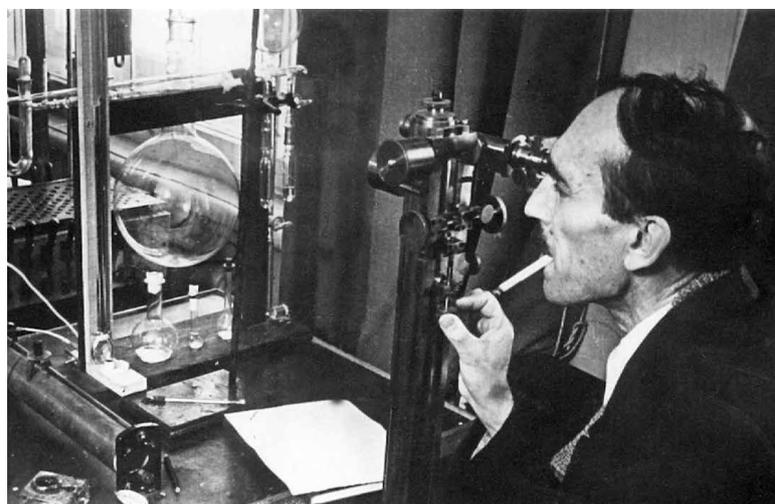
РАКЕТЫ НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ

В конце 1950-х годов перед отечественной наукой и промышленностью встала задача создания межконтинентальных ракет на твердом топливе. И ключевую роль в их разработке сыграли специалисты ИХФ.

«Под общим руководством Николая Николаевича был раз-

вернут очень широкий фронт работ по синтезу и исследованию высокоэнергетических материалов потенциальных компонентов ВВ и порохов, — вспоминал член-корреспондент РАН Георгий Манелис. — Это были не просто новые соединения, но и новые классы веществ, ранее не попадавшие в сферу внимания. Зачастую даже приблизительного представления об их свойствах не было».

Приоритет Семенов всегда отдавал теоретическим исследованиям, которые затем подтверждались экспериментом (тогда как в США, к примеру, упор делался только на эксперименты). Это во многом предопределило блестящий успех проекта. За какие-то несколько лет были разработаны рецептуры топлива первого поколения и создано производство его компонентов. При этом сфера применения твердого топлива была существенно расширена. Оно стало использоваться для ракет морского базирования, систем ПРО и ПВО, ракет «воздух-земля».



🕒 Н. Н. Семенов в лаборатории. 1940-е годы.

🗨 Обсуждение генерального плана строительства Черногловки. Николай Семенов в первом ряду (справа)

ЭНЕРГЕТИКА

«Энергетика играет определяющую роль в прогрессе цивилизации, — говорит Владимир Разумов. — На протяжении всей истории развития основным источником первичной энергии всегда была и остается химическая энергия. К примеру, в 2015 году общее мировое потребление первичных энергоресурсов составило $5,85 \cdot 10^{21}$ Дж. Из них 90% приходилось на химическую энергию, извлеченную из нефти, природного газа, угля и биотоплив. Поэтому можно утверждать, что в той или иной мере вся энергетика основана на теории цепных процессов, которую разработал Николай Семенов. Исходя из этого трудно переоценить значение этой теории».

АЛЬТЕРНАТИВНОЕ УГЛЕВОДОРОДНОЕ СЫРЬЕ

Еще одна область, которой занимался Семенов, — эффективное использование метана в качестве альтернативного углеводородного сырья. Несмотря на зна-

чительный прорыв, и сегодня, в XXI веке, эта проблема остается серьезным вызовом для науки.

Метан — идеальное сырье для химической промышленности. Из него можно было бы получать любые органические вещества: от полимеров и красителей до лекарств. Препятствием служит лишь отсутствие катализаторов, способных осуществлять эти превращения без больших энергетических затрат.

Сегодня в промышленности для получения метанола используют технологию, основанную на высокотемпературном превращении метана в синтез-газ ($\text{CO} + \text{H}_2$), который затем используется для каталитического синтеза CH_3OH и других продуктов. Однако этот способ все меньше удовлетворяет экономическим и экологическим требованиям современности.

Самый подходящий способ утилизации метана — каталитическое окисление молекулярным кислородом. Изучать его механизмы начали Николай Семенов и Николай Эмануэль. Их работы

фактически стали отправной точкой в развитии совершенно новой области катализа. Она активно развивается и стоит на острие современной химии.

Самые оптимистичные ожидания ученых сегодня связаны с катализаторами на основе меди и золота. «Уже предложены процессы, позволяющие эффективнее реализовывать углеродный потенциал малодебитных и нетрадиционных источников в газохимических и энергетических процессах, — отмечает заведующий лабораторией окисления углеводородов ИХФ им. Н. Н. Семенова Владимир Арутюнов. — Их внедрение даст толчок для экономического и социального развития регионов, снизит уровень загрязнения атмосферы углеводородами и продуктами их сгорания, повысит надежность энергоснабжения удаленных регионов».

ЗДРАВООХРАНЕНИЕ

Исследования цепных реакций, которые проводил Николай Семенов, оказали большое влияние и на медицину. «Механизмы очень многих болезней, с которыми человек борется, тоже протекают по цепному механизму, — отмечает Владимир Разумов. — Развитие раковой опухоли, к примеру, — это тот же процесс. Правда, там участвуют другие радикалы — биологические. Это одно из направлений биологических наук».

Один из последователей Семенова — Николай Эмануэль — работал над кинетикой образования опухолевых клеток и общими закономерностями их роста. Благодаря этому у нас в стране в 1960–1980-е годы был синтезирован целый ряд противоопухолевых препаратов:



На церемонии вручения Диплома почетной степени *Honoris causa*. Лондонский университет. 1965 г.

дибунол, рубоксил, нитрозометилмочевина. Работы Семенова и Эмануэля, по сути, зародили новое направление в онкологии, в котором сегодня работают сотни ученых. А препараты, созданные на основе их идей, помогли уже десяткам тысяч людей.

ФИЗТЕХ И НАУЧНЫЕ ШКОЛЫ

Не менее, а может быть, более важным результатом деятельности Николая Семенова стало огромное количество последователей, которых он оставил после себя. Одним из итогов его работы, в частности, стало появление в Черногловке Научного центра РАН. Семенов с самого начала планировал создание не просто экспериментальной базы для прикладных работ ИХФ, а полноценного научно-исследовательского центра, где в тесной связке развивались бы химическая физика, физика, химия и биология.

При этом, будучи ученым с мировым именем, он всегда доверял молодым. Руководителями лабораторий в Черногловке были люди, возраст которых едва перевалил за 25–26 лет. Их прозвали «Семеновский детский



Президент АН СССР академик М. В. Келдыш и вице-президент АН СССР академик Н. Н. Семенов. 1950-е годы

сад». И этот «детский сад» стал, пожалуй, самым успешным в мировой науке. Его «выпускники» Анатолий Дремин, Лев Стесик, Георгий Манелис и Александр Мержанов, Александр Шилов выросли в выдающихся исследователей, основателей крупных научных школ.

Ну и конечно, нельзя не сказать о том, что именно Николай Семенов наряду с Петром Капицей стоял у истоков создания Московского физико-технического института. Два выдающихся ученых, два нобелевских лауреата и два

друга работали в лаборатории А. Ф. Иоффе в Ленинграде и приложили массу усилий для рождения нового уникального вуза. Еще в середине 1930-х годов Николай Николаевич, читая лекции в Ленинградском физико-техническом институте, говорил о необходимости реформы образования. «Мои студенты не должны ходить на мои лекции, необходимо, чтобы большая часть их времени проходила в научных лабораториях», — отмечал он. Так зарождалась идея будущего Московского физтеха.

Предвестником МФТИ в 1946 году стал новый факультет МГУ — физико-технический. Это название придумал Семенов, и позже оно перешло на весь институт. Как отдельный вуз МФТИ был основан в 1951 году, и Николай Семенов стал научным руководителем одной из девяти специальных институтов — «химическая физика». Когда же в 1957 году в МФТИ были образованы первые четыре факультета, Николай Николаевич возглавил единую базовую кафедру химической физики. ■

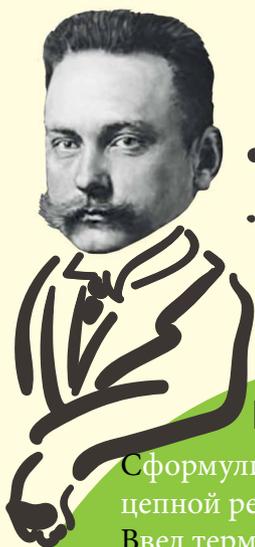
ВРУЧЕНИЕ НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИИ

Впервые Семенов был номинирован на Нобелевскую премию еще в 1946 году, а его номинатором стал Сирил Хиншелвуд. Всего же до 1950 года Николай Николаевич выдвигался на награду пять раз! И получил ее в итоге в 1956 году с легкой руки заведующего кафедрой химии Стокгольмской высшей технической школы Ларса Силлена. Текст его заявки гласил: «Настоящим позволю себе рекомендовать, чтобы Нобелевская премия 1956 года была присуждена поровну профессору сэру Хиншелвуду, Оксфорд, и академику Семенову, Москва (в том или ином порядке), за их выдающиеся труды в области кинетики реакций, в особенности за экспериментальные и теоретические объяснения цепных реакций в газах».

Диплом лауреата Николай Николаевич получил из рук короля Швеции Густава IV. «Я очень признателен Шведской академии наук, присудившей мне Нобелевскую премию, — сказал Николай Семенов в ответном слове. — Этот факт, очевидно, прежде всего надо расценивать как признание определенных научных заслуг физикохимиков Родины. Присуждение шведскими коллегами мне и сэру Хиншелвуду почетной Нобелевской премии символизирует гуманнейшую идею — идею мирного сотрудничества ученых всех стран».

ЦЕПНАЯ РЕАКЦИЯ

ВЛИЯНИЕ РАБОТ
НИКОЛАЯ СЕМЕНОВА



МАКС БОДЕНШТЕЙН (1871–1942)

Сформулировал идею существования цепной реакции.
Ввел термин «цепная реакция».
В 1913 г. обнаружил, что в некоторых фотохимических реакциях поглощение одного фотона приводит к взаимодействию сотен тысяч молекул исходных веществ.

ВАЛЬТЕР НЕРНСТ (1864–1941)

В 1916 году предположил, что активные частицы имеют атомарную природу. Предложил последовательную схему реакции молекул водорода и хлора (неразветвленная цепная реакция).



АЛЕКСАНДР ШИЛОВ (1930–2014)

Пополнил (совместно с Н. Семеновым) теорию разветвленных цепных реакций положением об энергетическом цепном разветвлении, что позволило управлять химическими процессами: ускорять их, замедлять, подавлять, обрывать на любой желаемой стадии (теломеризация).

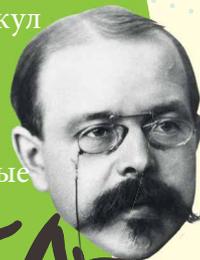
НИКОЛАЙ СЕМЕНОВ (1896–1986)

Создал теорию цепных реакций. Открыл явление энергетического разветвления цепей в химических реакциях. Совместно с Александром Шиловым установил роль энергетических процессов в развитии цепных реакций при высоких температурах.



СИРИЛ ХИНШЕЛВУД (1897–1967)

Изучал гомогенный катализ и механизм цепных реакций. В 1928 году при исследовании окисления водорода обнаружил верхний предел воспламенения и объяснил это явление как результат обрыва цепей в замкнутом объеме при тройных соударениях частиц. Разработал основы теории цепных реакций.



ЮЛИЙ ХАРИТОН (1904–1996)

Стал одним из создателей советских атомной и водородной бомб. В 1939–1941 годах совместно с Яковом Зельдовичем впервые осуществил расчет цепной реакции деления урана.



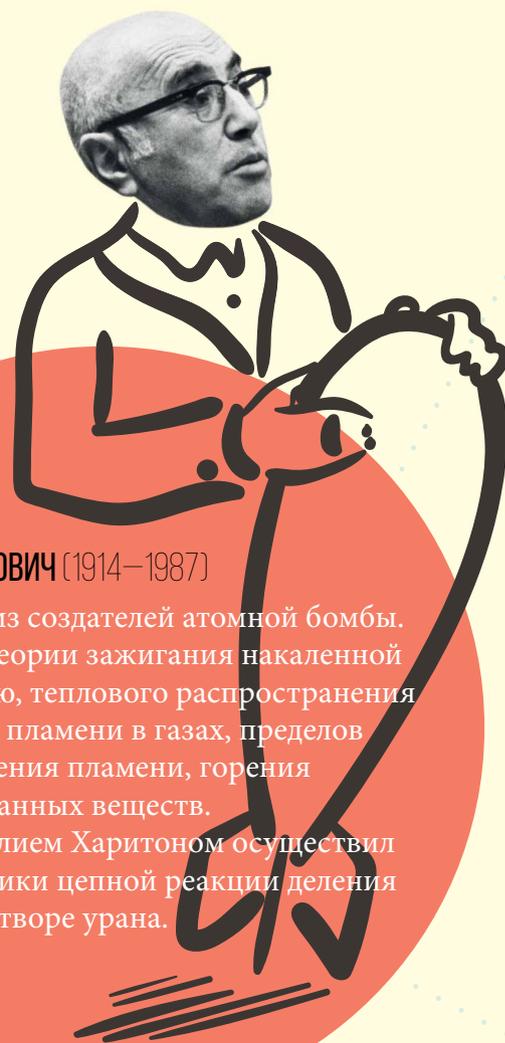
ВИКТОР КОНДРАТЬЕВ (1902–1979)

Участвовал в исследовании превращений атмосферного азота в процессах горения и взрыва, показал цепной характер этих реакций.



ЯКОВ ЗЕЛЬДОВИЧ (1914–1987)

Стал одним из создателей атомной бомбы. Разработал теории зажигания накаленной поверхностью, теплового распространения ламинарного пламени в газах, пределов распространения пламени, горения конденсированных веществ. Впервые с Юлием Харитоновым осуществил расчет кинетики цепной реакции деления в водном растворе урана.



ДАВИД ФРАНК-КАМЕНЕЦКИЙ (1910–1970)

Провел спектроскопические исследования газовых пламен и впервые определил концентрацию атомов гидроксила в водородном пламени.

Эти экспериментальные работы послужили одним из первых подтверждений некоторых положений теории цепных реакций.



НИКОЛАЙ ЭМАНУЭЛЬ (1915–1984)

Разработал математический аппарат для описания цепных процессов. Создал ряд работ в области кинетики и механизма цепных реакций. Разработал цепную теорию жидкофазного окисления органических веществ.



БОРИС ШУБ:

«СДЕЛАВ ВСЕГО ПАРУ ПРОСТЫХ ОПЫТОВ, СЕМЕНОВ СОЗДАЛ АБСОЛЮТНО ПРАВИЛЬНУЮ, ВЫДАЮЩУЮСЯ ТЕОРИЮ»

Людей, которые лично общались с Николаем Семеновым, осталось наперечет. Один из них — Борис Шуб, доктор химических наук, руководитель отдела кинетики и катализа Института химической физики им. Н. Н. Семенова. По словам Бориса Рувимовича, Николай Николаевич был неординарной личностью. Несмотря на все заслуги, он был открыт для общения и, будучи талантливым сам, безошибочно угадывал талант в других.

□ УЧЕНЫЕ ЧАСОВ НЕ ЗАМЕЧАЮТ

— *Каким вы запомнили Николая Семенова? Какой у него был стиль работы?*

— Николай Николаевич был очень интересным человеком, прекрасным ученым, умеющим посмотреть в суть проблемы. Удивительно, как сделав всего пару простых опытов, Семенов создал абсолютно правильную, выдающуюся теорию. Он был талантливым администратором науки. И просто хорошим руководителем. Как-то «добрые люди» пожаловались ему, что сотрудники часто опаздывают на работу, и предложили поставить турникеты с карточками для учета времени. Он категорически отверг эту идею, сказав, что ученые не работают по графику.

На семинарах молодые лаборанты могли запросто возражать ему, академику, и говорить, что тот абсолютно ничего не понимает. Но именно такая свободная атмосфера, по его мнению, была плодотворной.

— *Какие ведущие ученые в настоящее время продолжают исследования, начатые Семеновым?*

— По сути, все мы продолжаем, весь коллектив института. Отдел горения, отдел кинетики и катализа, отдел кинетики химических и биологических процессов, отдел строения вещества. И очень многие исследователи из других институтов являются его последователями, хотя даже не отождествляют себя и свою работу с ним. От нашего института в разные

годы отмежевались: ИБХФ им. Н. М. Эмануэля, институт Тальрозе — ИНЭПХФ, институт химической кинетики и горения в Новосибирске, где работали первые ученики Семенова — Воеводский и Цветков, а также институт химической физики в Армении. Помимо этого благодаря Николаю Семенову был создан наукоград Черноголовка.

— *Насколько сильно открытия Николая Семенова повлияли на современную науку?*

— Нужно отметить, что цепные реакции были известны до Семенова, но важно то, что он впервые создал теорию разветвленных цепных реакций. Она позволяет описывать огромное количество процессов: ядерные реакции, окисление полимеров, взрывы, горение. Кроме того, им

была создана теория теплового взрыва. По сути, целые отрасли промышленности не могли бы существовать без этой теории, это был огромный шаг для всей науки.

ЖИВАЯ РЕАКЦИЯ

— *Можно ли сказать, что работы Семенова запустили «цепную реакцию» в современной физической химии и многие из его идей развиваются до сих пор?*

— Это очень правильная формулировка. Для любого цепного процесса необходимо три стадии: инициация цепи, ее продолжение и обрыв. Оказалось, что под это описание подходит огромное количество процессов: полимеризация и окисление полимеров, окисление газов, взрывы (включая атомные), даже рост раковых клеток. Прямым учеником Семенова был академик Николай Эмануэль. Он предположил, что рост раковых

клеток является цепным процессом. И чтобы подавить его, нужно использовать тот же процесс, что и для подавления окисления полимеров. Это те самые антиоксиданты, о которых сейчас все пишут. Даже сам этот термин изначально появился в химии полимеров, хотя теперь прочно вошел в медицину. Реакция окисления жиров тоже построена на цепной реакции в жидкой фазе и антиоксидантах. В свое время я занимался фотостабилизаторами полимеров. Это вещества, которые позволяют не допускать разложения полимеров за счет света, что тоже является цепным процессом.

— *Если брать уровнем выше и оценивать вклад Николая Семенова в химическую кинетику в целом, то можно ли сказать, что он является одним из создателей этой науки?*

— Да, можно сказать, что он ее и создал вместе с Сирилом Хиншелвудом. Что такое кине-



Борис ШУБ,
руководитель отдела кинетики и катализа
Института химической физики им. Н. Н. Семенова

тика вообще? Это зависимость химического процесса от времени. Есть уравнение Аррениуса, определяющее температурную зависимость константы скорости химической реакции, но это еще не кинетика. Лишь с работами Семенова, который был по образованию физиком и обладал свежим взглядом на химические проблемы, кинетика выделилась в отдельную науку. Под химической физикой вообще раньше понимали только кинетику. Сейчас некоторые ученые, включая меня, придерживаются более широкого определения: химическая физика — это физика химических процессов. А это гораздо более сложные вещи. ■

ВЫДАЮЩИЕСЯ УЧЕНЫЕ, ИЗВЕСТНЫЕ УЧЕНИКИ НИКОЛАЯ СЕМЕНОВА

Академики В. В. Воеводский, Ю. Н. Молин, Ю. В. Цветков, Н. С. Ениколопов, В. Н. Кондратьев, М. В. Алфимов, А. Г. Мерджанов, А. Е. Шилов и многие другие.



Н. Н. Семенов на конференции

НАУКА ВЫСШИХ ДОСТИЖЕНИЙ

Кафедра квантовой радиофизики — одна из самых старых и заслуженных кафедр Физтеха. Под своим первоначальным названием «Оптика» она была создана практически одновременно с возникновением института академиками С. И. Вавиловым и Г. С. Ландсбергом на базе Физического института им. П. Н. Лебедева РАН — одного из крупнейших научно-исследовательских центров России. Таким образом ФИАН и еще несколько известных институтов стали, по-существу, первыми базовыми организациями Физтеха. На счету создателей и первых преподавателей кафедры ряд знаковых для мировой науки открытий, таких как комбинационное рассеяние света (Г. С. Ландсберг, Л. И. Мандельштам), эффект Вавилова — Черенкова (Нобелевская премия 1958 года: П. А. Черенков, И. Е. Тамм, И. М. Франк), разработка люминесцентных источников света и методов спектрального анализа веществ, а также создание отечественных научных школ в области оптики и спектроскопии.

□ НОВЫЙ ПРИНЦИП

Название «Квантовая радиофизика» кафедре было присвоено в 1968 году и отражало принципиально новый этап ее развития в связи с формулировкой в ФИАНе академиками Н. Г. Басовым и А. М. Прохоровым нового принципа генерации электромагнитных волн и созданием на этой основе квантовых генераторов радио- и оптического диапазонов — мазеров и лазеров (Нобелевская премия 1964 года совместно с Ч. Таунсом). Это достаточно быстро привело к возникновению новых областей науки — лазерной физики, квантовой электроники, нелинейной оптики, лазерной спектроскопии, физики взаимодействия лазерного излучения с веществом. Одновременно это дало огромный импульс бурному развитию практически всех фундаментальных и прикладных направлений фотоники и лазерных технологий, а также сделало возможным использовать лазеры для локации Луны, зондирования атмосферы и контроля озонового слоя Земли, открыло пути приложений лазеров в био-



ПРЯМАЯ РЕЧЬ

Николай Колачевский,
директор ФИАН,
член-корреспондент РАН:

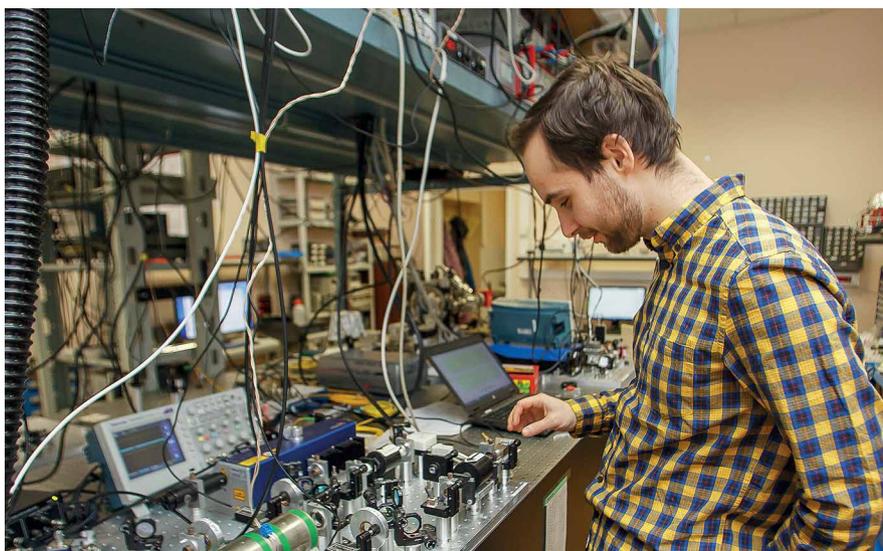
«ФИАН и МФТИ связывает многолетнее и плодотворное сотрудничество. Система базовых кафедр, которая была исторически развита на Физтехе, оказалась полезной и взаимодополняемой как для МФТИ, так и для ФИАНа. И именно кафедра квантовой радиофизики всегда была для нас одной из ключевых. Сегодня мы сильно омолодили состав кафедры и рассчитываем, что новое поколение сотрудников будет с честью нести ее знамя».

логии, медицине и диагностике заболеваний, позволило создать лазерные стандарты частоты и времени.

БУРНОЕ РАЗВИТИЕ

В настоящее время практически во всех ведущих мировых научных и научно-технологических центрах происходит бурное развитие фундаментальной и прикладной фотоники, оптики и спектроскопии, а также лазерных технологий. «Наряду с огромным прогрессом исследований в области микро- и нанопотоники, оптики гетероструктур и метаматериалов, квантовой оптики и квантовой информатики это

объясняется тем, что фотоника является в последние годы одним из наиболее динамичных инновационных направлений экономики развитых стран и обладает огромным потенциалом для роста, — говорит заведующий кафедрой профессор Владимир Лебедев. — Соответственно, чрезвычайно интенсивно во всем мире развиваются сейчас квантовые информационно-коммуникационные технологии, в том числе квантовая криптография, оптические системы памяти, записи и хранения информации, а также технологии, основанные на современной полупроводниковой, органической и гибридной (органонеорганической) фотонике и оптоэлектронике. Приоритетное внимание уделяется таким областям фотоники, как создание высокоэффективных фотовольтаических элементов для солнечной энергетики и энергосберегающих источников освещения, в том числе светоизлучающих полупроводниковых, органических и гибридных светодиодов и транзисторов, а также гибких дисплеев. Большая социально-экономическая роль возлагается на промышленные лазеры и лазеры в медицине и диагностике заболеваний. Актуальна разработка

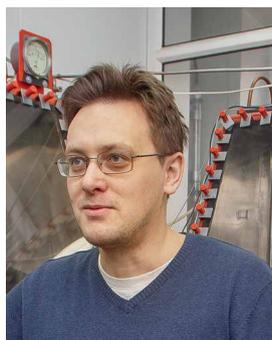


Аспирант Илья Семериков за работой на фемтосекундной гребенке

технологии создания микро-дисплеев, коммуникационных переключателей с селекцией по длинам волн и пространственных модуляторов света, наשלемых и окологлазных дисплеев, устройств ввода и обработки оптической информации».

Все это требует подготовки высококвалифицированных научных кадров, способных заниматься научно-исследовательской работой по широкому кругу актуальных проблем современной оптической и квантовой физики. Задачу подготовки таких молодых специалистов, обладающих фундаментальными знаниями и умением работать в указанных областях, и ставит перед собой кафедра квантовой радиофизики.

Она готовит экспериментаторов и теоретиков в области современной квантовой и нелинейной оптики, квантовой информатики и квантовой криптографии, лазерной физики, микро- и нанофотоники, спектроскопии сверхвысокого пространственного и временного разрешения, физики взаимодействия излучения с веществом, оптоэлектроники, квантовой физики атомно-молекулярных и экзотических систем. «А вот собственно радиофизикой кафедра, несмотря на название, практически не занимается, — отмечает ее заведующий Владимир Лебедев. — Это просто дань традиции, отражающая



ПРЯМАЯ РЕЧЬ

Андрей Ващенко,
старший научный сотрудник отдела люминесценции ФИАН:

«Сейчас я занимаюсь органическими светодиодами, тестирую для них новые материалы — это сегодня достаточно модное направление. Мы пытаемся понять связь химической структуры молекул с характеристиками светодиодов, которые из них получаются. Считаю, что МФТИ дает очень качественное образование. Да, на Физтехе тяжелая учебная программа, и чтобы ее выдержать, нужно действительно много работать. Но это помогло мне стать ученым. После третьего курса я уже трудился в научной группе в ФИАН. Потом защитил диплом. И аспирантскую практику тоже проходил на кафедре квантовой радиофизики».

тот факт, что в ФИАНе сначала были созданы квантовые генераторы радио-, а не оптического диапазона».

Высокая научная квалификация позволила многим выпускникам кафедры занять ведущие позиции в российских и зарубежных научных центрах. В настоящее время они составляют костяк отделения оптики ФИАН, успешно работают в отделениях квантовой радиофизики и физики твердого тела ФИАН, в институтах общей физики РАН (ИОФАН) и спектроскопии РАН (ИСАН), а также во многих ведущих российских и зарубежных научных центрах и университетах.

ПУТЬ В БОЛЬШУЮ НАУКУ

Сегодня на кафедре работает 11 сотрудников. Все они, включая директора ФИАН, члена-кор-

респондента РАН Николая Колачевского и заведующего кафедрой, профессора Владимира Лебедева, являются ее выпускниками. Как говорит директор ФИАН, «несмотря на очень большую нагрузку, которая ложится на любого руководителя крупной организации, я продолжаю читать лекции на кафедре. Две в осеннем семестре и одну, по квантовой информатике, в весеннем».

Для первокурсников кафедра проводит ознакомительные экскурсии в ФИАН и Российский квантовый центр в Сколково (RQC), в значительной мере созданный по инициативе и при активном участии выпускников кафедры квантовой радиофизики. Студентов второго курса ждет цикл лекций «Введение в специальность». На третьем курсе параллельно идет обучение общефизическим дисциплинам и практическая экспериментальная подготовка в кафедральных учебно-научных лабораториях, расположенных на территории МФТИ в г. Долгопрудном. А начиная с четвертого курса экспериментальная или теоретическая работа практически полностью перемещается

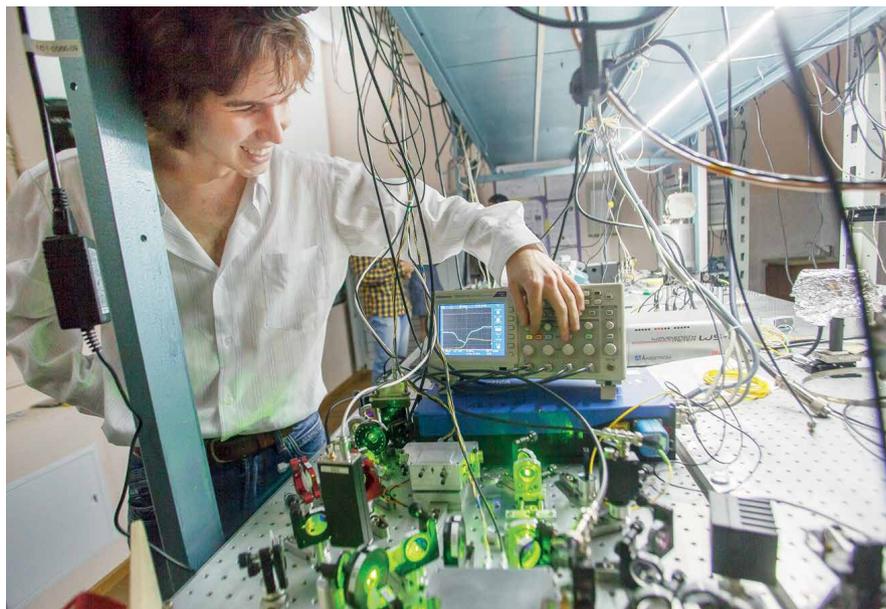
“ *Высокая научная квалификация позволила многим выпускникам кафедры занять ведущие позиции в российских и зарубежных научных центрах* ”

в ФИАН. «Сначала мы приходим туда на 2–3 дня в неделю, — вспоминает аспирантка Гульнара Вишнякова. — Выбираем лабораторию и потихоньку вникаем в научную работу, выполняем какие-то задания. Но тут все зависит от случая. Иногда ты сразу вливаешься в большой эксперимент, а иногда дают локальную задачу, с которой ты полностью можешь справиться сам. Конечно, поначалу очень сложно, но при должном усердии адаптируешься быстро».

В программу входят и специализированные курсы Российского квантового центра в Сколково. Кроме того, центр регулярно проводит конференции и коллоквиумы, на которых собираются представители лучших научных коллективов планеты и признанные лидеры в своих областях знаний.

Кафедра сотрудничает с многими ведущими университетами и научно-исследовательскими центрами мира: Harvard University (USA), Brookhaven National Laboratory (USA), Max Planck Institute of Quantum Optics (Germany), University of Paris-Saclay (France), Sophia University (Tokyo, Japan), University of Electro-Communications (Tokyo, Japan), Industrial Technology Research Institute (ITRI, Chinese). Благодаря этому талантливые студенты и аспиранты получают возможность проходить стажировки за рубежом.

Как признаются вчерашние студенты, полученное на кафедре образование дает хороший «бэкграунд» для занятий наукой, помогая быстро осваивать любой новый и обширный научный материал. Именно в этом и заключается одна из главных задач базовых кафедр.



Лаборатория стандартов частоты

СВЕЖАЯ КРОВЬ

В последние годы руководство кафедры поставило задачу омоложения преподавательского состава. «Студенты зачастую гораздо лучше воспринимают молодых преподавателей, — говорит Владимир Лебедев. — Кроме того, мы стремились создать некий разумный баланс опытных сотрудников и молодежи, которая у них учится». В результате на кафедре активно привлекают к преподавательской работе аспирантов и тех, кто только-только защитил кандидатские диссертации. Сначала они ведут лабораторные работы, потом семинары, а в перспективе читают лекции — так молодые сотрудники постепенно погружаются в образовательный процесс. При этом для них стараются создать и достойные материальные условия. «Конечно, заниматься преподаванием не каждый может и хочет, — отмечает руководитель кафедры. — Мы направляем студентов и аспирантов в активно работающие научные группы и лаборатории, которые могут поддержать их материально из средств научных грантов и проектов, полученных на конкурсной основе. Руководство

и ведущие преподаватели кафедры отдают себе отчет в том, что большинство студентов и аспирантов МФТИ — дети из относительно небогатых семей, так что при отсутствии финансовой поддержки из научных грантов ребятам придется подрабатывать. А это невероятно трудно сочетать с полноценными занятиями наукой».

НАУКА И ТЕХНИКА

Сегодня сложно добиться серьезных научных достижений без современного дорогостоящего научного оборудования. В этом плане кафедра старается идти в ногу со временем. Чего только стоит уникальная лаборатория по лазерному охлаждению атомов, в которую были вложены очень серьезные средства. В этой лаборатории успешно работают многие студенты, аспиранты и выпускники кафедры. В ФИАНе имеется также ряд хорошо оснащенных оборудованием лабораторий в области нанофотоники и квантовой оптики, а также «Центр коллективного пользования», где собрано уникальное оборудование. К слову, подобный центр имеется и на Физтехе.

→ Сотрудники и выпускники кафедры могут гордиться серьезными научными достижениями в самых различных направлениях оптической и квантовой физики и в последние годы. Так, например, совсем недавно группа, в которую входит старший научный сотрудник отдела люминесценции ФИАН Андрей Ващенко, стала лауреатом премии правительства Москвы за 2015 год за разработки в области органических светоизлучающих диодов.

«Два крупных отделения ФИАН — отделение оптики и отделение квантовой радиоп физики — целенаправленно занимаются исследованиями в области современной фотоники и оптоэлектроники, лазерной физики, оптики новых композитных структур и материалов, лазерного охлаждения и прецизионной атомной спектроскопии, — говорит Николай Колачевский. — Это целый спектр абсолютно современных задач. Их актуальность подтверждается тем, что за последние лет 15 в этой области было получено несколько Нобелевских премий. Много хороших научно-исследовательских работ в области оптики и спектроско-

пии конденсированного состояния, нано- и микроструктур проводится и в отделении физики твердого тела ФИАН».

«Наряду с научными лабораториями в ФИАНе в МФТИ недавно было создано новое хорошо оснащенное подразделение — лаборатория технологий 3D-печати функциональных микроструктур», — говорит Владимир Лебедев. В работе этой лаборатории активное участие принимают молодые научные сотрудники, а также аспиранты и студенты базовой кафедры «Квантовая радиофизика» ФОПФ. Другой пример успешного сотрудничества в последние годы — совместная научная работа кафедры «Квантовая радиофизика» ФОПФ с кафедрой «Электрофизика» ФФПЭ. В результате полученных на конкурсной основе и выполненных в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы проектов и крупного гранта РНФ (2014–2016 гг.) удалось привлечь к научно-исследовательской работе по актуальной тематике и существенно поддержать

финансово молодых сотрудников, аспирантов и студентов финансовых базовых кафедр.

СОВЕРШЕННО ТОЧНО

Еще одно направление подготовки студентов и научной работы сотрудников кафедры — стандарты частоты и времени, которые имеют огромное значение, как в фундаментальном, так и в прикладном аспектах. Сейчас такие оптические стандарты делают на ультрахолодных атомах или ионах. В настоящее время в ФИАН такие исследования проводятся на ионах алюминия. Вот и сегодня здесь кипит работа. Однако студенты и аспиранты находят время, чтобы рассказать о своих научных исследованиях.

Как признается студент Тимофей Шпаковский, на кафедре квантовой радиофизики он оказался почти случайно, но ничуть не жалеет об этом. «Стандарты частоты и времени — это очень стабильный осциллятор, — объясняет Тимофей. — Они используются в навигации, потому что спутники координируются по наземным часам, а дальше уже ваш навигатор ориентируется

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ НА КАФЕДРЕ КВАНТОВОЙ РАДИОФИЗИКИ:

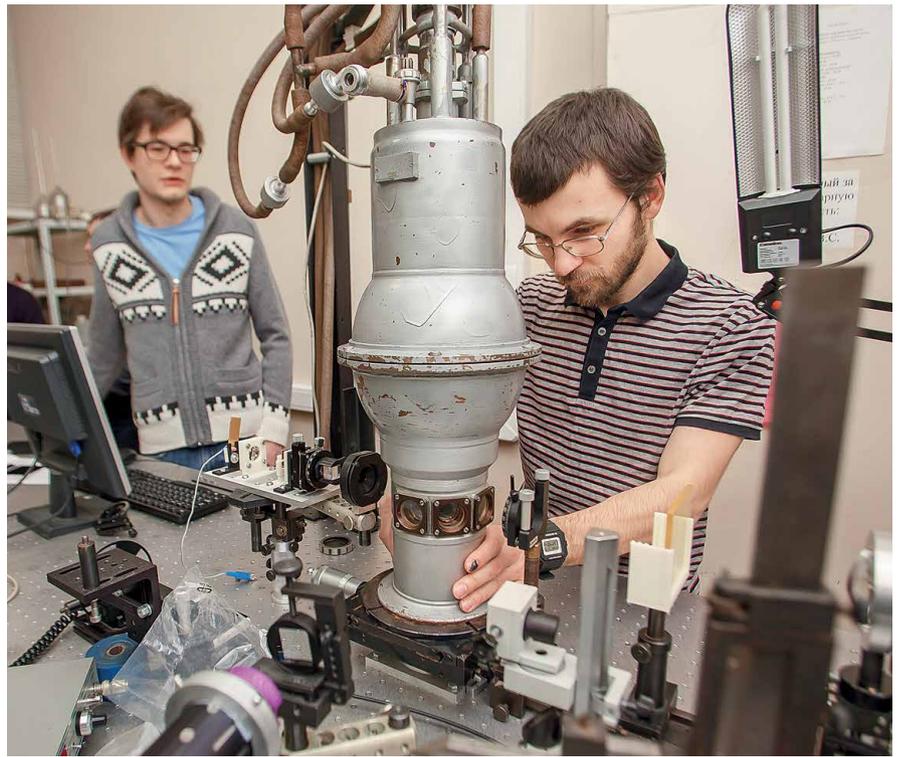
- Квантовая оптика, квантовая информатика, квантовая криптография
- Нанооптика, нанофотоника, наноплазмоника; оптические, плазмонные и гибридные нановолноводы
- Оптика и спектроскопия микроструктур и наноразмерных систем, твердого тела и поверхности
- Лазерная физика и взаимодействие излучения с веществом
- Нелинейная оптика и спектроскопия
- Фемтосекундная оптика и спектроскопия
- Органическая, неорганическая и гибридная фотоника и оптоэлектроника
- Рентгеновская оптика и рентгеновская астрономия Солнца
- Физика ультрахолодных атомов, сложных и экзотических атомно-молекулярных систем
- Лазерное управление квантовыми системами со многими степенями свободы
- Современная прецизионная спектроскопия
- Создание сверхточных стандартов частоты и времени
- Физика полупроводниковых гетероструктур и материалов (квантовых точек, квантовых ям и др.)
- Компьютерное моделирование, экспериментальное и теоретическое исследование наноматериалов
- Разработка элементной базы фотонных и светоизлучающих устройств нового поколения (OLED и др.)

по местонахождению спутников. Часы, с которыми мы работаем, представляют собой устройство, где у вас есть лазер, который настраивается под переходы в атомах. Вся технология состоит в создании сложной обратной связи между осциллятором и системой».

Все ребята признаются, что в начале обучения сложно выбрать кафедру осознанно. «Ты приходишь на первый курс и поначалу не понимаешь, чем отличается квантовая механика от элементарных частиц, — вспоминает Гульнара Вишнякова. — Однако в плане смены кафедры или лаборатории у нас в МФТИ все абсолютно демократично. Я сама на первом курсе выбрала кафедру проблем физики и астрофизики. Однако со временем поняла, что больше хотела бы заниматься экспериментом, чем теорией. Позвонила Владимиру Сергеевичу (Лебедеву. — *Ред.*) и сказала, что хочу на вашу кафедру. Меня отпустили без каких-либо проблем».

ХОРОШАЯ БАЗА

Систему базовых кафедр можно считать визитной карточкой МФТИ. Идея их создания была заложена с самого основания института. Ни один вуз в послевоенные годы не мог обеспечить высокий уровень образования по дисциплинам, стоящим на острие науки. А вот в НИИ — «базах» — были люди, которые работали над развитием наиболее актуальных научных направлений и технологий. Они и стали преподавателями базовых кафедр, на которых проходят обучение студенты старших курсов Физтеха. На первых трех курсах МФТИ закладывался фундамент



Эксперимент по исследованию излучения одиночных дефектов в квантовой яме

знаний в области физики и математики, а начиная с четвертого курса процесс обучения основам той или иной специальности практически полностью перемещался в базовые организации (институты Академии наук или в ведущие научно-технологические центры страны) и осуществлялся сотрудниками базовых кафедр. Фактически в таком виде система базовых кафедр дожила до наших дней.

«Физики и математики, работающие в университетах и технических вузах на постоянной основе, — часто специалисты очень высокого уровня, — рассказывает Владимир Лебедев, — но ряд из них в силу большой педагогической нагрузки постепенно становятся больше преподавателями, чем активно действующими учеными. В результате немалый процент штатных университетских преподавателей в значительной мере становятся оторванными от современной и быстро меняющейся научной жизни, которая в нашей стране, в силу сложившихся условий

и традиций, до сих пор наиболее интенсивно протекает в академических институтах и научно-технологических центрах. Основная идея Физтеха и базовых кафедр, заложенная еще создателями института, состояла в том, чтобы студентов учили люди, которые в настоящий момент активно занимаются современной фундаментальной и прикладной наукой. Поэтому с самого начала возникновения Физтеха даже обучение на младших курсах основным дисциплинам в области физики и математики проводилось не только штатными преподавателями, но и совместителями из базовых организаций, а на старших курсах Физтеха образовательный процесс практически полностью перемещался в базовые организации. Это привело к тому, что уже первые выпускники Физтеха были одними из самых мотивированных и сильных ученых и инженеров-физиков в нашей стране. Время показало, что созданная в МФТИ система базовых кафедр, безусловно, себя полностью оправдала». ■

Лаборатория математического моделирования нелинейных процессов в газовых средах рассчитала, как падал Тунгусский метеорит и каким образом произошло соударение кометы Шумейкера — Леви с Юпитером. Но главная ее задача — изучение и решение проблем аэродинамики. Как работает лаборатория, увидим своими глазами.

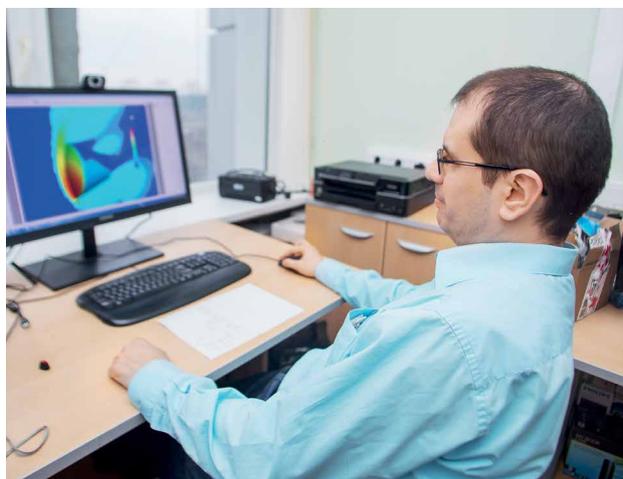
□ FlowModellium — так еще называют эту лабораторию — была создана в рамках «мегагранта» в 2011 году сразу на двух факультетах в Долгопрудном и Жуковском. Необходимость в ней возникла в связи с развитием направления по аэрокосмосу, которое является одним из магистральных для МФТИ. Коллектив занимается созданием вычислительного комплекса по математическому моделированию задач высотной гиперзвуковой аэродинамики. Особенность разрабатываемого комплекса программ заключается в том, что он сочетает высокоточные и экономичные вычислительные алгоритмы с возможностью учета реальных физических эффектов.

Почему это так актуально? Одной из основных задач, которая ставится на сегодняшний день во всем мире, является моделирование возвращаемых космических аппаратов. И если нашей стране, подобно государствам Запада, удастся привлечь частные компании в аэрокосмическую область, мы станем более конкурентоспособными.

ПО ПУТИ УМЕНЬШЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ

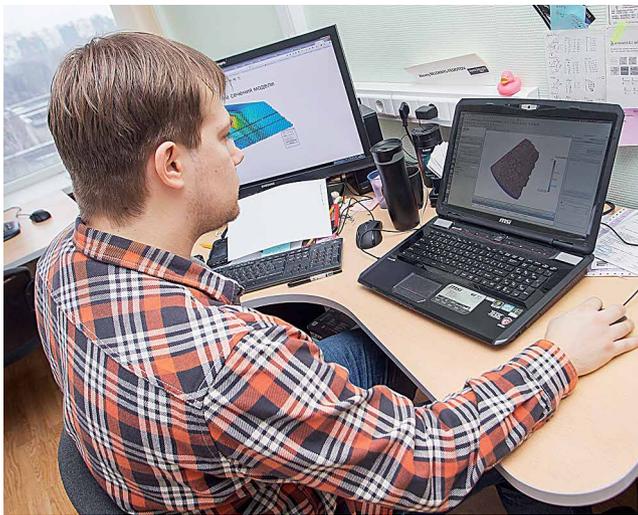
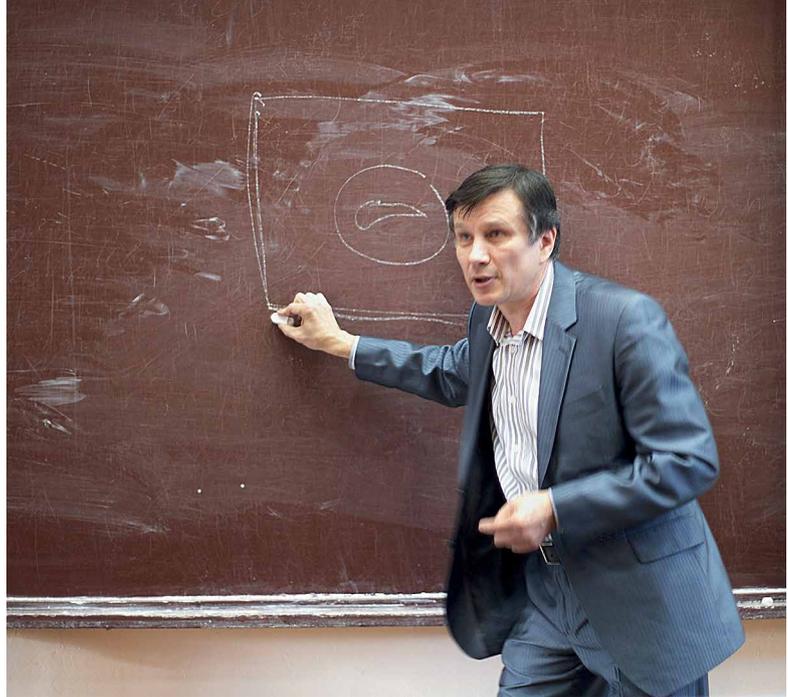


Коллектив лаборатории обсуждает возможность рассчитывать сложные технологические процессы, связанные с предсказанием термодинамических потоков и тепловых нагрузок

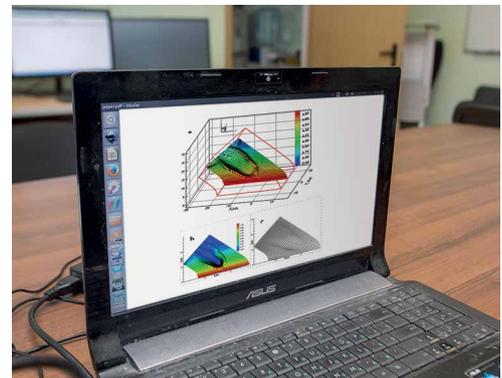


Заместитель заведующего лабораторией Владимир Титарев рассчитывает параметры обтекания спускаемого космического аппарата типа «Союз». Численное моделирование позволяет предсказать тепловые нагрузки на аппарат и правильно спроектировать теплозащитное покрытие

Руководитель лаборатории Сергей Утюжников с отличием окончил МФТИ в 1983 году. Защитил докторскую диссертацию по теме «Численное исследование течений газа, иницированных сверхзвуковым движением тел в атмосфере» в 1997 году. «Аэрокосмос — одна из областей, которые будут в ближайшие десятилетия очень стремительно развиваться, — говорит он. — Соответственно, будут разрабатываться новые проекты многообразных космических аппаратов, ориентированных на самые разные задачи. Мы ожидаем, что скоро станет возможным высокоточное численное моделирование обтекания всей конфигурации спускаемых космических аппаратов и их оптимальное проектирование. Тем самым существенно уменьшится количество потребляемых ресурсов и при конструировании, и при самом запуске»



На экране — модель спускаемого аппарата



Лаборатория смоделировала падение Тунгусского метеорита и просчитала, как распространялась ударная волна после взрыва небесного тела в атмосфере Земли

Александр Чикиткин демонстрирует гиперзвуковое течение, а именно переход от ламинарного потока к турбулентному. Оттягивание момента образования вихрей даст возможность снизить сопротивление и тепловые нагрузки



Владимир Гаранжа, Людмила Кудрявцева и Алексей Белокрыс-Федотов (слева направо) занимаются построением расчетных сеток вокруг тел сложной формы. В данный момент оценивается качество сетки, построенной с помощью разработанного ими метода ■



РАЗДЕЛ ИМУЩЕСТВА

Группа студентов-энтузиастов из МФТИ решила приучить жителей Долгопрудного собирать мусор отдельно. Как и все проекты, за которые берутся физтехи, этот высокотехнологичен и амбициозен.

□ БУМАЖНАЯ РАБОТА

Началось все, как в старые добрые времена, со сбора макулатуры. «Мы прикинули, сколько примерно бумаги ежемесячно выбрасывается на Физтехе, — рассказывает один из основателей проекта Никита Никишкин, — и поняли, что цифра будет огромной. Так и вышло. Макулатуры в родном институте мы собрали более тонны». Это было только начало. Никита и двое его товарищей решили взяться за проблему утилизации мусора всерьез и начали разрабатывать систему раздельного сбора отходов. «Первая гипоте-

за, которую хотели проверить, не будут ли люди путать, что куда выбрасывать. Мы повесили на контейнеры яркие таблички, разместили информацию в социальных сетях, и система заработала!» — говорит Никита.

КСТАТИ

На сегодняшний день в Долгопрудном установлено 14 контейнеров для сбора пластиковых бутылок. Два из них — на территории МФТИ. Жители еще 25 домов изъявили желание поставить такие контейнеры у себя во дворах, записавшись в электронную очередь.

На вопрос почему решили заниматься именно раздельным сбором, ведь все попытки привить эту культуру в нашей стране заканчивались провалом, физтехи уверенно отвечают: «Те, кому не удалось решить проблему, просто плохо пробовали. Мы работаем, и у нас все получается. Со временем у людей вырабатывается привычка, появляются активисты, которые тоже помогают проекту, агитируют или финансируют. Вслед за ними подключается категория лояльных людей. За ними идут скептики. Да, нужно время, чтобы их уговорить, но и они в конечном итоге сдаются».

БЕЗ БУТЫЛОК НЕ РАЗБЕРЕШЬСЯ

Сейчас система проходит стадию тестирования. Отрабатывают ее на сборе пластиковых бутылок. Выделены четыре ключевых составляющих процесса, каждый из которых методом проб и ошибок оптимизируют по ходу реализации проекта. Это информационная работа с населением; создание специальных контейнеров и распределение их по городу; вывоз мусора; предварительная обработка бутылок перед отправкой на перерабатывающий завод. «Для того чтобы система приносила доход, мы занимаемся оптимизацией издержек на каждом из этапов, внедряя собственные инженерные, электронные и IT-разработки», — рассказывают авторы проекта.

НАРОДНО-ТЕХНОЛОГИЧНЫЙ КОНТРОЛЬ

Несмотря на кажущуюся простоту, этот проект потребовал недюжинной инженерной смекалки. Специально для него был разработан сайт, на котором ведется статистика напол-

КОМАНДА ПРОЕКТА



Антон Федоренко,
инженерные задачи



Юрий Захаров,
алгоритмы и датчики



Антон Илюшин,
организационные вопросы и частичное финансирование проекта



Никита Никишкин,
IT-разработки и дизайн

няемости каждого контейнера и прогнозируется дата вывоза мусора. Для отслеживания наполнения был создан девайс, который устанавливается в контейнер и передает данные на сервер. При этом разработчикам пришлось преодолевать серьезные сложности, связанные с неподготовленностью импортных комплектующих к российским погодным условиям. При понижении температуры сбой дали сонары. Сейчас команда активно работает над устранением проблем. «Пришлось залезать вглубь железа», — говорит Никита.

Существует и «народный контроль». Жители домов, во дворах которых установлены контейнеры, фотографируют их и присылают изображения через WhatsApp, Viber, Telegram и ВКонтакте. В обмен им предоставляют бонусы от партнеров: магазина креативных галстуков awesometies.ru и платформы дистанционных олимпиад ya-geni.ru. Основателями этих проектов тоже являются физтехи.

Заканчивают создатели системы и разработку мобильного комплекса сортировки/перфорации и прессования пластиковых бутылок. «Изначально это был обычный чертеж на бумаге, а сейчас уже практически реализованное решение. Закуплены все необходимое оборудование и расходные материалы. Идут монтаж и сборка комплекса. Его мощности будет хватать для того, чтобы качественно перерабатывать пластик, образующийся сразу в 5–6 городах, по численности близких к Долгопрудному!» — говорит Никита Никишкин. Постоянно идет работа и над улучшением характеристик контейнеров. Между первым и последним вариантом — технологическая пропасть. ■

ЭВОЛЮЦИЯ КОНТЕЙНЕРОВ



Контейнер 1
долго и неудобно выгружается двумя людьми, неудобно возить, неудобно складировать, неудобно прессовать



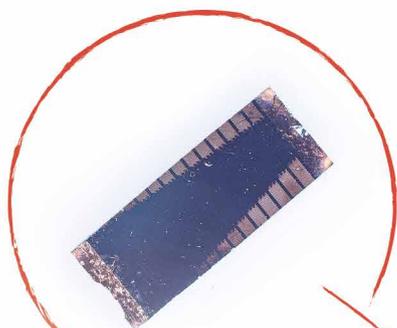
Контейнер 2
быстро, но неудобно выгружается одним человеком, неудобно возить, неудобно складировать, удобно прессовать



Контейнер 3
быстро и удобно выгружается одним человеком, неудобно возить и складировать, удобно прессовать



Контейнер 4
Быстро и удобно выгружается одним человеком, удобно возить, удобно складировать, удобно прессовать



Плазмонный чип. Именно такие будут в процессорах компьютеров через 20 лет



Блокнот. Для каждого проекта или исследования использую отдельную записную книжку, которая позволяет систематизировать информацию



Ноутбук. Основной рабочий инструмент



Сканирующий ближнепольный оптический микроскоп (СБОМ) — позволяет измерять локально квадрат напряженности электрического поля световых волн



Синхронный усилитель (lock-in amplifier) — позволяет отделять сигнал со СБОМа от шума

Перестраиваемый лазер телекоммуникационного диапазона длин волн — источник излучения в СБОМе

ДМИТРИЙ ФЕДЯНИН, 26 ЛЕТ

ВАЖНЕЙШИЕ ДОСТИЖЕНИЯ

European Materials Research Society Young Scientist Award (2012 г.),
медаль РАН для студентов вузов (2011 г.).

ЛЮБИМЫЕ КНИГИ

Рассказы Хорхе Луиса Борхеса, Эрих Мария Ремарк «Черный обелиск»,
Орхан Памук «Меня зовут Красный», Лев Толстой «Война и мир»,
Жюль Верн «Таинственный остров».

ЛЮБИМЫЕ ФИЛЬМЫ

«Доказательство» (2004 г.), «Престиж» (2006 г.), «Физика в половине
десятого» (1971 г.).

ПОЧЕМУ МФТИ?

Стечение обстоятельств. Как говорил один мой приятель: «Я сюда
не поступал, меня просто взяли». Я был в МФТИ на сборах
на международную олимпиаду, и в какой-то день мы все просто отнесли
документы в приемную комиссию.

ОБРАЗЕЦ ДЛЯ ПОДРАЖАНИЯ

Стараюсь понемногу смотреть на всех людей и брать лучшее.

ЖИЗНЕННЫЙ ДЕВИЗ

Девизов нет. Жизнь гораздо сложнее, и нельзя ее так упрощать.

ЦЕЛЬ В ЖИЗНИ

Хотелось бы осознать в конце, что не напрасно ее прожил.

МОЕ БУДУЩЕЕ ОТКРЫТИЕ

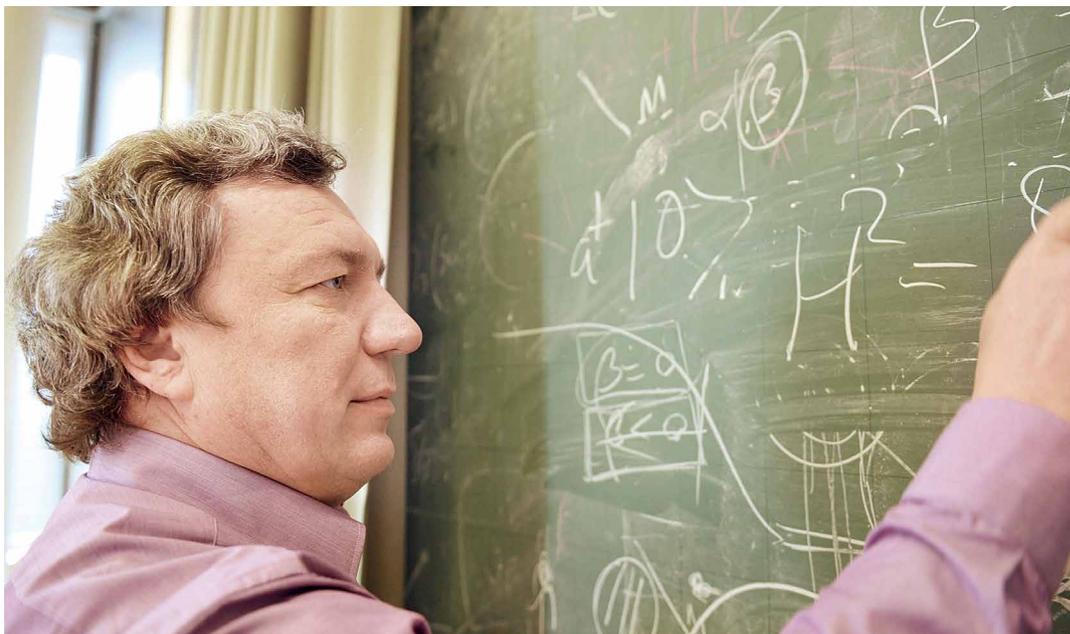
Как ни странно это может прозвучать, но в Лаборатории нанооптики
и плазмоники МФТИ мы не откладываем на будущее и делаем уже
сегодня серьезные открытия в области наноразмерной оптоэлектроники
и создания высокопроизводительных процессоров будущего.

Я ЧЕРЕЗ 20 ЛЕТ

Надеюсь руководить центром или большой лабораторией, которая бы
развивала в больших масштабах те идеи, над которыми мы начинаем
работать сегодня. Но при этом хотелось бы быть прежде всего
исследователем, а не функционером.

МИР ЧЕРЕЗ 20 ЛЕТ

В любой момент может произойти научная революция, и наше
представление о том, как все должно выглядеть, кардинально
изменится. Если же ничего такого не случится, мир, думаю,
лет через 70 будет очень похож на тот, который показан в фильме
«Особое мнение» с Томом Крузом. Оптика проникнет повсюду:
прозрачные дисплеи и голограммы, компьютеры, управляемые взмахом
руки, повсеместное использование сканеров сетчатки глаза и т. п.
Во многих профессиях людей заменят роботы. Стоит также упомянуть
про вычисления и компьютеры. Скорее всего, абсолютно все перейдет
в «облако», останутся лишь смартфоны, которые будут подключаться
к монитору и Интернету и иметь встроенные сенсоры для управления
жестами и голосом, а все вычисления и данные будут где-то далеко
от пользователей, в дата-центрах.



ВЯЧЕСЛАВ МУХАНОВ: «НА ФИЗТЕХЕ НАС ДРЕССИРОВАЛИ ТАК, КАК НИГДЕ В МИРЕ»

Сегодня выпускников МФТИ можно встретить в любом крупном университете мира. Один из тех, кто стоит на передовой современной науки, — физик, космолог Вячеслав Муханов. Он стал первым российским ученым, получившим престижную премию BBVA, — за теорию формирования галактик посредством квантовых флуктуаций. Эту награду он разделил со Стивеном Хокингом.

□ **МОЯ РАБОТА КАСАЕТСЯ ПЕРВЫХ, ОЧЕНЬ МАЛЕНЬКИХ ДОЛЕЙ СЕКУНДЫ ПОСЛЕ РОЖДЕНИЯ ВСЕЛЕННОЙ**, когда определилась ее последующая структура. Тогда все происходило очень быстро. Здесь можно провести аналогию с рождением ребенка, у которого изначально очень многое заложено в ДНК.

МЫ ХОТЕЛИ ПОНЯТЬ, КАКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИВЕЛИ К ПОЯВЛЕНИЮ ГАЛАКТИК. И возникла идея о том, что квантовая физика, которая обычно важна для атомов, могла и в данном случае играть какую-то роль. Над этой теорией я начал работать в 1979 году, а окончательные результаты были опубликованы в мае 1981-го.

КОГДА ВСЕЛЕННАЯ ТОЛЬКО ОБРАЗОВАЛАСЬ, все галактики, которые мы сейчас видим, умещались в спичечный коробок. Расстояния между объектами были колоссально маленькими, меньше, чем масштабы, которые достигнуты на ускорителе. И при таких масштабах квантовая механика очень важна. Именно она, как оказалось, играла решающую роль в процессе создания зародышей, из которых впоследствии сформировались галактики.

ГАЛАКТИКИ — ЭТО НЕОДНОРОДНОСТИ В РАСПРЕДЕЛЕНИИ ВЕЩЕСТВА. Но для того чтобы они образовались, необходимы были начальные неоднородности. И вот эти начальные неоднородности и появились за счет квантовой физики.

ВСЕ КОНКУРИРУЮЩИЕ ТЕОРИИ ОБРАЗОВАНИЯ ГАЛАКТИК ЭКСПЕРИМЕНТОМ ПОЛНОСТЬЮ ОТВЕРГНУТЫ. Фантазировать можно все что угодно. А вот когда вы проведете наблюдения и окажется, что догадки совпадают с объективно полученными данными, тогда из фантазии и рождается истина. Наш результат был подтвержден экспериментально на уровне больше чем 5 сигма.

ВОЗРАСТ НАШЕЙ ВСЕЛЕННОЙ — 13 миллиардов 700 миллионов лет.

В 80-Х ГОДАХ КОСМОЛОГИЯ БЫЛА ПОЛУТЕОЛОГИЧЕСКОЙ НАУКОЙ, а теперь превратилась в полноценную физику. И измерения там настолько же точные, как, скажем, в физике элементарных частиц. Сейчас для космологии складывается хорошая ситуация. Ожидается много интересных экспериментов, например, запуск в космос шестиметрового телескопа, а прогресс в астрофизике зависит от новых мощных телескопов.

КОГДА КОПАЕШЬСЯ В НОВОЙ ТЕМЕ, причем практически вслепую, масса времени уходит на то, чтобы разобраться, в правильном ли направлении движешься.

МФТИ — МОЩНОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ С БОГАТЫМИ ТРАДИЦИЯМИ. В мои времена обучение фундаментальным наукам на Физтехе было гораздо лучше, чем в любом месте за рубежом. Нас так дрессировали и натаскивали, что такого я просто нигде в мире не видел, даже в Принстоне. Три года изучения фундаментальных вещей, три года базовых кафедр, диплом и еще три года для защиты диссертации. Это была оптимальная система, но для того чтобы в ней выжить, надо было действительно работать. Те, кто не выдерживал, очень быстро выпадали.

НАМ ЧИТАЛ ЛЕКЦИИ ЯКОВ ЗЕЛЬДОВИЧ. Это было что-то уникальное. Он на пальцах умудрялся получать ответ, на который люди обычно тратят массу сложных вычислений.

РОССИЙСКАЯ ФИЗИКА В ЦЕЛОМ ПОКА ВСЕ ЕЩЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНА. Но, с другой стороны, я не вижу, чтобы тенденция была положительной.

Я САМ ОПРЕДЕЛЯЮ, ЧТО МНЕ ДЕЛАТЬ И ЧТО МНЕ ИНТЕРЕСНО. В этом смысле администрация здесь (в Германии. — *Ред.*) никогда ничего не диктует. Она занимается теми вещами, которые ей положены, и не пытается стать начальником над профессорами.

ЛЮБОЕ ПРИЗНАНИЕ ТВОЕЙ РАБОТЫ ПРИЯТНО. Это хорошая премия (BBVA. — *Ред.*) как в плане престижа, так и в плане материальной составляющей.

ДУМАЮ, ЧТО ТАКИХ ЛЮДЕЙ, КАК СТИВЕН ХОКИНГ, В ПРИРОДЕ ДО НЕГО НЕ СУЩЕСТВОВАЛО, и не знаю, будут ли после него. Он добился блестящих научных результатов. Хотя только на то, чтобы составить одно предложение, у него уходит 10 минут. В таких условиях человек умудряется работать и писать. У Стивена Хокинга какая-то невероятная любовь к жизни.

СЕЙЧАС Я РАБОТАЮ НАД ТЕМОЙ, КОТОРАЯ ВОЛНУЕТ БОЛЬШИНСТВО КОСМОЛОГОВ, — происхождение темной энергии. Кроме того, мы работаем над вопросами объединения всех взаимодействий. Недавно мы написали статью, в которой попытаемся объединить калибровочные теории с гравитацией. ■

ЕСТЬ ЛИ ЖИЗНЬ ПОСЛЕ НЕФТИ?

Нефть торгуется на многолетних минимумах, в правительстве ищут пути оптимизации бюджета, а аналитики говорят, что цены на черное золото больше никогда не поднимутся на уровень «тучных» лет. Что это значит для нашей страны? Спрашиваем у тех, кому есть что сказать.

Закончилась ли нефтяная эпоха?

РУСЛАН ГРИНБЕРГ

Конец нефтяной эпохи — это, конечно, метафора. Но я думаю, что в значительной мере справедливо утверждение, что нефть уже не будет такой дорогой, какой она была еще пару лет назад. Альтернативные источники энергии мощно развиваются, хотя это не значит, что через 5 или 10 лет нефть совсем исчезнет — нет, но ясно, что ее стоимость уже никогда не будет такой высокой.

МИХАИЛ ЛЕОНТЬЕВ

Это глупость! Научно-технический прогресс в какой-то перспективе, может быть, и подорвет нефтяную энергетику. Известна же фраза Менделеева о том, что «сжигать нефть — все равно что топить печку ассигнациями». Конец нефтяной эпохи может быть связан с открытием управляемого термоядерного синтеза, но никак не с действующей альтернативной энергетикой. Факт в том, что низкие цены на нефть убивают и ее: своим существованием она обязана исключительно сверхвысокой стоимости барреля. Сегодня ни один из статусных мировых экспертов не дает прогноза на снижение спроса на нефть, есть только разные концепции увеличения темпов спроса. Притом что ресурсная база, безусловно, истощается. И альтернатива этому — труднодоступные и трудноизвлекаемые ресурсы.

ГЕВОРГ КОЧАРЯН

Говорить о конце «нефтяной эпохи», по моему мнению, преждевременно. Мы видели падение цены на нефть до 5 долларов за бочку, после чего начался резкий рост. Основной источник роста спроса на нефть — транспорт. Пока в мире существует свыше миллиарда автомобилей, огромное количество самолетов, кораблей и т. д., говорить о доминировании ВИЭ, по-видимому, рановато, хотя тенденция очевидна. С 1971 по 2008 год доля потребляемой транспортом нефти сократилась с 80 до 59%, но и 59% — это очень много.

СЕРГЕЙ КУРКОВ

Думаю, что в ближайшие 10–15 лет не закончится. Даже в таких развитых странах, как США и страны Европы, далеко до того момента, когда все пересядут на электромобили, ведь для них надо создавать инфраструктуру. Этот процесс займет годы. Конечно, в будущем, скорее всего, случится переход на другие типы энергии, но не надо забывать что нефть — это не только энергия.



Руслан Гринберг,
руководитель Института
экономики РАН



Михаил Леонтьев,
вице-президент
корпорации «Роснефть»



Геворг Кочарян,
профессор кафедры физики
геосистем МФТИ



Сергей Курков,
директор по развитию группы компаний
Р-сенсорс, заместитель заведующего
кафедрой электрохимических
микросистем МФТИ

Что может и должна предложить Россия на мировом рынке кроме нефти?

ГЕВОРГ КОЧАРЯН

Этот вопрос менее очевиден. Во многом рукотворная деградация за последние 30 лет отбросила Россию далеко назад. По-видимому, одним из локомотивов, способных вывести страну из тупика, является, наука. Здесь еще сохранились и остатки научных школ, и квалифицированные кадры. При должной постановке дела Россия может и должна оказаться конкурентоспособна на мировом научном рынке. В значительно меньшей степени это относится к рынку технологий. Я затрудняюсь назвать конкретные области, в которых можно было бы ожидать быстрого прорыва. На уровне идей, высказываемых и разрабатываемых в публикациях отечественными учеными, мы подчас ни в чем не уступаем западным коллегам. Однако доведение до логического конца многих работ хромает из-за нехватки современного оборудования.

СЕРГЕЙ КУРКОВ

Россия всегда славилась своими учеными, у нас пока остался хороший задел, научная школа, перешедшая еще из СССР. У нас есть большие IT-компании, лидеры рынка, такие как Abbyy, «Яндекс», «Акронис». Все это дает нам надежды на то, чтобы занять достойное место в посленефтяной эре — эре, которая, на мой взгляд, связана с применением IT-решений. Они дают гигантский прирост капитализации активов. В частности, мы все чаще слышим такие слова, как «уберизация», «блокчейн-технологии» — это все как раз об этом. Верю, что у нас хорошие шансы на таких рынках, как биоинформатика, нейротехнологии, системы поддержки принятия решений, беспилотные технологии. Если нам удастся стать конкурентными в этих сферах, то появятся и поддерживающие решения, которые дадут дополнительный рост экономики.

МИХАИЛ ЛЕОНТЬЕВ

Россия в этой ситуации может предложить все свои невещественные ресурсы. Но главное — она должна предлагать их не на внешнем, а на внутреннем рынке.

Россия всегда обладала способностью к освоению уникальных знаний и умений (не тиражированию производства). В любой области, начиная с самой универсальной, например математики. Но для этого необходимо одно — перфекционистская наука и образование. А здесь мы движемся, как мне кажется, в обратном направлении. Либеральное реформирование науки и образования означает отказ от перфекционизма. Копирование мирового опыта в самом его примитивном варианте никому не нужно.

РУСЛАН ГРИНБЕРГ

Россия уже предлагает на мировом рынке то, что востребовано: военную технику, ракетные двигатели, машиностроительную продукцию для атомной промышленности, хорошие вертолеты и грузовики. Но нам нужны новые бренды, проекты, которые могли бы стать конкурентными в глобальном масштабе. Я думаю, мы должны сосредоточиться на строительстве высокоскоростной магистрали Европа — Азия, которая существенно упростит логистику между двумя частями света. Кроме того, мы могли бы зарабатывать большие деньги на кооперации с Китаем. Сопряженность этих двух проектов дала бы и экономический, и политический эффект. Особенно с учетом новых мировых реалий.



РАЗГОН ДО СОТНИ

У ведущих российских университетов — участников Программы «5–100» — остается все меньше времени, чтобы войти в мировую элиту — сотню главных международных образовательных рейтингов. Это не самоцель, но ориентир, для достижения которого, придется серьезно поработать над собой и развить недостающие компетенции, имеющиеся у нынешних лидеров списка. Пока большинство вузов даже не приблизились к первой сотне. Интрига накаляется.

□ ЛУЧШЕ НЕ ПРИДУМАЕШЬ

Цель проекта проста: минимум пять университетов из числа участников проекта (а это 21 вуз, который победил в конкурсе программ развития) должны к 2020 году войти в топ-100 лучших вузов мира в трех самых авторитетных международных рейтингах. Это: Quacquarelli Symonds, Times Higher Education и Academic Ranking of World Universities. Зачем — вопрос дискуссионный. Одни говорят, что это не показатель. Другие, что рейтинги не объективны. Третьи: «жили без них, и еще проживем».

Тем не менее, и это признает подавляющее большинство участников профессионального сообщества, лучшего способа оценки качества работы вузов до сих пор не придумано. «Впрочем, главное даже не рейтинги, — говорит проректор по научной работе и стратегическому развитию МФТИ Тагир Аушев. — Главное, что участие в этой программе позволит повысить конкурентоспособность наших вузов».

ДРУГИМ НАУКА

Учебные заведения ведущие мировые рейтинги сравнивают по нескольким направлениям:

““ Главное, что участие в этой программе позволит повысить конкурентоспособность наших вузов ””

качество преподавания, научная работа и индекс цитируемости, инфраструктура, работа с иностранными студентами и преподавателями, репутация у работодателей. Больше всего у российских университетов «проседает» наука.

— Научные публикации и цитируемость — одно из слабых мест российских вузов, — отмечает региональный директор по Восточной Европе и Центральной Азии Quacquarelli Symonds Зоя Зайцева. — Возможно, дело в том, что на Западе наукой традиционно занимались университеты, а в России до недавнего времени все серьезные исследования были отданы Академии наук.

Частично, такая ситуация связана с тем, что отечественная наука слишком долго варилась в собственном соку. Многие российские научные журналы за границей просто не знают и, соответственно, не учитывают при составлении рейтингов. При этом наши исследователи

не публикуются в зарубежных журналах и не переводят свои работы на английский язык. Поэтому даже самый авторитетный ученый может остаться в тени иностранных коллег. Еще одну причину называет ректор Национального исследовательского ядерного университета МИФИ (тоже участника программы) Михаил Стриханов.

— Наше сообщество, в том числе научное, — говорит он, — достаточно инертно. Иностранные исследователи достаточно активно реагируют на призывы рейтинговых агентств публиковать свои исследования. Наши же технические вузы, просто в силу своей специфики, достаточно закрытые. Часть работ ведется по заказам Министерства обороны и других государственных структур, поэтому мы просто не можем публиковать их результаты.

По мнению Тагира Аушева, заикливаться на цитируемости вообще не стоит. →

УЧАСТНИКИ ПРОЕКТА 5–100

1. Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта
2. Высшая школа экономики
3. Дальневосточный федеральный университет
4. Казанский (Приволжский) федеральный университет
5. Московский физико-технический институт
6. Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
7. Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
8. Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского
9. Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова
10. Новосибирский государственный университет
11. Российский университет дружбы народов
12. Самарский государственный аэрокосмический университет
13. Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
14. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
15. Сибирский федеральный университет
16. Томский государственный университет
17. Томский политехнический университет
18. Тюменский государственный университет
19. Университет ИТМО
20. Уральский федеральный университет
21. Южно-Уральский государственный университет



— Мы должны думать не о формальных показателях, — отмечает проректор по научной работе и стратегическому развитию МФТИ, — а об усилении научной и образовательной составляющих, об интернационализации вуза. Цитируемость — это уже вторичный показатель, который не совсем точно отражает действительность. К примеру, у нашего вуза она одна из самых высоких среди российских университетов. Конечно, мы стремимся к ее увеличению, но это относительный критерий. Упор мы делаем на сутевом наполнении. Это — серьезная работа по будущему развитию вуза. Без проработанной дорожной карты МФТИ просто не удалось бы получить финансирование.

ДЕНЬГИ — НЕ ГЛАВНОЕ, НО...

Участникам проекта есть, за что бороться. Специально для них правительство выделило дополнительное финансирование — 60,5 млрд рублей на 2013-2017 годы. Причем бюджет программы удалось сохранить, несмотря на многочисленные предложения урезать эту статью расходов в непростых экономических условиях.

МФТИ, наряду с несколькими другими вузами, получил один из самых крупных грантов на развитие — почти 1 миллиард рублей. Но в Минобрнауки считают, что деньги здесь — не главное:

— Важны не столько объемы финансирования, сколько подходы к распределению средств, —

говорит заместитель министра образования и науки Александр Климов. — Наши вузы должны ориентироваться на более сильные университеты и брать на заметку, с помощью чего те повышают свою конкурентоспособность.

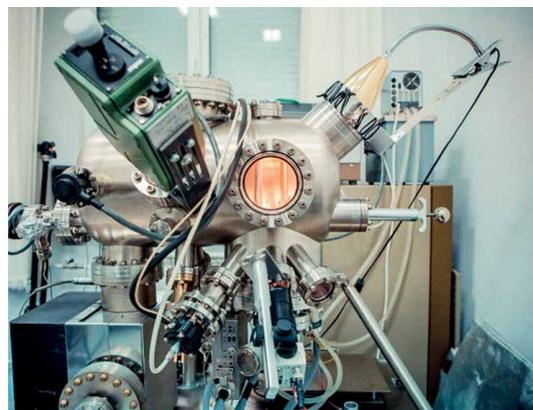
Конечно, на практике этих денег хватает в обрез. Университетам пришлось провести серьезные изменения, которые требуют увеличения расходов. Например, чтобы соблюсти установленные пропорции — один преподаватель на 10 студентов — вузам нужно было увеличить штат. Причем 10% преподавательского состава должны быть иностранцами. А это — необходимость платить конкурентные зарплаты с учетом взлетевших курсов.



МФТИ В ГРУППЕ ЛИДЕРОВ

18 и 19 марта университеты-участники Проекта 5–100 представили достигнутые результаты за 2015 год на заседании Совета по повышению конкурентоспособности ведущих университетов России среди мировых научно-образовательных центров. По итогам работы Совет разделил вузы на три группы для предоставления дополнительных субсидий в 2016 году в размере 900 млн рублей, 500 млн рублей и 150 млн рублей соответственно. МФТИ вошел в группу лидеров Проекта 5–100, которые получают по 900 млн рублей. Сюда же вошли МИФИ, ИТМО, ВШЭ, МИСиС, КФУ и НГУ.

Среди достижений Физтеха в научно-образовательной деятельности Совет отметил публикации ученых института в таких научно-рецензируемых журналах, как Science, Nature, Advanced Materials, Chemical Reviews. Также в прошлом году МФТИ вошел в Шанхайский предметный рейтинг по физике (ARWU) на позиции 101–150. За время участия в Проекте 5–100 в институте было открыто 35 новых лабораторий, а нормализованный индекс цитируемости вырос в два раза (по сравнению с 2011 годом) — с 0,7 до 1,4 пункта.



Привлечь зарубежных специалистов оказалось непросто и из-за сложившейся политической обстановки.

НЕ ИЗОБРЕТАЯ ВЕЛОСИПЕД

Почему же, несмотря на такие сложности, вузам важно участие в этой программе? Потому что — это реальный шанс развить собственные научные лаборатории и исследовательские центры. После долгого периода, когда на науку выделялись сущие гроши, сейчас приходится восстанавливать экспериментальные установки, а то и создавать техническую базу с нуля.

— В рамках этой программы мы уже открыли новые лаборатории, — отмечает проректор МФТИ Тагир Аушев. — Среди

них есть как фундаментальные, так и прикладные. И наша цитируемость растет и за счет этих, новых лабораторий в том числе.

Участие в программе должно стать своеобразным трамплином, который поможет вузам вырастить собственную науку и... заработать денег. В зарубежной практике именно прикладные лаборатории приносят университетам средства, которые позволяют провести важные фундаментальные исследования. Поэтому там сохраняется определенное соотношение лабораторий — тех, кто решает текущие задачи и тех, кто занимается развитием науки в глобальном смысле.

ДОПИНГ ДЛЯ НАУКИ

Есть и короткий путь к вожделенному месту в рейтингах. Например, подтянуть цитируемость можно и без создания дорогостоящих научных центров и подготовки качественных исследований. Достаточно просто почаще цитировать самих себя — одно это уже может обеспечить университету резкий скачок вверх. Но о принципах fair play в таком случае придется забыть. И хотя журналы, в которых

обнаруживается большая доля подобных работ, исключаются из списка Scopus, перерасчет баллов в рейтингах не ведется. И вузы, получившие высокое место благодаря накрученной цитируемости, сохраняют свое преимущество перед остальными.

Именно поэтому Физтех выбрал долгую, но честную дорожку. После провала 90-х, когда в науке не было ни кадров, ни средств единственное, что оставалось университетам — это принципы и базовые ценности. В МФТИ этот принцип был простым: преподавать должны реальные ученые, которые занимаются передовыми разработками. Поэтому создание лабораторий и привлечение к научной работе в них новых кадров было единственно идейно верным решением.

Да, это долгий путь, который потребует времени и усилий. Но именно такая кропотливая работа позволит в будущем получить серьезный прирост качества российских исследований. В конце концов, вряд ли правительство России готово тратить миллиарды просто на строчку в рейтинге. ■

ВЫШЛИ НА ДИСТАНЦИЮ

В МФТИ реализован первый учебный конструктор пакета полноформатных дистанционных курсов «Высокотехнологичные системы» и «Кибернетика 2.0». В составе каждого курса конспекты, видеоматериалы, интерактивные квесты по инжинирингу и прикладному моделированию. В режиме «онлайн» можно освоить материал магистерской программы, повысить квалификацию или пройти углубленную переподготовку.

□ НА ВСЕ СЛУЧАИ ЖИЗНИ

Тематические программы курсов сформированы на стыке сразу нескольких наук. Среди них: общая теория систем, кибернетика, прикладной системный инжиниринг, научный менеджмент, организация и управление предприятиями, Software & Computer Engineering. На выходе, по словам разработчиков, слушатель получит набор знаний, необходимых для работы в условиях так называемой умной экономики. Полезны они, в частности, могут быть разработчикам и пользователям технических и информационных систем, специалистам и руководителям высокотехнологичных предприятий. «Каждого учащегося на Физтехе мы рассматриваем как потенциального

главного конструктора сложных систем или как кандидата в академики, или как архитектора будущего мира», — говорит один из авторов курсов Вячеслав Кондратьев.

Усилиями двух факультетов (ФРТК и ФАКИ), трех кафедр и Центра дополнительного образования сформированы три разных по содержанию, объему и интенсивности варианта подготовки. «Системные архитектуры и процессы высокотехнологичной деятельности» — интегрированная наука на базе теории систем, кибернетики и управления, прикладного системного инжиниринга, организации и управления высокотехнологичным производством. Второй вариант — интенсивный курс

повышения квалификации «Кибернетика 2.0», который позволяет освоить методологию организации и управления системами деятельности и ее применения для высокотехнологичных предприятий, современных и перспективных систем менеджмента. И наконец, гибкая модульная программа углубленной переподготовки «Системный конструктор 2.0». Она включает больше 10 тематических модулей, построенных по принципу «Учим и показываем, как делать». Их можно компоновать между собой в различных вариациях либо взять в полном объеме.

ЛИЧНЫЕ НАСТРОЙКИ

Для студентов факультета радиотехники и кибернетики

ориентированная на физтехов версия курса «Кибернетика 2.0» включена в магистерский диплом и развивается уже несколько лет. Учащиеся других факультетов имеют возможность взять (и берут) этот курс по выбору. Дистанционно приобщиться могут и те, кто к Физтеху вообще отношения не имеет. По окончании обучения им выдадут сертификаты установленного образца. Темп освоения программы курса слушатель выбирает самостоятельно исходя из своего графика, но и не нарушая установленных красных линий. Обучаться можно индивидуально или в группе, для которой разрабатываются специальные задания и учебные траектории. Например, в текущем потоке сформировано двенадцать групп численностью до 10 человек. В каждом таком виртуальном классе назначен староста, обладающий правом индикативной оценки. Записаться на курс можно в любое время. Аттестация проводится по итогам выполнения заданий.

КАК В СКАЗКЕ

Дистанционное обучение верно «системе Физтеха». Главный принцип — сочетание продвинутой теории и актуальной практики из первых рук. Причем в данном случае возможностей

КОММЕНТАРИИ СЛУШАТЕЛЕЙ

Михаил Корнейцев,

магистр ФРТК,

г. Долгопрудный:

«Курс профессора Кондратьева был очень интересным, доступным и наглядным! Я открыл для себя много нового!»

Андрей Бондаренко,

к. ф.-м. н., г. Москва,

выпускник МФТИ:

«Занимаюсь предпринимательской деятельностью, были успехи и неудачи. Пройдя интенсивный курс «Кибернетика 2.0», осознал, что можно бы было сделать по-другому. Удобно, что к материалу и апгрейтам курса можно возвращаться».

Юрий Якунин,

к. т. н., г. Красноярск:

«Тем, кто уже работает, курс позволяет систематизировать разрозненные представления об управлении организационными системами. Это закладывает серьезный потенциал для развития организаций и роста сотрудников».

становится гораздо больше.

«Слушатели, — отмечает Вячеслав Кондратьев, — могут, не покидая Долгопрудного, потенциально участвовать в реализации проектов в любой точке планеты. Как это было, к примеру, в проектах улучшения системы технологических присоединений компании «Россети» в Санкт-Петербурге,

изучении опыта финских энергокомпаний, моделировании корпоративных архитектур для компании «Транснефтьэнерго». Слушатели и сами предлагают много оригинальных тем учебных квестов и применений международных лекал системного инжиниринга. Лекала здесь — это типовые опорные модели к «обучению действием» — иерархические, процессные, кибернетические, гибридные. Так, архитекторами будущего мира в качестве объектов анализа предлагаются сказки Пушкина, картины Репина, пошив бального платья, производство маек Физтеха, космические миссии, буфет Физтеха, PLM — системы и управление жизненными циклами технических объектов, запись цифрового контента в телестудии, центры операционного превосходства, кейсы программ MBA. Разработки некоторых квестов перерастают в своего рода шпаргалки, а лучше сказать — навигаторы от нынешних учеников будущим ученикам, вырастают в научные публикации. Использование игровых форм — важный компонент обучения. А цифровые технологии позволяют удобно фиксировать и транслировать результаты. Практика показывает, что для нового поколения физтехов такой подход реально работает. ■

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН КУРСА «КИБЕРНЕТИКА 2.0» (ПРИМЕНЕНИЯ ДЛЯ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ):

Методология

1. Ключевые процессы инжиниринга и экономической деятельности
2. Обобщенное предприятие и бизнес-модели
3. Гибридные модели систем деятельности
 - Целеполагание
 - Бизнес-процессы, проекты
 - Организационный дизайн
 - Системы управления
4. Менеджмент изменений, управление жизненными циклами, «Кибернетика 2.0»
5. Механизмы управления производственным поведением

Практики

6. Технологические присоединения к инфраструктуре
7. Инжиниринг
8. Умное производство
9. Техническое обслуживание и ремонты оборудования
10. Системы менеджмента качества, бережливое производство, операционные улучшения
11. Энергоменеджмент
12. Конструктор систем умной деятельности



ЧИТАЕМ ПО ЧЕТВЕРГАМ

Физтех, находясь в Долгопрудном, немного оторван от внешнего мира. С одной стороны, это позволяет студентам сосредоточиться на учебе, с другой — приводит к тому, что МФТИ сравнительно мало известен широкой общественности. Чтобы исправить ситуацию, в московском корпусе института стартовал проект «Физтех. Читалка», в рамках которого каждый четверг студенты и аспиранты института выступают с научно-популярными лекциями. Тематика самая разнообразная — от компьютерного дизайна материалов до исследований Марса и основ биохимии. Вот выдержки лишь из некоторых выступлений.



АЙК АКОПЯН
ПРОСТОЙ СЛОЖНЫЙ МИР
[OR]. КАК Я ПЕРЕСТАЛ БОЯТЬСЯ
И ПОЛЮБИЛ ХАОС

— В физике для измерения хаоса используют величину, которая называется энтропией системы. Чем больше энтропия, тем менее упорядочена система. В состоянии равновесия энтропия максимальна. Больцманом в XIX веке была доказана так называемая Н-теорема, которая гласит, что в замкнутой системе энтропия со временем всегда возрастает.

На практике это несет за собой вполне понятные последствия. Если мы, например, возьмем шарик с гелием

и взорвем его в углу комнаты, то газ через некоторое время разлетится по всей комнате, заполнив равномерно ее всю. Таким образом, энтропия газа увеличится до максимума и... Да, в общем-то, и все. Сколько бы мы ни ждали, гелий никогда не соберется обратно в кучу в углу комнаты. То есть процессы в нашем мире необратимы: из конечного состояния мы никак не можем узнать начальное, так как конечное состояние одинаково для всех начальных состояний.

— Профессионалы рынка спортивных достижений шутят, что соревнования сейчас идут не между спортсменами, а между разработчиками программ тренировок. Чтобы исследовать спортсмена непосредственно во время занятий, придется повесить на него кучу приборов: измерители пульса, давления, уровня сахара в крови — и еще желательны МРТ-аппарат. В таком обмундировании достичь высоких показателей (или хотя бы просто сдвинуться с места) нереально. А вот с помощью математической модели можно рассчитать интересующие показатели на компьютере: ученые заранее снимают параметры со спортсмена в состоянии покоя и составляют уравнения, из

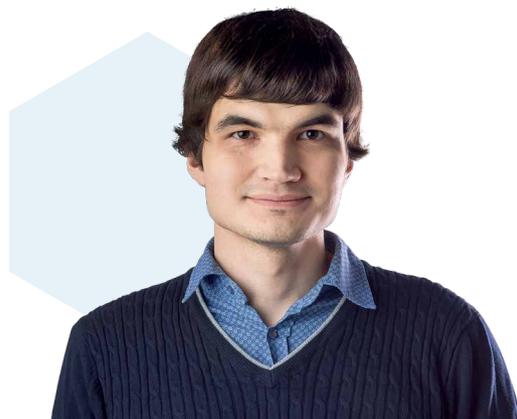
которых затем можно извлечь нужные параметры в состоянии физической нагрузки. Моделировать можно самые разные процессы: например, дыхание в клетках мышц футболиста во время бега до образования тромбов. Модели могут быть разной размерности и учитывать большое количество параметров — например, степень упругости сосудов, если мы делаем расчет для сосудистой сети. Математически смоделированные стратегии для тренировок — уже рутинная для спортивной индустрии. Показатели великого бегуна Усэйна Болта, к примеру, почти совпадают с графиком кривой оптимального темпа для бега на 100 метров в каждый момент времени.



ВИКТОР КАНТОР МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ: КАК АЛГОРИТМЫ УЧАТСЯ ПРЕДСКАЗЫВАТЬ БУДУЩЕЕ И ДЕЛАТЬ РАБОТУ ЗА ЧЕЛОВЕКА

— Положим, специалисту по машинному обучению необходимо построить алгоритм, например прогнозирующий условное значение платежеспособности каждого нового клиента банка по уже существующим данным о других. На первый взгляд, чем больше признаков мы возьмем, тем больше информации в результате получим. Но далеко не всегда увеличение количества признаков дает лучший результат. Например, если при предсказании,

сколько человек придет на следующую лекцию «Физтех. Читалки», учитывать в качестве дополнительного параметра фазу Луны, то предсказание только ухудшится. А если таких «важных» факторов будет достаточно много, они могут задавить действительно значимые: время проведения лекции, строгость оценки лекционного предмета, близость к праздникам. Поэтому зачастую предсказания улучшаются выбрасыванием ненужных признаков.



ТИМУР ГАМИЛОВ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В МЕДИЦИНЕ И СПОРТЕ

КОММЕНТАРИИ СЛУШАТЕЛЕЙ

Али Берберов:

«Я очень рад, что в последние годы в Москве запускается много онлайн- и офлайн-проектов, направленных на популяризацию науки, — Geek Picnic, «Наука.Вкусно», «Постнаука», «Чердак», Science Slam и так далее. Благодаря «Физтех. Читалке» я узнал о «запрещенных» химических соединениях, клеточных автоматах, предсказательных способностях роботов. Люди по-разному расслабляются после рабочего дня, я вот люблю заглянуть вечером на такую лекцию, узнать что-то новое».

Надежда Буйлова:

«Жаль, что про «Физтех. Читалку» мало кто знает. Про машинное обучение хорошо получилось. Не то чтобы я много помнила из курса школьной математики, но все равно понятно. Страстно жду продолжения про реальные проекты».

АНОНСЫ БЛИЖАЙШИХ ЛЕКЦИЙ:

<https://mipt.ru/events/>

МООСИ НА ВЫБОР

Получать знания сейчас просто: включаешь компьютер (смартфон, планшет, далее по списку) и получаешь. В любом удобном для тебя месте можно послушать или посмотреть лекцию, почитать научную литературу. Дверь в волшебный мир новых возможностей открывают онлайн-курсы, которые принято называть МООС-платформами (от английского МООС — *massive open online course*). Представляем обзор самых полезных и интересных из них.

УНИВЕРСАРИУМ



universarium.org

Межвузовская площадка электронного образования. Свои программы для нее предоставляют МФТИ, МГУ им. М. В. Ломоносова, НИЯУ МИФИ, МГТУ им. Н. Э. Баумана, РЭУ им. Г. В. Плеханова.

+ Плюс
Обучение строится по модульному плану: видеолекция, самостоятельная работа, домашнее задание и тестирование

- Минус
Учебные курсы запускаются не по определенным датам, а в зависимости от наполняемости — как только количество слушателей достигнет 5000

TED

ted.com

Коллекция из более чем 1000 небольших (до 20 минут) выступлений с конференций TED, которые может посмотреть любой желающий.

+ Плюсы

- Каждую неделю появляются новые выступления
- Видеоролики сопровождаются субтитрами на английском языке, а многие переведены более чем на 20 языков мира
- Свой Youtube-канал
- Возможность слушать аудио-подкасты через iTunes

- Минусы

- Ролики не объединены в курсы
- Отсутствует взаимодействие со слушателями



ОТКРЫТОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

openedu.ru

Национальная платформа онлайн-образования. На сегодняшний день доступно 63 курса от восьми ведущих вузов России, таких как МФТИ, МГУ, СПбГУ, ИТМО, СПбПУ, НИУ ВШЭ, УрФУ и НИТУ «МИСиС».

+ Плюсы

- Курс может быть засчитан в дипломе любого вуза России при согласии администрации вуза

- Минусы

- Сертификаты, подтверждающие прохождение обучения, платные



edx.org

Бесплатная образовательная платформа, созданная совместно Гарвардским университетом и Массачусетским технологическим институтом (MIT).

+ Плюсы

- Возможность получить новую профессию, освоив определенный набор из 3–9 курсов
- Возможность выбора суммы пожертвования за получение сертификата о прохождении курса

- Минусы

- Отсутствие мобильных приложений
- Практически полное отсутствие курсов с русскими субтитрами

Мировой лидер онлайн-обучения, сотрудничающий с университетами всего мира. Не так давно здесь появились полностью русскоязычные курсы, некоторые из них ведут ученые МФТИ. Каждый курс в среднем длится от 4 до 12 недель. По окончании большинства курсов можно получить официальный сертификат.

+ Плюсы

- Интерактивность занятий: многие лекции разбиты на несколько частей, после каждой из которых студентам предлагается ответить на вопрос по прослушанному материалу
- Наличие мобильных приложений для iOS и Android
- Наличие курсов со свободным посещением, которые не ограничены определенным сроком. Все материалы в данном случае находятся в свободном доступе, а слушатели могут заниматься в любое время и в любом темпе
- Возможность получить новую профессию, освоив определенный набор из 3–9 курсов
- Наличие курсов с субтитрами на русском и многих других языках
- Интуитивно понятный интерфейс
- Возможность получить официальный сертификат
- Наличие форумов для общения с другими слушателями
- Имеется порядка 700 различных курсов

- Минусы

- Сертификаты, подтверждающие прохождение обучения, платные
- Основной язык преподавания — английский
- Отсутствие живого общения с преподавателями

ОНЛАЙН-КУРСЫ МАССАЧУСЕТСКОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

ocw.mit.edu/

Институт выкладывает на сайт в открытом доступе записи всех своих лекций. Этот ресурс не является МООС в традиционном смысле, так как отсутствует обратная связь с учениками.

+ Плюс

Наличие большого количества разнообразных лекций и материалов для самостоятельного изучения

- Минус

Отсутствие интерактивного взаимодействия



udacity.com

Образовательная платформа, специализирующаяся на Computer Science. Основные направления обучения: веб-дизайн, анализ данных и мобильные приложения. Упор делается не на теорию, а на практику. Среди преподавателей — сотрудники ведущих IT-компаний: Google, AT&T, Facebook, Salesforce, Cloudera. Каждый курс разбит на несколько занятий, состоящих из 10–15 тематических роликов.

+ Плюсы

- Практикоориентированность
- Наличие мобильных приложений
- Возможность работать в офлайн-режиме, предварительно загрузив несколько уроков
- Наличие русских субтитров в некоторых курсах
- Свой Youtube-канал

- Минусы

- Не слишком разнообразный ассортимент курсов
- Получение сертификата только после прохождения платного выпускного экзамена



ИНТУИТ

intuit.ru

Крупнейший российский интернет-университет с возможностью получения высшего и второго высшего образования, а также профессиональной переподготовки и повышения квалификации, существующий с 2003 года. Ресурс появился раньше всех англоязычных платформ. Из всех российских образовательных онлайн-ресурсов обладает самой большой базой курсов.

+ Плюсы

- Язык преподавания — русский
- Отсутствие какой бы то ни было платы
- Отсутствие ограничений по срокам — все материалы выложены в свободный доступ круглый год
- Возможность получить официальный сертификат

- Минусы:

- Недружественный интерфейс
- Недостаточная интерактивность

КВАНТОВЫЙ ГЕНЕРАТОР

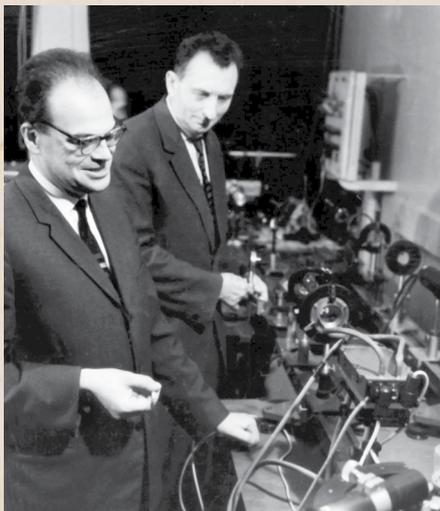
В 1954 году в СССР был создан первый в мире генератор радиоволн, источником излучения в котором были молекулы аммиака. Родилась совершенно новая область науки — квантовая электроника. Авторы открытия позже получают Нобелевские премии. А начиналось все с решения утилитарной задачи — повышения точности радиообнаружения.

□ ...И ОБМЕНЯЛ БАСОВА НА СИНХРОТРОН

Все началось с попыток «приручить» миллиметровые радиоволны. Эту задачу ученые пытались решить во второй половине 40-х годов, сразу после окончания Второй мировой войны. Уже тогда стало ясно, что радиолокаторы, работая в диапазоне более коротких волн, намного точнее определяли местоположение объектов в пространстве. Но здесь радиофизики столкнулись с неожиданной проблемой — в процессе работы миниатюрные радиолампы для миллиметрового диапазона настолько сильно разогревались, что такие приборы практически сразу выходили из строя. Необходимо было придумать новый принцип генерации радиоизлучения, при котором исчезла бы жесткая зависимость между длиной радиоволны и размером радиолампы.

В 1947 году будущий академик Владимир Векслер на основе описанного им в 1944 году закона, обеспечивающего стабильность частиц в резонансном циклическом ускорителе («Принцип автофазировки»), построил первый в СССР синхротрон (резонансный ускоритель заряженных частиц). Прибор представлял собой электронную установку с вакуумной камерой, вытянутой в виде кольца, в которой частицы ускорялись до скорости, близкой к скорости света, а траекторию их движения задавали несколько мощных электромагнитов.

Познакомившись с этой установкой, будущий академик и лауреат Нобелевской премии Александр Прохоров сделал предположение, что принцип синхротрона можно использовать и для создания генератора сантиметровых и миллиметровых



радиоволн. Раздобыв нужный магнит от простейшего ускорителя, исследователь с несколькими коллегами самостоятельно построил небольшой синхротрон.

К реализации проекта привлекли и студента Московского инженерно-физического института (будущего академика и лауреата Нобелевской премии) Николая Басова, которого после защиты диплома Прохоров пригласил на работу в свою лабораторию.

В книге «Превращения гиперболоида инженера Гарина» Ирина

Радунская писала об этом так: «В Москве распределение выпускников-физиков в те годы напоминало нечто среднее между тетеревиным током и рыцарским турниром. Соперники — представители исследовательских институтов и конструкторских бюро — сражались за каждого выпускника. Говорят, что однажды и Прохоров томился в коридоре МИФИ, у дверей, за которыми решалась судьба его дипломника Басова, и соображал, как бы заполучить его на работу к себе в лабораторию... Говорят, и я думаю, этому можно верить, он додумался обменять Басова на синхротрон! Решил подарить МИФИ синхротрон, надеясь, что МИФИ подарит ему Басова...»

ПОМОГЛИ НЕСТАНДАРТНЫЕ МЕТОДЫ

Из опытов с синхротроном, впрочем, ничего не получилось. Тогда начали «просвечивать» радиоволнами различные газы, изучая при помощи радиоспектроскопа эффект их поглощения. Возникла идея — если атомы и молекулы могут поглощать радиоволны, значит, они способны и излучать их! А чтобы создать эффективный СВЧ-генератор, вместо огромного синхротрона нужно порабо-

вать использовать молекулы и атомы вещества и таким образом получить естественный генератор радиоволн.

Исследователи провели необходимые расчеты, нарисовали принципиальную схему будущего прибора, для работы генератора выбрали молекулы аммиака... А дальше начались сложности.

Так, например, если обычные приборы запитываются от внешних источников, то в случае с молекулярным генератором источником питания должны были стать сами молекулы, превращающие собственную энергию в радиоволны. Как их заставить это делать? Затем молекулы должны были попадать в генератор в виде направленного пучка, при этом не сталкиваться друг с другом, а также с молекулами воздуха. Как этого добиться? Для работы генератора требовался вакуум, а для его создания — мощный вакуумный насос. Вакуумная среда внутри генератора должна была непрерывно насыщаться молекулами аммиака. Как совместить оба процесса на практике? Решить эти и многие другие проблемы удалось, прибегнув лишь к нестандартным методам.

“ Исследователи провели необходимые расчеты, нарисовали принципиальную схему будущего прибора, для работы генератора выбрали молекулы аммиака... А дальше начались сложности ”

Вместо мощного насоса, например, был использован жидкий азот, которым охлаждали поверхность генератора, молекулы аммиака втягивались внутрь и просто примерзали к ней. При этом воздух удаляли, наоборот, очень слабым воздушным насосом, которого вполне хватало.

Чтобы отделить слабые молекулы от сильных, их подавали в специальную сортирующую систему с сильным электрическим полем. Слабые молекулы оно отбрасывало, а сильные, наоборот, притягивало и отправляло в объемный резонатор для сантиметровых волн.

Пролетая сквозь резонатор, молекулы начинали излучать кванты электромагнитной энергии (из-за этого эффекта молекулярный генератор также называют квантовым).

Прохоров с Басовым сумели подобрать такую форму резонатора, которая могла создавать высокую стабильность частоты колебаний молекул

аммиака. При этом нужно было еще и заставить пучок молекул двигаться строго вдоль силовых электрических линий, чтобы свести к минимуму влияние самого резонатора на частоту колебаний. Наконец, нужно было оснастить резонатор антенной для трансляции электромагнитного излучения, накопившегося в генераторе.

ТИПИЧНЫЙ БАНТИК

В 1954 году работа по созданию прибора была завершена, началась настройка и тестирование отдельных узлов. С корпусом проблем не возникло, а вот дозаторы, регулирующие подачу газа в радиоспектроскопы, вдруг покрылись коррозией. Оказалось, что для аммиака они совершенно не годятся. Потом неожиданно начались электрические «пробои» из-за остаточного загрязнения, возникшего на электродах. Пришлось придумывать новую технологию их очистки, использовать систему измерения частоты и другие устройства. Говорят, в этот период Прохоров с Басовым просто жили в лаборатории.

И вот наконец настал день испытаний молекулярного генератора. Как это было, Ирина Радунская описывает в книге «Кванты и музы»: «— Рискнем? — спросил Прохоров.

Басов только кивнул. Движение руки. Стрелка вольтметра подскочила еще на

несколько тысяч вольт. Вчера при этом неизбежно возникал пробой. Но теперь все было спокойно.

В который раз медленно вращается ручка прибора. И опять кривая становится прямой и начинает изгибаться вверх. Вдруг на ее вершине возникает узкая полоска.

Прохоров и Басов переглянулись. Неужели?!

Все так же методично движется рука, вращающая рукоять прибора. Медленно увеличивается и расширяется полоска. И вот в ее середине отчетливо виден поясok.

— Типичный бантик, — сказал один.

— Работает, — отозвался второй.

Так родился молекулярный генератор, поразительный прибор, сердцем которого был не мотор, не шестерни, не какие-нибудь другие детали. Главную роль в нем играли невидимые глазу молекулы аммиака, которые делали то, чего никто никогда от них не ждал. Они изучали радиоволны». ■

НЕ НАДО ВРАТЬ

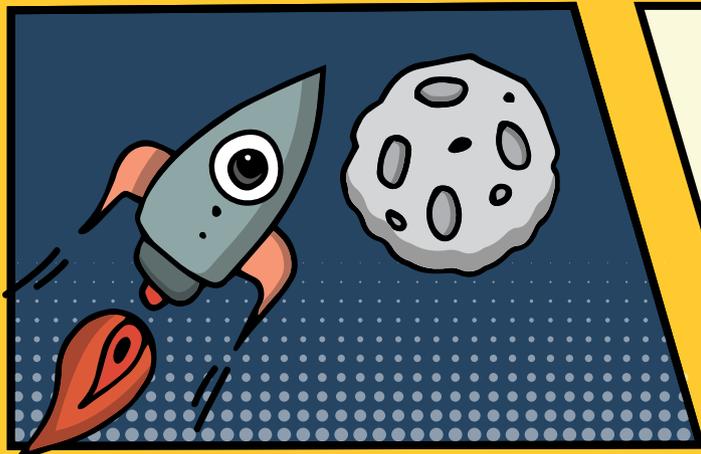


Может ли лягушка левитировать? Разумно ли предполагать, что есть взаимосвязь между количеством пиратов и глобальным потеплением? Уменьшают ли надетые поверх обуви носки шансы поскользнуться на льду? Ученые Физтеха комментируют «громкие» открытия коллег.

В этом номере мы разбираем уравнение физика Дэвида Граймса (David Grimes) из Оксфордского университета. Оно якобы позволяет вычислить, через какое время будет раскрыта тайна, о которой знают больше одного человека. Как следует из статьи «On the Viability of Conspiratorial Beliefs», опубликованной в журнале PLoS One, это уравнение ставит под сомнение любые теории заговора. Просто потому, что рано или поздно (и скорее рано, чем поздно) правда всплывет наружу. И выглядит уравнение так:

$$L(t, N(t)) = 1 - e^{-t(1-\psi(t))N(t)}$$

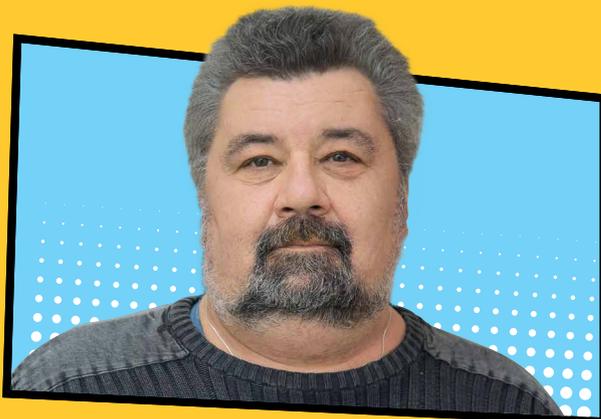
В нем учитываются три фактора: $N(t)$ — число заговорщиков, t — время, прошедшее с момента сокрытия правды, $\psi = 1 - p$ — вероятность того, что заговор не раскроют. Согласно выводам Граймса, чем больше людей задействовано в сокрытии правды (≥ 1000), тем быстрее крупные заговоры становятся несостоятельными. К примеру, если в реализации имитации высадки человека на Луну в 1965 году принимали участие 410 000 сотрудников NASA, то об этом узнали бы спустя три года и семь месяцев.





АНДРЕЙ РАЙГОРОДСКИЙ,
ДОКТОР ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК,
ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ ДИСКРЕТНОЙ
МАТЕМАТИКИ ФИВТ, РУКОВОДИТЕЛЬ ОТДЕЛА
ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
«ЯНДЕКСА», ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР ЖУРНАЛА MOSCOW
JOURNAL OF COMBINATORICS AND NUMBER THEORY:

— Тема конспирологии, несомненно, очень привлекательная. И потому понятно, что статья обречена быть цитируемой как сторонниками, так и противниками теории заговора. Если говорить по существу, то статья не выдерживает никакой критики ни с математической, ни с историко-философской точки зрения. Хуже того: это полная профанация, на которую и время-то тратить жаль. Вся математика там, грубо говоря, сводится к тому, что если вероятность неудачи (провала заговора) в течение одного дня равна какому-то q , то вероятность того, что за день заговор не раскроют, равна $1-q$, а стало быть, вероятность того, что заговор не раскроют за 100 дней (например), это $(1-q)^{100}$, откуда, наконец, вероятность раскрытия заговора за 100 дней равна $1-(1-q)^{100}$. Дескать, если даже $q = 0,01$, то есть, казалось бы, вероятность маленькая, то все равно $1-(1-q)^{100} > 0,63$, что уже больше половины. Но это же тривиальное упражнение для школьника или студента, начинающего изучать теорию вероятностей. Публиковать ТАКОЕ... ну, я даже не знаю, как это именовать! В то же время откуда все эти предпосылки? Например, откуда известно, что события, состоящие в том, что заговор раскроют 1 января, и в том, что его раскроют 2 января, независимы? Но ведь только в этом случае вероятности перемножаются и получаются выражения типа $(1-q)^{100}$. Дальше и говорить не о чем.



ЛЕОНИД ПАНКРАТОВ,
ДОКТОР ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК,
ВЕДУЩИЙ НАУЧНЫЙ СОТРУДНИК ЛАБОРАТОРИИ
ФЛЮИДОДИНАМИКИ И СЕЙСМОАКУСТИКИ МФТИ,
ASSOCIATED RESEARCHER OF THE UNIVERSITY
OF PAU (FRANCE):

— С моей точки зрения, попытки создания математических моделей в истории и социологии нужно приветствовать и вместе с тем подвергать жесткой критике. Полноценные теории не создаются в один момент, это долгий и кропотливый процесс. Как писал Владимир Ильич Ленин: «Процесс познания идет от незнания к знанию, от знания неполного, неточного к знанию более полному, более точному». Поэтому данную работу можно считать шагом на пути к полноценной математической истории. Возможно, в будущем мы сможем сформулировать для социальных дисциплин аналог закона сохранения энергии.

Однако если говорить по существу, то математическая модель, построенная в этой статье, простенькая и имеет крайне ограниченную область применения. Распространение информации в обществе зависит от огромного количества параметров. Представьте себе, что вы издаете книгу о том, что американцы не были на Луне. У вас есть точные источники информации из НАСА, комментарии ученых, но... книга вышла тиражом 500 экземпляров. Узнает ли о ней хоть кто-нибудь? Вряд ли.

Учитывает ли такие нюансы автор статьи? Нет. Он сводит весь процесс к распределению Пуассона. Почему именно к нему? Откуда мы знаем, что распространение идей происходит таким образом? Но работу писал физик, он не привык формально описывать построенные модели. В результате получается иллюстрация теоремы Хаусдорфа из математической логики: из ложной посылки можно получить любой, в том числе и верный, результат.



ПОТОМУ ЧТО ОН ПЛОХОЙ

ЧТО НЕ ТАК С ДЭДПУЛОМ С НАУЧНОЙ ТОЧКИ ЗРЕНИЯ?

Победа над раком

В кино

Уэйд Уинстон Уилсон, а именно так звали нашего героя, до того как его наделили суперспособностями, вел ничем не примечательную, хотя и весьма далекую от принятых обществом устоев, жизнь. Работа, любимая девушка, планы на будущее. Все меняется, когда у мистера Уилсона диагностируют рак в последней стадии. В этот момент в игру вступают представители некоего Департамента X, дарующие надежду на исцеление.

В жизни

К сожалению, современной науке вряд ли удастся сохранить жизнь такому пациенту. На сегодняшний день в мире известно порядка 100 видов рака, и все они обладают своей спецификой лечения. Четвертая (последняя) стадия рака характеризуется процессом метастазирования (образованием вторичных злокачественных опухолей). Разрастаясь, опухоль затрагивает все больше и больше тканей и органов. Итог всегда один — летальный исход.

КСТАТИ

Совсем недавно исследователи из Онкологического центра им. М. Д. Андерсона в Техасе (США) предложили модифицировать родоначальников метастаз. Эти клетки обладают способностью возвращаться в первичную опухоль. Если заставить их синтезировать и выделять наружу TNF-α — сигнальный белок (фактор некроза опухолей альфа), можно замедлить рост имеющихся опухолей и препятствовать развитию новых (вторичных).



Сыворотка, мутации, пытки

В кино

Ученые Департамента X вводят Дэдпулу сыворотку, которая под воздействием стресса вызывает мутации, способствующие появлению суперспособностей. А чтобы спровоцировать стресс, героя подвергают пыткам.

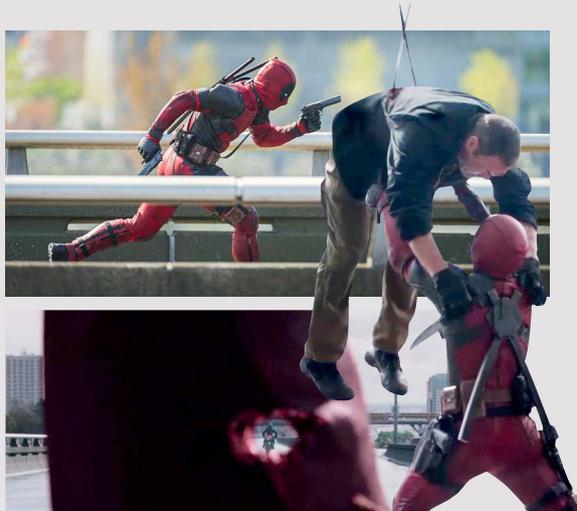
В жизни

На сегодняшний день известно, что стресс, особенно в больших количествах, вызывает в организме ненаправленный мутагенез (проявление мутаций, которое нельзя контролировать). Около четырех лет назад ученым удалось показать, как, используя систему CRISPR/Cas9, или «Криспер», можно проводить редактирование генома человека. В клетку организма вводятся две плазмиды (кольцевых молекул ДНК прокариотических организмов, способных к автономному размножению). Первая включает в себя два гена: guideRNA и Cas9. Вторая содержит «ген-заплатку» (ген, который мы хотим вставить в геном подопытного). Преобразовавшись в организме в соответствующую гид-РНК и белок Cas9, система приступает к работе. Гид-РНК указывает ферменту Cas9, в каком месте следует резать ДНК организма. После этого включается процесс репарации ДНК (специальные ферменты «обнаруживают» разрыв в цепи ДНК и «заштопывают» его). В роли «заплатки» выступает ген, помещенный нами во вторую плазмиду.

Одним из главных кинособытий этого года успел стать Дэдпул — экранизация очередного марвеловского комикса с максимально приближенным к реальности героем, превратившимся в связи с этим в антигероя. Он неуравновешен, склонен к агрессии и вообще ведет неправильный образ жизни. Как наказание — смертельная болезнь. С которой — благо что в сказке — берутся справиться специальные органы. Далеки ли демонстрируемые чудеса от истины? Пробуем разобраться.



Кадры из фильма Дэдпул (20th Century Fox, Marvel Entertainment, реж. Тим Миллер, 2016 г.)



РЕГЕНЕРАЦИЯ ОРГАНОВ

В кино

Пожалуй, одной из главных составляющих успеха Дэдпула в любой схватке является его феноменальная способность к регенерации. Наверняка всем запомнился сюжет фильма, когда наш герой бесстрашно отрезал себе кисть руки. Казалось бы, после такого Дэдпул уж точно должен был остаться инвалидом, но нет, рука снова отросла, причем без какой-либо потери функции. Интересен сам процесс восстановления части конечности. Сначала отрастает зачаток, который впоследствии увеличивается в размерах и наконец, приобретает привычные черты. Продемонстрированный процесс напоминает таковой у всем известной саламандры.

В жизни

Команда ученых из Университетского колледжа Лондона (UCL) раскрыла тайну успешного восстановления саламандрами частей тела. Для поддержания клетками способности к регенерации необходима постоянная активность молекулярного пути ERK (extracellular signal-regulated kinase). Внешнее воздействие на клеточный рецептор активирует последовательность молекул (ERK-путь), по которым сигнал передается к ядру клетки, содержащему генетическую информацию. Впрочем, перевести это знание в практическую плоскость пока не удалось никому.

РАЗВИТЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ

В кино

Супергерой от природы или под воздействием внешних сил всегда становится обладателем уникальных физических возможностей. Дэдпул не исключение.

В жизни

За все наши способности, будь то быстрый бег или сила удара, отвечают гены. Зная, какие именно, используя современные методы, мы можем активировать их. Одним из важнейших параметров является усиление аэробного метаболизма в мышцах, за которое отвечает ген эритропоэтина EPO. Он регулирует развитие эритроцитов, клеток крови: чем их больше, тем больше кислорода получают ткани и тем активнее в организме выделяется энергия. Еще один способ увеличить содержание кислорода в мышцах — усилить рост сосудов, за который отвечает ген VEGF — фактор роста эндотелия сосудов. Другой неотъемлемой составляющей успеха является увеличение мышечной массы, в этом нам поможет ген IGF-1 (инсулиноподобный фактор роста первого типа). Справиться же с болевыми ощущениями можно при помощи манипуляций с генами гормонов энкефалина и эндорфина.

Однако долговременные эффекты генной терапии на данный момент неизвестны и могут оказаться весьма неожиданными. К примеру, установлено, что гиперэкспрессия гена EPO может явиться причиной нарушения сперматогенеза и, как следствие, репродуктивной функции. Будем надеяться, что данных проблем нашему герою все таки удастся избежать. ■

ЗА НАУКУ \supseteq ФОТОХРОНИКА

📷 Евгений Пелевин,
Николай Магера

- ➔ Участники Зимней олимпиадной школы — 2016
- 🕒 Подготовка к госэкзамену по физике. Консультация



- ➔ Рабочий визит делегации из Исследовательского центра города Юлих (Forschungszentrum Jülich, Германия) во главе с председателем совета директоров центра профессором Вольфгангом Маквардом (Prof. Dr. Wolfgang Marquardt)



- 🕒 Международный хакатон DeepHack.Q&A

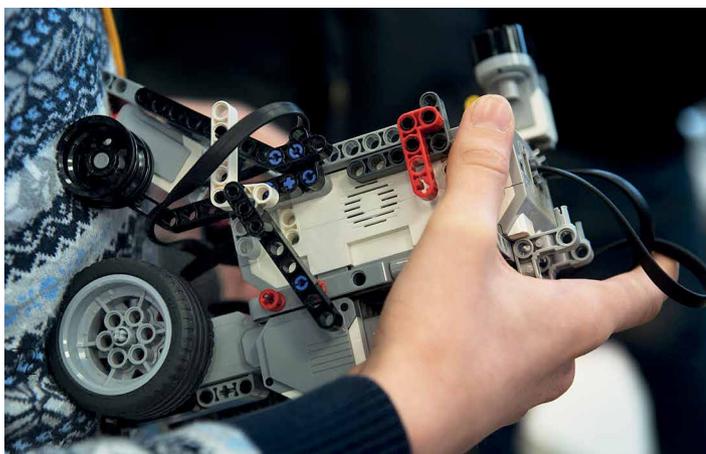
- 🕒 «День «Микрона»» (ведущего производителя России в полупроводниковой отрасли) на Физтехе



- ➔ Ректор МФТИ Николай Кудрявцев и помощник Президента Владислав Сурков заложили письмо в капсулу основания будущего учебно-лабораторного корпуса цифровых технологий Физтехе



- 🕒 Визит руководителя Института сложных систем (Institute of Complex Systems (ICS-8) & Peter Grünberg Institut (PGI-8) Андреаса Оффенхойзера



- 🕒 В МФТИ прошли Открытые соревнования по робототехнике

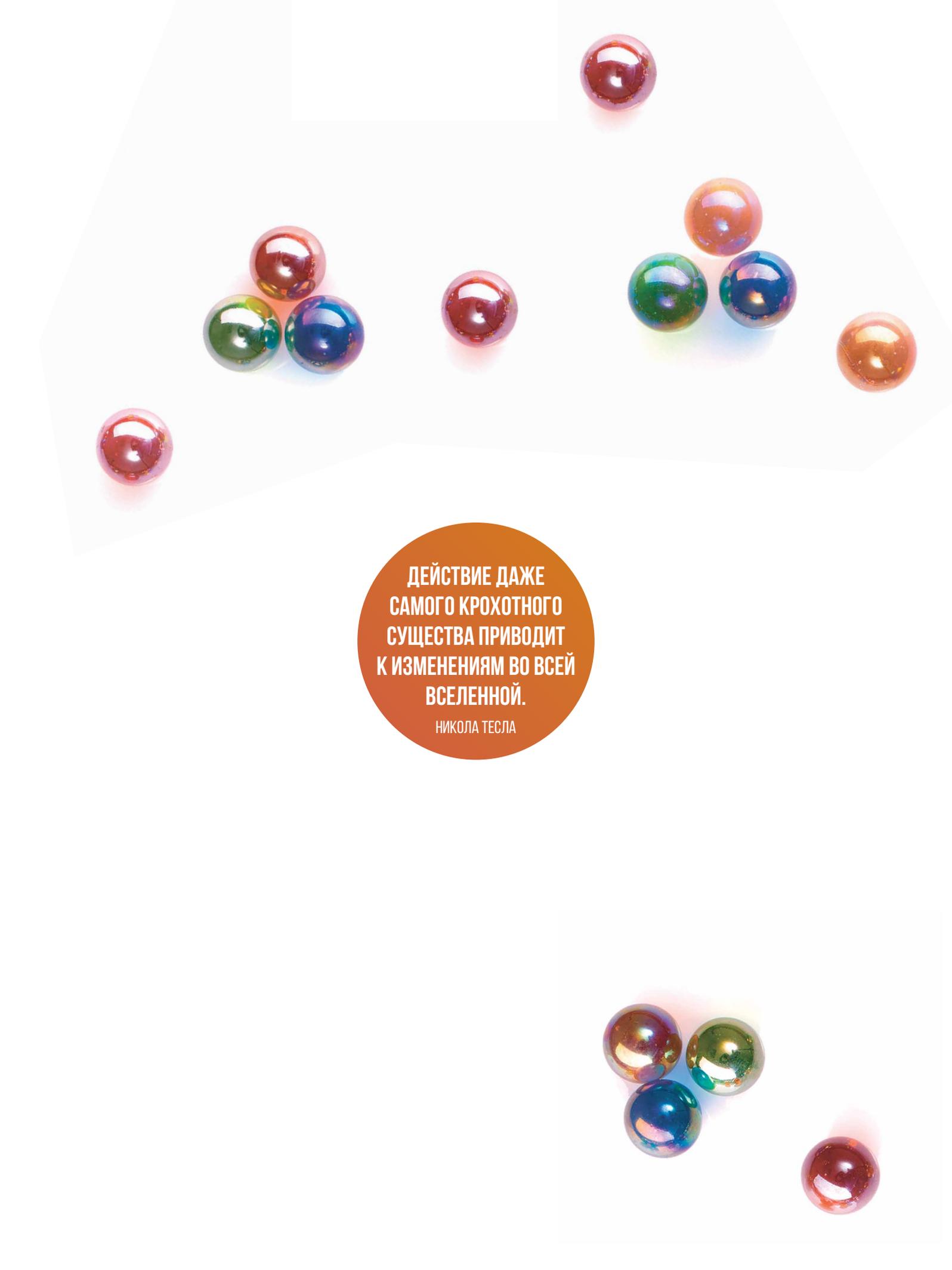
- ➔ Международная конференция научных работ «Старт в науку»



**SCIENCE
SLAM**

**PHYTECH
MODE**

**ВОЗВРАЩАЕТСЯ
В АПРЕЛЕ**

A collection of colorful marbles scattered on a white surface. The marbles are in various colors including red, orange, green, and blue. They are arranged in a somewhat circular pattern around the central text.

**ДЕЙСТВИЕ ДАЖЕ
САМОГО КРОХОТНОГО
СУЩЕСТВА ПРИВОДИТ
К ИЗМЕНЕНИЯМ ВО ВСЕЙ
ВСЕЛЕННОЙ.**

НИКОЛА ТЕСЛА