SAPERE AUDE

ЗА НАУКУ

ВЫХОДИТ С 1958 ГОДА
№2 (1941) 2015



Сделано в МФТИ

стр. 24

Наука из первых уст

стр. 34

«Нобель» за лазер

стр. 40

Летописец Физтеха:

Александр Щука

стр. 50-55

Колонка редактора



ДОРОГИЕ ДРУЗЬЯ!

Чем хорош наш Физтех? Тем, что на нём всё время что-то меняется. Меняется и наш журнал. То мы не выходили полгода, а теперь переходим к ежемесячному режиму выхода.

При этом если ты делаешь «толстый» журнал в МФТИ, можно быть уверенным в одном: выходишь ты раз в полгода или раз в месяц, недостатка в материалах и в информации у нас не будет. Это и замечательно, и накладывает ответственность на момент подбора материалов.

В этом номере мы сделали паузу с выпуском материалов о Петре Леонидовиче Капице, но это не значит, что они закончились. Зато продолжили серию о наших нобелевских лауреатах. К тому же, у нас появляются новые рубрики, которые станут, я надеюсь, традиционными.

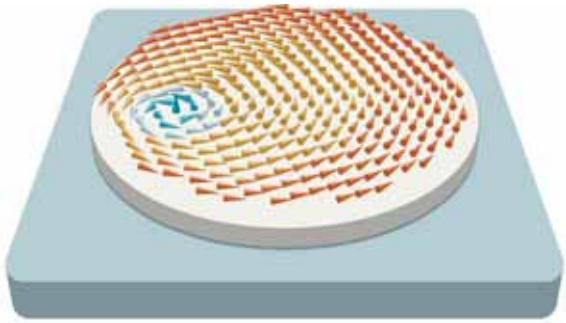
Смотрите, читайте, пишите нам!

Алексей Паевский
главный редактор журнала «За науку»

НОВОСТИ ФИЗТЕХА 4

МФТИ В СМИ 8
О нас стали писать всё больше и больше. А также показывать по телевидению и передавать по радио;

НАУКА В МФТИ 12
Недавние научные публикации, сделанные учёными Физтеха.



СДЕЛАНО В МФТИ 24
Наука - дело важное, однако важны и инновации. Наглядная история одной разработки Физтеха, доведенной до патентов.

НОБЕЛЬ-2015 26
В октябре были присуждены очередные нобелевские премии. Наши ученые были среди кандидатов на премии, были и среди тех, кто комментировал главное научное событие года.



НАУКА ИЗ ПЕРВЫХ УСТ 34
Новая рубрика в нашем журнала. О лабораториях МФТИ рассказывают сами их руководители.

СОЗДАТЕЛЬ ЛАЗЕРА 40
Десять наших профессоров и выпускников становились лауреатами Нобелевской премии. Сегодняшний рассказ о советском «австралийце», создателе лазера и института общей физики РАН Александре Прохорове.



ПАТРИАРХИ ФИЗТЕХА.....44
Новый материал этой рубрики посвящён человеку, благодаря которому до сих пор успешно садятся наши космические корабли. Игорь Гансвинд рассказывает о своей физтеховской юности.





ЩУКА-ЛЕТОПИСЕЦ 50

Об этом человеке можно говорить часами. Но лучше часами его слушать. Человек, издавший не одну книгу о Физтехе, хранитель нашей истории, Александр Щука.

SCIENCE SLAM В МФТИ 88

Наша страна сейчас переживает бум популяризации науки. В декабре один из самых необычных форматов этого направления, Science Slam, приходит на Физтех.



ЗА НАУКУ

Представляем вашему вниманию команду журнала «За науку» и руководство Управления стратегического развития МФТИ, активно участвовавшего в создании номера.

Главный редактор
Алексей Паевский

Выпускающий редактор
Снежана Шабанова

Корректор
Юлия Болдырева

Корреспондент
Анна Дзарахохова

Руководитель направления по связям с общественностью
Елена Брандт

Руководитель управления стратегического развития
Виталий Баган

Проректор по науке и стратегическому развитию
Тагир Аушев

Отдел по работе с выпускниками
Татьяна Соколова

Дизайн журнала
Олег Башкин

Контакты:
+7 499 397 78 42
zanauku@mipt.ru

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

Отпечатано в типографии «Хомо принт».
Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 34.
Тираж 999 экз.

Выпускник МФТИ получил премию Георгия Гамова

Российско-американская ассоциация учёных (RASA-USA) удостоила Игоря Ефимова, выпускника МФТИ 1992 года, премии Георгия Гамова 2015 за вклад в биофизику сердца и в визуализацию и инженерию сердечно-сосудистой хирургии.



С 7 по 8 ноября в Вашингтоне (Округ Колумбия, США) прошла ежегодная конференция Российско-американской ассоциации учёных (RASA-USA), приуроченная к 111-й годовщине со дня рождения выдающегося российского и американского учёного Георгия Гамова. Два самых видных деятеля были удостоены премии Георгия Гамова-2015: Игорь Ефимов, из Университета Джорджа Вашингтона, и Владимир Зельман из Института Южной Калифорнии.

Игорь Ефимов — выпускник МФТИ 1992 года, профессор Университета Джорджа Вашингтона в Сент-Луисе (США). Занимается исследованиями по электрофизиологии сердца. Разработал гибкий и эластичный «футляр» для живого и работающего сердца, служащий многоэлектродной матрицей, как мониторящей состояние сердца пациента, так и снимающей аритмии и даже фибрилляцию. То, что исследовано им за последние пять лет, даёт огромные возможности для дальнейшего использования в хирургии. Сейчас Ефимов открывает в Центре живых систем МФТИ Лабораторию физиологии человека, став победителем конкурса Проекта 5–100.

Российско-американская ассоциация учёных — это неправительственная организация, объединяющая более 400 русскоговорящих учёных за рубежом.

Александр Мелерзанов награжден Почётным знаком Московской области «За труды»

Декан факультета биологической и медицинской физики (ФБМФ) Александр Мелерзанов награжден Почётным знаком Московской областной Думы «За труды в сфере здравоохранения и образования» на собрании руководителей и исполнителей научных проектов 10 ноября.

Александр Мелерзанов защитил диссертацию на соискание степени кандидата медицинских наук в 2011 году по теме «Организационно-правовые аспекты внедрения новых клеточных технологий в здравоохранение Российской Федерации», которая является пионерской в данной области.

Александр Мелерзанов не только руководит факультетом, но и является:

научным руководителем лаборатории молекулярной и клеточной технологии МФТИ

членом научно-технического совета (НТС) МФТИ

членом НТС биофармкластера «Северный»

членом научного комитета Всемирного конгресса по антивозрастной медицине AMWC (Монако)

членом Межведомственной рабочей группы по модернизации медицинского и фармацевтического образования.

Также Александр Мелерзанов участвует в создании первой магистерской программы в области трансляционной медицины в России совместно с Федеральным медико-биологическим агентством. Сегодня во всем мире и в России, в частности, ощущается нехватка специалистов, которые обладают как медицинским, так и техническим образованием. Программа направлена на решение данной проблемы. Например, в МФТИ в



2013 году был запущен «пилотный» проект двойных дипломов совместно с Первым московским государственным медицинским университетом им. И.М.Сеченова. Образование ведётся в течение 5 лет на базе двух вузов. Выпускники такой программы становятся врачами-исследователями в области живых систем и персонализированной медицины.

Почётный знак Московской областной Думы «За труды» учреждён 9 июля 2009 года.

Выпускники могут заказать пропуск в МФТИ на сайте mipt.ru

В разделе «Институт – выпускникам» выпускники смогут заказать электронный пропуск для прохода в корпуса МФТИ.

Для заказа пропуска потребуется: фотография выпускника и сканы документов, подтверждающих личность и контактная информация для связи.

Предоставленные данные не хранятся на сайте МФТИ.

Требования к фотографии для пропуска:

- Анфас
- Фон: светло-серый
- Размер: 1500 пикселей (высота), 1000 пикселей (ширина).

Документы, удостоверяющие личность:

Для подтверждения личности российские граждане должны прикрепить к заявлению сканы 2, 3, 5 страниц российского паспорта. Для иностранных граждан требуется прикрепить те страницы паспорта, где указана персональная информация и место проживания, а также скан документа временной регистрации, если таковой имеется.



Пропуск могут заказать лица, обучавшиеся в МФТИ. Для этого надо указать год поступления и год окончания учебы.

ВАЖНО! Прежде чем перейти к заказу пропуска, нужно зарегистрироваться как выпускник на сайте. Если вы уже зарегистрированы как выпускник, надо войти в свою учетную запись на сайте mipt.ru и отметить пункт «Заказать пропуск».

Получение пропуска возможно либо в Бюро пропусков (возле входа в НК), либо в отделе по работе с выпускниками. При себе иметь паспорт. Время работы: 9.00-18.00, перерыв 12.00-13.00 все дни, кроме субботы и воскресенья.

Тел. отдела: 8-498-744-65-08

Почта: alumni@mipt.ru

Связаться с нами в соцсетях:

www.facebook.com/miptalumni

vk.com/miptalumni

Нормативная документация доступна по ссылке: https://mipt.ru/alumni/news/propusk



Платиновые карты для выпускников МФТИ

МФТИ и банк «Авангард» подготовили для выпускников Физтеха подарок — эксклюзивную международную карту премиум-класса MasterCard Platinum МФТИ. Для большинства выпускников 2015 года карты выпущены и находятся в отделении банка «Авангард» в Новом корпусе. Для получения необходим паспорт.

Выпускники предыдущих лет могут заказать платиновую карту на сайте банка по адресу http://www.avangard.ru/rus/private/cards/sovmest/mfti/ (Для перехода к анкете выбрать там изображение платиновой карты и кликнуть по нему).

Заявку можно подать в любом из офисов банка.

У карты есть три важные особенности.

Во-первых, выпуск/перевыпуск карты и годовое обслуживание будут для выпускников МФТИ бесплатными.

Во-вторых, держатели карт такого уровня вправе рассчитывать на эксклюзивное обслуживание и повышенный уровень сервиса в любой стране мира. Кроме того, владельцы карт могут бесплатно пользоваться полнофункциональным интернет-банком, скидками по дисконтным программам банка и MasterCard, покупать в интернет-банке авиа- и ж/д билеты, бронировать отели и иметь множество других дополнительных услуг. А функция PayPass позволит оплачивать покупки бесконтактно — достаточно поднести карту к считывающему устройству на кассе или терминале.

В-третьих, банк «Авангард» будет совершать ежемесячные пожертвования на развитие МФТИ* в эквиваленте 1% от суммы операций оплаты товаров и услуг, совершенных вами с использованием карты. Пожертвование выполняется из собственных средств банка.

Карта может быть выпущена и для иностранных граждан, которые смогут получить ее лично в России. Более того, карта может быть выпущена в рублях, евро и долларах по желанию клиента.

Для выпускников, имеющих карту и/или расчетный счет в «Авангарде», может быть выпущена платиновая карта как к имеющемуся счету, так и к другому.



Реализацию программы со стороны МФТИ курирует отдел по работе с выпускниками.

Справочная информация о проекте: +7 (498) 744-65-08, e-mail: card@mipt.ru.

*Пожертвование в Специализированный фонд целевого капитала развития МФТИ (эндаумент) https://mipt.ru/alumni/fund/. Средства фонда направляются на сохранение и развитие уникального потенциала института, его интеллектуального наследия, на поддержку профессорско-преподавательского состава, выплату стипендии студентам и аспирантам, работу со студентами и школьниками, финансирование образовательной и научно-исследовательской инфраструктуры.

МФТИ В СМИ



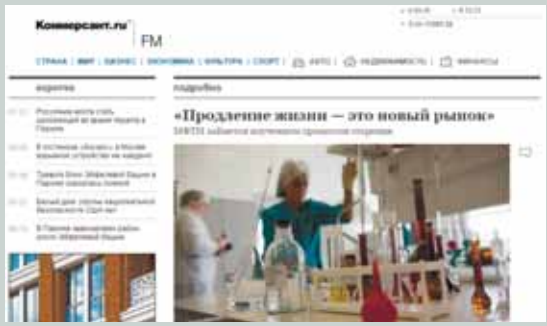
28 октября в рамках форума «Открытые инновации» в Москве прошёл полуфинал ВНИК (Всероссийского нанотехнологического инженерного конкурса), организованного Фондом инфраструктурных и образовательных программ (ФИОП РОСНАНО) <...> Степан Лисовский – аспирант МФТИ, представил проект катодолюминесцентной лампы бактерицидного ультрафиолета на основе наноматериалов.



Группа учёных из Лаборатории перспективных исследований мембранных белков МФТИ предложила метод, который позволит существенно упростить получение ценных белков для дальнейшего изучения. Подход, изложенный в журнале PLOS ONE, может заметно снизить как стоимость, так и продолжительность исследований, которые порой длятся многие месяцы.



Почему человек начинает стареть в 12 лет? Появится ли когда-нибудь лекарство от старости? Что мешает победить болезнь Альцгеймера и рак? Корреспондент "РГ" побывал в Центре исследований молекулярных механизмов старения и возрастных заболеваний МФТИ.



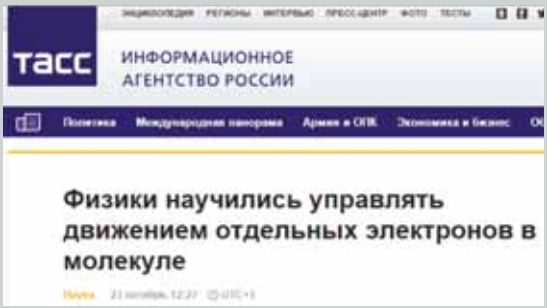
"... сразу три международных эксперта начнут работать в первом российском Центре исследований молекулярных механизмов старения и возрастных заболеваний на базе МФТИ. Его главная цель — фундаментальные открытия для повышения качества жизни в пожилом возрасте. …"



19 октября 2015 Тагир Аушев (проректор МФТИ) и Артем Оганов (руководитель лаборатории в МФТИ) дали интервью для выпуска передачи "Анатомия дня" на НТВ - сюжет посвящен ученым, вернувшимся в Россию.



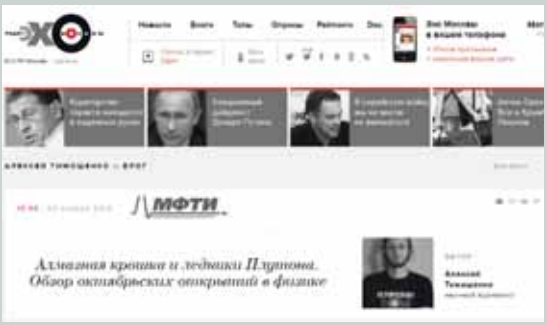
Международная группа физиков представила теоретическое исследование электрических свойств одноэлектронных транзисторов. Ученые предсказали появление у входящего в состав устройства диэлектрика «эффекта памяти» – который, в случае своего экспериментального обнаружения, может пригодится в разработке новых запоминающих устройств для микроэлектроники...



Исследователи научились управлять движением отдельных электронов в молекуле, разработанная ими техника в перспективе может помочь контролировать химические реакции, что полезно при разработке новых лекарств, рассказал корр. ТАСС доктор физико-математических наук Олег Толстихин из Московского физико-технического института (МФТИ).



Младший научный сотрудник лаборатории нанобиотехнологий МФТИ Константин Шевченко в гостях в эфире программы “Дышите глубже” на радиостанции “Маяк”.



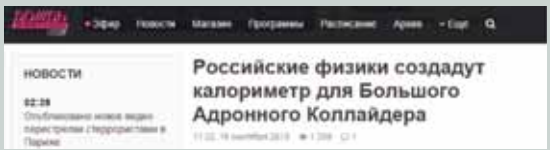
МФТИ продолжает блог о последних достижениях мировой и российской науки. Научный журналист Алексей Тимошенко отобрал по итогам октября самые интересные достижения в области физики.



Сотрудник МФТИ впервые принял участие в радиошоу «Научные бои» на радио Маяк. В эфире на тему «Осознание сознания» выступил старший научный сотрудник лаборатории функциональных материалов и устройств для наноэлектроники Юрий Матвеев.

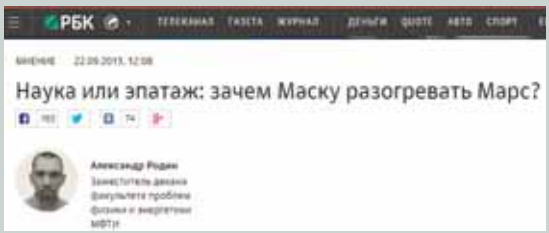


The Village посмотрел картину вместе с научными сотрудниками лаборатории инфракрасной спектроскопии планетных атмосфер высокого разрешения МФТИ, чтобы обсудить достоверность сюжета, перспективы освоения человеком Марса и влияние кинематографа на общественный интерес к космосу.

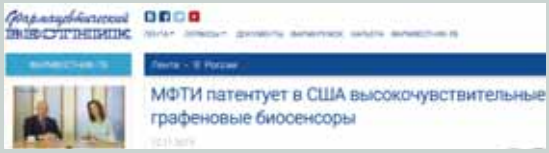


Российские ученые из лаборатории физики высоких энергий МФТИ создадут новый адронный калориметр (прибор для измерения количества теплоты). Также физики будут участвовать в исследованиях в рамках коллаборации CMS — самого крупного эксперимента Большого Адронного Коллайдера…

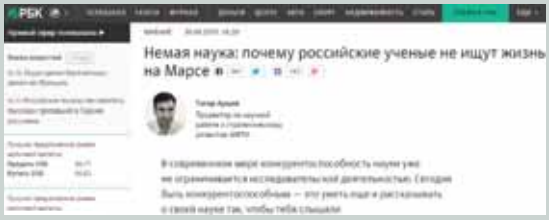
МФТИ В СМИ



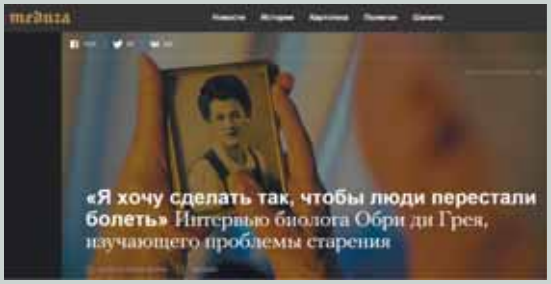
Опубликована колонка Александра Родина, зам.декана ФПФЭ: «Наука и эпатаж: зачем Маску разогревать Марс?».



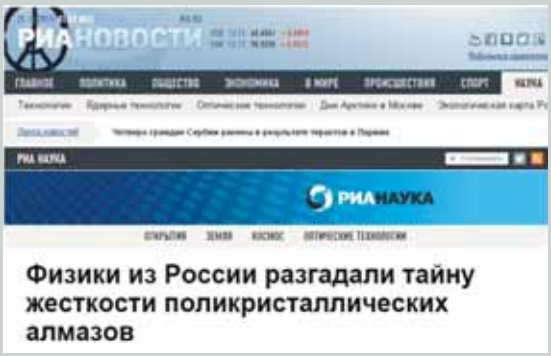
Московский физико-технический институт (МФТИ) патентует биосенсорные чипы на основе графена, оксида графена и углеродных нанотрубок, которые позволят увеличить точность анализа биохимических реакций и ускорят поиск новых жизненно



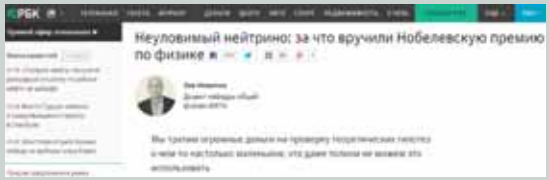
Колонка проректора по научной работе и стратегическому развитию МФТИ Тагира Аушева “Немая наука: почему российские ученые не ищут жизнь на Марсе”.



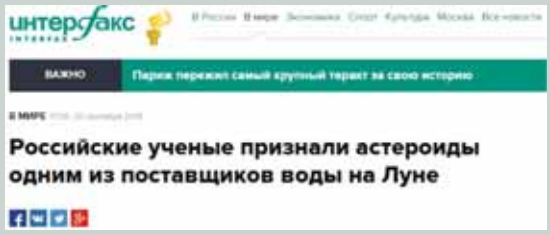
Обри ди Грей является членом Американского геронтологического общества, Американской ассоциации старения и адъюнкт-профессором МФТИ. Ди Грей — автор более 70 научных



“Ученые из Московского Физтеха выяснили, почему недавно открытые поликристаллические наноалмазы обладают рекордной твердостью и упругостью, и могут царапать природные алмазы, о чем ученые рассказали в статье в журнале Applied Physics Letters.” <...> Павел Сорокин и Сергей Ерохин из Института сверхтвердых и новых углеродных материалов в Троицке и Московского физико-технического института в Долгопрудном раскрыли природу некоторых свойств NPD-алмазов, моделируя их свойства при помощи мощнейших суперкомпьютеров.



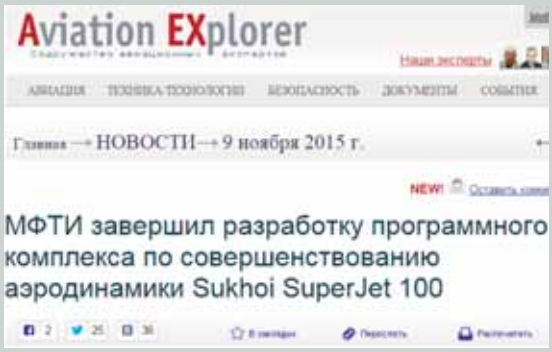
Издание РБК Daily опубликовало колонку доцента кафедры общей физики МФТИ Льва Инжечика “Неуловимый нейтрино: за что вручили Нобелевскую премию по физике”.



Физики из МФТИ и Института Динамики Геосфер РАН выяснили, что астероиды могли оказаться гораздо более вероятными поставщиками воды на Луну, чем кометы. Это оказалось связано с высокими средними скоростями комет — от 20 до 50 км/с, сообщает сайт N+1со ссылкой на МФТИ. При таких скоростных соударениях более 95% воды в комете оказывается выброшено в космос.



Dr Valery Shuvalov, a researcher at the Moscow Institute of Physics and Technology, said much of the water may be in a form that remains stable even when exposed to the sun. It could mean that rather than having to build lunar bases close to the poles, where water ice was thought to accumulate, they could be constructed in more convenient locations around Earth's largest satellite.



МФТИ завершил разработку программного комплекса по совершенствованию аэродинамики самолетов компании «Гражданские самолеты Сухого». Комплекс решает задачи моделирования аэродинамики самолетов семейства Superjet для оптимизации мест размещения датчиков СВС (системы воздушных сигналов) с учетом полета в условиях обледенения, сообщает пресс-служба МФТИ.



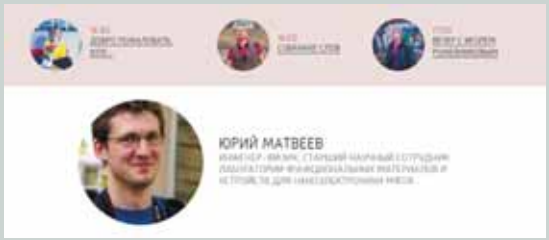
Репортаж Первого канала, приуроченный к Нобелевской неделе и посвященный ученым, вернувшимся в Россию: “В Россию возвращаются известные ученые, которым государство выделяет мега-гранты”. Сюжет включил интервью с Константином Агладзе и Артемом Огановым.



Алексей Паевский и Артем Оганов прокомментировали Нобелевскую премию в интервью телеканалу Россия 24.



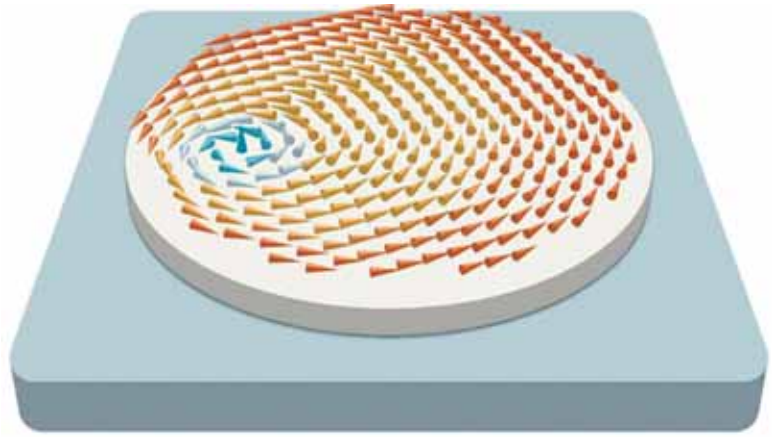
The Moscow Institute of Physics and Technology (MIPT) is patenting biosensor chips based on graphene, graphene oxide and carbon nanotubes that will improve the analysis of biochemical reactions and accelerate the development of novel drugs.



Сотрудник МФТИ впервые принял участие в радиошоу «Научные бои» на радио Маяк. В эфире на тему «Осознание сознания» выступил старший научный сотрудник лаборатории функциональных материалов и устройств для наноэлектроники Юрий Матвеев.

Физики показали, что магнитные вихри можно возбуждать проще

Группа ученых, среди которых физики из МФТИ и Российского квантового центра доказала возможность возбуждения магнитных вихрей — перспективных для электроники будущего носителей информации — при помощи меньшего тока. Соответствующие теоретические расчеты опубликованы в Physical Review B.



Магнитные вихри — это микроскопические участки намагниченного вещества с особым расположением вектора намагниченности. В центре вихря вектор намагниченности ориентирован перпендикулярно поверхности, а по краям эти вектора образуют структуру, напоминающую вихрь или воронку. Пример магнитного вихря показан на иллюстрации выше.

Вектор намагниченности, в свою очередь, связан со спином, квантовой характеристикой отдельных частиц. Именно управление магнитными вихрями через спин или иначе, рассматривается учёными в качестве основы электроники будущего — спинтроники. В спинтронике для хранения и обработки информации важно не перемещение электронов с места на место, не перетекание электрических зарядов — ключевую роль играет спин и перемещение электронов с определенным спином, спиновый ток. Информация может передаваться не зарядом, а спином, причём совсем необязательно с переносом заряженных частиц куда-то — сами они могут оставаться на месте, но их спины будут поворачиваться, передавая информацию «по цепочке».

Спин в качестве носителя единицы информации весьма интересен тем, что его обработка (например, смена компьютерного 0 на 1 путем переворота спина) требует гораздо меньших затрат энергии и времени, чем аналогичная операция в современной электронике. За счет этого оперирующие спином электронов микросхемы будут меньше греться, и к тому же ряд расчетов показывает, что они окажутся менее чувствительны к радиации. Спинтроника имеет хорошие шансы вытеснить привычные нам устройства, но для этого ученым нужно вначале изучить множество вопросов как фундаментального, так и прикладного характера.

Для спинтроники требуются новые способы хранения и обработки информации. Перспективными инструментами для этого являются магнитные вихри, которые можно использовать как для хранения информации (0 — закручен по часовой стрелке, 1 — против, или же 0 — ядро намагничено вверх, 1 — вниз),

так и для её обработки – разные вихри по-разному взаимодействуют со спиновым током (это поток электронов, в котором доля электронов с определенным спином больше другой), что даёт возможность создавать сложные устройства вплоть до искусственных нейронных сетей. Кроме того, используя эти вихри, можно создавать наногенераторы переменного сигнала, которые могут в перспективе быть использованы в телекоммуникационных приложениях.

Как это было сделано

В своей работе авторы рассмотрели процесс прохождения переменного радиочастотного (порядка 1 ГГц) тока по поверхности между пермаллоем и селенидом висмута, ферромагнетиком и топологическим изолятором соответственно, и предложили теоретическое описания наблюдаемых явлений.

Конечно, такая комбинация материалов выбрана не случайно. Пермаллой — ярко выраженный ферромагнетик, и принципиально важной является его способность быть намагниченным в отсутствие внешнего магнитного поля. Именно поэтому в нём могут возбуждаться магнитные вихри, «закручиваются» в которых как раз маленькие «магниты» (магнитные моменты, если быть точным), из которых состоит этот материал. К тому же пермаллой давно известен в промышленности — он был открыт ещё в начале 20 века и с тех пор активно использовался, например, при изготовлении трансформаторных пластинок.

Селенид висмута, в свою очередь, топологический изолятор: он способен пропускать электрический ток исключительно по своей поверхности. Этот эффект нельзя путать со скин-эффектом, случаем когда высокочастотный ток практически не распространяется внутри проводника: топологический изолятор не допускает перемещения зарядов и в случае низкочастотного, и даже постоянного тока. Кроме того, его свойства обусловлены сугубо квантовыми эффектами. К тому же особенности топологического изолятора не дают электронам возможности сменить свой спин во время движения, что делает его идеальными проводником спинового тока.

Особо следует подчеркнуть, что численное моделирование авторы проводили при помощи разработанного ими же ранее пакета SpinPM. Эта программа уже использовалась авторами ранее и её предсказания были подтверждены в ходе экспериментов, описанных затем на страницах научных журналов Physical Review Letters и Nature Physics.

Исследуемая гетероструктура: диск из пермаллоя (NiFe) на поверхности селенида висмута (Bi2Se3). Изображение предоставлено авторами исследования.

В ходе исследования было выяснено, что для возбуждения магнитных вихрей за счёт топологического изолятора необходимо использовать переменный ток, поскольку постоянный практически не влияет на них. При приложении же переменного тока был найден резкий резонансный характер возбуждения вихрей — при приближении к определённой частоте тока радиус вихря резко растёт, образовывая резкий пик, вершина которого немного смещается при разной плотности тока. Отметим также, что плотности тока, необходимые для возбуждения вихрей, оказались в несколько раз меньше ранее наблюдаемых.

«Фактически мы показали, что вращающими моментами определённой симметрии, которые возникают на интерфейсе Py/Bi2Se3 при прохождении вдоль него переменного тока, можно эффективно возбуждать магнитный вихрь. При этом величина эффекта была взята из экспериментальной работы наших коллег, и для неё требуемые плотности тока действительно оказались значительно меньше, чем наблюдалось ранее. Стоит отметить, что подобные вращающие моменты могут наблюдаться не только для Bi2Se3, но и для широкого круга материалов, среди которых можно отметить топологические изоляторы и материалы с гигантским взаимодействием Рашбы». — поясняет Пётр Скирдков, первый автор статьи. — В предшествующих экспериментальных работах было показано, что прохождение тока на поверхности между различными слоями подобной гетероструктуры способно породить вращающий момент. А авторы статьи продемонстрировали возможность эффективного возбуждения магнитных вихрей при помощи этого момента.

Исследования в области спинтроники являются критически важными для развития современных технологий. В настоящее время неоспоримым является тот факт, что вскоре привычная нам полупроводниковая электроника прекратит своё бурное развитие согласно закону Мура (более того, уже есть первые предвестники этого). И, возможно, в будущем вся техника перейдёт на работу не с зарядами, а спинами частиц, практически не затрачивая энергию на их обработку и увеличив своё быстродействие в тысячи раз. Кстати, некоторые исследования в области магнитных гетероструктур даже удостоились Нобелевской премии и их результаты уже активно используются при производстве жестких дисков.

МФТИ улучшит аэродинамику пассажирских самолётов Сухого

Работа связана с различными направлениями улучшения системы воздушных сигналов самолётов семейства Superjet и новыми стандартами сертификации, которые были ужесточены в связи с уплотнением воздушного транспортного потока и необходимостью повышения безопасности полётов в условиях обледенения.



Лаборатория прикладных вычислительных технологий Факультета аэромеханики и летательной техники МФТИ (МФТИ-Numeca), специализирующаяся в области вычислительной аэродинамики, завершила цикл работ по развитию нового подхода к расчету обтекания пассажирского самолёта в условиях об-

леденения. Работы были начаты по инициативе и при поддержке компании «Гражданские самолеты Сухого» (ГСС).

За 5 лет работы лабораторией в тесной кооперации с Центральным аэрогидродинамическим институтом имени Н.Е. Жуковского получены новые результаты в области оптимизации компоновки самолёта и его двигателя, в методике моделирования аэродинамики несущих винтов (совместно с компанией Numeca International) и методах высокого порядка точности. Разработаны программный комплекс моделирования взлётно-посадочных характеристик гражданских самолётов и программный комплекс расчёта условий обледенения самолёта. Сложность последней задачи заключается в разработке численного метода решения новой системы уравнений. Задача была успешно решена, используемый алгоритм стал победителем по быстродействию и экономичности в рамках конференции International Workshop on High-Order CFD Methods 2013 (Кельн, Германия).

Актуальность проблемы обледенения датчиков самолёта выросла в 2009 г. после катастрофы самолета Airbus A330 над Атлантическим океаном при выполнении рейса Рио-де-Жанейро – Париж. Расшифровка аварийных регистраторов, проведенная Европейским бюро расследований (BEA), показала, что из-за попадания самолёта в нерасчётные условия обледенения произошло замерзание всех трёх приёмников датчиков полного давления (трубок Пито), что в свою очередь привело к полной потере информации о воздушной скорости полёта с последующим отключением автопилота. Эта череда отказов, усугубленная ошибками экипажа, привела самолёт в режим сваливания и штопора, закончившегося катастрофой. После расследования Европейское агентство по безопасности в авиации (EASA) разработало ряд рекомендаций по ужесточению требований по сертификации приёмников Системы воздушных сигналов (СВС) для полётов в условиях тяжёлого обледенения, включая попадание в облако ледяных кристаллов.

Следуя требованиям авиационных властей, «Гражданские самолёты Сухого» уточнило программу сертификации самолёта RRJ-95 (Sukhoi Superjet 100, SSJ-100) в части полётов в условиях обледенения и для моделирования расчётных условий для датчиков СВС обратилось к лаборатории ПВТ МФТИ. Перед лабораторией была поставлена задача анализа мест размещения датчиков приемников воздушных сигналов и расчёта влияния погрешностей их установки на показания высоты. Для её решения в ходе совместной работы была построена трёхмерная имитационная модель обтекания носовой части самолёта SSJ-100, на основании которой специалисты АО «ГСС» уточнили расчётные условия обледенения в местах расположения датчиков, которые были использованы для проектирования противообледенительной системы датчиков СВС и проведения соответствующих испытаний на стендах искусственных условий обледенения для демонстрации надёжной работы противообледенительной системы самолёта SSJ-100 сертификационным властям России (АР МАК) и Европейского Союза (EASA). Результат этой работы очень важен для обеспечения безопасности полётов самолётов SSJ-100, особенно с учётом особенностей эксплуатации в России, где условия обледенения являются нормой, а не исключением. На сегодняшний день SSJ-100 первым в классе узкофюзеляжных самолётов прошёл более жёсткие требования сертификационных властей к полёту в условиях тяжёлого обледенения.

Сейчас программный комплекс МФТИ «АЭРО-про» готовится к государственной регистрации. В России аналогов таких комплексов нет, зарубежные аналоги недоступны либо дороги.

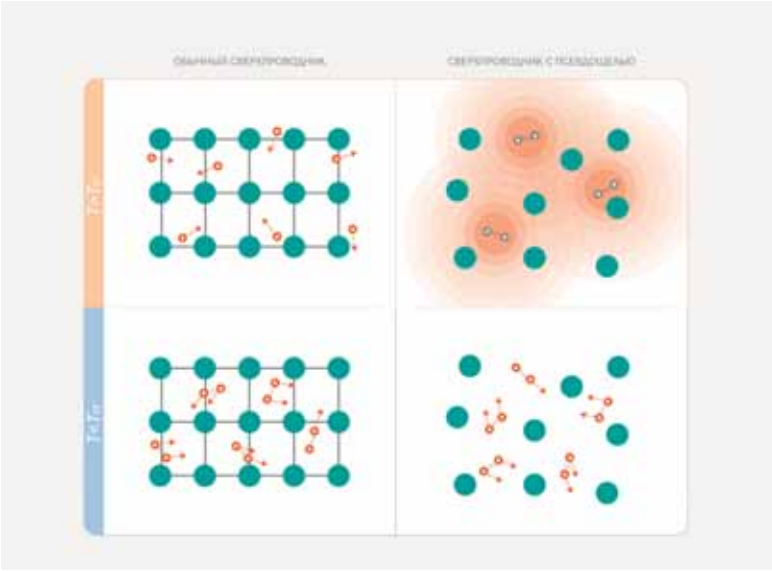
Руководитель лаборатории к.ф.-м.н. И.В. Воронич рассказывает: «Только благодаря сочетанию высокого научного уровня сотрудников лаборатории и большого опыта сотрудников АО "ГСС" удалось разработать и довести до логического завершения практически важный проект, имеющий хорошие перспективы применительно к новым самолётам, разработка которых уже начата».

«Это уникальная работа предельного уровня сложности, и нам есть чем гордиться», — подчеркнул заведующий кафедрой компьютерного моделирования, главный научный сотрудник лаборатории д.т.н. С.М. Босняков.

«Мы гордимся тем, что в создании и сертификации нашего продукта принимают участие российские учёные мирового уровня, готовые решать сложные технические задачи, используя нестандартные подходы и разрабатывающие для этого новые программные продукты в короткие сроки и за разумные средства. МФТИ совместно с ЦАГИ демонстрируют всему миру высокий уровень российской школы вычислительной аэродинамики. Качество выполненной работы высоко оценили эксперты сертификационных властей АР МАК и EASA», — отметил заместитель главного конструктора АО «ГСС» по аэродинамике А.В. Долотовский.

Физики объяснили необычное поведение сильно неупорядоченных сверхпроводников

Физики Михаил Фейгельман (руководитель лаборатории теоретической нанофизики МФТИ) и Лев Иоффе объяснили необычный эффект в ряде перспективных сверхпроводящих материалов. Используя ранее разработанную ими теорию, ученые связали плотность носителей сверхпроводящего тока с квантовыми свойствами вещества.



Отличие обычных сверхпроводников от псевдощелевых. Сверхпроводимость в случае обычных сверхпроводников при повышении температуры выше критической исчезает потому, что разрушаются куперовские пары, а в случае сверхпроводников с псведощелью — потому, что неупорядоченность начинает мешать движению куперовских пар, и они становятся локализованными в некоторой области решётки. *Изображение: пресс-служба МФТИ.*

Основываясь на полученных данных, команда исследователей нашла простой способ превратить KR2 из «насоса» для ионов натрия в «насос» для ионов калия. Если встроить KR2 в нейроны, он мог бы стать важным инструментом для оптогенетики, новой научной области, в которой светочувствительные белки играют роль молекулярных «переключателей», управляющих активностью нейронов и других электровозбудимых клеток, используя световые импульсы. Результаты исследования опубликованы в журнале *Nature Structural and Molecular Biology.*

В статье, которую ученые опубликовали на страницах журнала *Physical Review B: Condensed Matter And Materials Physics*, речь идет о так называемых сверхпроводниках с псевдощелью. Термин «щель» возникает в квантовой теории сверхпроводимости и обозначает характерный зазор на диаграмме с распределением электронов по энергиям, энергетическом спектре. Выделяют сверхпроводники с «обычной» щелью и особые сверхпроводники, которые даже в своем «нормальном» состоянии демонстрируют нечто похожее на щель — ее называют псевдощелью.

Для понимания термина «щель» необходимо сделать небольшой экскурс в теорию. Полной модели, которая бы объясняла феномен сверхпроводимости во всех деталях (и позволяла бы, например, синтезировать работающий при комнатной температуре сверхпроводник) нет по сей день, но в качестве наиболее удачной модели на сегодня используется чаще всего БКШ-теория: разработанная Джоном Бардином, Леон Нилом Купером и Джоном Шриффером. В БКШ-теории ключевую роль играют куперовские пары — связанные состояния двух электронов с противоположно направленными спинами. Такие пары отличаются, с одной стороны, очень слабой связью между частицами (которая имеет сугубо квантовую природу — в классической теории электроны имеют одинаковый заряд и должны отталкиваться), а с другой — тем, что не взаимодействуют с кристаллической решеткой, поэтому свободно передвигаются по веществу и не тратят свою энергию на столкновения. Охладив металл до такой температуры, при которой тепловое движение частиц не мешает формированию куперовских пар, такие пары можно заставить перемещаться без потерь и за счет этого

перевести весь образец в сверхпроводящее состояние.

Появление куперовских пар меняет не только электрические свойства вещества в целом, но и распределение электронов по энергиям, энергетический спектр. Формирование пар влечет появление в спектре характерного провала, который называют либо щелью, либо псевдощелью в зависимости от обстоятельств. Если вещество — сверхпроводник, и сверхпроводимость после охлаждения до критической температуры возникла одновременно с появлением куперовских пар, то говорят про щель (в английской литературе - gap). А вот если схожая особенность на графике со спектром электронов после охлаждения появилась, но сверхпроводимости при этом еще не возникло — употребляется термин «псевдощель» (получается, что щель как бы «ненастоящая», и её появление не связано с появлением сверхпроводимости). Если такое вещество охладить посильнее, оно становится сверхпроводником, а щель в его спектре увеличивается – в ее величине складываются как псевдощель, так и собственно сверхпроводящая щель. Свойства такого сверхпроводника во многом отличаются от обычного.

Сверхпроводники с обычной щелью хорошо вписываются в теорию БКШ, которая однозначно связывает куперовские пары с формированием провала на графике распределения по энергиям. Эта же теория гласит, что плотность сверхпроводящего тока прямо пропорциональна величине сверхпроводящей щели: $\rho s \sim \Delta$, чем больше куперовских пар образовалось в единице объема, тем больше провал на энергетическом спектре, т.е. величина щели. Сверхпроводники с псевдощелью в теорию БКШ уже не вписываются, но их можно описать на основе теории, которую ранее предложили Михаил Фейгельман и Лев Иоффе с коллегами. В своей новой статье ученые при помощи своей теории рассчитали для сверхпроводников с псевдощелью зависимость плотности сверхпроводящего тока от ширины псевдощели.

Все дело в беспорядке

Изучение строения сверхпроводников с псевдощелью на микроскопическом уровне показало, что такие материалы отличаются сильной неупорядоченностью. Это значит, что их атомы не выстроены в идеальную кристаллическую решетку или структура этой решетки сильно нарушена. Примерами таких сверхпроводников с псевдощелью авторы нового исследования называют нитрид титана в виде тонкой пленки (в которой кристаллическая решетка окажется нарушена во многих местах) и оксид индия (который вовсе может быть аморфным, как стекло).

Неупорядоченность играет ключевую роль в том, что переход в сверхпроводящее состояние происходит не одновременно с формированием куперовских пар. Связанные друг с другом электроны в таких материалах появляются до того, как исчезает электрическое сопротивление именно потому, что многочисленные отклонения в микроскопической структуре вещества от идеального порядка могут мешать куперовской пары, которая в упорядоченных кристаллах движется без всяких помех.

Необходимо подчеркнуть, что куперовские пары в сверхпроводнике с псевдощелью нельзя охарактеризовать как неподвижные. Из-за квантовых эффектов их поведение несколько сложнее: подчиняясь соотношению неопределённостей, они не замирают неподвижно в одном месте, а “размазываются” по достаточно большой (десятки межатомных расстояний), но конечной области. Если бы они могли двигаться, такая область покрывала бы всё вещество: лучше представить это поможет картинка ниже.

Итоговый результат

Вывод электрических параметров сверхпроводников с псевдощелью из квантовых свойств вещества важен как с фундаментальной (ученые стали лучше понимать сверхпроводники в целом), так и с прикладной точки зрения. Исследователи отмечают, что на основе оксида индия, типичного сверхпроводника с псевдощелью, уже удалось создать сверхпроводящее квантовое устройство, способное служить прототипом составной части квантового компьютера.

Рассмотрев движение куперовских пар по веществу с разной степенью неупорядоченности, ученые вывели теоретическую зависимость плотности куперовских пар ρs в веществе от ширины псевдощели. Это важная характеристика, поскольку она обратно пропорциональна индуктивности пленки (а описываемые материалы получают именно в виде пленок) в сверхпроводящем состоянии. Подобные пленки с высокой индуктивностью и нулевым сопротивлением нужны для производства кубитов, основы квантовых вычислительных устройств.

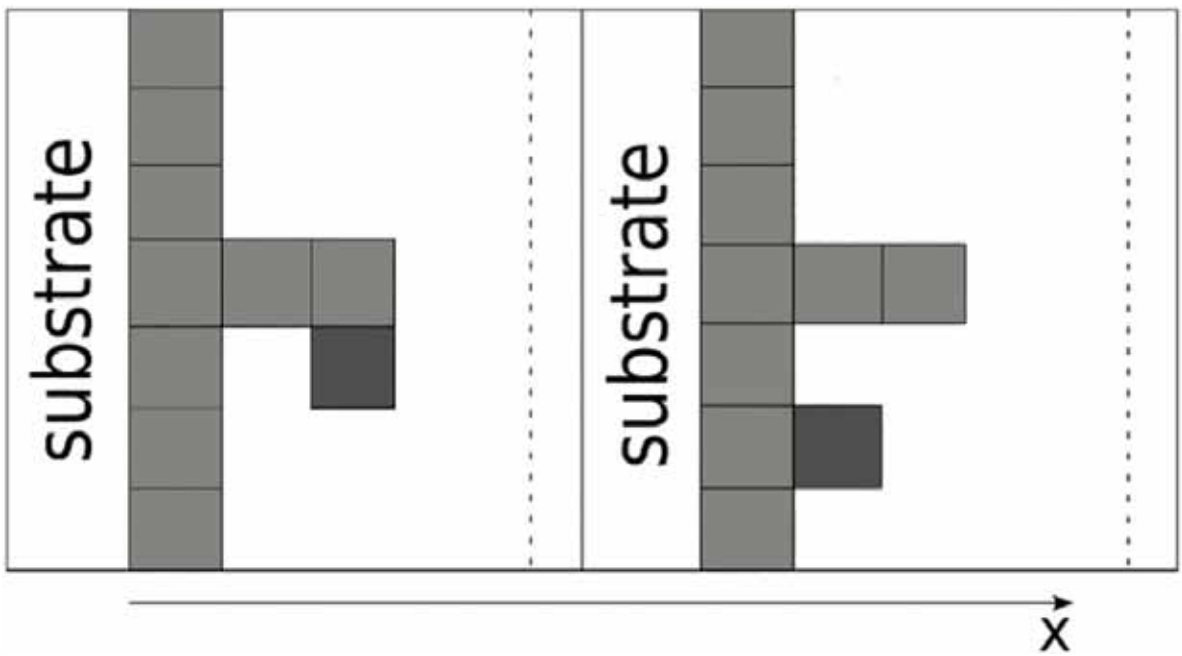
Если в обычных сверхпроводниках зависимость плотности куперовских пар от ширины псевдощели была линейна ($\rho s \sim \Delta$), то в изучаемых веществах она оказывается квадратичной ($\rho s \sim \Delta 2$). Этот факт легко проверить экспериментально в более подробном исследовании — и, если это произойдёт, теория, разработанная авторами ранее, найдёт дополнительные подтверждения.

Авторы статьи благодарят B. Sacepe за плодотворные дискуссии в ходе написания работы.

Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда.

Биофизики смоделировали рост тромбов в артериях

Группа биофизиков, включающая представителей МФТИ, математически смоделировала процесс формирования тромбов в артериях: основной причины инфарктов и инсультов. Ученые описали слипание тромбоцитов друг с другом подобно фигуркам в известной игре «Тетрис» и вывели уравнения, которые позволили воспроизвести волновой процесс роста тромбоцитарных агрегатов в кровеносном сосуде.



Исследователи из Федерального научно-клинического центра детской гематологии, онкологии и иммунологии (ФНКЦ ДГОИ), Центра теоретических проблем физико-химической фармакологии, МФТИ, МГУ, Института проблем машиноведения (Петербург) и Свободного университета (Берлин) описали новую модель на страницах журнала PLoS One. Михаил Пантелеев, один из авторов публикации, описал работу над моделью и состав исследовательского коллектива следующим образом: «Мы с Фазли Атауллахановым поставили задачу и вывели уравнение, а Евгения Бабушкина под руководством своего учителя Николая Бессонова разработала методы его решения в двухмерном случае совместно с гидродинамикой потока, в котором растет тромб. Она же выполнила все расчеты; мы с Фазли являемся профессорами кафедры регенеративной медицины ФБМФ МФТИ, которая базируется в ФНКЦ ДГОИ (у нас ужасно много мест работы...)».

Ключевую роль в новой модели играет рассмотрение роста тромба подобно росту нагромаждения фигурок в классической компьютерной игре «Тетрис» — частицы либо падают вниз на ровную поверхность, либо прилипают к выделяющимся из растущегося сгустка выступам сбоку. Отличие от игры только в том, что полностью заполненный слой не исчезает, поэтому со временем тромб способен перекрыть все доступное ему пространство. Кроме того, падающие фигурки всегда одинаковы: модель описывает слипание тромбоцитов, специализированных клеток крови.

Описав математически процесс заполнения свободных мест на поверхности растущего тромба, ученые смогли построить сначала одномерную (как в классическом «Тетрисе»), а потом и двумерную (тромбоциты оседают на плоскость) модель. При этом в определенный момент отдельные тромбоциты стали рассматриваться учеными как бесконечно малые, а сам тромб — как непрерывный; иначе говоря, ученые перешли от дискретноймодели к непрерывной.

Дискретная модель: исследуемая система состоит из отдельных частиц, поведение каждой можно проследить индивидуально. Так можно моделировать, например, молекулы газа в задаче о броуновском движении — представляя каждую молекулу как частицу, сталкивающуюся с частицей большего размера.

Непрерывная модель: исследуемая система состоит из сплошных объектов, которые могут плавно изменять свой размер или какую-либо еще характеристику. Так моделируют, например, рост температуры во включенном котле — на выходе получается поле температур в изучаемом объеме.

Последовательное решение полученных уравнений позволило воспроизвести динамику роста реального тромба и исследовать его поведение в различных условиях — например, в ситуации повреждения сосудистой стенки.

В своей работе исследователи подчеркивают, что прцесс роста тромба напоминает бегущую волну, причем сходство это далеко не случайно. Ранее ими было показано, что процесс роста тромба носит автоволновой характер — кровь, несущая тромбоциты и ряд обеспечивающих свертывание крови специальных белков, является активной средой. Тогда вывод ученых касался свертывания крови за счет каскада биохимических реакций при участии белков, но и в случае со слипанием тромбоцитов также можно говорить об активной среде.

Термин «активная среда» играет ключевую роль в нелинейной динамике — науке о математическом моделировании самых разных систем, от смесей взаимодействующих реактивов и лазеров до лесных пожаров и даже социальных сетей. Суть активной среды проще всего описать именно лесным пожаром: каждое сухое дерево не просто пассивный объект вроде молекулы, а потенциальный источник тепловой энергии. Если вблизи сухого дерева вспыхивает огонь, то оно загорается само и даст еще больше тепла, способного воспламенить другие деревья. Способность элементов системы выделять энергию — ключевая особенность активной среды.

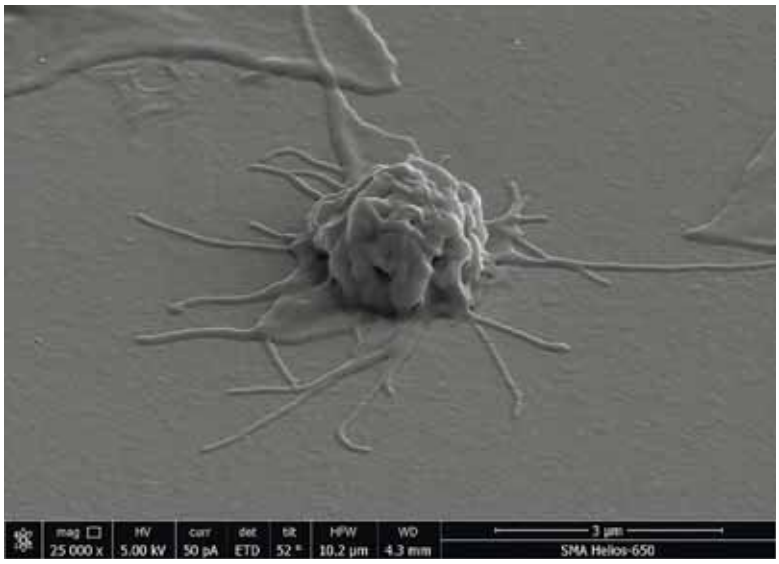
И испускающие кванты ИК-излучения молекулы углекислого газа в светящейся стеклянной трубке газового лазера, и вспыхивающие под действием приближающегося огня деревья — части активных сред. Все они имеют некоторую энергию, которая может высвобождаться в ходе определенного процесса. Кровь тоже активная среда и тоже может быть описана методами нелинейной динамики. В активных средах какое-то локальное событие (удар молнии в дерево, к примеру) может запустить процесс перехода системы из одного состояния в другое (в данном случае — сухое дерево превращается в сгоревшее). Этот процесс распространяется в пространстве подобно волне и конкретная физическая природа системы не столь уж важна, одинаковые уравнения могут описывать совершенно разные случаи. А термин «автоволна» означает, что процесс распространения волны идет не пассивно, как в случае бегущих сейсмических волн от очага землетрясения, а активно — в каждой точке волна получает дополнительную энергию. В случае растущего тромба вместо сухих и воспламеняющихся

деревьев нужно рассматривать плавающие в плазме крови тромбоциты, которые могут переходить из свободноплавающего состояния в осажденное.

Тромбоциты играют важную роль в формировании тромбов, блокирующих кровеносные сосуды сгустков. В обычных условиях они свободно плывут вместе с током крови, но при повреждении стенки сосуда начинают прилипать как друг к другу, так и к стенке; кроме того, в состав крови входит множество необходимых для образования тромба белков. Даже если тромбоцитов нет вовсе, реакции с участием белков способны привести к появлению блокирующего поврежденный сосуд сгустка и эти реакции тоже носят автоволновой характер. В норме тромбы спасают организм от кровопотери при повреждении сосудов, но иногда тромбы образуются не в результате травм с разрывом сосудистой стенки, а в результате реакции на патологический процесс вроде роста жировой бляшки внутри артерии при атеросклерозе. Подобные тромбы могут заблокировать сосуд целиком и оставить ткани и органы без кровоснабжения: это, в свою очередь, способно приводить к инфаркту миокарда (при закупорке артерий в сердце), инсульту (при блокировании артерий, снабжающих кровью головной мозг) или гангрене конечностей. Новая модель корректно описывает рост тромбов в артериях — такие тромбы состоят преимущественно из тромбоцитов, а вклад белков крови в их рост сравнительно невелик.

Михаил Пантелеев также рассказал «За науку» о перспективах изучения тромбов и о том, почему ученые выбрали именно артериальные, а не венозные тромбы и не процесс свертывания крови в капиллярах:

«Мы занимаемся разными вопросами в области



гемостаза — и «физиологическим» процессом затыкания ран, и венозными, и артериальными тромбами. Конкретно в артериальных есть много интересного. И социальная важность (инфаркты и ишемические инсульты), и сложные механизмы (кстати, белки крови там играют ключевые роли тоже, и не до конца понятные). Но именно с артериальными нам было всегда сложно работать с точки зрения разработки и компьютерной реализации моделей, так как там очень тяжелое сочетание механики (прикрепление клеток), гидродинамики с переменной геометрией, и биохимии. Никакими стандартными программами оно толком не решается.

В работе в PLoS ONE мы попытались использовать наиболее примитивное описание тромба, в виде сплошной среды, а не дискретных частиц. Это приближение во многих отношениях грубое и ограничивает возможности исследования, но зато позволяет выводить какие-то общие закономерности. С одной стороны, мы собираемся дальше применять его к конкретным задачкам, насколько хватит его пригодности, а с другой стороны ведем разработку более совершенных и современных моделей — где будут трехмерные клетки крови, полноценная механика их взаимодействия и правильная биохимия. Решаться они будут, разумеется, уже только на суперкомпьютерах. Другое направление - «внутрь» тромбоцита, моделирование внутриклеточной сигнализации, кальциевых осцилляций и коллапса митохондрий в тромбоцитах. Этому посвящен ряд уже вышедших работ — включая совсем новую публикацию в журнале *Molecular BioSystems*. Со временем, я надеюсь, все эти проекты сольются воедино в полноценную многомасштабную модель тромбообразования».

Для понимания соиальной важности проблемы, о которой говорил исследователь, необходимо указать, что только инсультов в России каждый день происходит около тысячи, причем среди выживших в двух случаях из трех инсульт приводит к инвалидности. Вопреки расхожему мнению, инсульт может затронуть не только пожилых людей, но и тех, кому еще нет 45 лет — это примерно каждый восьмой случай. Признаком инсульта может быть частичный паралич, внезапная слабость, а со стороны в ряде случаев симптомы, невнятная речь вкупе с шатающейся походкой могут показаться схожими с проявлениями алкогольного опьянения: эта ошибка сторонних свидетелей может стоить жизни пострадавшим от острого нарушения мозгового кровообращения.

Физики МФТИ объяснили причину жёсткости поликристаллических алмазов

Физики из МФТИ разгадали тайну феноменально высокой упругости поликристаллических алмазов с размером зерна порядка 10 нанометров, которые, вопреки логике, оказались жёстче алмазных монокристаллов — оказалось, что «зерна» в поликристалле способны «активно» противодействовать внешнему давлению, говорится в статье ученых, опубликованной в журнале *Applied Physics Letters.*

Авторы исследования, сотрудники кафедры факультета молекулярной и химической физики (ФМХФ) МФТИ и Технологического института сверхтвердых и новых углеродных материалов в Троицке (ТИСНУМ) Павел Сорокин (доцент, д.ф.-м.н. кафедры физики и химии наноструктур ФМХФ) и Сергей Ерохин (студент кафедры физики и химии наноструктур ФМХФ) занимаются компьютерным моделированием поведения кристаллических наноструктур, чтобы определить, чем обусловлены их физические свойства, и создать основу для целенаправленного синтеза материалов с заданными свойствами.

Ранее эксперименты с поликристаллическими алмазными структурами, состоящими из множества мелких алмазных нанокристаллов показали, что они в некоторых случаях могут быть более жёсткими, чем монокристаллический алмаз.

«Вопреки ожиданиям поликристаллический алмаз с кристаллитами нанометрового размера может демонстрировать большую упругость, чем чистый алмаз, монокристаллический, который считается самым жёстким кристаллом из существующих», - говорит Сорокин.

Чтобы объяснить этот эффект, ученые с помощью суперкомпьютеров провели компьютерное моделирование поведения нанополикристаллов под давлением. Расчеты, проведенные Сорокиным и Ерохиным, показывают, что характер реакции поликристаллических алмазов на механическое напряжение зависит от того, какой формой обладают его зерна. При этом ученым удалось найти объяснение аномальной жёсткости этих структур.

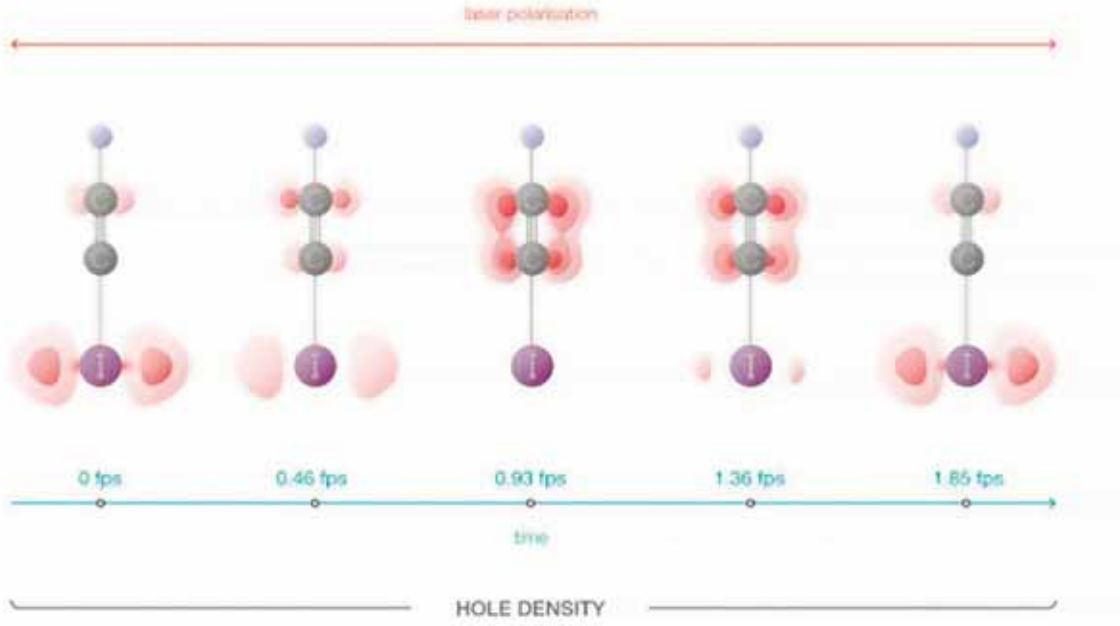
Оказалось, что отдельные кристаллиты реагируют на равномерную нагрузку со всех сторон анизотропно, они неравномерно деформируются в разных направлениях. «Поликристаллические алмазы могут превосходить монокристалл в жёсткости, и связано это исключительно с наноразмерным эффектом: кристаллиты в этом поликристалле могут иметь такую форму, что при механической деформации этого поликристалла его механический отклик будет иметь большую величину», — говорит Сорокин.

Часть из изученных моделей нанополикристаллов, как показали расчеты, обладают более высоким объемным модулем упругости, чем алмаз. Причиной этого является то, что зерна обладают специфической формой и они по-разному контактируют друг с другом. Результаты этих расчетов и физическое объяснение рекордной упругоси нанополикристаллических алмазов, как надеются авторы статьи, помогут создать еще более прочные материалы, подбирая «правильный» размер и форму зерен. К примеру, ученые выяснили, что самые удачные поликристаллы должны получаться в тех случаях, когда они состоят из нанокристаллов размеров в 10 нанометров, что полностью соответствует литературным экспериментальным данным.

Результаты этого исследования исключительно важны для создания новых сверхтвёрдых материалов. «Подобные материалы имеют большое значение в различных областях промышленности, поскольку могут использоваться в качестве износостойких покрытий, абразивных материалов, в качестве инструментов для огранки и полировки и др. Таким образом, поиск и синтез новых сверх- и ультратвёрдых материалов с твёрдостью, сравнимой или даже твёрже, чем у алмаза, представляет особую важность с точки зрения как фундаментальной науки, так и прикладных применений», — заключил Сорокин.

Физики научились управлять движением электронов в молекуле

Ученые смогли впервые отследить в реальном времени перемещение электрона в молекуле и показали, что такими процессами можно управлять — в будущем это даст возможность непосредственно управлять ходом химических реакций и биологических процессов и получать нужный результат буквально нажатием кнопки. Результаты исследования опубликованы в престижном научном журнале Science.



Авторы исследования, экспериментаторы под руководством Ганса Якоба Вернера из швейцарской Высшей технической школы в Цюрихе и теоретики из России, Дании, Бельгии и Канады, включая Олега Толстихина из МФТИ, занимаются так называемой «аттофизикой» — изучением явлений, которые продолжаются аттосекунды, то есть миллиардные доли миллиардных долей секунды (10^(–18) секунды).

С помощью методов аттофизики ученые пытаются отследить сверхбыстрые перемещения электронов в молекулах, точнее перестройку их электронных оболочек. Эти процессы — ключ к пониманию химических и биохимических реакций, поскольку образование новых химических связей и заключается в «перераспределении» электронов. Ранее группа во главе с Вернером уже провела серию решающих экспериментов, которые показали возможность таких наблюдений, теперь же им удалось

сделать последний шаг: они смогли действительно проследить движение электронов с временным разрешением 100 аттосекунд и показать, что ими можно управлять.

«В работе наблюдалась миграция электронов вдоль линейной молекулы. Нам впервые удалось увидеть движение электронов, как это все происходит, детально. Кроме того, мы показали, что можно управлять этим движением, а значит, в принципе, можно управлять исходом химических реакций», — говорит Толстихин, главный научный сотрудник и доцент кафедры теоретической физики МФТИ.

В эксперименте ученые использовали молекулы йодацетилена (HCCI), которые представляют собой вытянутые цепочки из четырёх атомов — водорода, двух атомов углерода и атома йода. Под действием мощных и очень коротких лазерных импульсов конфигурация электронной оболочки молекулы менялась: в ней возникала «дырка» —вакантное место, которая затем начинала колебаться, перемещаясь от одного конца молекулы к другому.

Толстихин подчёркивает, что здесь речь не идёт о перемещении в буквальном смысле слова, как в классической физике. «В результате туннельной ионизации в сильном лазерном поле возникает суперпозиция двух квантовых состояний дырки: подобно коту Шредингера, который одновременно и жив, и мертв, в этой суперпозиции дырка одновременно может быть найдена на разных концах молекулы. Вероятности найти дырку на том каждом из концов осциллируют со временем, что и создает эффект миграции дырки вдоль молекулы. Дырка перемещается от конца к концу, и характерное время этого движения - порядка 100 аттосекунд», — говорит учёный.

Облучая ориентированные молекулы мощными лазерными импульсами ученые смогли получить спектры высоких гармоник, которые отражали состояние электронной оболочки молекулы. В этом эксперименте впервые был получен весь набор информации, включая относительные фазы гармоник, необходимый для восстановления динамики дырки. Работа теоретиков заключалась в том, чтобы вычленить из собранных данных информацию об этой динамике, научиться расшифровывать спектры, подобно тому, как астрофизики по доплеровскому смещению в спектре звезды могут измерить её скорость.

«Реально мы наблюдаем не положения электронов, а спектр высоких гармоник, который возникает в процессе взаимодействия мощного импульса лазера с молекулой. Из этих спектров, которые косвенно связаны с движением дырки, её положение можно восстановить, что мы и сделали», — говорит Толстихин.

Кроме того, меняя поляризацию лазера исследователи продемонстрировали возможность влияния на динамику перестройки в электронной оболочке молекулы лазерным полем. «Именно это может, в конечном счете, позволить управлять исходом химических реакций. Если у вас какая-то смесь, где химические реакции могут закончиться разными исходам, вы сможете, выбирая нужную форму импульса, выбирать нужный для вас исход», - говорит Толстихин.

По его словам, очень характерным и типичным для современных научных исследований является интернациональный состав участников. Именно синергия знаний и опыта пяти групп физиков из разных стран позволил достичь поставленной цели, отметил он.

Работа была поддержана Министерством образования и науки РФ в рамках проектной части государственного задания (проект No. 3.679.2014/K).

Ссылка на оригинальную статью:

P. M. Kraus, B. Mignolet, D. Baykusheva, A. Rupenyan, L. Horný, E. F. Penka, G. Grassi, O. I. Tolstikhin, J. Schneider, F. Jensen, L. B. Madsen, A. D. Bandrauk, F. Remacle, H. J. Wörner, Measurement and laser control of attosecond charge migration in ionized iodoacetylene // Science doi: 10.1126/science.aab2160

Сделано в МФТИ: запатентован графеновый биосенсор

Московский физико-технический институт патентует биосенсорные чипы на основе графена, оксида графена и углеродных нанотрубок, которые позволят увеличить точность анализа биохимических реакций и ускорят поиск новых жизненно важных лекарственных средств.
На днях американское патентное ведомство опубликовало заявку на патент №20150301039, поданную МФТИ в мае этого года. В заявке описаны «биологический сенсор и способ создания биологического сенсора». В России эта разработка уже защищена патентом №2527699 с приоритетом от 20 февраля 2013 года.

Ученые из лаборатории нанооптики и плазмоники МФТИ создали и запатентовали принципиально новый тип чипов с покрытием из оксида графена для безмаркерных биосенсоров, которые позволяют обнаруживать малые концентрации биологически важных молекулярных объектов (РНК, ДНК, белки, включая антитела и антигены, вирусы и бактерии) без необходимости «цеплять» к ним флюоресцентные или радиоактивные метки-маркеры. Они нанесли «хлопья» оксида графена на стеклянную пластинку, покрытую слоем золота толщиной 35 нанометров. Затем на эту поверхность осадили слой из белка стрептавидина, который служил «ловушкой» для молекул. Далее установили чип в биосенсор компании BiOptix и проследили, как параметры плазмонного резонанса реагируют на присутствие сложных органических молекул — однониточных фрагментов ДНК. Измерения показали, что сенсор на основе оксида графена в три раза чувствительнее чипа на основе декстрана и в 3,7 раза — сенсора на чистом графене.

«Наш чип можно использовать в разработке лекарств от инфекционных, онкологических и других типов заболеваний. Поэтому мы рассчитываем на серьезный интерес со стороны фармацевтических компаний к нашей разработке. Этот сенсор можно использовать и для контроля качества продуктов, в поиске токсинов и аллергенов, в медицинской диагностике, что поможет уменьшить время на выполнение анализов с суток до минут», — говорит Юрий Стебунов.

Также использование оксида графена позволяет повысить чувствительность биодетектирования в десятки раз, что позволит проводить тесты точнее, работать с меньшими концентрациями исследуемых веществ, а также откроет новые применения для безмаркерных биосенсоров.

Характеристики:

· Связующий слой из оксида графена толщиной 10 нм

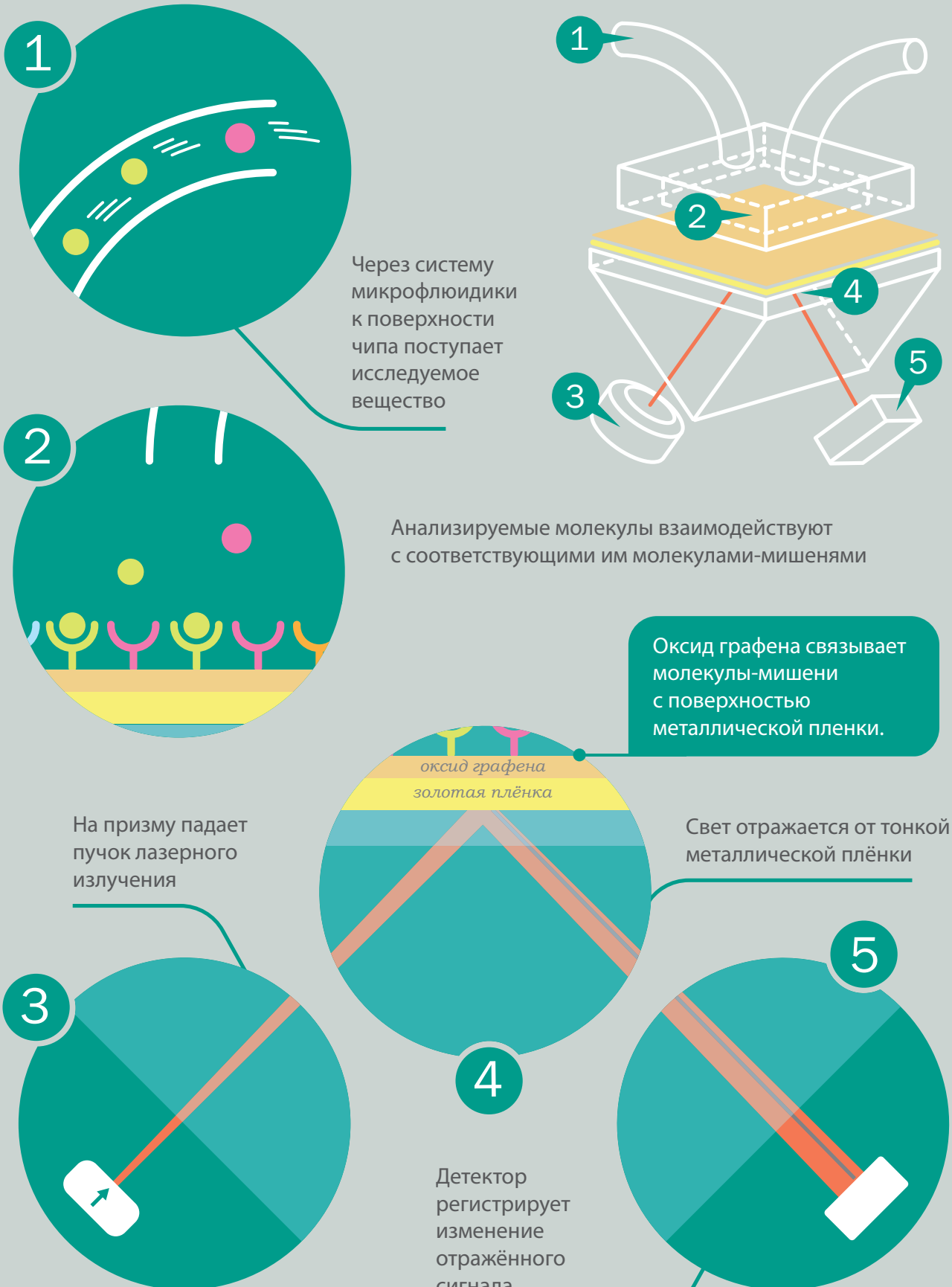
· Связующий слой напылен методом аэрографии из водного раствора оксида графена концентрацией 0,5 г/л

· Золотая пленка толщиной 30 нм

· Стеклянная подложка толщиной 0,4 мм

· Совместим с биосенсором Accolade 104SA, BiOptix (USA)

Авторы разработки — Юрий Стебунов, старший научный сотрудник, и Алексей Арсенин, ведущий научный сотрудник и заместитель декана ФОПФ по научной и инновационной работе.


1
Через систему микрофлюидики к поверхности чипа поступает исследуемое вещество
1
2
4
5
3
2
Анализируемые молекулы взаимодействуют с соответствующими им молекулами-мишенями
Оксид графена связывает молекулы-мишени с поверхностью металлической пленки.
оксид графена
золотая плёнка
На призму падает пучок лазерного излучения
Свет отражается от тонкой металлической плёнки
3
5
4
Детектор регистрирует изменение отражённого сигнала



Нобель-2015

Вот уже сто пятнадцать лет в начале октября вся околонаучная общественность начинает вспоминать шведа, сделавшего состояние на нефти и динамите и ждать первых понедельника, вторника и среды этого месяца, когда глава Нобелевского комитета объявит на пяти языках, которые знал Альфред Нобель новых лауреатов самой престижной научной премии. В этом году сотрудники МФТИ активно комментировали присуждение премий, давали свои прогнозы и, по слухам, кое-кто даже ходил в фаворитах. Увы, в этом году россиян среди лауреатов не оказалось. Впрочем, последние на данный момент «российские нобели» на счету МФТИ: речь идет о премии 2010 года, которую получили наши выпускники Андрей Гейм и Константин Новоселов. Ну а пока мы расскажем о том, кто и за что получил премии 2015 года.





Слева направо: Сатоси Омура, Уильям Кэмпбелл и Ту Юю. Фото: nobelprize.org

Физиология или медицина

В этом году премия по физиологии или медицине стала по-настоящему медицинской. Старая добрая классика, никаких вам молекулярно-биологических механизмов — сплошные лекарства. Старые, добрые и спасающие миллионы жизней. И тут никакого нет преувеличения. Скорее, преуменьшение. Премию на сей раз вручили за борьбу с заболеваниями, которые ежегодно уносят множество жизней. А уносили бы гораздо больше, если бы не наши герои. Итак, встречайте: Уильям Кэмпбелл из США, Сатоси Омура из Японии и Ту Юю из Китая. Эта троица поделит премию (почти миллион долларов США)

не равным образом: первые два лауреата получают по четверти суммы, а Ту Юю — еще половину. Почему так? Просто премия в этом году поделена между двух направлений. И первое представляют сразу два учёных. Но обо всём по порядку.

Первая половина: гельминты, ивермектин и поле для гольфа

История этой части премии начинается в 1970-х, когда Сатоси Омура после стажировки в Европе и возвращения в Японию начал работать руководителем Группы по исследованию антибиотиков Института Китасао в Токио. К тому время у Омуры было настолько хорошее финансирование, что он смог отправиться по Японии в небольшое путешествие — искать почвенные микроорганизмы, из которых «что-нибудь да выделится». Изначально Омура надеялся найти антибиотики, но на поле для гольфа в городе Ито (и нигде более в мире!) обнаружился микроорганизм *Streptomyces avermitili*, действующее вещество которого выделили в лаборатории второго лауреата — Уильяма Кэмпбелла. Оказалось, оно действует не на бактерии, а на круглых червей. То есть, обладает антигельминтной активностью — и неизвестно, что важнее: антибиотик или средство против возбудителей таких болезней, как слоновая болезнь, стронгилоидоз или речная слепота, убивающих и калечащих миллионы людей в Азии и Африке.

Вещество назвали авермектином, а чуть позже Кэмпбелл создал на основе авермектина более эффективный препарат ивермектин, который уже в 1981 году был запущен в производство. Конечно, важно, что Кэмпбелл работал не абы где, а в фармацевтической компании Merck — и имел достаточное влияние, чтобы убедить начать работы по препарату.

Сколько удалось спасти людей благодаря труду этих двух людей? Вот простая статистика: в 1970-х от речной слепоты страдало 18 миллионов людей, полмиллиона навсегда потеряли зрения.

Вторая половина: малярия и артемизинин

Признаюсь, эта половина премии автору милее всех остальных «нобелей» за 2015 год, и тут есть сразу две причины.

Во-первых, автор уже около года регулярно пишет про прошлых лауреатов премии и помнит, что это — уже четвёртая «малярийная премия» по физиологии и медицине. В 1902 году ее получил британец сэр Рональд Росс, который доказал, что малярию переносят комары. Пять лет спустя француз Шарль Лаверан получил премию за то, что сумел обнаружить возбудителя малярии — и им впервые оказалось простейшее. Еще ровно два десятка лет спустя австриец Юлиус Вагнер-Яурегг получил премию за то, что научился лечить прогрессивный паралич (сифилитическое поражение оболочек головного мозга) заражением малярией.

А во-вторых, автор вместе со своей коллегой Анной Хоружей ведет блог по истории медицины. И вот эту половинку можно смело называть «премией за внимание к истории медицины». Но обо всём по порядку.

Препараты против малярии были известны достаточно давно — разной силы и эффективности. После второй мировой войны препаратом номер один стал хлорохин. Этот препарат появился в 1947 году и поныне применяется — но в первую очередь, при аутоиммунных заболеваниях, но не при малярии. Почему так? Потому что малярийный плазмодий слишком быстро выработал устойчивость к этому препарату. Так что в начале 1960-х встал вопрос о замене. Китаянка Ту Юю работала в Институте традиционной медицины в Пекине и ставила своей целью найти растения, которые помогают при малярии, выделить из них активные вещества, а затем сделать на их основе мощное лекарство.

Ту Юю провела скрининг экстрактов 2000 трав, и всё было не очень радужно. До тех пор, пока не дошло дело до обыкновенной полыни однолетней. Она же Artemisia annua. И вот тут началось странное, а именно — маловоспроизводимое. Какие-то экстракты не работали, какие-то работали.И Ту Юю обратилась к средневековым источникам. Точнее — к труду великого китайского мудреца Гэ Хуна, жившего в IV веке н.э. Даосская традиция считает его святым и бессмертным, дав ему прозвище «Мудрец, объемлющий первозданную красоту». Более всего Гэ Хун известен трудом Баопу-цзы, эдакой Большой Китайской Энциклопедией, но написал он и несколько медицинских трактатов.

Так вот, в труде «Рецепты для неотложных случаев» Ту Юю нашла ключевой момент: экстракт полыни для борьбы с малярией нужно делать холодной водой, а не горячей, как это обычно делается. Оказывается, действующее вещество полыни просто разлагается в горячей воде.

Дальнейшее было делом техники. Выделено действующее вещество, которое получило название артемизинин, в 1980-х наконец-то его начали

применять по всему миру. Потом уже сама Ту Юю синтезировала дигидроартемизинин — постабильнее и поэффективнее.

Сколько удалось спасти жизней благодаря совместному труду Ту Юю и Гэ Хуна подсчитать трудно. Можно утверждать, что благодаря интересу к истории медицине удалось сохранить жизни нескольким миллионам человек. Или нескольким десяткам. Или… В общем, вот вам одно число: в 2013 году артемизиновую противомалярийную терапию получило 392 миллиона человек. Вопросы есть? Я бы дал премию и Гэ Хуну. Что, говорите не вручают мёртвым? Протестую, для даосов Гэ Хун бессмертен!

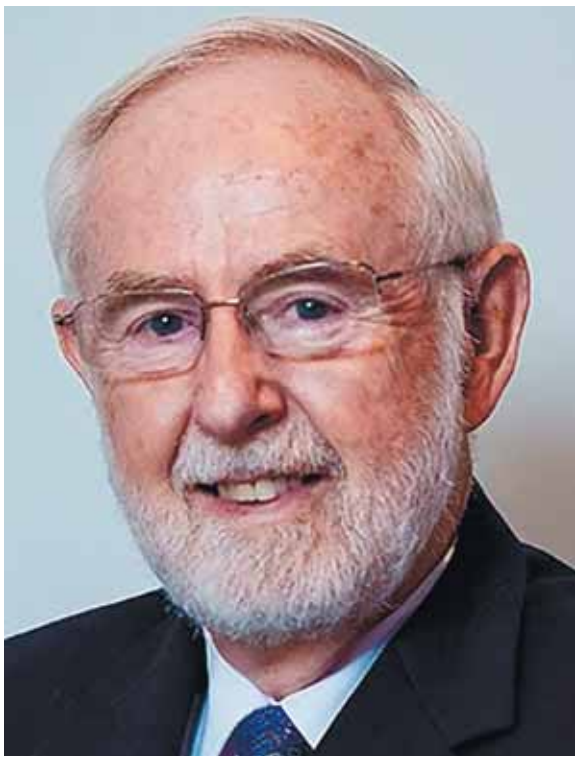
Физика

В этом году Нобелевский комитет решил не обращать внимание не только на первую, но и на вторую часть завещания Альфреда Нобеля. О чем речь? Дело в том, что в завещании предлагается вручать премию за открытие или изобретение, во-первых, сделанное в предыдущем году (на это душеприказчики изобретателя «забили» еще с первой премией Вильяму Конраду Рентгену, который открыл свои лучи в 1895 году), а во-вторых, принесшее максимальную пользу человечеству. Конечно, говорить о практической пользе нейтрино придётся еще не скоро.

Как и в случае премии «за малярию», любопытно, что премия за открытие нейтрино как такового, оказалась не первой. В 1988 году премию получили Леон Ледерман, Мелвин Шварц и Джек Стейнбергер — за открытие одной из разновидностей нейтрино, мюонного. Только после этого, лишь в 1995 году получил премию открывший само по себе нейтрино Фредерик Райнес (ровно 40 лет спустя своего открытия), и в 2002 году половину "нобеля" поделили между собой Раймонд Дэвис-младший и Масатоби Косиба за открытие нейтрино, пришедших из космоса (речь шла о солнечных нейтрино, и о них — чуть ниже).

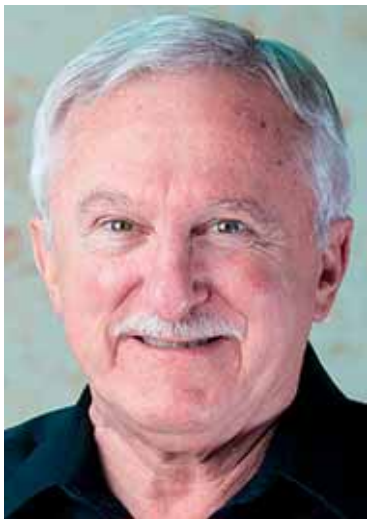
Итак, за что же в этом году дали премию – и почему это так важно?

Сама по себе частица сначала была придумана Вольфгангом Паули для того, чтобы спасти закон сохранения энергии при бета-распаде. Он предположил, что некую часть энергии уносит слабо взаимодействующая с веществом частица нейтрального заряда. Ее назвали нейтрино — «ней-





Слева направо: Артур Макдональд и Тааки Кадзита. Фото: nobelprize.org


Слева направо: Томас Линдаль, Пол Модрич и Азиз Шанкар. Фото: nobelprize.org

трончик» по-итальянски. При этом изначально подразумевалось, что у нейтрино, как и у фотона нет массы покоя.

Через некоторое время стало понятно, что в Стандартную модель вписывается три частицы — электронное, мюонное и тау-нейтрино. Точнее, каждая из них — это разная суперпозиция трёх нейтринных состояний.

А потом начались проблемы. Еще в 1960-х годах физики (получившие премию в 2002 году) начали фиксировать электронные нейтрино, приходящие от Солнца. И достаточно скоро стало понятно, что начинается серьёзное расхождение с теорией. Ведь реакции, которые происходят на Солнце хорошо известны, а, стало быть, хорошо понятно, сколько нейтрино должно приходить от нашего светила.

Эксперименты, однако, регистрировали где-то треть от того количества нейтрино, которое предсказывали астрофизики. В принципе, теоретическое объяснение этому дал еще в 1957 году итальянский физик Бруно Понтекорво, к тому времени перебравшийся в СССР (до начала регистрации солнечных нейтрино!!!).

Идея такая: поскольку нейтрино — суперпозиция из трёх состояний, квантовые эффекты могут постепенно изменить пропорции вкладов — и электронное нейтрино может превратиться, скажем, в тау. Однако из теории следует, что такое превращение возможно только при наличии у нейтрино некоей маленькой массы покоя.

Именно эти осцилляции и открыли … нет, конечно же, не Такааки Кадзита из Японии и Артур Макдональд лично, а возглавляемые ими очень крупные и дорогие эксперименты с большим количеством сотрудников: Super-Kamiokande в Японии и SNO в Канаде. Но увы, нобелевская премия не делится более, чем на троих, и премию за открытия, сделанные на рубеже тысячелетий, получили эти двое.

И да, не факт, что нынешний “нейтринный” нобель — последний. В 2013 году произошло не менее важное открытие — на ледяном детекторе IceCube в Антарктиде открыли уже астрофизические нейтрино — то есть те нейтрино, которые пришли не из нашей Солнечной системы.

Химия

В последние годы «нобелевские» понедельник и среда сильно перемешались: премия по химии и премия по физиологии или медицине — это подчас близнецы-братья, иногда лауреатов одного года можно было бы поменять местами — и никто бы этого не заметил.

Такое «смешение жанров» закономерно. Потому наука во времена Нобеля и в наше время - это совершенно разные науки. Пожалуй, сейчас уместнее было бы вручать не за «физиологию или медицину» (да, еще раз отмечу, что тут — именно «или», так в оригинале) и химию, а за «науки о жизни» и «науки о веществе».

В этом году премия получилась совсем биологическая, при этом явные «фавориты» 2015-го года, Эммануэль Шарпантье и Дженнифер Дудна,

открывшие систему CRISPR/Cas9, позволяющую редактировать геном живого организма — вполне ее заслужили (в скобках отметим, что таким образом Нобелевский комитет мог в полтора раза увеличить количество женщин-лауреатов по химии), премией обошли. Видимо, решили, что еще рановато. Однако прогноз был почти точен: если работа Шарпантье и Дудны позволяет исправлять ошибки в ДНК направленным действием медиков и биологов, то премия 2015 года была присуждена за изучение механизма того, как такие же ошибки исправляются ежесекундно в нашем организме безо всякого участия учёных.

Томас Линдаль, Пол Модрич и Азиз Шанкар получили премию за изучение естественного механизма восстановления (или, как говорят биологи, репарации) ДНК.

О чем идёт речь? В наших клетках постоянно происходит разрушение носителя генетической информации под действием внешних воздействий. Космические лучи (когда мы летим на самолете, их больше), ультрафиолетовое излучение, воздействие химических веществ — и так далее. Если бы наш организм не мог бы с ними справляться, то жизни бы на Земле не было бы совсем. К счастью, в наших клетках существуют системы, которые постоянно отслеживают и чинят поломавшуюся ДНК.

Первый лауреат, Томас Линдаль еще в 1970-х годах установил, что наша ДНК — нежная молекула и быстро разрушается под внешними воздействиями. Настолько быстро, что теоретически жизнь не должна существовать. И сам же открыл механизмы восстановления (репарации) ДНК.

Азиз Шанкар в деталях изучил те механизмы, которые восстанавливают конкретные повреждения ДНК под действием ультрафиолета, так называемые механизмы эксцизионной репарации. Он, кстати, выяснил, что разрушения, вызванные УФ-светом, начинают интенсивно залечиваться под действием обычного солнечного света. Еще аспирантом, он облучал бактерии ультрафиолетом в смертельной дозе, так, что выживало менее одного микроорганизма на 10 миллионов, а потом "пыхал" фотовспышкой. Видимого света продолжительностью около 1/700 секунды хватало, чтобы число выживших бактерий увеличивалось на пять порядков.

А Пол Модрич изучал исправление ошибок во время деления клеток. Точнее, он выяснил, как маркируются неправильные участки ДНК и вновь синтезируются уже без ошибок.

Поэтому, несмотря на всю модность и сверхцитируемость авторов, открывших возможность редактирования генома, премия «за картографирование с молекулярным разрешением клеточных процессов репарации (исправления) поврежденной ДНК и безопасного хранения генетической информации" не менее заслужена и ее уже давно пора было вручить. А CRISPR/CAS? Подождёт! Ждал же Джон Гёрдон, получивший премию за клонирование более полувека! И польза от работ лауреатов — огромная, недаром именно в накоплении ошибок и мутаций лежит разгадка тайны многих онкологических заболеваний. А, значит, и победы над раком.

Прогнозы-2015

Перед оглашением имен лауреатов Нобелевской премии все те, кто как-то связан с наукой, делают свои прогнозы. Обычно не угадывает никто. Делал свой прогноз и Физтех. Тем более интересно посмотреть уже после присуждения премии — кого же мы прочили в лауреаты. Пророчества собирала Виктория Зюлина.

Премия по физиологии и медицине

Первой, по традиции, вручается премия по физиологии и медицине (если быть совсем точным, то в оригинальном названии звучит предлог «или»). В этой номинации наши соотечественники получали премии лишь дважды — еще во времена царской России лауреатами становились Иван Павлов и Илья Мечников.

От МФТИ прогноз на 5 октября 2015 года делал Валентин Горделий, кандидат физико-математических наук, профессор Университета Аахена,

руководитель отдела клеточной и молекулярной биофизики в Институте структурной биологии и биофизики Исследовательского Центра Юлих, Германия; директор исследований CEA в Институте структурной биологии, Гренобль, Франция, заведующий кафедрой биофизики и физической химии супрамолекулярных структур ФМБФ МФТИ.

«Конечно, большие шансы на премию имел бы основатель оптогенетии Эрнст Бамберг и его коллеги. Там проблема в том, что основных ученых в этой компани - пятеро. Хорошим признаком того, что кандидат имеет шансы является то, что он уже получил все премии, кроме нобелевской, эти пятеро получили уже главную премию по нейробиологии.

Среди российских ученых… Я считаю, что нобелевскую премию должен получить Алексей Оловников, который ввел понятие теломеры и объяснил, почему клетка может делиться конечное количество раз. Однако за теломеразу уже дали премию американцам.

Вообще, нобелевские премии бывают разными. Есть очевидные — премия Эйнштейну, премия за двойную спираль ДНК. Есть работы, за которые кто-то получает премию, а кто-то, за такую же – не получает. Часто так случается из-за того, что авторов работ больше трёх - а «нобель» делится только на троих.

Премия по физике

Прогноз по физике делает член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук, профессор Михаил Данилов, заведующий кафедры физики элементарных частиц МФТИ.

«В физике, я думаю, есть шансы у Александра Скринского. Именно ему принадлежат революционные идеи в области ускорительной физики: разработка метода встречных пучков, получение поляризованных пучков, электронное охлаждение пучков, мюонный коллайдер — метод ионизационного охлаждения мюонного пучка. Тем более, что премию за саму ускорительную физику давали очень давно. Заслужил премию Александр Андреев — за эффект Андреевского отражения и теорию квантовых кристаллов. Ну и конечно же, среди самых реальных кандидатов надо назвать Алексея Старобинского и Андрея Линде, которые разработали теорию инфляционного расширения Вселенной, предшествующего Большому Взрыву. Все названные мной учёные российского происхождения и все, кроме Линде, работают в России», — комментируовал главное событие главного физического вторника Данилов.

Премия по химии

Два ведущих химика МФТИ – Артём Оганов и Валерий Фокин, сами не раз называвшиеся среди потенциальных лауреатов Нобелевской премии, политкорректно отказались от прогнозов. Поэтому за них отдувался главный редактор журнала «За науку» МФТИ, Алексей Паевский, научный журналист с высшим химическим образованием и автор блога о нобелевских лауреатах.

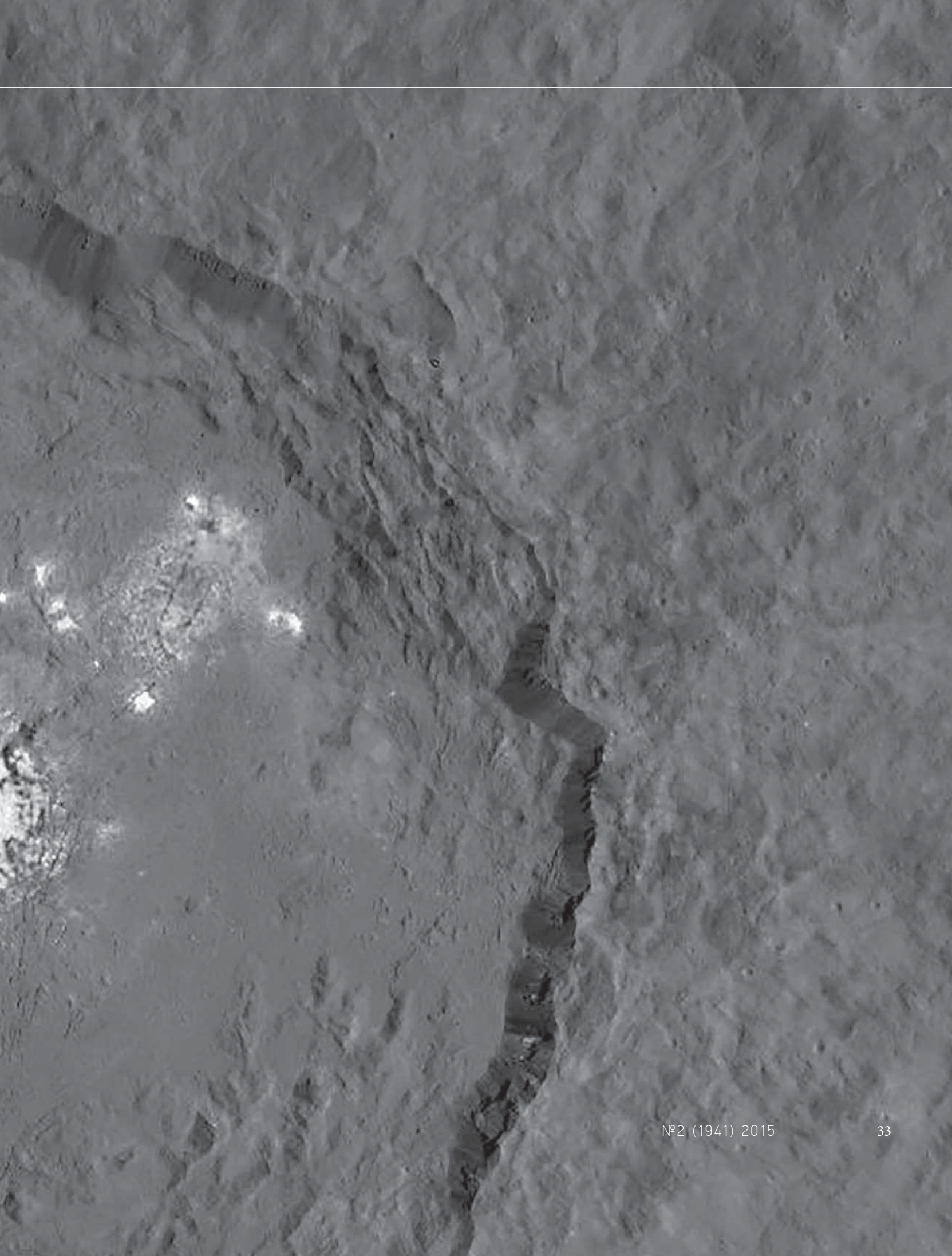
«Конечно, я бы очень хотел, чтобы премия досталась Артёму Оганову. Его метод предсказания новых структур USPEX совершил настоящую революцию в химии, которая продолжается. Десяток новых статей в самых престижных журналах только за минувший год — тому подтверждение. Если же говорить о других кандидатах, то я бы выделил три темы, которые давно заслужили свои премии. Первая совпадает с прогнозом Thomson Reyters, который пророчит премию Эммануэль Шарпантье и Дженнифер Дудне за открытие системы CRISPR/Cas9, которая стала мощным инструментом генной инженерии и позволяет редактировать геном живого организма. Кроме того, «нобель» по химии сразу двум представительницам прекрасного пола – это очень политкорректно и в полтора раза увеличит количество женщин-лауреатов премии в данной области. Согласен со мной и еще один кандидат, с моей точки зрения. Шотландский клеточный биолог Уильям Эрншоу вполне может получить и премию по химии за создание искусственной центромеры человека. Эрншоу тоже прочит «нобеля» первооткрывателя CRISPR/Cas9. В третьем же направлении снова лидирует Россия. Речь идёт о создании новых трансурановых элементов, и Юрий Цолакович Оганесян из дубнинского ОИЯИ давным-давно заслужил свою премию. Под его руководством были получены самые последние элементы таблицы Менделеева (последними были созданы 118-й и 117-й элементы) и сейчас ведутся работы по синтезу 120-го. Оганесяну ныне 83 года и я очень надеюсь на то, что этот великий ученый успеет получить свою премию», — писал Паевский.

Что ж, мы будем ждать того момента, когда эти прогнозы всё же сбудутся.

ЕСТЬ ЕЩЁ БЕЛЫЕ ПЯТНА НА КАРТАХ!

Кроме величественного Плутона, ученые в этом году изучают другую карликовую планету, бывший астероид номер один, Цереру. И одна из загадок, которую еще предстоит разгадать — это загадочные белые пятна на ее поверхности. По одной версии, это лёд, по другой — соли. Что это на самом деле, ещё предстоит выяснить. Тем не менее, пока что это остаётся одним из самых интригующих открытий 2015 года.

ФОТО: NASA



Сердечная лаборатория

Газета «За науку» начинает цикл публикаций о ведущих лабораториях МФТИ. Главная идея этого цикла — дать возможность рассказать о своей области научной деятельности самим руководителям лабораторий. Первым мы даём слово руководителю лаборатории биофизики возбудимых систем Константину Агладзе.

История нашей лаборатории такова. Она была создана на средства выделенного российским правительством мегагранта и представляла собой несколько улучшенную реплику моей лаборатории в Киото — с дополнительными хорошими приборами типа конфокального микроскопа.

Сейчас у нас два основных направления научных исследований. Первое — это тканевая инженерия сердца, а второе — это фотоконтроль возбудимой сердечной ткани.

Всегда приходится давать пояснения. Под тканевой инженерией часто понимают разные вещи, и иногда её просто считают синонимом регенеративной медицины. В наших условиях это не совсем так, несмотря на то, что журналисты часто так и говорят о нас. На самом деле мы занимаемся именно созданием лоскутов сердечной ткани, мы умеем их хорошо структурировать, приближаясь к анатомическим особенностям сердца, но это, безусловно, не сердце, а его кусочки, которые, впрочем, живут.



ФОТО АЛЕКСЕЯ ПАЕВСКОГО

Эти кусочки, конечно, могут теоретически быть пригодными для того, чтобы их подшивать к сердцу, но никто ещё пока всерьёз не показал, что это — нужно и хорошо. Для чего эти кусочки нужны уже сейчас? На них очень удобно изучать распространение волн возбуждения в сердце. Это дает нам возможность понимать на примере лоскутов, как могут работать антиаритмические препараты и насколько они эффективны. Кроме этого, можно напрямую измерять кардиотоксичность препаратов: накапали вещество на среду, в которой «живут» эти лоскуты, и посредством флуоресцентной микроскопии видим, как это вещество меняет распространение волны возбуждения по сердцу. А если распространение возбуждения в сердце меняется, то меняется и работа сердца, потому что сокращение сердца полностью контролируется распространяющейся по нему волной возбуждения.

Если резюмировать, то первое наше направление — это создание платформы для тестирования антиаритмических препаратов и для проверки фармацевтических препаратов на кардиотоксичность. И здесь мы продвинулись достаточно сильно, вплоть до того, что начинаем получать вещества и пытаемся их проверять. Мы показываем, что наш метод является дополнительным методом и дает много новой и иногда неожиданной информации.

Второе глобальное направление, которое нас отличает от многих других лабораторий, работающих в этой области, — это фотоконтроль возбудимой ткани. Дело в том, что многие люди сейчас занимаются оптогенетикой. Они вставляют в клетки специальные молекулярные машины, белки, которые могут делать клетки чувствительными к свету. Например, белок канальный родопсин. Этот белок поглощает фотон, открывает какой-то канал, затем фотон релаксирует, канал закрывается — и так далее.

Этот метод считается перспективным и у клинических кардиологов, дополнительным к электрической стимуляции сердца, мы можем поставить стимулятор, который будет работать на таком очувствлённом к свету сердце, и будет подавать на него импульсы света, а не электрические импульсы. По многим причинам это лучше, чем электрический.

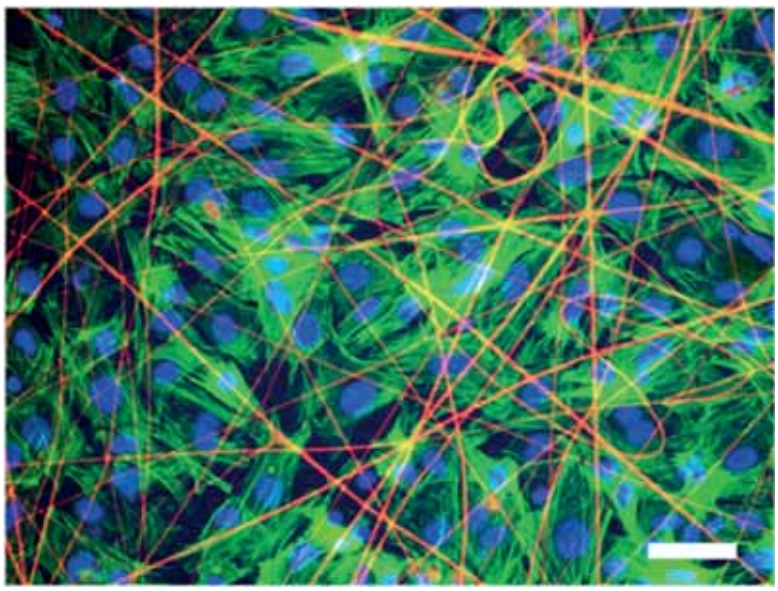
Наш подход немного не такой, хотя у нас тоже есть культура клеток с канальным родопсином, и она прекрасно реагирует на световые импульсы. Мы нашли несколько веществ, которые, если их добавить в омывающую клетку среду, приводят к тому, что клетка начнёт отвечать на световые импульсы. За счёт чего это происходит? Эти вещества могут существовать в цис- и транс-формах, и происходит фотоизомеризация. То есть светом соответствующей длины волны мы можем поменять конформацию вещества, и в одной конформации это вещество ингибирует волны возбуждения, а в другой — ничего не делает.

Таким образом, появляется возможность очень точно включать и выключать возбудимость сердечных клеток. Здесь мы надеемся (и небеспочвенно) совместно с нашими клиническими партнёрами разработать метод фотоабляции сердца. Фотоабляция — это то, что должно прийти, по нашему мнению, на смену катетерной радиоабляции сердца, методу, при котором микроволнами с катетера выжигаются некие паразитные источники возбуждения в сердце.

Проблема катетерной радиоабляции в том, что точно добраться до нужного участка сложно, как и точно узнать, какой именно участок даёт это паразитное возбуждение. В итоге за одну операцию выжигается до пяти-семи, а иногда и двенадцати участков сердца, каждый — размером с ноготь мизинца. Это достаточно много. Наш метод даст возможность временно отключить подозреваемый участок сердца, увидеть, что там, например, мы попали точно — и закрепить это воздействие, а если мы ошиблись — обратно разблокировать этот участок.

В нашей лаборатории в среднем работает 18 человек списочного состава (нужно помнить про поток студентов и аспирантов), работаем мы круглый год и ждём новых сотрудников.

Беседовал Алексей Паевский



«СЕРДЕЧНАЯ ТКАНЬ НА ПОДЛОЖКЕ ИЗ ПАУТИНЫ» СТАЛА ХИТОМ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫХ НОВОСТЕЙ

В масштабе атома

Следующий наш рассказчик — заместитель руководителя лаборатории топологических квантовых явлений в сверхпроводящих системах Василий Столяров. Прибор, с которым работает лаборатория — единственный в нашей стране.

Большой спрос на новые сверхбыстродействующие бездиссипативные-сверхпроводящие квантовые вычислительные системы, лидером в котором являются США, спровоцировал во всем мире новую волну теоретических и экспериментальных исследований по изучению квантовых явлений в сложных гибридных сверхпроводящих гетероструктурах. Ключевым фактором, ограничивающим работоспособность квантовых вычислительных систем, является потеря квантовой когерентности из-за взаимодействия квантовых гетероструктур с внешним (классическим) окружением.

Сейчас уже опубликовано огромное количество печатных работ, посвященных экспериментальным и теоретическим исследованиям различных свойств сверхпроводниковых планарных и «сэндвичевых» джозефсоновских гетероструктур типа «сверхпроводник — нормальный металл — сверхповодник» или два сверхпроводника, разделенных слоем изолятора толщиной в 1-3 нм. Это связано с реальной возможностью использования бездиссипативных электронных устройств на базе сверхпроводников в качестве элементов цифровой и квантовой логики. Кроме малого тепловыделения, такие сверхпроводниковые логические элементы обладают высокими частотами переключения — до нескольких сотен ГГц. Как пример этого, можно привести уже созданные реальные сверхпроводниковые вычислительные системы фирмой D-wave. Особое увеличение спроса на такого рода вычислители стало актуальным после массового появления и значительного удешевления компактных криосистем замкнутого цикла He4 и He3.



ФОТО ПРЕДОСТАВЛЕНО ВАСИЛИЕМ СТОЛЯРОВЫМ

В исследование сверхпроводящих логических элементов вовлечены самые мощные экспериментальные электронно-транспортные методики, главным условием для которых является способность работать при сверхнизких температурах жидкого гелия.

Однако известно, что транспортные исследования не дают полной картины происходящего в промежуточных слоях джозефсоновских контактов, поскольку электронно-транспортные измерения отображают только коллективные явления, проявляющие себя в резистивных откликах транспортных токов, протекающих сквозь образец. Это зачастую приводит к сложностям и спорам при интерпретации полученных экспериментальных результатов.

Широко известна и методика сканирующей зондовой микроскопии, которая изначально позиционировалась как методика по изучению топографическихявлений — структурных явлений на атомной поверхности твердых тел Сложность использования зондовой микроскопии обусловлена тем, что поверхность образцов должна быть атомно чистой и не содержать окислов, а значит не должна взаимодействовать с окружающей средой на

всем протяжении ее подготовки

Встал вопрос о возможности исследования искусственно наноструктурированных методами электронной и фотолитографией объектов, методами локальной (на атомном масштабе) зондовой спектроскопии.

Созданная в МФТИ в 2014 году наша Лаборатория топологических квантовых явлений в сверхпроводящих системах специализируется на экспериментальном и теоретическом изучение пространственной вариации и разрушения квантовой когерентности в сверхтонких нанослоях вблизи границ сверхпроводник-нормальный металл, сверхпроводник-ферромагнетик, сверхпроводник-топологический изолятор.

Возможность формирования сложных геометрических структур позволит изучить ряд физических явлений, таких как потеря квантовой когерентности сверхпроводящего состояния с удалением от границы перехода сверхпроводник-несверхпроводник; связанное с ним увеличение кора вихря Абрикосова, индуцированного в 2D слой нормального металла; изменение локальной плотности квазичастичных состояний в структурах сверхпроводник-ферромагнетик, и в особенности, эффекты, связанные с изменением фазы на π сверхпроводящей волновой функции, наведенной в слой ферромагнетика; существование триплетной сверхпроводимости в области неелевской доменной стенки слабого ферромагнетика; присутствие фермионов Майорана в областях с наведенной в топологический изолятор сверхпроводимостью.

Для проведения экспериментальных исследований мы используем недавно закупленный МФТИ сверхнизкотемпературный сверхвысоковакуумный зондовый микроскоп JT-STM/AFM производства фирмы SPECS, оснащенный специальной системой, поддерживающей одновременное использование нескольких методик исследования, в число которых входят: сканирующая туннельная микроскопия (СТМ), сканирующая туннельная спектроскопия (СТС), атомно-силовая микроскопия (АСМ), а также возможность проведения транспортных измерений в реальном времени при сканировании поверхности структуры. Микроскоп оснащен сверхвысоковакуумной камерой подготовки образцов, в которой возможно нанесение и структурирование тонких пленок без разрыва сверхвысокого вакуума. Это обеспечивает сохранность чувствительных к внешним воздействиям исследуемых поверхностей. Преимущество такого подхода в том, что роль одного из привычных в транспортных измерениях контактов выполняет игла (зонд) микроскопа, которая может свободно перемещаться над поверхностью образца. Тем самым появляется возможность локального изучения плотности электронных состояний в любой точке изучаемой поверхности, и, как следствие, получение подробных карт пространственного распределения проводимости образца. Наличие функции АСМ позволяет работать с поверхностями, не обладающими достаточной проводимостью для реализации туннельного контакта, что открывает новые возможности. Например, поиск проводящих наноструктур на непроводящей подложке. Наличие четырёх дополнительных независимых контактов на держателе образца позволяет реализовать протекание транспортных токов через структуру, и тем самым управлять энергетическими состояниями системы, или вносить в нее внешнее воздействие.

Такая система и поставленные перед ней задачи являются уникальными и единственными на всей территории России. В мире такими системами может похвастаться очень небольшое количество лабораторий. В большинстве случаев все существующие зондовые микроскопы ориентированы на изучение исключительно структурных свойств поверхностей и работают в лучшем случае при 4,2К. Предлагаемая концепция оказывается на стыке таких наук как физика поверхности, физика сверхпроводников и физика полупроводников, объединяя различные методы, что открывает широкие возможности и позволяет получать новые оригинальные результаты.

Например, для экспериментальных исследований используется недавно разработанная специальная методика подготовки сложных тонкопленочных гетероструктур для исследования пространственного распределения локальной плотности электронных состояний с использованием сканирующей зондовой микроскопии (Stolyarov et. all Appl. Phys. Lett. 104, 172604 (2014)). Эта методика позволяет комбинировать фото- и электронно-литографические технологии формирования наноструктур с атомной чистотой поверхностью, необходимой для их исследования методами зондовой микроскопии и спектроскопии. До настоящего времени такие исследования осложнялись необходимостью приготовления образцов без разрыва сверхвысоковакуумного цикла для сохранения атомной чистоты поверхностей, что значительно сужало круг пригодных к исследованию объектов, а тем более отказывало в возможности исследования нанообъектов с контролируемо заданными геометрическими параметрами.

Кроме того, наша лаборатория имеет в распоряжении уникальный, низкотемпературный атомно-силовой микроскоп Attodry 1000 фирмы Attocube с рабочей температурой до 3.5 К, оснащенный сверхпроводящим магнитом 9 Тл. На этой установке например возможно изучать магнитную анизотропию поверхность слабых магнитных материалов температура Кюри, которых значительно ниже комнатной.

Наша лаборатория активно работает со студентами и аспирантами.

Объединяя нейрохирургию и ближний космос

Третьим рассказчиком нашего первого выпуска «Науки из первых уст» стал руководитель лаборатории ионной и молекулярной физики Игорь Попов. Как это часто бывает на Физтехе, лаборатория с чисто физическим названием стала «прорастать» совсем в другую область.

Наш коллектив ведет свою историю с момента основания Института химической физики. Одним из основоположников школы был Виктор Львович Тальрозе, который долгое время был деканом физхима, руководил комиссией аналитического приборостроения в Академии наук. Именно он в 1983 году привез в СССР первый коммерческий масс-спектрометр высокого разрешения.

В конце 1990-х наш коллектив стал развиваться путем создания новых лабораторий в различных институтах. Это было связанно с тем, что сама тематика, которая основывается только на развитии метода и на работе со спектрометрическим «железом», перестала быть конкурентоспособной. Поэтому мы начали больше сосредотачиваться на применении, а этим удобнее заниматься в институтах, которые относятся к соответствующему профилю. Сначала под руководством Евгения Николаевича Николаева появилась лаборатория в Институте биохимической физики, потом — в Институте биомедицинской химии, в Научном центре акушерства и гинекологии. В результате возникла идея создать лабораторию на Физтехе. Проект 5-100 позволил создать задел для существования лаборатории, что собственно и было сделано.



ФОТО ПРЕДОСТАВЛЕНО ВИКТОРОМ АНАСКИНЫМ

Почему на Физтехе? С одной стороны, в МФТИ развился мощный биологический аппарат, с другой стороны здесь есть всё для того, чтобы заниматься методом и развитием идей. Все потому, что на Физтехе собираются специалисты из разных областей: радиоэлектронщики, вакуумные электронщики, квантовые электронщики, я имею в виду твердотельные, программисты, математики и прочее. Здесь заниматься развитием новых методов и стоило бы. В качестве научных задач для лаборатории мы выбрали две задачи, которые на первый взгляд кажутся абсолютно разными, но для людей, которые этим занимаются, они очень сильно перекликаются.

Первая задача: создание интеллектуального хирургического скальпеля. Дело в том, что в хирургии развиваются современные зондовые методы, когда вы проводите хирургическую операцию не напрямую, делая разрез, а вводя зонд и двигаясь дальше по средствам навигационной системы. Часто это сопровождается оптической визуализацией, там делают отверстие, еще одно рядом, вводят через трубку камеру или вводят световод с объективом на конце и через него хирург видит то конкретное место, в котором он работает. В любом случае, все такие операции проводятся в ограниченном пространстве, в месте, где имеется ограниченный обзор.

Очень часто для этого используются инструменты, которые представляют собой автоматизированные скальпели. То есть, уже режут не ножом, а каким-нибудь специальным устройством. Это может быть световод с лазером, какой-нибудь нагревательный элемент, ультразвуковой диспергатор, разрядник… В общем, методов разрушения ткани достаточно много, и они зависят от того, какую ткань режут. Но во всех этих методах проблемой является то что, с одной стороны, с использванием таких методов операция становится менее инвазивной, но, с другой стороны, у хирурга достаточно мало информации по поводу того, какую ткань он в данный момент режет. Это тоже становится большой проблемой, потому что, когда делаются такие операции хирург мало что видит. Ему требуется помощь, чтобы он увидел, с каким органом в данный момент работает, с какой патологией. Насколько полно он вырезал опухоль или какое-нибудь другое недоброкачественное образование. Один из способов сбора этой самой дополнительной информации — это анализ тех кусков ткани, которые хирург удаляет. Все эти скальпели для эндоскопической хирургии подключены к отсосу, который выбрасывает материал наружу. Эти куски ткани можно анализировать, начиная с того что их можно рассматривать и делать какие-то выводы. Другой способ всем известная иммуногистохимия.

Можно делать обычный гистологический анализ, когда врач берет ткань, рассматривает под микроскопом, окрашивает отдельные участки, делает вывод о том, какая это ткань. Но есть другой метод, который предлагаем мы — молекулярное профилирование. Мы предполагаем, что разные ткани, в том числе и ткани, топологически измененные, имеют отличный друг от друга молекулярный состав. Если этот молекулярный состав аккуратно проанализировать, то можно сделать вывод о том, к какому именно виду ткани относится данный образец. Моя идея собственно, заключается в том, чтобы взять масс-спектрометр, подключить на выход хирургического скальпеля и встроить в него молекулярные профили. Но, прежде , чем это сделать, необходимо провести большой объем подготовительной научно-исследовательской проектной работы.

Первое — это работать с кусками ткани по отдельности и анализировать их профили, и строить некую базу данных, в которой эти профили будут храниться. Построить соответствие между профилями и типами тканей. Второе — необходимо осуществлять проектирование устройств , для того чтобы проводить такого сорта анализ. Третье — необходимо строить систему целиком, то есть, соответственно строить масс-спектрометр, систему подачи образца, систему анализа и обработки. Это целая большая проблема. И это одна из задач, которую мы себе поставили. Проведя оценку областей хирургии, мы пришли к выводу, что наиболее востребованными эти методы были бы при проведении нейрохирургических операций. Дело в том, что во-первых в нейрохирургии опухоли имеют очень маленький размер, во-вторых, требования к точности удаления опухоли крайне высоки. Уже второй год сотрудничаем с НИИ имени Бурденко, ведущим нейрохирургическим и исследовательским лечебным учреждением, самым крупным в Европе. И нейрохирургия — это область, где Россия все еще сохраняет мировое лидерство.

Вторая задача — создание масс-спектрометра для исследования ближнего космоса. Сейчас люди мало знают о том, как устроены верхние слои атмосферы. На самом деле, наши знания о том, как устроена атмосфера на высоте 100 км и выше крайне приблизительны. Да, мы знаем, что где-то там есть озоновый слой, ионосфера, какая-то пыль, куски, обломки, но в общем-то, это - все. Нормальных, методичных измерений состава атмосферы, да еще с хорошей точностью никто не проводил. Что уж говорить о долгосрочных измерениях, исследовании динамики в течение нескольких лет, этого вообще не было. Поэтому потребность в таком космическом суборбитальном масс-спектрометре есть. И задача создания такого прибора крайне актуальна, Крайне важна и крайне интересна. И ей, на самом деле, очень близка задача разработки нейрохирургического скальпеля. Потому что эти разработки близки по техническим решениям приборов, которые должны быть компактными, не дорогими, но при этом очень технологичными. И давать возможность проводить высокоинформативный анализ. Еще одна схожесть - это задача транспорта ионов на очень приличные расстояния. Дело в том, что если речь идет об исследованиях верхних слоев атмосферы, то нам важно исследовать не только состав нейтральных молекул , но и исследовать состав ионов, которые там присутствуют. То есть, исследовать состав ионосферы. Чтобы исследовать состав ионосферы, необходимо собирать ионы, причем, — с приличной площади, чтобы получать более достоверные результаты. Для этого нужно придумать системы ионного транспорта. Они же нужны и для масс-спектрометров, которые будут использоваться в хирургическом проекте.

Так что в нашей лаборатории пересекаются задачи, которые относятся и к области медицины, и к области биохимии, работы с тканями и клетками, области , которые больше связаны с физикой, техникой, с процессами измерений и обработки сигналов, и все это представлено у нас в больших масштабах.



Наши нобелевские лауреаты: Александр Прохоров

Алексей Паевский
главный редактор «За науку»

МФТИ — вуз, знаменитый «своими» десятью нобелевскими лауреатами. Восемь профессоров Физтеха и два его выпускника получили эту высокую награду. «За науку» продолжает публикацию цикла очерков о физтеховских лауреатах Нобелевской премии. После рассказа об Игоре Евгеньевиче Тамме (см. прошлый номер журнала), мы приступаем к человеку, сделавшему одно из важнейших изобретений XX века: Александру Прохорову.

Алкександр Михайлович Прохоров родился 11 июля 1916 года в Атертоне (Австралия). Умер 8 января 2002 года в Москве. Нобелевская премия по физике 1964 года (совместно с Николаем Басовым и Чарлзом Таунсом). Формулировка Нобелевского комитета: «За фундаментальные работы в области квантовой электроники, которые привели к созданию генераторов и усилителей на лазерно-мазерном принципе».

Нынешний наш герой нобелевского цикла уникален многими и многими событиями своей жизни. Мало того, что он получил премию за создание одного из главных изобретений XX века, так еще и родился в Австралии. Да, конечно, вы поняли — речь идет о «человеке, придумавшем лазер» (хотя на самом деле все чуть сложнее), создателе и многолетнем руководителе кафедры, создателе Института общей физики Академии наук — в просторечии ИОФАНа — Александре Михайловиче Прохорове. Действительно, родители Саши Прохорова были, как это любили писать в советских биографиях, «профессиональными революционерами». Любимыми развлечениями революционеров в начале XX века были ссылка и побег из нее с дальнейшей игрой в прятки с властями. Но если Владимир Ильич Ленин прятался в шалаше в Разливе, то Михаил Прохоров и Мария Прохорова (в девичестве Михайлова) в 1911 году решили не мелочиться. Из холодной Сибири они сбежали в Австралию, где много диких собак динго, но нет ни одного жандарма. Кроме собак динго, там была русская колония в штате Квинсленд. Прохоровы неплохо обустроились, обзавелись хозяйством, детьми (помимо родившегося в 1916 году Саши, в семье было еще и трое дочерей — Клавдия, Валентина и Евгения). Однако в 1923 году семейство решило вернуться туда, где таки победил социализм. Возвращались долго, на несколько месяцев застряли в Шанхае. Говорят, пока ехали по России, семилетнего Сашу поразили две вещи – смерть одной из сестер, Валентина, от столбняка, и снег: он никогда его не видел раньше. Сначала родители приехали в родной город матери Прохорова, Оренбург, но тамошний климат оказался слишком суровым для детей, выросших в Австралии. Поэтому семья переехала в Ташкент. Именно там Саша Прохоров впервые пошел в школу. Впрочем, и там Прохоровы задержались ненадолго. В 1930 году семья уже в Ленинграде. Быстро окончена семилетка, Прохоров поступает на рабфак. В 1934 году он — студент физфака ЛГУ. В 1939 году выпускнику Прохорову пришлось делать выбор — его одновременно приглашают работать ассистентом на физфаке в Ленинграде и ехать в Москву, аспирантом в Физический институт академии наук, знаменитый ФИАН. Прохоров выбрал Москву. Его ждала любимая радиофизика и лаборатория колебаний, научное руководство



Леонид Исаакович Мандельштам. Фото М.С.Наппельбаума



Нобелевский банкет 1958 года. Фото Wikimedia

которой осуществлял старый Леонид Исаакович Мандельштам (мы помним, именно он по-настоящему привел в физику другого нашего героя, Игоря Тамма). Первыми занятиями Прохорова было изучение распространения радиоволн вдоль земной поверхности и измерение расстояний с их помощью. К 1941 году был готов точный дальномер на основе фазового радиоприемника. Про него даже шутили: Вот Прохоров-крошка, Другим в пример, Катает в колясочке дальномер. И кричит: «Господа и дамочки, Смотрите на наши гаммочки!» Зимой 1940–1941 годов наладилась и личная жизнь Прохорова — он повстречал Галину, выпускницу геофака МГУ. Встреча состоялась во время совместных лыжных прогулок с другим будущим лауреатом, Виталием Гинзбургом, рассказ о котором еще впереди. Гинзбург взял свою знакомую, та взяла свою… Обычная цепь случайностей, какая только и приводит нас к глобальным переменам в жизни. Увы, безмятежность длилась недолго: наступил июнь 1941 года. Прохоров вместе с другими аспирантами записывается в ополчение. Несмотря на имеющуюся подготовку (еще в Ленинграде Прохоров получил звание младшего лейтенанта запаса и специалиста в зенитной артиллерии), его отправляют на курсы разведчиков. Осенью он срывается в увольнительную в Москву — в ЗАГС. С декабря 1941 года Прохоров на фронте. В 1942 году — первое тяжелое ранение, в 1943-м — второе. Сначала пострадала рука, затем нога, которые чудом удалось сохранить, но только в 1944 году его признали «негодным к строевой» и с февраля он — демобилизованный, с медалью «За отвагу». Кстати, и будущий «коллега» Прохорова по «нобелевке», Николай Басов воевал и прошел всю войну. Говорят, что когда Прохоров вернулся в ФИАН, его встретили как выходца с того света — он был первым ФИАНовцем, вернувшимся с войны, до того приходили только вести о смерти сотрудников. Четыре года Прохоров проработал в прежней области, защитил кандидатскую (1946) и переключился на радиоспектроскопию и (неожиданно!) физику ускорителей. Он плотно начинает работать с синхротронами. В 1951 году Прохоров защищает докторскую, а чуть раньше начинает работать ассистентом в долгопрудненском Физтехе (говорят, в то время его часто принимали за студента). Появились первые дипломники, и один из них, Николай Басов, стал соавтором Прохорова в главном открытии — если не века, то уж точно жизни. В мае 1952 года на Всесоюзной конференции по спектроскопии Прохоров с Басовым впервые говорят о возможности устройства, которое будет испускать когерентное микроволновое излучение за счет вынужденного (индуцированного) излучения молекул. Первая публикация на эту тему случилась в 1954 году, в октябре. За десять месяцев до того аналогичную работу публикует американец Чарлз Таунс, который и создал первое такое работа-

ющее устройство, получившее название «мазер» — сокращение от английских слов Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation (микроволновое усиление с помощью индуцированного стимулированного излучения). Эффект вынужденного испускания фотонов был сначала предсказан Альбертом Эйнштейном в 1916 году теоретически, а потом, уже спустя много лет, его удалось получить в лаборатории. Заключается он в том, что вероятность перехода атома из возбужденного состояния в основное значительно повышается под действием фотона. При этом образовавшийся (индуцированный) фотон находится в том же самом квантовом состоянии, что и фотон, вызвавший переход (индуцирующий). Давайте разберемся, что такое вынужденное излучение. Сначала — совсем немного минимальной теории строения атома. Атом состоит из ядра и электронов. По умолчанию, электроны, которые «движутся» вокруг ядра (для простоты можно представить себе вращение спутника по орбите, хотя в квантовом мире все совсем иначе), находятся на «орбитах» с минимальными энергиями. Если в атом «закачать» энергию (в лазере этот процесс и называется накачкой), то электроны будут находиться на «более высоких» орбитах (не забываем об условности орбит и их высоты). Это — возбужденное состояние атома. Атом может вернуться в исходное состояние, испустив квант света. И вот эту-то вероятность испускания света усиливает внешний фотон. Таким образом, у нас есть активная среда, есть возможность накачать ее энергией и способ потом эту энергию превратить в вынужденное излучение. А для того чтобы свет имел определенную частоту, нужно заставить его пройти через активную среду определенное число раз. Нужен оптический резонатор. Такой резонатор представляет собой два зеркала, поставленных друг напротив друга, одно из которых полупрозрачное, частично пропускающее излучение за пределы рабочей среды. Это тоже идея Прохорова. Но пока что это все не привело к лазеру. Прохоров, Басов и Таунс предложили способ, как использовать эффект вынужденного излучения, чтобы получить когерентное излучение в микроволновом диапазоне. Таунс создал первый мазер. Оставалось сделать один шаг — перейти к видимому свету, однако казалось, что он не будет сделан никогда. Считалось, что резонатор для генератора когерентного излучения должен иметь размер длины волны этого излучения. Это следовало из того, что первые лазеры использовали газовую активную среду. Получалось, что для видимого света сделать резонатор длиной в сотни нанометров не представлялось возможным. Нужен был «шаг в сторону», и его сделал человек, так и не удостоенный нобелевской премии. Американец Теодор Майман в своей лаборатории в Малибу решил использовать в качестве рабочей среды кристалл рубина. И оказалось, что достаточно того, чтобы в размер резонатора укладывалось любое целое количество длин волн излучения. В 1960 году началась эпоха лазера — буква M (microwave) в уже знакомой нам аббревиатуре сменилась буквой L (light). А дальше была Нобелевская премия по физике, поделенная на троих — Прохорова, Басова и Таунса. Человек, сделавший последний шаг к «решению, которое само ищет себе задачу», остался за бортом премии. А дальше — еще много открытий и свершений: собственный институт в АН СССР (знаменитый и сегодня Институт общей физики, ИОФАН, ныне — ИОФ РАН им. А.М. Прохорова), лазер на основе двухквантовых переходов, ИК-лазеры, непрерывные лазеры. А какие у него были ученики — начиная с Николая Басова и продолжая, скажем, одним из ректоров МФТИ (и выпускником ФТФ МГУ) Николаем Карловым или первооткрывателем метаматериалов, Виктором Веселаго (сокурсником Карлова)! Длинная, насыщенная и достойная жизнь. Жаль только, что большой книги об Александре Михайловиче до сих пор не написано. Надо исправлять ситуацию.





ПАТРИАРХИ ФИЗТЕХА

ИГОРЬ ГАНСВИНД

Беседовала Ирина Григал

Текст Снежана Шабанова,
Алексей Паевский

Фото Алексей Паевский

Культура Физтеха совершенно уникальна и многогранна. И это не только передающиеся из уст в уста байки, анекдоты и давно сложившиеся в вузе традиции, Это еще и память физтехов, которые, как известно, не бывают бывшими, о славных студенческих днях.

Чтобы рассказать, как зарождалась физтеховская культура, мы решили пообщаться с некоторыми выпускниками Физтеха первых лет.

В этих беседах вы узнаете о том, как они жили и учились, какие ценности пропагандировали основатели Физтеха, чем на Физтехе гордились и чем вообще отличается выпускник Физтеха от других.

Наша седьмая беседа — с человеком, благодаря которому до сихпор успешно приземляются космические корабли «Союз», разработчиком сисетмы управления посадкой, выпускником АМФ 1960 года Игорем Гансвиндом. Но рассказ нашего выпускника, конечно, не только о космосе.

ФОТО: АЛЕКСЕЙ ПАЕВСКИЙ

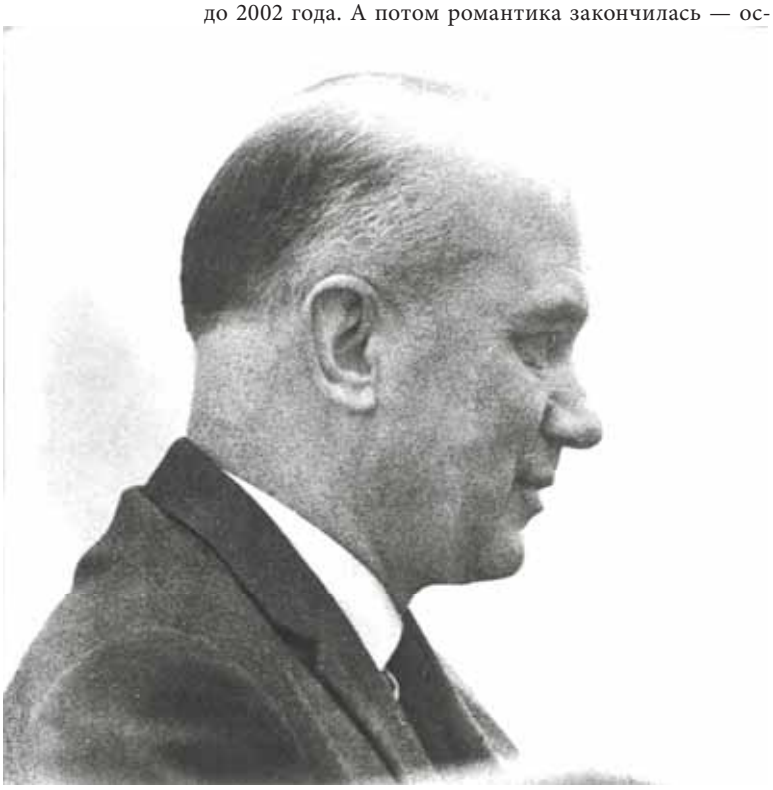
О космосе

Когда у нас был базовый институт, нам читали лекции в самых разных лабораториях. И вот помню, был среди наших преподавателей совершенно выдающийся человек — Борис Викторович Раушенбах, который впоследствии возглавил кафедру механики в МФТИ.

Именно в то время создавался первый корабль — «Восток», для него нужна была система ориентации. Королев выбирал, кто бы мог ее сделать. Раушенбаха он знал по совместным занятиям планеризмом в Коктебеле, поэтому приехал и к нему. Борис Викторович был человек практичный и у него был стенд, где можно было увидеть, как на практике работает система ориентации.

Первым испытанием этой системы был пуск объекта «Е2», предназначенного для фотографирования обратной стороны Луны. И все прошло удачно. Мало того, через некоторое время нашим конструкторам пришел из Франции приз от виноделов. Оказалось, что один француз обещал несколько ящиков вина тому, кто первым сфотографирует обратную сторону Луны.

Но вернемся к Королеву. После стендовых испытаний он перевел всех сотрудников Раушенбаха, и меня в том числе, в Калининград (ныне Королев) в организацию, которая сейчас называется РКК «Энергия». Там я и проработал с 1960 года после выпуска до 2002 года. А потом романтика закончилась — основные задачи были решены, а рутиной заниматься совершенно не хотелось.



Борис Раушенбах

Я горжусь тем, что я занимался разработкой системы управления спуском капсулы, в которой возвращаются космонавты. Нам удалось сделать ее простой и надежной.

Потом у меня еще были работы, связанные с гравитационной ориентацией. Дело в том, что тело, которое имеет форму карандаша, если его запустить на орбиту, рано или поздно встает по местной вертикали. Я этим заинтересовался и попросил космонавтов записывать некоторые параметры движения - как в свободном движении себя ведет станция. Впоследствии мы обработали полученные данные и построили теоретическую модель. Она помогла нам спасти станцию «Салют-7», когда с ней был потерян контакт — произошел несчастный случай и сгорел приемопередатчик. Я с помощью нашей теории смог предсказать положение станции и скорость ее колебаний, что помогло осуществить с ней стыковку и отремонтировать.

Потом я еще освоил одну специальность – работу с изображениями, получаемыми из космоса. Мне нравится при помощи картинок определять различные характеристики, например, гравитационного поля Земли. Мне интересны те эксперименты, которые можно проводить на орбите, чтобы получать данные, необходимые для наук о Земле. Например, вулканологам нужно оценить вред от вулканов. Для этого нужно посмотреть, как распространяются в атмосфере их выбросы.

Мое поколение сделало очень много для того, чтобы Россия стала космической державой. Ведь аппарат «Союз» — это почти тоже самое что и автомат Калашникова. Ему уже 50 лет и он до сих пор возит космонавтов на станцию и успешно их возвращает. Это простая и надежная машина. У американцев – шаттл, но где он сейчас? В шаттле они погубили 14 человек (на «Челленджере» и на «Колумбии»), ведь у них нет системы аварийного спасения. Кстати, на «Апполоне» она была — и это была замечательная машина. Взрыв на приборном отсеке этого корабля не погубил космонавтов — им удалось вернуться, используя посадочный лунный модуль.

Почему я выбрал Физтех?

Мое детство прошло в маленьком текстильном городке Тейково в Ивановской области. В мое время это был очень чистый город на реке Вязьма. В газете «Комсомольская правда» я увидел объявление об

интитуте, который обучает специалистов в разных областях техники для конструкторских бюро. У меня была настольная книжка Боброва «Волшебный двурог». Я пытался что-то считать, додумался до дифференциального исчисления. По тому адресу, который указывался в объявлении, я отправил письмо и мне прислали задачки, которые давали на вступительных экзаменах. У меня сначала не получалось их решить, но потом удалось добыть учебник Ландсберга по физике.

Когда я писал письменный экзамен по физике, у меня ребята сзади все время что-то спрашивали. А потом экзаменационная комиссия обнаружила несколько одинаковых решений сразу и стала выяснять, кто же у кого списывал. И представьте себе: длинная скамья, на которой сидят несколько человек, а перед ними физик Косоуров. Он дал всем по задачке и вышел покурить. Возвращается, смотрит у кого что есть, дает еще по задачке. И потихоньку некоторых отпускал. В итоге остался я и еще один абитуриент.

После экзаменов было собеседование. Иван Федорович Петров, генерал авиации, спросил меня, на какой стороне воевал мой отец. А тот работал на трудовом фронте во время войны, как и все остальные немцы. Однако Петров посоветовал мне поступать куда-нибудь еще, пока они будут разбираться. Я пошел и поступил сразу в Энергетический институт, проучился месяц и тут мне от мамы приходит телеграмма, что меня приняли на Физтех. Я тут же забрал документы и приехал на Физтех, где мне сказали, что на радиофизике, куда я хотел, мест уже нет и отправили на аэромех, который и определил мою дальнейшую судьбу.

Обстановка на Физтехе

На первый курс приняли 244 человека — 14 групп по 16 человек. Мы знали всех на три года старше и на три года моложе, мы собирались и пели песни. У нас был Костя Свидзинский, который дирижировал нашим хором и хорошо играл на музыкальных инструментах. А Женя Токарь играл на фортепиано и был большим любителем классики, особенно Баха.

Впоследствии я работал с ним в одном отделе. Женя — основоположник всей космической гироскопии. На больших орбитальных станциях топлива не напасешься, поэтому все управляется силовыми гироскопами, которые Женя и рассчитывал.

Любили мы также посещать выставки. Помню, проходила выставка Пикассо в музее изобразительных искусств, которая перевернула все наше представление об искусстве. Нас воспитывали на передвижниках, и казалось, что живопись сводится к тому, чтобы что-то иллюстрировать. А здесь выяснилось, что у художников есть свои задачи, которые они решают



Космический корабль «Союз»







своими способами. После этого я старался не пропускать ни одной хорошей выставки. Однажды я решил, что должен своими глазами увидеть Боттичели и отправился в турбюро, чтобы они сделали мне визу и я смог посетить Рим и Флоренцию.

Интересовались джазом. Мы с моим другом пробирались на кафедру иностранного языка. У них был приёмник, на котором мы ловили “Голос Америки” и слушали джаз. А многие даже изучали польский язык, чтобы читать польский журнал о джазе. До сих пор помню концерт Марии Гинзбург в малом зале консерватории. Она играла сонаты Бетховена. Консерватория, выставки, книги. Тогда только вышел двухтомник Хемингуэя, который мы все читали. Евтушенко, Вознесенский — их книжки ходили у нас по рукам.

Много у нас было оригинальных людей. Один товарищ семь раз сдавал ТФКП, в конце концов сдал и после этого бросил Физтех и пошел в духовную семинарию.

Наши кумиры

У меня с детства была любовь к авиации. У нас городе формировалась Вторая Свирская военно-воздушная дивизия, над городом все время летали самолеты, на аэродроме готовили забросы к партизанам. Я пошел в школу в 1944 году и помню войну хорошо. Так что моими кумирами стали летчики и математики.

На Физтехе жили мы довольно скромно, стипендии хватало, чтобы как-то худо-бедно кормиться и одеваться. Был интересный случай в 1957 году, когда проходил всемирный Фестиваль молодежи и студентов. Нам настоятельно рекомендовали покинуть Москву, потому что нас могли завербовать. Всех, кто не особенно сопротивлялся, посадили в теплушки и отправили на целину. Я попал в Харьковский совхоз. Я научился работать на комбайне, ремонтировать трактор, пахать. У меня был очень интересный наставник – Николай Куликов. У него было сто вылетов на ИЛ-2, и, как оказалось, орден Александра Невского. Благодаря ему я освоил профессию сельского механизатора и заработал кое-какие денежки. Приехал и приоделся немного. Купил красивый плащ. И прихожу как-то, а плаща нет и лежит записка: «Плащ взял. Ушел к проституткам». Была у нас типичная передача одежды от одного к другому в случаях, когда нужно было приодеться.

Были у нас великолепные преподаватели. Математику нам читал Марк Аронович Наймарк. У него можно было учиться точности и наглядности. Он начинал лекцию ровно по часам. Последнюю точку ставил вместе со звонком. Я понял тогда, что такое алгоритм чтения лекции, как надо строить лекцию, как укладываться в определенное время, как излагать материал. Не у всех это получалось.

Никита Николаевич Моисеев, который потом был деканом нашего факультета и академиком. В процессе лекции он заполнял собой все помещение. Он клялся, что его любимый предмет – гидродинамика. Его аспиранты восхищались им потому что он умел видеть похожее в совершенно разных задачах – этому

надо было у него учиться.

Тогда появились суда на подводных крыльях и его аспиранты считали их профили и всю гидродинамику.. Когда наступила пора оптимального управления, он начал заниматься оптимизацией, а потом экологией – считал природные циклы обращения элементов. Он просчитал ядерную зиму, что случится на земле, если тучи пепла поднимутся в атмосферу.

Габриэль Симонович Горелик читал нам лекции по общей физике. Он так интересно читал электродинамику, что после лекции мы ему еще очень долго аплодировали. У него всегда были очень хорошие демонстрации, он не давал забыть, что физика – наука экспериментальная. Феликс Рувимович Гантмахер блестяще читал нам теоретическую механику.

Еще я очень благодарен Льву Васильевичу Овсянникову, который вел у нас факультативный семинар по теории групп Ли, что потом мне очень помогло понимать теоретическую физику и гоарздо лучше разбираться во многих практических вопросах. Лев Васильевич научил нас тому, что есть не только тяжелый труд математика, но еще и радость открытий.

Мы выпускали факультетскую газету «Стрела». Наш партийный идеолог Оганян периодически снимал – это называлось у нас «Утро стрелецкой казни». Наш главный редактор Боря Коновалов ушел после выпуска в газету «Известия». И я иногда Боре на ушко сообщал кто и когда полетит. Иногда сам писал в популярную колонку, например, об электричестве в атмосфере, молниях, о некоторых открытых экспериментах на борту.

Летом у нас был спортлагерь. На Физтехе была секция парусного спорта - простому студенту была доступна яхта!

Окончание третьего курса мы отмечали в ресторане «Прага». Помню, первое, что я увидел, когда приехал с документами из энергетического института, это был выговор студенту за дебош в ресторане «Аврора». Студенты у нас были веселые.

Очень интересная жизнь у нас была. Мои лучшие друзья были старше меня.

Я бы хотел, чтобы на Физтехе была свобода – свобода выбора курсов и выбора преподавателей для студентов. В наше время базовые институты были на переднем крае науки и работали в них специалисты мирового уровня. До сих пор наши жидкостные двигатели покупают американцы. А теперь уже нельзя сказать, что базовые институты впереди. Поэтому надо приглашать, держать связь с оставшимися специалистами, контролировать, кто будет студентам читать лекции. Нужно улучшать связь между факультетами. Надо самоорганизовываться на студенческих проектах. Например, создание спутника включает в себя огромное количество различной работы, так что ребята с разных факультетов нашли бы себе задачи по интересам. Надо учиться проектированию, работать в команде, учиться уравновешивать и искать решения. Как-то надо выходить из той ситуации, что сейчас сложилась в базовых институтах. Хотелось бы, чтобы студент тоже имел возможность выбирать те курсы, которые он хотел бы послушать, причем необязательно именно в том базовом институте, к которому он приписан. Мне, например, очень не хватало баллистики, и я ездил в МГУ слушать эти лекции после выпуска.

Чем отличается физтех от других студентов

Физтех испытывает студентов на трудолюбие, целеустремленность, поскольку нагрузка все-таки здесь очень большая.

В чем состоит миссия Физтеха

Миссия Физтеха – это планирование будущего. Какие люди выйдут с Физтеха, будут ли они готовы к тем вызовам, которые предлагает время? Выпустить специалиста, который способен перенастраиваться, переходить с одной специальности на другую. Моя первая специальность была управление в космосе, вторая – работа со снимками, дешифрирование. Когда мы работали над МКС, то очень часто общались по скайпу с американскими коллегами. Они все время нас упрекали в том, что с ними на беседу приходят одни и те же люди. У них по одному вопросу – один товарищ, по-другому – другой и так далее. У них нет специалистов широкого профиля, у них узкий подход. А одно из преимуществ Физтех в том, что он выпускает специалистов широкого профиля, которые могут перенастраиваться. Я считаю, что Физтех должен быть школой будущего.

Сейчас у нас нет ни одного приличного спутника дистанционного зондирования Земли. Единственный достойный аппарат сейчас – это «Радиоастрон», который работает вместе с сетью наземных радиотелескопов.

Еще нужно обременять студентов письменными работами. Это очень большой недостаток, когда человек не может написать приличный отчет и статью. Это просто беда. Человек должен уметь четко излагать свои мысли. Кстати, в Америке школьники очень много пишут и с охотой читают. Еще раз повторюсь, что нужны комплексные студенческие проекты.

ЛЕТОПИСЕЦ ФИЗТЕХА

АЛЕКСАНДР ЩУКА

Беседовал Янка Малашко
(Алмаз-Антей)
Фото Алексей Паевский

Александр Александрович Щука — доктор технических наук, профессор, Почётный Профессор МФТИ. Выпускник АМФ 1964 г., автор многочисленных учебных пособий и учебников по электронике. Главный труд его жизни — книга «Физтех и физтехи», выдержавшая пять изданий. Именно благодаря этой книге мы можем узнать, что такое Физтех, какова его история, кто такие физтехи и кто их придумал. Книга объединила физтехов всех поколений, студентов, выпускников, ректоров. Сейчас на Физтехе в рамках программы III Конференции выпускников проходит выставка архивных фотографий нашего главного летописца. И нет лучшего повода опубликовать беседу Александра Александровича с другим старейшим корреспондентом «За науки» Янкой Малашко, проиллюстрировав её снимками нашего героя за последние 50 лет.



ФОТО: АЛЕКСЕЙ ЛАЕВСКИЙ







Сверху вниз:: аудиторный корпус 60-70-х годов. Идет контрольная по физике. Молодой преподаватель Лидия Владимировна Ногина. Ленточку открытия отремонтированного аудиторного корпуса режут выдающиеся профессора Физтеха: Н.Н. Кудрявцев, М.И Шабунин, С.М. Козел, Ю.А. Самарский.

Вы прожили с Физтехом долгую жизнь — более пятидесяти лет. Так что же для вас Физтех?

Физтех для меня — это вся моя жизнь, расписанная по годам и даже по месяцам.

Когда я поступал туда, во время собеседования директору института генералу И.Ф. Петрову доложили, что в институт поступает «бендеровец». Тогда это было строго – Физтех был режимным учреждением. Петров лично пришел на собеседование и спросил, кто тут бендеровец. Я ответил, что родом из города Бендеры, что находится в Молдавии. Название города переводится как «переправа на реке», и его так поименовали турки, которые там хозяйничали до побед Суворова. Петров с интересом выслушал меня и дал условным знаком замдекана Д.Д. Крючкову свое одобрение.

Потом были годы учёбы, совмещённые с выступлением в легкоатлетической команде за честь Физтеха, работа в стенгазете «Стрела» и только созданной газете “За науку”.

Я всё же больше тяготел к электронике, чем к сопромату. И тут поступило предложение от завкафедрой общей физики Н.А. Алексеевского сделать рубиновый лазер для нанесения сверхпроводящих пленок ниобия прямо в сосуде Дьюара. Начальные условия - кристалл рубина, лампа-вспышка с маяка, мощные конденсаторы и площади на кафедре физики, подконтрольной молодому ассистенту Юрию Александровичу Самарскому. Выбор пал на меня, поскольку имел рабочие специальности электрика и токаря-фрезеровщика, приобретённые в летние каникулы на бендерском судоремонтном заводе. К весне, к сроку удалось сделать лазер, испытать его, написать диплом и защитить его. Алексеевский высоко оценил мою работу и ходатайствовал о том, чтобы я остался лекционным ассистентом на кафедре. Одновременно была обеспечена прописка и комната в квартире… С тех времен для меня Физтех – родной дом.

У меня есть все издания книги «Физтех и физтехи». По ним видно, как менялся и авторский замысел и сам Физтех. Так как же изменился Физтех с точки зрения главного его историка?

Я бы не стал себя называть главным историком. Я просто физтех, влюблённый в Физтех. Так сложилось, что я подрабатывал, как корреспондент «За науку», общался с первыми лицами Физтеха, был исполнителем общеинститутской доски почёта и общался с корифеями Физтеха. Физтех менялся вместе со страной. Но фишка была в том, что каждому времени прекрасно соответствовал ректор. Поэтому Физтех был всегда лидером. Об этом я уже писал.

Ваша книга о Физтехе вышла первой среди других. А что было раньше? Как появились первые фотографии, первое слово? Как они объединились?

Сначала книга была задумана к 50-летию МФТИ. Ректор Николай Васильевич Карлов одобрил содержание резолюцией: «Действуй, Саша». Я сделал макет книги, но планы у ректора поменялись. Всё же мне удалось выпустить к юбилею первое издание на основе своих фото, на основе своих заметок.

Вам принадлежит выражение «страна Физтехия». Какая она, эта страна?

Страна Физтехия появилась из физтеховского фольклора. Когда-то мои друзья Юра Пухначев и Юра Попов писали сказки о Физтехе. Я тоже написал такую сказку, где использовал понятие «страна Физтехия».

Легко догадаться, что у Вас много друзей-физтехов. Как Вы себя ощущаете в среде этого удивительного сообщества?

Мои друзья — мое богатство. Это так! С друзьями я уверенно иду по жизни. Вот в мае прошлого года мы отмечали 50-летие окончания института.

Собрались однокашники. Прибыли и заокеанские друзья-физтехи. Был дружеский пир, перемешанный с радостью общения, и воспоминания, воспоминания….

Я и многие другие люди считаем, что ваша фундаментальная книга «Электроника» является лучшей в своей области. Фактически это — энциклопедическое произведение.

Спасибо за столь высокую оценку. Ваши слова да Богу в уши! Мне очень хотелось помочь студентам иметь один доступный учебник по всем направлением современной электроники. Так случилось, что довелось поработать в электронной промышленности и быть на передовом крае советской электроники.

Ваша книга «Электроника» вышла в свет, когда Вы были заведующим кафедрой интегральной электроники в МИРЭА. Вы очень продуктивны. Поэтому хочется спросить: во сколько начинается Ваш рабочий день? С чего он начинается?

Это проза жизни. Видимо, я отношусь к жаворонкам: встаю в районе шести утра, ложусь (стараюсь!) — в десять вечера. Раннее утро — хорошее время для новых начинаний, создания текстов книг.

Вы — писатель, историк, преподаватель, а еще — глава семейства — клана физтехов. Расскажите о них.

Моя дочка, Танечка Щука, закончила Физтех, вышла замуж за физтеха — однокурсника Колю Потылицина. В лихие девяностые работы молодым







Сверху вниз: 833 группа аэромеханического факультета. 1962 год. Когда нас плохо кормили в столовой, мы писали письма директору столовой. Вечер в клубе «Романтики» . Слева Саша Филиппенко (ныне народный артист России) , в центре Лариса Лужина (ныне народная артистка РСФСР), справа Юрий Флеров (ныне академик РАН)







специалистам в стране не было. Они уехали учиться в аспирантуру в Торонто. Там в Америке и остались, сохранив российское гражданство. Одарили нас тремя внучками — Леной, Вероникой и Настей.

Сын Серёжа окончил Физтех по кафедре океанологии. Объехал весь мир от Арктики до Антарктики… Живёт в Долгопрудном, как заместитель .завкафедры при Институте Океанологии работает по совместительству на Физтехе. У него есть сынок — студент Саша.

Физтех закончила и моя сестра Аллочка. Я её тоже готовил на Физтех. Вышла замуж за физтеха Юру Ноздрина.

Я бы отнёс к физтеховской династии и Вашу жену Екатерину Андреевну! Ведь она непрерывно работала на Физтехе более 50-ти лет. Значит она — плоть от плоти — физтешка!

Не возражаю…

Вашему зятю удалось спастись с сорокового этажа одной из «башен-близнецов» в роковой момент 11 сентября 2001 года. Как Вы думаете, что ему помогло?

Во-первых, хорошая спортивная форма. А во-вторых (а, может быть, во-первых) — физтеховская смекалка — он не стал ждать скоростного лифта, сбежал с сорокового этажа.

Александр Александрович, я много раз испытал на себе удивительное действие молдавского вина вашего изготовления. После него очень хорошо себя ощущаешь. Но я не пробовал мёда, собранного с вашей дачной пасеки.

Да, вино я делаю из своего винограда, выращенного на даче под Каширой. Это молдавская привычка. Отец научил меня всему и говорил, что если есть своё вино, то никогда пьяницей не будешь. Так и случилось. Ведь вино на радость нам дано! Да и экономические соображения… Папа привил мне и любовь к пчёлам. Тогда ещё никто не слышал о нанотехнологиях. Ныне наноэлектроника и нанотехнология — мой конёк. Многому учусь у пчёл — мастеров нанотехнологических процессов. Для души держу два-три улья. Они дают ведро мёда — хватает родным и друзьям. Моё упущение, что Вас не угостил. Обещаю исправиться — все впереди!!

Спасибо вам, Александр Александрович, за то, что Вы сделали для Физтеха. Желаем вам успеха в шестом издании любимой нами всеми книги и крепкого здоровья на дальнейшую перспективу.

Спасибо, огромное спасибо! Буду служить Физтеху, стараться на благо Физтеха!





Сверху вниз: приехали с базы поздно… Сварили пельмешки. 1960 год. Читальный зал в корпусе А. В лучшей группе 836 на факультете идет комсомольское собрание…

Science Slam на Физтехе

Один из самых популярных форматов продвижения науки — Science Slam — впервые приходит на Физтех. Корреспондент “За науку” Анна Дзарахохова поговорила с участниками и организаторами будущего действа. Мы умышленно не публикуем портреты будущих звёзд. Приходите — и сами всё увидите.

Валерий Ройзен, аспирант лаборатории компьютерного дизайна материалов, организатор Science Slam со стороны МФТИ

В декабре мы впервые проведём на Физтехе Science Slam. Это мероприятие, на котором молодые ученые рассказывают о своих исследованиях широкой публике со сцены клуба, но рассказывают доступно и весело, демонстрируя, что наука вполне может быть весёлой и увлекательной.

Наверняка отсутствие формул в презентациях участников вызовет скепсис у физтехов, но позвольте мне объяснить, в чём наша задумка :) Мы ориентируемся на студентов младших курсов, которые зачастую оказываются в достаточно удручающей ситуации бесконечной и безрадостной учёбы, оторванной от реальной научной работы. Именно для них мы проводим Science Slam.

Возможно, кто-то после этого пойдёт работать в лабораторию или начнёт читать литературу по теме доклада. А если нет, то, по крайней мере, мы все увидим, как превратить науку в увлекательное шоу!



Валерий Ройзен и сам умеет поговорить «за науку»

Евгений Жванский

25 лет, вырос в Калининграде.

В школе нравилась физика, математика. В 8-ом классе меня сагитировали поступать на Физтех выпускники моей школы, учившиеся в то время на младших курсах МФТИ. Потом поступил в ЗФТШ и продолжал заниматься физикой и математикой. В старших классах хотелось понять, как устроен мир, хотелось создавать что-то новое — такая вот детская мечта. Думал поступать на ФУПМ, ФРТК или ФМБФ. Другие ВУЗы даже не рассматривались. Выбор в сторону ФМФБ и определил дальнейшее направление развития. Потом на четвертом курсе попал на кафедру физики живых систем. Там нам рассказали, что выбор кафедры — случайность, так как эту точку бифуркации мы проходим слишком быстро. Так, волей случая, я начал заниматься анализом электромиограмм (биоэлектрических потенциалов, источником которых являются мышцы), физиологией. У меня была задача: исследовать мышечную активность детей с двигательными нарушениями и без. Этот опыт позволил мне впоследствии найти применение электромиографии (ЭМГ) в других областях. Сейчас я работаю над созданием алгоритмов обработки сигнала ЭМГ, позволяющих, в том числе, без особых трудностей восстанавливать по мышечной активности картину движений человека. Как оказалось, к примеру, протезы верхних конечностей человека управляются именно при помощи ЭМГ, однако, алгоритмы обработки достаточно просты и доставляют некоторые неудобства человеку, перенесшему ампутацию. Поэтому сейчас моя основная задача научиться делать умную обработку сигнала для выделения паттернов электромиограмм. Это подобно распознаванию речи, только на языке мышечной активности.

Твит:

О распознавании мышечной активности для управления бионическим протезом или экзоскелетом.

Алексей Карпаев

23 года, родом из Санкт-Петербурга

Как попал на Физтех:

За школьной партой увлекался многими предметами, но в особенности привлекали те, в которых было возможно получение эффектных визуальных результатов, например в химии, которую я обожал за красочные опыты.

К старшим классам пришло понимание того, что в реальной жизни детские увлечения придется оставить в прошлом. Родители (мать - математик-программист, окончила ВМК МГУ; отец - инженер-исследователь в области авиации, кандидат технических наук) порекомендовали обратить внимание на техническую область, поэтому я захотел связать свою жизнь с программированием.

Ключевую роль в выборе вуза сыграли советы деда — выпускника ФОПФ, и я решил поступать на ФАКИ на кафедру вычислительных моделей технологических процессов.

Как оказался в текущей научной сфере:

На третьем курсе неожиданно для себя полюбил численные методы, сочетающие в себе знания из прикладных IT-технологий и фундаментальных математики с физикой. Как следствие — перевелся на базовую кафедру вычислительной математики и погрузился в тему компьютерного моделирования, позволяющую получать визуализации, радующие глаз.

На новой кафедре меня приняли в теплый коллектив лаборатории флюидодинамики и сейсмоакустики, по итогам работы в которой я защитил бакалаврский и магистерский дипломы по теме моделирования разработки месторождений высоковязких нефтей термо-химическими методами. Присутствие в научной работе любимого в школе предмета не давало покоя, и к концу последнего года обучения я решил сменить предметную область на более богатую химией биофизику, подав заявку в лабораторию физиологии человека, где мне дали положительный ответ. В аспирантуре планирую заниматься моделированием аритмий в миокарде, что поможет в поиске новых путей медицинской помощи людям с сердечно-сосудистыми заболеваниями.

В итоге осознал, что работа в области чистого IT не принесет мне удовлетворения в будущем. Но почему бы не использовать программирование как инструмент для получения ярких результатов в науке?

Твит:

Я расскажу о том, почему специалистам по методам компьютерного моделирования открыты двери во многие предметные области

Юрий Стебунов

Меня зовут Юрий Стебунов, мне 25 лет. На данный момент я аспирант третьего года ФМХФ и по совместительству научный сотрудник в лаборатории нанооптики и плазмоники МФТИ. Поступил на ФМБФ в 2007 году, будучи абитуриентом института

не выбирал, всегда хотел на Физтех, к тому же, как призера всероссийских олимпиад, меня освободили от вступительных экзаменов. На третьем курсе института пришел в лабораторию нанооптики и плазмоники и занимался теоретическим исследованиями и моделированием устройств плазмоники и оптоэлектроники. В магистратуре решил заняться экспериментом и сделать что-то прикладное, для чего можно будет найти практическое применение, и для этого поступил на кафедру технологического предпринимательства. Также мне хотелось, чтобы мои исследования были связаны с биологией, поэтому в рамках обучения был устроен ассистентом в компанию Байоптикс-Нанопром, дочернее предприятие американского стартапа BiOptix, Inc, производящего SPR-биосенсоры. При этом научную работу остался делать в той же лаборатории. За время обучения в магистратуре погрузился в тему биосенсоров и создал задел для будущей кандидатской диссертацией, работу над которой продолжил в аспирантуре. Довел одно из исследований до стадии действующего прототипа, и теперь рассматриваю возможность его дальнейшей коммерциализации. Являюсь автором 9 публикаций и 2 патентов в области биосенсоров. Выступил с докладами на более чем 10 международных научных конференциях.

Твит: Интеграция электроники с молекулярными процессами внутри человеческого тела: как это происходит и какие будут последствия?

Анастасия Наумова

Мне 21 год, я закончила РХТУ им. Менделеева факультет ВХК РАН в 2015 году.

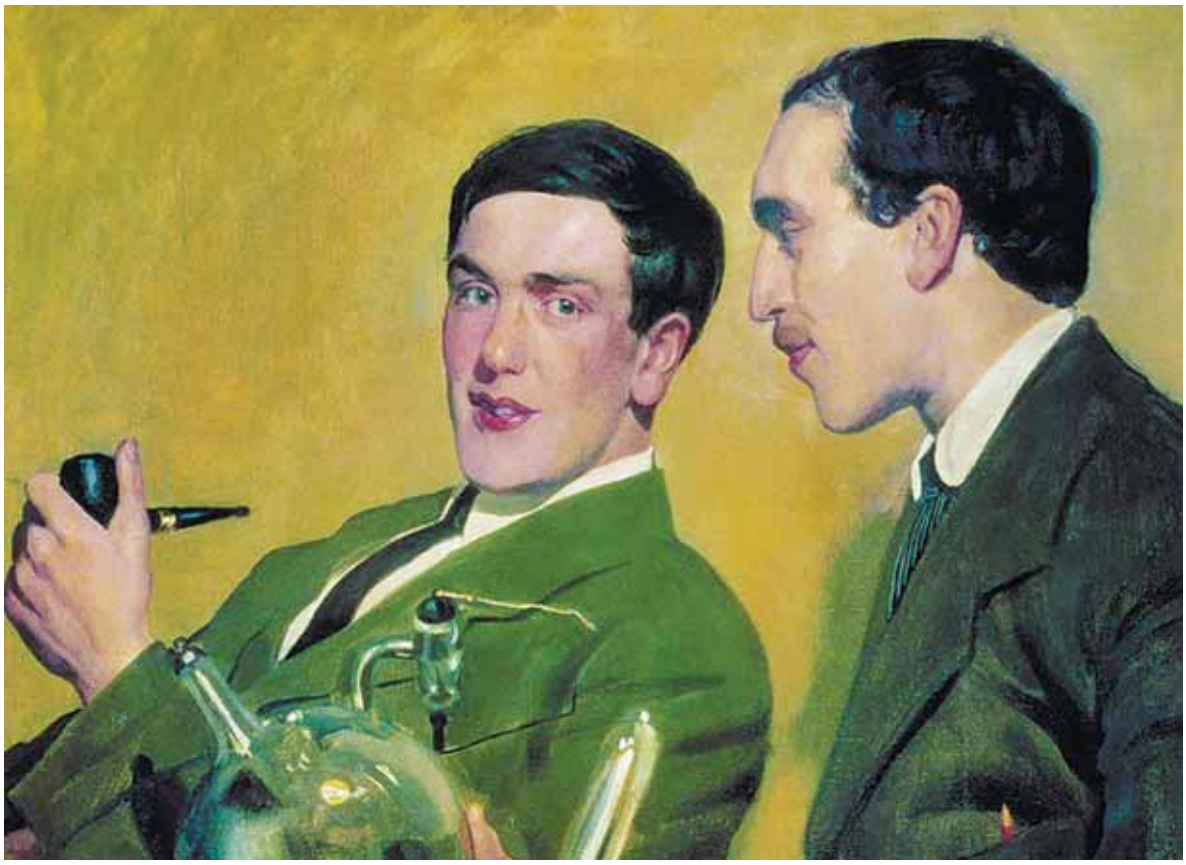
На физтех я попала в июле 2014 (пришла работать в лабораторию к Артёму Оганову), теперь вот поступила в аспирантуру. Про область науки и почему пошла на слэм: со своим научным руководителем, Артёмом Огановым, я познакомилась как раз на слэме — он читал там лекцию о своей работе. Мне было очень интересно, после доклада я к нему подошла и целый час задавала вопросы. Потом он продолжил у него поработать.

Памятуя об этом, решила сама поучаствовать в слэме.В клубе на Маяковской в июне 2014. В школе интересовалась химией и историей искусств.

Я с 10 класса работала в лаборатории — занималась органическим синтезом. После пяти лет, проведённых там, поняла, что хочу поменять область исследований. Как раз в этот момент встретила Артёма, который открыл интересную мне сторону той области, которой я теперь занимаюсь — computational chemistry.



Аспирант МФТИ Олег Фея уже побеждал в масштабном Science Slam



Основатели МФТИ Пётр Капица и Николай Семенов в юности тоже могли устроить «научные бои»

Твит: Я расскажу, как «жизнь» может выходить за рамки наших привычных представлений, что её основы могут быть богаче земной химии.

Анна Кудрявцева

Меня зовут Аня. Мне уже 23 года. Я аспирант Физтеха и училась на Физтехе.

Как и любой, тогда еще юный Физтех, я изучала (ха-ха) физику и математику на первых курсах своего образования. Получив некое представление об этих науках, я поняла, чем я хочу заниматься — не физикой и не математикой. Поскольку я училась на ФМБФ — осталась химия и биология. Химия по понятным причинам отпала сама собой, а вот биология мне нравилась всегда. На ФМБФ тогда была программа Физтех-Мед, так я познала еще и медицинские науки. «Познала» — не совсем верно отражает суть, скорее — «получила представление». Кстати говоря, благодаря программе, я миновала такие жуткие дисциплины для почти каждого физтеха как теорфиз и ТФКП. Программу Физтех-Мед благополучно закрыли, и жизнь выкинула меня в свободное плавание в мире науки. Мне, как и всем, пришлось выбирать базовую кафедру. Я выбрала совсем новую кафедру инновационной фармацевтики и биотехнологии. Здесь я изучала биохимию и медхимию в каких-то невероятных объемах. Могу с уверенностью сказать, что это интересно и не может не понравиться. Вообще, процессы, происходящие в организме, на мой взгляд, самое интересное, что вообще можно изучать.

Получив такие широкие и разрозненные знания, я попала в лабораторию, где занимаются созданием лекарственных форм. Многие знания мне помогли, некоторые — мешали (некоторые клинические случаи совершенно не поддаются стройной лабораторной теории). Так я стала заниматься таблетками. Очень хочется порекомендовать всем эту область исследований. Во-первых, это очень интересно, правда. Во-вторых, чувствуешь свою причастность к чему-то великому, спасению человечества. А это тоже немаловажно.

Твит: Как таблетка от боли в спине попадает в спину? Как заставить таблетку работать на себя? Эти и другие вопросы обсудим с Аней на ScienceSlam.