

ЗА НАУКУ

ВЫХОДИТ С 1958 ГОДА

SAPERE AUDE

ЧТО ТАКОЕ СОВРЕМЕННАЯ ФИЗИКА?

BACKGROUND: АЛЕКСАНДР АБРАМОВ. САМЫЙ БОГАТЫЙ ФИЗТЕХ
ПЕРЕКРЕСТНЫЙ ОПРОС: АНДРЕЙ РАЙГОРОДСКИЙ VS АЛЕКСАНДР МЕЛЕРЗАНОВ
ПРАКТИКУМ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО



ОТ РЕДАКЦИИ

Объять необъятное, постичь невозможное, прыгнуть выше головы... Зачем? Когда опыт предшественников показывает, что делать это бессмысленно, а иногда и опасно. Ведь все давно придумано, и максимум, что можно сделать, — улучшить то, что есть. «Все новое — хорошо забытое старое», — говорят нам. «Лучше синица в руках, чем журавль в небе». Все правда, но именно тот, кто не прислушивается к наставлениям и советам (вернее, над кем они не довлеют), кто идет своей дорогой, очень сложной, полной препятствий, не сулящей успеха, тот в конечном итоге меняет мир, формирует новый опыт, прокладывает путь, по которому идут все остальные. Именно к этому — изменению мира, ни больше ни меньше, — стремятся те, кто становится выдающимися учеными и технологическими предпринимателями. Именно они расширяют границы необъятного и невозможного.

СОДЕРЖАНИЕ

НОВОСТИ 4

Новости науки

Новости МФТИ

МФТИ в СМИ



14

Главный редактор

Роман Орлов

Заместитель главного редактора

Анна Дзарахохова

Шеф-дизайнер

Заира Панаева

Дизайн и верстка

Егор Чубатюк

Иллюстраторы

Елена Хавина

Lion on helium

Фотограф

Евгений Пелевин

Корреспонденты

Любовь Антюфьева,

Ксения Болохова,

Вячеслав Гарамов,

Анастасия Грачицова,

Алёна Гуцаисова,

Алёна Гурьева,

Екатерина Жданова,

Федор Киташов,

Мария Комарова,

Валентин Малых,

Анастасия Митько,

Татьяна Небольсина,

Виктория Стельмах,

Дарья Степаненко,

Алексей Тимошенко,

Ксения Уланова,

Олег Фея,

Ксения Цветкова

Корректор

Юлия Болдырева

Цветокоррекция

Максим Куперман

АКТУАЛЬНО 10

Снова в школу

Для чего изменилась структура МФТИ?

РЕЙТИНГИ 14

Предметный разговор

ПРОГНОЗЫ 16

Чего ждать от ученых МФТИ и всего мира в ближайшие 10 лет?

КРУПНЫМ ПЛАНOM 18

Браслет оценки психофизиологического состояния

ОТКРЫТО 20

Космос

Звездная диета

Материаловедение

Нашли пару

Нанотехнологии

Гонки по наномиру

Нейронные сети

Генератор лекарств

Оптика

Без тормозов

ГЛАВНОЕ 30

Пограничное состояние

Что такое современная физика?

СВОИМИ ГЛАЗАМИ 44

Химия и жизнь

Лаборатория инновационных лекарственных средств и агrobiотехнологий

ИННОВАЦИИ 46

Поверь в мечту

Как стать технологическим предпринимателем?

ИННОВАЦИИ 49

Институт развития

Интервью с Дмитрием Гомером



30



44

52 STARTUP

Только без рук

Приложение CamViz



54 ПОЛНЫЙ ВПЕРЕД

Юрий Стебунов

56 BACKGROUND

Баловень судьбы

Александр Абрамов, председатель совета директоров Evraz Plc

58 В ТRENDE

Искусство возможного

Искусственный интеллект

62 ПЕРЕКРЕСТНЫЙ ОПРОС

Братья по крови

Чем математики могут быть полезны медикам и наоборот?

Андрей Райгородский vs Александр Мелерзанов

49

18

66 ПРИБОРНАЯ ПАНЕЛЬ

Новинки лабораторного оборудования

68 LIFENACK

Программирование успеха

Популярные ресурсы для подготовки к коддинг-интервью

70 ИСТОРИЯ ОДНОГО ОТКРЫТИЯ

Дитя незнания и усталости

Как появились транзисторы?

72 НАУЧНЫЕ РАЗОБЛАЧЕНИЯ

Лирики vs Физики

Отнимут ли гуманитарии работу у технарей?

74 РАЗБОР ПОЛЕТОВ

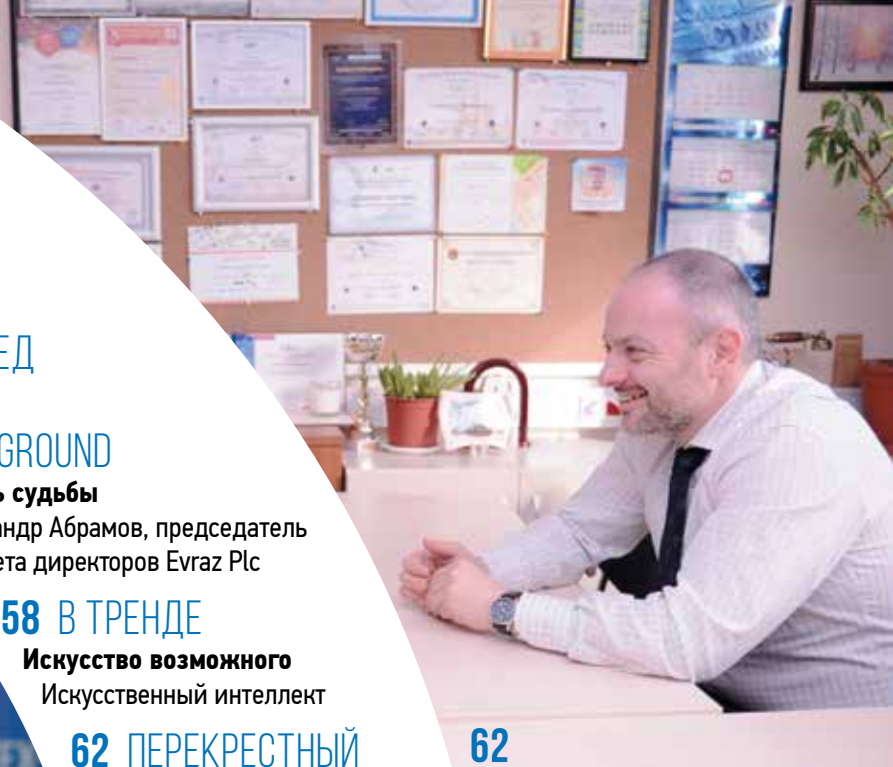
Кинг-Конг мертв

76 УНИВЕРСИТЕТСКИЕ ТАЙНЫ

Было дело

78 ФОТОХРОНИКА

74



62

Ректор МФТИ

Николай Кудрявцев

Директор по развитию

Виталий Баган

Руководитель направления общественных связей

Алёна Гупаисова

Руководитель пресс-службы МФТИ

Анастасия Грачикина

Экспертный совет

Николай Колачевский,

Артём Оганов,

Александр Родин,

Леонид Трахтенберг

e-mail редакции:

zn@phystech.edu

Подписано в печать

27.06.2017

Тираж 999 экз.

Отпечатано в типографии

«Сити Принт». г. Москва,

ул. Докукина, 10/41

Перепечатка материалов невозможна без письменного разрешения редакции журнала.

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



Группа ученых (слева) и образцы органов (справа). © University of Minnesota

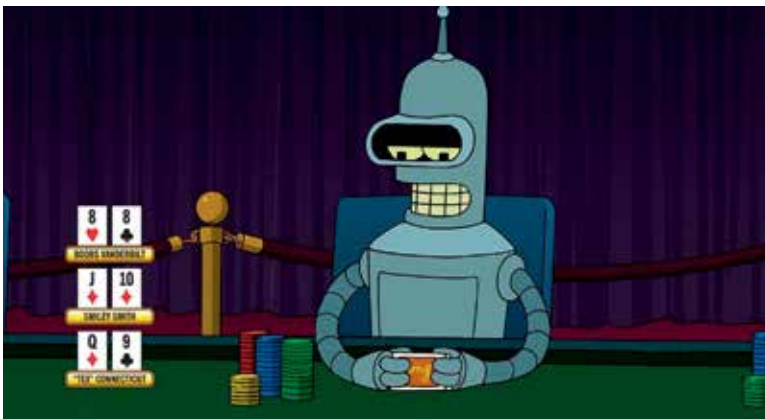
В РАЗМОРОЖЕННОМ СОСТОЯНИИ

Исследователям из Университета Миннесоты (США) удалось разработать новый способ разморозки органов без их повреждения. Суть метода заключается в том, что в раствор-криопротектор добавляют наночастицы оксида железа, покрытые пористым диоксидом кремния. Этот материал быстро нагревается под воздействием электромагнитного излучения. Разморозку осуществляли с помощью индукционной катушки, в центр которой помещали сердечные клапаны и кровеносные сосуды животных. По итогам эксперимента было показано, что образцы не повреждены и после промывки не содержат наночастиц оксида железа. Таким образом удалось приблизиться к решению одной из главных проблем криоконсервации — если вопрос о том, как правильно заморозить биоткани, давно решен, то разморозить их без повреждения до сих пор не удавалось.

МНЕ Б ТАКУЮ

Сегодня уже никого не удивит новость о том, что компьютер обыграл человека в шахматы или даже в древнюю китайскую игру го. Теперь ученые взяли новую высоту: искусственный интеллект обыграл профессионалов в покер. В 2015 году команда из Университета Карнеги — Меллона представила программу *Claudico*, которая играла в течение четырех

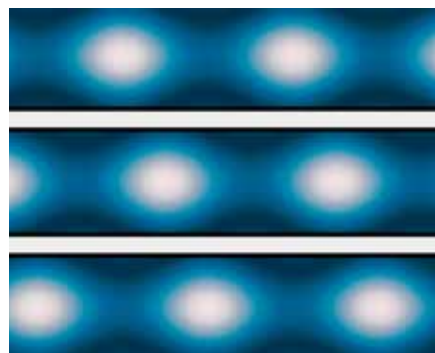
недель (80 000 раздач) с четырьмя профессионалами и заняла предпоследнее место. Менее чем через два года улучшенная программа *Libratus* победила в 20-дневном покерном турнире «Brains Vs. Artificial Intelligence: Upping the Ante» в питтсбургском казино *Rivers*. Было сыграно 120 тысяч раздач в безлимитный техасский холдем один на один. По итогам игры программа заработала более 1,7 млн долларов в фишках.



© 20th Century Fox Television

346 МВт

составляет теперь мощность ветряной электростанции *Virbo Bank* в Ливерпульском заливе Ирландского моря



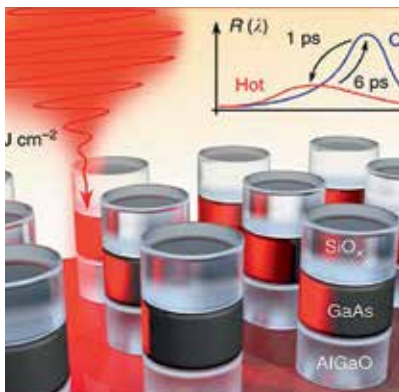
Бозе-эйнштейновский конденсат в оптическом резонаторе с двумя парами зеркал. © Julian Léonard et al. / Nature, 2017

СВЕРХТЕКУЧЕСТЬ В ТВЕРДОМ ТЕЛЕ

Сразу две независимые группы ученых из Высшей технической школы Цюриха и Массачусетского технологического института смогли пронаблюдать сверхтекучесть в твердом теле. При этом эксперименты получились совершенно разные. Физики из Швейцарии создали бозе-эйнштейновский конденсат из атомов рубидия, поместили его между двумя парами зеркал, расположенных под углом друг к другу, и облучили коротким импульсом. Излучение атомов привело к возникновению стоячих оптических волн между зеркалами, превративших облако конденсата в периодическую структуру — аналог твердого тела. Их коллеги из MIT также сначала создали конденсат Бозе-Эйнштейна, только уже из атомов натрия. Затем ученые облучали атомы лазерным импульсом определенной длины волны, изменяя квантовое состояние атомов. В результате возникало спин-орбитальное взаимодействие, что привело к интерференции внутри облака атомов и возникновению протяженных периодических структур. В обоих случаях ученые имели дело с одномерными кристаллами.

ОТРАЖАЯ, ПОГЛОЩАЙ

Метаматериал с необычными свойствами создан командой ученых Физического факультета МГУ, Центра комплексных нанотехнологий и Йенского университета имени Фридриха Шиллера. Он состоит из трехслойных цилиндров, в которых основным слоем являлся арсенид галия. Исследователи облучали материал лазерным лучом, а следом посылали зондирующий луч, с помощью которого измеряли коэффициент отражения материала. Как оказалось, импульсы определенной длины волны вызывали магнитный дипольный резонанс в цилиндрах материала. Из-за этого на несколько пикосекунд резко увеличивался коэффициент отражения. Таким образом получили метаматериал, который с помощью лазерных импульсов пере-

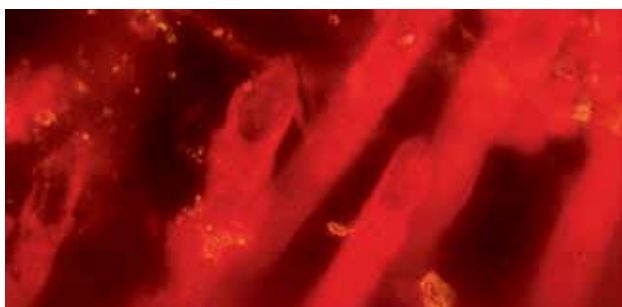


Структура нового метаматериала. © Maxim R. Shcherbakov et al. / Nature Communications, 2017

ключается из отражающего состояния в поглощающее. В перспективе эту разработку можно использовать в оптических компьютерах, считают ученые, поскольку устройства на основе таких переключателей смогут передавать и обрабатывать информацию со скоростями в сотни терабит в секунду.

Информация

о **800 299 галактиках** занесена в RCSED — открытый каталог галактик, созданный астрономами из МГУ и Франции



Гематитовые трубчатые структуры в проходящем свете.

© Dodd et al., 2017

ДРЕВНЕЙШЕЕ ИСКОПАЕМОЕ

В Канаде в породах Нуввуагиттук (возраст ~3,7–4,3 млрд лет) обнаружили древнейшие на сегодняшний день ископаемые микроорганизмы — микроскопические гематитовые трубчатые структуры и нитевидные образования. По строению они схожи с современными нитевидными микроорганизмами из осадков гидротермальных источников и аналогичными ископаемыми микроорганизмами из более молодых пород. Возраст найденных ископаемых оценивается в более чем 3,8 млрд лет. Напомним, что в 2016 году палеонтологи из Австралии и Великобритании обнаружили в гренландской формации Исуа следы микроорганизмов, возраст которых примерно равен 3,7 млрд лет.

«ЧТОБЫ НЕ ОТСТАВАТЬ ОТ МАШИН»

И снова Илон Маск приближает наступление будущего семимильными шагами. На этот раз известный предприниматель основал компанию Neuralink, которая планирует заниматься разработками в области лечения эпилепсии, большого депрессивного расстройства и болезни Паркинсона. Уже сейчас для исследований нанято несколько ученых-нейрофизиологов. В будущем Маск рассчитывает создать нейроинтерфейс, позволяющий человеку напрямую подключаться к компьютеру без промежуточных средств ввода-вывода. По мнению изобретателя, это поможет найти людям способ улучшения работы мозга, «чтобы не отставать от машин».



© by Tom Lin on Flickr

НИЧЕГО ЛИЧНОГО

Ученые детской больницы Филадельфийского исследовательского института (США) впервые в мире создали «искусственную матку» — Viobag, где на протяжении четырех недель обеспечивалось нормальное развитие ягнтя со 105–120 дней вынашивания (это примерно соответствует 22–24 неделе человеческой беременности). Исследователям удалось решить одну из основных проблем — поддержку баланса давлений при перекачивании крови через пуповину — с помощью оксигенатора сверхнизкого сопротивления, что позволило избежать повреждений сердца у плода. К концу эксперимента у новорожденных животных также не наблюдалось патологий мозга и легких. Прежде чем приступить к клиническим испытаниям новинки, необходимо будет провести дополнительные исследования на животных, что займет около трех лет, считает руководитель проекта Алан Флейк (Alan Flake).



ОЛИМПИЙСКИЙ УСПЕХ

В Якутии прошла XVIII Азиатская олимпиада по физике, организатором которой выступил МФТИ. Участие в ней приняли 170 школьников из 24 стран. На базе Физтеха уже не первый год готовится российская национальная школьная сборная. В этом году ее представители взяли четыре золотых, две серебряных и одну бронзовую медаль. Также институт разработал комплект задач для интеллектуального поединка.



НА МОЛЕКУЛЯРНОМ УРОВНЕ

На базе лаборатории геномной инженерии МФТИ впервые прошел финал национального чемпионата молодых профессионалов WorldSkills-2017 по направлению «Геномная инженерия». Участники показали свои навыки владения методами молекулярного клонирования, умение работать с различным оборудованием и реактивами.

ИНТЕРФЕЙС HAUTE COUTURE

На платформе Coursera запущен курс «Дизайнер интерфейсов», созданный совместными усилиями МФТИ, Mail.Ru Group и компании Contented. Программа позволит начинающим специалистам определиться с карьерой в сфере дизайна интерфейсов, продвинутым экспертам — получить новые компетенции и инструменты. Для обучения достаточно иметь опыт работы с графическим редактором, таким как Adobe Photoshop или Sketch. В ходе обучения студенты получают систематизированные знания о процессе разработки интерфейсов, узнают о последних трендах в их дизайне, об особенностях платформ.



РАЗГОВОРНЫЙ ЖАНР

МФТИ совместно со Сбербанком и РВК начали работу над разработкой разговорного искусственного интеллекта. iPavlov, как окрестили проект его создатели, реализуется в рамках дорожной карты «Нейронет» Национальной технологической инициативы. Благодаря технологиям машинного обучения iPavlov будет способен вести содержательный диалог с человеком. Причем не только отвечать на вопросы, но и запрашивать недостающую информацию.

БОЛЕЕ **3.5** МЛН РУБЛЕЙ

ПОЖЕРТВОВАЛИ ВЫПУСКНИКИ
В ФОНД ЦЕЛЕВОГО КАПИТАЛА
МФТИ НА «ОБЕДЕ С РЕКТОРОМ»

30-Е ДНИ ФИЗИКА
ПРОШЛИ В МФТИ

БОЛЕЕ **35 000** ЧЕЛОВЕК

УЧАСТВОВАЛО ВО
ВСЕРОССИЙСКОЙ ФИЗИКО-
ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНТРОЛЬНОЙ
«ВЫХОДИ РЕШАТЬ!»



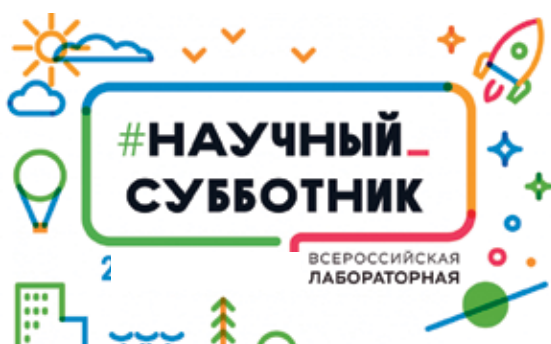
ОБЩЕСТВО «ЗНАНИЕ»

В МФТИ прошли юбилейные тридцатые «Дни Физика МФТИ» — ежегодный фестиваль научно-популярных и развлекательных мероприятий. Основная идея праздника — сближение студентов и выпускников технических вузов всей страны. В этом году в программу вошли уже традиционная Антинаучная конференция, фестиваль студенческих театров, а также лекторий ТОЛК, где все желающие могли пообщаться с известными популяризаторами науки, учеными и бизнесменами. Помимо этого, на территории кампуса прошли спортивные и танцевальные состязания, мастер-классы от профессиональных тренеров, а также работала зона технологий, где участники смогли увидеть собственными глазами передовые достижения науки и техники.

ФИНТЕХ НА ФИЗТЕХЕ



В МФТИ прошла презентация новой кафедры «Тинькофф Банка» по направлению «Финансовые технологии». Кафедру возглавит Олег Тиньков, а преподавателями станут сотрудники банка. Первый набор пройдет летом 2017 года, на кафедру поступит 20 человек. Учебный план магистерской программы включает лекции и семинары по следующим направлениям: функциональное программирование, машинное обучение в финтехе, интеллектуальные системы вопросов и ответов. Обучение на кафедре бесплатное и рассчитано на 2 года.



НАУЧНЫЙ СУББОТНИК

В МФТИ прошла первая национальная акция проверки научной грамотности детей и взрослых «Всероссийская лабораторная». Участникам необходимо было ответить в течение часа на 30 вопросов. После теста все желающие смогли получить подробные комментарии по поводу своих результатов и посетить лаборатории Физтеха.

«МФТИ — один из наших ключевых партнеров в сфере образования и создания инновационных технологий»

*Президент и председатель Правления
Сбербанка Герман Греф*



ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ

На Физтехе прошел традиционный благотворительный «Обед с ректором», организованный Фондом целевого капитала МФТИ. Успешные выпускники собрались, чтобы неформально обсудить пути развития альма-матер. Николай Кудрявцев рассказал им об успехах вуза и представил дальнейшую стратегию развития. На осуществление задуманного было собрано 3,5 миллиона рублей.

МФТИ В РЕЙТИНГАХ:

| Место в 2017 году | Место в 2016 году | Изменение по отношению к прошлому году |
|--|-------------------|--|
| Times Higher Education «Golden Age» | | |
| 46 | — | — |
| QS World University Rankings: Physical Science | | |
| 42 | 142 | -100 |
| Times Higher Education: Most International Universities 2017 | | |
| 126 | — | — |

НАГРАДЫ

МЕДАЛЬ РАН ДЛЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

Николай Хохлов, ассистент и заместитель заведующего кафедрой информатики МФТИ, кандидат физико-математических наук — за цикл работ «Разработка высокоточных численных методов и параллельных алгоритмов для решения задач геофизики»;

Юрий Стебунов, научный сотрудник лаборатории нанооптики и плазмоники МФТИ — за работу «Высокочувствительные оптические биосенсоры на основе двумерных наноматериалов и оптомеханических систем»;

Николай Кондратюк, студент 6 курса Факультета молекулярной и химической физики — за научно-исследовательскую работу «Микроскопические механизмы диффузии в высших алканах»;

Дарья Решетова, студентка 4 курса Факультета управления и прикладной математики — за научно-исследовательскую работу «Оценки и численные методы в задачах статистического обучения с большим числом классов».

ЗОЛОТАЯ МЕДАЛЬ РАН «ЗА ВЫДАЮЩИЕСЯ ДОСТИЖЕНИЯ В ОБЛАСТИ ПРОПАГАНДЫ НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ»

Преподаватели кафедры высшей математики МФТИ **Сергей Коновалов** и **Павел Кожевников**.

ПРЕМИЯ ПРАВИТЕЛЬСТВА МОСКВЫ

Дмитрий Калябин, аспирант Факультета физической и квантовой электроники МФТИ, сотрудник Института радиотехники и электроники им. В. А. Котельникова РАН — за разработку спиновой компонентной базы;

Алексей Титов, аспирант Факультета радиотехники и кибернетики МФТИ — за разработку транспортной модели Московской агломерации;

Игорь Попов и **Алексей Кононихин**, научные сотрудники лаборатории ионной и молекулярной физики — за разработку метода неинвазивной диагностики беременных женщин.

ПОБЕДЫ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОМАНДНЫЙ ЧЕМПИОНАТ МИРА ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ ACM ICPC

Команда Jinotega: Иван Смирнов, Артём Жук, Константин Семенов, тренер Михаил Тихомиров и руководитель Алексей Малеев

Серебряные медали

GOOGLE HASH CODE 2017

Команда AIM Tech: Артём Верхоглядов и Ренат Гимадеев (МФТИ), Иван Фефер (СГУ им. Н. Г. Чернышевского), Алексей Сафронов (выпускник МАИ))

Первое место

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА СТУДЕНТОВ ПО ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ (АНГЛИЙСКИЙ В ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗАХ)

Егор Ревков, Софья Трушина и Вадим Сушко

Первое место в командном зачете

Софья Трушина

Первое место в личном зачете

XIII МЕЖДУНАРОДНАЯ ОЛИМПИАДА СТУДЕНТОВ ВУЗОВ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ

Первое место в командном зачете В ЛИЧНОМ ЗАЧЕТЕ:

Алексей Красников, Кирилл Воронин, Андрей Копылов

Золотые медали

Дмитрий Сычёв, Константин Серков

Серебряные медали

Кирилл Перминов

Бронзовая медаль



ШАНСЫ НА ВНЕЗЕМНУЮ ЖИЗНЬ РЕЗКО ВЫРОСЛИ

Спутник Сатурна Энцелад объявлен лучшим местом для поиска внеземной жизни. Об этом заявило НАСА после анализа последних данных, полученных аппаратом Кассини. Он изучает систему Сатурна уже несколько лет. Однако в научной среде нашлись оппоненты. К примеру, Александр Родин, кандидат физико-математических наук из Московского Физтеха сказал корреспонденту «РГ»: «Обнаруженная вода вовсе не означает, что там должна быть жизнь. Наука сегодня вообще не знает, что такое жизнь, не знает, что нужно, чтобы она появилась. Поэтому все разговоры о том, что вода дает шанс на обнаружение признаков жизни, не более чем фантазии».

газета.ru

РОССИЙСКИЕ УЧЕНЫЕ ИССЛЕДОВАЛИ ПРОТИВОРАКОВЫЕ СВОЙСТВА ПИХТЫ

Ученые из Института молекулярной биологии им. В. А. Энгельгардта и МФТИ изучили влияние терпеноидов сибирской пихты на стареющие и раковые клеточные линии на генном уровне.

LIFE #НАУКА

РОССИЙСКИЕ АСТРОФИЗИКИ ВПЕРВЫЕ РАССЧИТАЛИ «ГРАВИТАЦИОННЫЙ ШУМ»

Астрофизики из ФИАН, Института космических исследований РАН и МФТИ рассчитали, какие ограничения на точность астрономических наблюдений накладывает «гравитационный шум». Так они называют легкие искажения потоков света, достигающих Земли, из-за массивных объектов, которые свет встретил на своем пути.

LENТА.RU

РОССИЙСКИЕ УЧЕНЫЕ НАШЛИ ЗАМЕНУ КАННАБИСУ ДЛЯ ЭПИЛЕПТИКОВ

Исследователи из МФТИ и Института теоретической и экспериментальной биофизики обнаружили, что аналоги психоактивных веществ, содержащихся в конопле (Cannabis), могут помогать против эпилепсии. Однако, в отличие от растительных каннабиноидов, эти соединения производятся самим организмом и не вызывают психотропного эффекта.

Forbes

ВОЗВРАЩЕНИЕ МАМОНТА: КОНЕЦ ЛЕДНИКОВОГО ПЕРИОДА ГЕННОЙ ИНЖЕНЕРИИ

Павел Волчков, заведующий лабораторией геномной инженерии МФТИ, о последних генетических открытиях и технологии CRISPR/Cas, которые могут позволить ученым объединить геномы слона и мамонта. Как сделать мамонта из слона? Вымершее более 4000 лет назад животное является главным претендентом в научном обсуждении того, как далеко мы продвинулись в редактировании гена.



РИАНОВОСТИ

РЕКТОР МФТИ: «НАША ЦЕЛЬ — ПОПАДАНИЕ В ДВАДЦАТКУ РЕЙТИНГА QS ПО ФИЗИКЕ»

Попадание МФТИ в топ-50 рейтинга QS по физике и астрономии является продуктом успешной реализации Программы 5-100 и растущего престижа выпускников и профессоров Московского Физтеха в мире, считает ректор МФТИ Николай Кудрявцев.

Подробнее на стр. 14

Эноб.

РУССКИЕ ПОСАДИЛИ БЛАГОРОДНЫЙ ГАЗ В КЛЕТКУ

Еще не утих шум по поводу металлического водорода, а химики напомнили о себе новым открытием: впервые получено соединение гелия. Всеобщее оживление, вызванное открытием «химии гелия», лишь отчасти объясняется тем, что это открытие сделано русской профессурой — Артёмом Огановым с коллегами (Сколтех, МФТИ, Университет Стони Брук) и группой Александра Гончарова (Научный институт Карнеги, Вашингтон). Другая причина состоит в том, что открытие и правда революционное.

Подробнее на стр. 22

МОРГАНИЕ, МИНУСЫ, ОБЛАКА И САМЫЙ ПЕРВЫЙ ЧЕЛОВЕК

Совместный проект «Кота Шредингера» и МФТИ: серьезные ученые отвечают на наивные вопросы. Почему облака не падают с неба? Почему человек не может долго не моргать? Кто родил первого человека на Земле? Почему минус на минус дает плюс? Отвечают Александр Родин, Тимур Гамилов, Владислав Яворский и Андрей Райгородский.

АРГУМЕНТЫ И ФАКТЫ

АЛЛО, МЫ ИЩЕМ СТАРТАПЫ! КАК НАЙТИ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ БИМЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

В Московском физико-техническом институте (МФТИ) определились финалисты акселерационной программы трека LifeScience GenerationS от «Фонда посевных инвестиций РВК». Цель программы — найти перспективные разработки в сфере биомедицинских технологий, поддержать их создателей и помочь им довести разработки до промышленных образцов.

Коммерсант.ru

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ МОДЕЛИРУЕТ ЛЕКАРСТВА

Разработчики из Mail.Ru Group, Insilico Medicine и МФТИ впервые применили нейронную сеть к созданию новых лекарственных препаратов. <...> Использование нейронных сетей, обученных «придумывать» молекулярные структуры, может в разы сокращать время и стоимость поиска веществ, обладающих потенциально лечебными свойствами. Исследователи предполагают возможное применение этих технологий для поиска новых препаратов в самых разных областях от онкологии до сердечно-сосудистых заболеваний.

Подробнее на стр. 26

Популярная Механика

ЖУРНАЛ О ТОМ, КАК УСТРОЕН МИР

РОССИЙСКИЕ БИОЛОГИ ПРЕДУПРЕДИЛИ ОБ ОПАСНОЙ ЭВОЛЮЦИИ ТУБЕРКУЛЕЗНОЙ ПАЛОЧКИ

Биологи из МФТИ и Института общей генетики РАН обнаружили несколько тысяч опасных мутаций в ДНК туберкулезной палочки, делающие ее более стойкой перед иммунитетом человека, говорится в статье, опубликованной в журнале Genome Biology and Evolution.

НАУКА И ЖИЗНЬ®

АУТОИММУННАЯ ПОГРЕШНОСТЬ ГЕНЕТИЧЕСКОГО КОДА

Исследователи из Института молекулярной биологии им. В. А. Энгельгардта, Института общей генетики им. Н. И. Вавилова и МФТИ занимались «буквенными» заменами, которые встречаются в одном из иммунных генов, который кодирует рецептор интерлейкина-2 (IL2R).

ТАСС

УЧЕНЫЕ ВЫЯСНИЛИ, ЧТО АЛМАЗНАЯ ОБОЛОЧКА ДЕЛАЕТ ФуЛЛЕРИТ СВЕРХЖЕСТКИМ

Физики смоделировали структуру на основе фуллерита и алмаза, с помощью которой показали, как фуллерит под давлением приобретает сверхвысокую жесткость, сообщила пресс-служба МФТИ. Это открытие позволяет оценить потенциальные условия для получения ультратвердых материалов.

#ГОВОРИТМОСКВА

КВАНТОВЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ

Дмитрий Негров из Центра коллективного пользования МФТИ объяснил аудитории радиостанции «Говорит Москва» суть своего открытия, а именно — рассказал про прототип двухкубитной схемы и квантовые компьютеры.

СНОВА В ШКОЛУ

Этим летом в МФТИ проходит первый набор абитуриентов не на факультеты, а в Физтех-школы. Это новые структурные подразделения, которые призваны объединить образовательный и научный потенциал вуза.

КАК ПОМЕНЯЛАСЬ СТРУКТУРА МФТИ?

Десять факультетов вошли в шесть Школ, а один стал отдельной структурной единицей — институтом.

ЗАЧЕМ ЭТО НУЖНО?

Создание Физтех-школ — это прежде всего ревизия приоритетных направлений, их уточнение, консолидация ресурсов, организация учебного и научного процесса уже по современным стандартам.

Одна из главных тенденций последнего времени — мультидисциплинарный подход. Классическая система факультетов в какой-то мере исчерпала себя. Сегодня ни одно исследование не может быть сделано в рамках только одной лаборатории или направления. Любая современная задача решается на стыке нескольких технологий, научных направлений и областей. Назначение Физтех-школ — сделать структуру более открытой и прозрачной, построить гибкий образовательный процесс, чтобы решать глобальные научные задачи. Такая система дает студенту больше свободы. Поступая в Физтех-школу, он не ограничивается выбором только факультета с определенным набором дисциплин. В Школе студент может выбрать интересные для себя предметы на разных факультетах и практически любую базовую кафедру.

Создается образовательная среда, способная генерировать специалистов нового типа, сочетающих широту фундаментального образования с междисциплинарными подходами в специальном образовании.

ЧТО ИЗМЕНИТСЯ В ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ И НАУЧНОЙ РАБОТЫ?

С 2017 года абитуриенты поступают в Школы по направлениям и далее распределяются по факультетам. Уже с первых курсов они начинают участвовать в реальных, актуальных научных исследованиях, чтобы понять процесс изнутри и выбрать интересующую область. В рамках Школ планируется максимально «связать» лаборатории и кафедры. В такой конструкции будут аккумулированы лучшие достижения этих — до сих пор отдельно существовавших — подразделений и созданы условия для их тесного взаимодействия. Координация их работы позволит достичь значимых образовательных результатов, а также привлечь инвестиции на исследования и разработки. К преподавательской деятельности будут привлекаться ведущие специалисты и ученые. Базовые организации, которые раньше принадлежали, например, двум разным факультетам, будут открыты для выбора всем студентам Школы.



**ФИЗТЕХ-ШКОЛА
РАДИОТЕХНИКИ
И КОМПЬЮТЕРНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ (ФРКТ)**

Директор
**Александр Юльевич
ДРОЗДОВ,**
д.т.н., заведующий
лабораторией
моделирования
и проектирования
архитектур специальных
вычислительных систем
МФТИ, генеральный
директор компании
SMWare

**Факультет
радиотехники
и кибернетики**

МФТИ



**ФИЗТЕХ-ШКОЛА
ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ
И ПРИКЛАДНОЙ
ФИЗИКИ (ФФП)**

Директор
**Валерий Валерьевич
КИСЕЛЁВ,**
д.ф.-м.н., профессор
кафедры теоретической
физики, главный
научный сотрудник
Института физики
высоких энергий, декан
ФФП с 2016 года

*Факультет общей
и прикладной физики*

*Факультет проблем
физики и энергетики*



**ФИЗТЕХ-ШКОЛА
АЭРОКОСМИЧЕСКИХ
ТЕХНОЛОГИЙ
(ФАКТ)**

Директор
**Александр Вячеславович
РОДИН,**
к.ф.-м.н., руководитель
лаборатории прикладной
инфракрасной спектроскопии
МФТИ, старший научный
сотрудник Института
космических исследований
РАН

*Факультет аэрофизики
и космических исследований*

*Факультет аэромеханики
и летательной техники*



**ФИЗТЕХ-ШКОЛА
ЭЛЕКТРОНИКИ,
ФОТОНИКИ И МОЛЕКУЛЯРНОЙ
ФИЗИКИ (ФЭФМ)**

Директор
**Виктор
Владимирович
ИВАНОВ,**
д.ф.-м.н., член-
корреспондент РАН,
декан ФФКЭ
с 2013 года

*Факультет молекулярной
и химической физики*

*Факультет физической
и квантовой электроники*



**100
1010
01**
**ФИЗТЕХ-ШКОЛА
ПРИКЛАДНОЙ
МАТЕМАТИКИ
И ИНФОРМАТИКИ (ФПМИ)**

Директор
**Андрей Михайлович
РАЙГОРОДСКИЙ,**
д.ф.-м.н., заведующий лабораторией
продвинутой комбинаторики
и сетевых приложений МФТИ,
заведующий кафедрой дискретной
математики МФТИ, руководитель
исследовательской группы в Яндексе

*Факультет управления
и прикладной
математики*

*Факультет инноваций
и высоких технологий*



**ФИЗТЕХ-ШКОЛА
БИОЛОГИЧЕСКОЙ
И МЕДИЦИНСКОЙ
ФИЗИКИ (ФБМФ)**

Директор
**Сергей Викторович
ЛЕОНОВ,**
к.б.н., PhD, заведующий
лабораторией
разработки
инновационных
лекарственных средств
и агробιοтехнологий
МФТИ

*Факультет
биологической
и медицинской физики*



**ИНСТИТУТ
НАНО-, БИО-,
ИНФОРМАЦИОННЫХ,
КОГНИТИВНЫХ
И СОЦИОГУМАНИТАРНЫХ
НАУК И ТЕХНОЛОГИЙ
(ИНБИКСТ) НА БАЗЕ МФТИ
И НИЦ «КУРЧАТОВСКИЙ
ИНСТИТУТ»**

Директор
**Павел Константинович
КАШКАРОВ,**
д.ф.-м.н., помощник
президента НИЦ
«Курчатовский
институт»



Николай Кудрявцев,
ректор МФТИ:

«Мы рассчитываем, что запущенная реструктуризация образовательной и научной системы МФТИ даст Физтеху хорошие стратегические перспективы, потому что в Школах неразрывно соединены учебный и научный процессы. Кроме того, Школам предоставлены очень большие полномочия, тем самым мы включаем большее количество людей в руководство института на верхнем уровне. И эта правильная организация структуры, ориентация в бизнес-пространство с учебными программами и научными исследованиями должны принести Физтеху очень значимые дивиденды на горизонте 3–5 лет».



Александр Дроздов,
директор Физтех-школы радиотехники и компьютерных технологий:

«Нужно увеличивать объем и разнообразие исследовательской работы, улучшать качество образования. Эти два основных направления нуждаются в существенном развитии. Реструктуризацию нужно проводить и в том случае, когда старая структура становится непригодной для дальнейшего рывка. Система Физтеха функционирует уже 70 лет, и она себя зарекомендовала как лучшая в стране. Перед нами стоит задача сохранить все лучшее от нее и добавить к ней то, чего недостает именно сейчас, в настоящий момент времени».



Валерий Киселёв,
директор Физтех-школы фундаментальной и прикладной физики:

«На мой взгляд, такая организация позволит базовым кафедрам привлекать к себе больше заинтересованных студентов. Раньше их просто записывали куда-то, они плыли по течению и зачастую долгое время не ставили перед собой никаких задач. Теперь же система Физтеха становится не феодально-крепостной или социалистической "по разнарядке", а предоставляет возможность мотивировать как студентов, так и базовые организации, проявить их сильные качества. У человека должен быть выбор».



Сергей Леонов,
директор
Физтех-школы
биологической
и медицинской
физики:

«Важно выстроить экономически эффективное взаимодействие с лабораториями. Прежде всего это предполагает развитие Техтрансфер-офиса — не только на уровне всего университета, но и в рамках нашей Школы. Цель такого подразделения — искать заказчиков, потребителей прикладных исследований, зарабатывать на продаже патентов, лицензий, изобретений. Таким образом, Школа сможет во многом сама себя обеспечивать, используя деньги от коммерческих проектов, в том числе, и на поддержку фундаментальных лабораторий».



Андрей Райгородский,
директор Физтех-школы прикладной математики и информатики:

«Я лично верю, что создание этой Школы приведет к тому, что на Физтехе с математикой все станет еще на порядок круче, чем было. Если аккуратно, но планомерно работать со всеми нашими математиками, базовыми кафедрами, лабораториями, которые занимаются математическими исследованиями, да еще и привлечь известных специалистов со всего мира и сильных промышленных партнеров, если все это собрать в такой аккуратный, но при этом мощный кулак, то мы действительно сможем многого добиться и стать еще заметнее».



Виктор Иванов,
директор Физтех-школы электроники, фотоники и молекулярной физики:

«Важно отметить, что в новой структуре все организационные процессы в образовательной и научной деятельности реализуются аппаратом Школы, при этом одновременно поддерживается функционирование факультетов с целью сохранения физтеховских традиций. В том числе, актуальны традиции взаимодействия с выпускниками, они должны знать, где находится их дом».



Александр Родин,
директор
Физтех-школы
аэрокосмических
технологий:

«Основной стратегической целью развития Школы я вижу построение на Физтехе современного инженерного образования. Сейчас огромная востребованность специалистов по инженерным специальностям и в стране, и в мире. Физтех, к сожалению, в этом направлении в последние годы не мог похвастаться выдающимися результатами. Так исторически сложилось, что в МФТИ великолепное фундаментальное образование в области физики и математики как на российском, так и на мировом уровне. Систематического инженерного образования с первых курсов у нас пока не было».

QS World University Rankings by Subject 2017
 

ПРЕДМЕТНЫЙ РАЗГОВОР

В последний предметный рейтинг университетов британского агентства Quacquarelli Symonds QS World University Rankings by Subject 2017 вошли 28 российских вузов (в прошлом году — 17, в 2015 — 10). При этом девять из них оказались в сотне лучших по 18 предметам. В ТОП-100 в категории «Физика и астрономия», в частности, попали МГУ (21 место), МФТИ (42 место), НГУ (50 место) и МИФИ (51–100 место). Рецепт успеха у каждого свой, но общие принципы едины.

□ ПРАВИЛА ИГРЫ

Для расчета предметного рейтинга QS используют четыре индикатора: академическая репутация и репутация среди работодателей (основанные на глобальных опросах ученых и работодателей, проводимых QS), количество цитирований на одну статью и индекс Хирша (основанные на информации из базы данных Scopus). Статистические веса, с которыми учитываются индикаторы, зависят от выбранной области. Так, в физике репутация академического сообщества дает 40% общего балла, а на остальные три параметра приходится по 20%, тогда как в области дизайна и прикладных искусств совсем не учитывают научные публикации: оценки коллег дают 90%, еще 10% — мнение работодателей. В 2017 году QS представил рейтинги по 46 предметным областям против 36 в прошлом году, расширил некоторые из них и перестал учитывать статьи с большим количеством

аффилиаций авторов. Для попадания в ТОП университет должен иметь пороговое число публикаций за пять лет, определенный уровень академической репутации и/или репутации работодателей, предлагать программы обучения по данной дисциплине для студентов и аспирантов.

«Важно отметить, — подчеркивает директор по развитию МФТИ Виталий Баган, — что все четыре параметра являются внешней оценкой состоятельности университета, которую формируют специалисты в конкретной области, и прямо повлиять на эту оценку невозможно: любые попытки строго пресекаются рейтинговым агентством, вплоть до исключения вуза из соревновательной гонки на несколько лет».

ПО ВСЕМ ФРОНТАМ

На показатели нельзя влиять прямо, но можно косвенно — вкладываясь в строительство и оснащение лабора-

торий, привлекая к сотрудничеству талантливых ученых и преподавателей, публикуя статьи в журналах с высоким импакт-фактором, университет способен улучшить и цитируемость, и репутацию. Эту работу ведущие университеты ведут при поддержке государства, в рамках Проекта 5–100, целью которого является попадание минимум пяти российских вузов в топ-100 мировых рейтингов к 2020 году. 15 вузов-участников проекта были отобраны в результате конкурса в мае 2013 года, в октябре 2015 к программе присоединились еще шесть университетов. Каждый действует комплексно.

«Новосибирский государственный университет вошел в 38 научных коллабораций, создал 137 новых лабораторий, в том числе с привлечением ведущих зарубежных ученых, открыл 5 научно-исследовательских центров, — говорит начальник отдела по связям с общественностью НГУ Елена Костяшкина. — Значительно укрепить позиции вуза в международных рейтингах удалось также за счет привлечения к преподаванию лучших ученых новосибирского Академгородка, расширения круга международных контактов преподавателей НГУ, увеличения количества проводимых крупных международных и российских научных мероприятий под эгидой университета».

МИФИ участие в Проекте 5–100 сподвигло на структурные преобразования. «В университете была

проведена глубинная трансформация в системе управления, образования и науки, — рассказывает член Проектного офиса Программы повышения конкурентоспособности НИЯУ МИФИ Сергей Киреев. — Так, в 2016 году были созданы пять стратегических академических единиц. Каждая единица — это, по сути дела, научно-образовательный институт, сосредоточенный на перспективном научном направлении, и мы ожидаем, что реформа повысит эффективность исследований».

МФТИ сделал ставку на развитие научной составляющей в самом широком смысле. И результаты есть уже не только в повышении позиций в рейтингах. «В рамках Программы 5–100 университетам была предоставлена возможность составить собственный план развития, и наш — не о "рейтингах", а "о людях", — говорит Виталий Баган. — Система Физтеха заключается в том, что уже магистранты начинают работать в науке (именно работать, а не подрабатывать). Чтобы дать такую возможность, был создан ряд новых лабораторий мирового уровня, причем те из них, которые были открыты в 2014 году, сейчас выходят на внешнее финансирование, получают гранты РФФИ, РНФ и из других источников. Процесс получается самоподдерживающимся».

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ КАЗИНО

Иногда вуз движется вверх или вниз просто потому, что рейтинг меняет «правила игры». Например, вводится новая предметная область или расширяется число оцениваемых универси-

тетов, и образовательное учреждение попадает в его поле зрения автоматически, а не в силу каких-то проведенных реформ. Также можно «добрать» пороговое число статей по недавно введенному предмету, добавить программы для аспирантов (если, например, ранее они были только для студентов), может сыграть на руку расширение базы данных, по которой отслеживаются публикации.

«Поскольку методологии рейтингов достаточно часто меняются, иногда существенно, то университету важно определить и реализовать свою стратегию развития, а не подстраиваться под определенные показатели того или иного рейтинга, при этом, безусловно, полезно иметь их в виду, — отмечает Сергей Киреев. — Любые преобразования должны быть, в первую очередь, в интересах студентов, преподавателей, исследователей. Например, хотя при подсчете цитируемости больше не учитывается вклад коллабораций, НИЯУ МИФИ по-прежнему дорожит этим сотрудничеством. Участие в Mega-science проектах дает университету возможность подготовить лучших специалистов, а студентам — получить уникальный опыт работы в науке».

ИНОСТРАННОЕ УЧАСТИЕ

Учебное заведение, находящееся в числе лучших университетов мира, привлекает талантливых абитуриентов, в том числе, из-за рубежа. Это выгодно и экономически — плата за обучение нерезидентов выше, — и стратегически — рейтинги учитывают процент



Высокие позиции в рейтингах позволяют привлечь больше иностранных студентов, что, в свою очередь, дает возможность еще больше улучшить свои позиции в мировой таблице о рангах

иностранных студентов, — и политически — талантливые выпускники останутся работать или, уехав домой, будут способствовать налаживанию связей между странами.

«Сегодня среди студентов НИЯУ МИФИ примерно 20% иностранных, — говорит Сергей Киреев. — Этот показатель важен для нас не только как фактор, влияющий на рейтинги. Государственная корпорация "Росатом", важный партнер МИФИ, строит новые АЭС как в России, так и за ее пределами, и нуждается в наших выпускниках. А студенты делают свой выбор, во многом полагаясь на рейтинги. Методология любого из них имеет свои недостатки, но вместе они дают достаточно полную картину. Если все рейтинги единодушно показывают рост (как это, в случае МИФИ, сейчас и происходит), значит, университет движется в верном направлении».

НЕ РЕЙТИНГОМ ЕДИНЫМ

«Стоит отметить, что схема вида "более высокая строчка" — "приток абитуриентов" — "можно повысить плату за обучение, пустив дополнительную прибыль на дальнейшее развитие" менее актуальна для государственных российских вузов, и Физтеха в том числе, чем в случае зарубежных университетов. Большая часть наших студентов учатся на бюджете, — отмечает Виталий Баган. — В этом смысле мы "свободнее" от гонки за местами в списках, и можем действовать так, как диктуют интересы университета, а не методология рейтинговых агентств. Участие в рейтингах для нас — способ 15 получить внешнюю оценку деятельности вуза». ■

Расширение лабораторной базы — один из видимых результатов участия российских вузов в Программе 5–100



СОЗДАНИЕ НОВЫХ ОРГАНОВ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИРОДЫ ТЕМНОЙ МАТЕРИИ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КВАНТОВЫХ СИСТЕМ

ЧЕГО ЖДАТЬ ОТ УЧЕНЫХ МФТИ И ВСЕГО МИРА В БЛИЖАЙШИЕ 10 ЛЕТ?

С давних времен люди желают заглянуть в будущее. Сотни лет для этого обращались к прорицателям и оракулам. Мы решили не гадать на кофейной гуще и попросить ведущих ученых МФТИ ответить на три вопроса:

1

Каких важнейших открытий ждать в МФТИ в ближайшие 10 лет?

2

Какие важнейшие открытия ждут мировую науку в ближайшие 10 лет?

3

Какие основные вызовы стоят перед мировой наукой?



АЛЕКСАНДР ЛУТОВИНОВ,

ДОКТОР ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК, ПРОФЕССОР РАН, ЗАВЕДУЮЩИЙ ЛАБОРАТОРИЕЙ РЕЛЯТИВИСТСКИХ КОМПАКТНЫХ ОБЪЕКТОВ ОТДЕЛА АСТРОФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ ИНСТИТУТА КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ (СИКИ РАН).

1

В МФТИ исторически очень сильно направление, связанное с разработками в области IT-технологий. В последнее время был создан мощный кластер, связанный с исследованиями в области биологии и биотехнологий. Думаю, на стыке этих направлений и будут сделаны новые открытия. Возможно, что прорывное будет сделано в области физики твердого тела.

2

Определение природы темной материи. Наукой сейчас уже установлено, что барионная составляющая Вселенной невелика и составляет всего около 4–5% от общей массы. Остальное приходится на темную материю и темную энергию. Ученые уже достаточно приблизились к пониманию того, что представляет собой темная материя, решению этой задачи посвящены многие эксперименты. Поэтому имеются серьезные основания ожидать ответа в ближайшее десятилетие. Другое важнейшее направление, где ожидается серьезный прорыв, — обнаружение и исследование свойств земноподобных планет в области обитания, т.е. планет, где теоретически возможны формы жизни, похожие на земную.

3

Не так давно были, наконец, открыты гравитационные волны. Это означает огромный шаг вперед в построении Единой теории поля, которая объединила бы все четыре взаимодействия в виде обобщенных уравнений. Кроме того, остаются открытыми вопросы, связанные с физикой за пределами Стандартной модели, о природе темной энергии. Если говорить о более узкой тематике, связанной с областью моих научных интересов, то это определение уравнения состояния материи при сверхъядерных плотностях (в центральных областях нейтронных звезд), процессы и механизмы формирования первых звезд, галактик и черных дыр во Вселенной.



ИГОРЬ ЕФИМОВ,

ПРОФЕССОР МФТИ, ЗАВЕДУЮЩИЙ ЛАБОРАТОРИЕЙ ФИЗИОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОФЕССОР И ДЕКАН ФАКУЛЬТЕТА БИМЕДИЦИНСКОЙ ИНЖЕНЕРИИ УНИВЕРСИТЕТА ДЖОРДЖА ВАШИНГТОНА (США), ПРОФЕССОР УНИВЕРСИТЕТА БОРДО (ФРАНЦИЯ).

1

Важно, чтобы наши ожидания открытий в МФТИ в ближайшие 10 лет не отличались от ожиданий открытий в мировой науке. МФТИ обладает интеллектуальным потенциалом, фундаментальной подготовкой, глубокой интеграцией в мировую научную среду, необходимыми для проведения исследований на острие мировой научной мысли. Разрыв между поколениями ученых, вызванный утечкой мозгов 1990-х и 2000-х, пока еще не полностью преодолен, но новое поколение талантливейшей молодежи уже появилось и получило необходимую подготовку: на них вся надежда. Им нужно дать ресурсы, постоянные позиции в МФТИ, талантливых студентов — и они осуществят важнейшие научные открытия.

2

В биомедицинской инженерии происходит целый ряд научных и технологических революций, которые изменят мир в следующие 10 лет:

Создание гибкой конформной биологически совместимой электроники для мультифизического интерфейса между биологией и искусственным интеллектом, для непрерывного физиологического мониторинга состояния здоровья и для лечения людей.

Развитие персонализированных вычислительных методов моделирования физиологии человека для оптимизации диагностики и лечения заболеваний, включая хирургию, генетику, биохимию, имплантируемые биоэлектронные системы, эпидемиологию и прочее.

Редактирование генома человека для устранения тысяч опасных мутаций, ведущих к тяжелым жизненно опасным заболеваниям.

Создание новых органов и методов их пересадки с помощью технологий тканевой инженерии и растворимой биоэлектроники.

3

На мой взгляд, основной вызов в биомедицинских науках в настоящее время состоит в давно назревшем, но очень болезненном переходе от доминирующего редуцированного подхода к научным исследованиям к системному, интеграционному подходу. Фокус многих биологических лабораторий на одной молекуле устарел и требует более системного подхода. Для этого необходимо воспитать новое поколение ученых и разработать новые подходы к научным исследованиям, включая новые методики отбора и финансирования научных проектов. Еще одна важная проблема — нехватка ученых, одинаково сильных в фундаментальных исследованиях и в инновационном развитии новых технологий диагностики и лечения заболеваний человека. Пример лидерства в воспитании таких ученых — Массачусетский технологический институт и Стэнфордский университет, где профессора занимаются передовой наукой и одновременно создают инновационные компании.



АЛЕКСАНДР ГОЛУБОВ,

ДОКТОР ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК, ПРОФЕССОР УНИВЕРСИТЕТА ТВЕНТЕ (НИДЕРЛАНДЫ), ЗАВЕДУЮЩИЙ ЛАБОРАТОРИЕЙ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ КВАНТОВЫХ ЯВЛЕНИЙ В СВЕРХПРОВОДЯЩИХ СИСТЕМАХ.

1

За последние годы в МФТИ создано много новых лабораторий в различных областях науки с привлечением ведущих ученых. Это позволяет рассчитывать на ряд прорывных открытий. В моей области исследований можно ожидать ряд важных результатов по контролю состояний отдельных квантовых битов (кубитов) и многокубитных систем на основе сверхпроводников, а также в области физики топологически защищенных квантовых состояний. Я также надеюсь на продвижение МФТИ в международных рейтингах.

2

Как показывает история, научные открытия непредсказуемы, а иначе это и не была бы настоящая наука. Тем не менее, есть определенная логика развития, и некоторые будущие открытия « витают в воздухе ». Я думаю, это будет реализация квантовых систем в макромасштабе, их эффективный контроль и применения в новых приборах, в частности, в квантовых компьютерах. Кроме того, все больший акцент будет делаться на исследования в биофизике и медицине, что должно привести к прорывам в лечении ряда болезней.

3

Соблюдение баланса между коммерциализацией науки и фундаментальными исследованиями; повышение престижа науки, привлечение молодежи.


БРАСЛЕТ ОЦЕНКИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ



НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Браслет считывает показатели активности человека: пульс (частоту сердечных сокращений), проводимость кожи (кожно-гальваническую реакцию — КГР) и ускорение. Эти показатели с высокой точностью характеризуют психофизиологическое состояние человека. Регулярность сердечного ритма и проводимость кожи изменяются при эмоциональных нагрузках или расслаблении, а акселерометр позволяет выделять периоды различной физической активности.

Сердечный ритм определяется оптическим пульсометром с тремя светодиодами: ИК, красным и зеленым. Разнообразие излучателей улучшает качество считывания сигнала, что критично для регистрации каждого удара сердца. Это позволяет точнее определять изменения в сердечном ритме, а значит, и состояние человека. Эти методы успешно применяются в космонавтике и медицине.



Определение кожно-гальванической реакции — ключевой элемент полиграфа, «детектора лжи». Даже небольшое волнение изменяет сопротивление кожи. Модуль КГР в браслете определяет стрессовые ситуации, волнение и физическую активность.

Акселерометр дает информацию о движениях человека — сидит ли он на собеседовании или бежит кросс, — что уточняет анализ данных пульсометра и модуля КГР и определяет уровень физической активности.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ

Совместно с Пилотажно-исследовательским центром в 2016 году были проведены летные испытания, в ходе которых проводилась регистрация психофизиологического состояния летчиков. В 2017 ожидается следующая серия испытаний с использованием модернизированных браслетов.

АВТОРЫ РАЗРАБОТКИ

Тимур Бергалиев, Иван Гончар, Марсель Файзуллин, лаборатория прикладных кибернетических систем МФТИ.

ЗВЕЗДНАЯ ДИЕТА

Каждые 10 тысяч лет какая-нибудь неосторожная звезда становится «завтраком» для черной дыры. Об этом свидетельствуют наблюдения ученых. Но, по теоретическим расчетам, приемов пищи за этот период должно быть больше. Выпускники МФТИ выдвинули теорию о том, что аппетит зависит от происхождения. Если черная дыра образовалась от слияния двух галактик, «ест» она меньше.

РАЗРУШЕНИЕ ЗВЕЗДЫ

Черная дыра — очень массивный объект с большой гравитацией. Она притягивает к себе даже свет, поэтому проходить рядом с ней опасно. Если звезда окажется слишком близко, ее расплющит и ее остатки упадут на черную дыру. Силы, которые действуют на звезду, называют приливными, а сам процесс — событием приливного разрушения или TDE (tidal disruption event). С тех пор, как исследователи научились находить TDE, их зафиксировали порядка 60. Сама черная дыра ничего не излучает, зато вещество, которое падает в нее, разогревается до нескольких тысяч градусов и испускает рентгеновские и УФ-лучи.

ДЛЯ СПРАВКИ

Галактика представляет собой гравитационно-связанную систему звезд, звездных скоплений, межзвездного вещества и темной материи. В центральной части большинства галактик находится сверхмассивная черная дыра. Область вокруг дыры образует ядро галактики, и именно там происходит поглощение вещества. Если в ядре есть газ, то он падает на черную дыру и позволяет ее заметить. Такое ядро называют активным. Однако 90% галактик имеют неактивное ядро, потому что в нем нет газа.

Разрушение звезд в неактивных ядрах галактик позволяет выудить хоть какую-то информацию о центрах этих галактик. Кроме того, события приливного разрушения часто путают со сверхновыми, поэтому необходимо научиться различать эти два процесса, чтобы понять их природу. Однако при подсчетах получается, что теория не соответствует наблюдениям.

ОБМЕН СКОРОСТЯМИ

Выпускники МФТИ Кирилл Лежнин и Евгений Васильев предположили, что проблема в теории. Стандартная модель приливного разрушения звезд была разработана еще в 60-х годах. Если звезды вращаются вокруг центральной черной дыры и не влияют друг на друга, то они движутся по Кеплеровским орбитам. Но если

плотность звезд большая, то они иногда проходят на таком близком расстоянии, что их гравитация влияет на орбиты друг друга. Таким образом, звезды обмениваются скоростями или, иначе говоря, диффундируют в пространстве скоростей. Вектор скорости показывает, куда и как далеко полетит звезда, а полетит она к черной дыре и будет разрушена тогда, когда ее вектор скорости будет находиться в пределах так называемого «конуса потерь». Исходя из этих предпосылок, можно вывести количество TDE в год.

Приведенную выше модель можно дополнить и уточнить, чем и занимаются разные исследовательские группы. Можно учесть, что в реальности звезды различаются по массе, можно предположить наличие массивных объектов в системе. Хотя простейшая теоретическая модель дает слишком большую величину по сравнению с наблюдениями, практически все усовершенствования еще сильнее увеличивают теоретически ожидаемое количество событий приливного разрушения в год. Кроме того, при разработке модели предполагалось, что ядра галактик сферические, однако если принять во внимание несферичность, события приливного разрушения должны происходить еще чаще.

В литературе на эту тему рассматривается множество дополнительных факторов, которые увеличивают теоретическое число TDE в год, и только один, который может уменьшить его и приблизить к экспериментальному. Именно этим фактором и заинтересовались Кирилл Лежнин и Евгений Васильев. Этот фактор — уменьшение звезд в области рядом с черной дырой, потому что в теории именно они захватываются чаще всего. Для примера можно представить сосуд с поглощающей стенкой, в котором молекулы газа сталкиваются и перемешиваются. Если убрать слой газа возле поглощающей стенки, остальным

ПРЯМАЯ РЕЧЬ



Кирилл Лежнин,

сотрудник лаборатории астрофизики и физики нелинейных процессов МФТИ:

С одной стороны, была решена абстрактная задача о взаимодействии этих механизмов, с другой — мы усилили результат, который был получен другими. Мы подтвердили, что присутствует существенное расхождение теории и наблюдения. Согласно базовой модели происходит порядка 10^{-4} событий на галактику, наблюдения дают около 10^{-5} , а мы получили $>10^{-4}$. Нам казалось, что если ошибка на стороне теории, то она именно здесь. Значит, нужно искать механизм зани-

жения темпов приливного разрушения, не связанный со звездодинамическими процессами. Возможно, стоит подумать о том, почему мы можем не видеть некоторые события приливного разрушения. Вполне вероятно, что наши оценки на темпы событий приливного разрушения согласуются с реальностью, однако их детектирование может быть затруднено.

молекулам понадобится время, чтобы снова заполнить опустошенный объем, и, таким образом, поглощение уменьшится.

Исследователи задались вопросом, каким образом можно «убрать звезды из центра». Сначала они опубликовали статью, в которой рассмотрели два возможных механизма и показали, что один из них не играет заметной роли. Гораздо интереснее оказался второй механизм — «эффект рогатки».

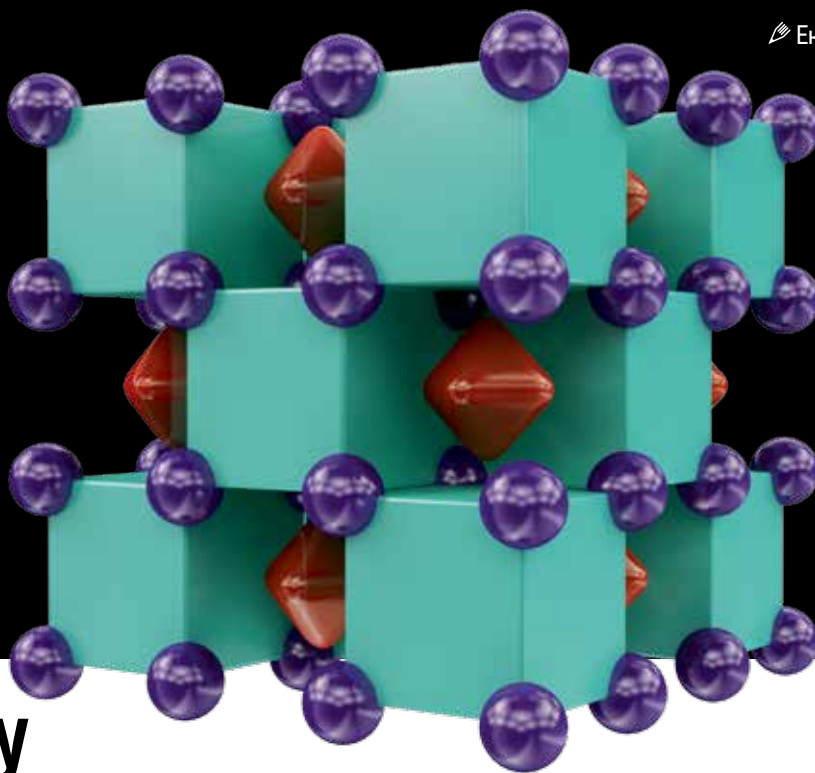
МЕЖДУ ДВУХ ЭФФЕКТОВ

Галактики не стоят на месте, они рождаются, умирают, сталкиваются между собой. Когда две из них встречаются, центральные черные дыры сливаются в одну и образуется другая галактика. Энергия новой черной дыры меньше, чем суммарная энергия «родителей», значит, по закону сохранения, излишки должны куда-то уходить. Часть высвобождается в виде гравитационных волн, часть — передается звездам в виде кинетической энергии. С помощью моделирования было показано, что, когда двойная черная дыра становится достаточно плотной, налетающие на нее звезды начинают вылетать

с еще большей скоростью, чем влетали. Их может вообще выкинуть из галактики. Этот процесс и называется эффектом рогатки.

Кирилл Лежнин и Евгений Васильев предположили, что, так как некоторые галактики образовались из-за слияния двух галактик, из-за эффекта рогатки у них может быть меньше звезд в центре, а значит, и общее число TDE может быть меньше. Но в этом случае сказывается и противоположный эффект: у галактики, которая является «дочерью» двух столкнувшихся галактик, форма ядра обязательно отличается от сферы. А как замечено выше, это увеличивает темп захвата. Получается, что в этом случае имеют место два противоположных эффекта, и неизвестно, какой сказывается сильнее.

Моделирование показало, что эффект рогатки, играющий в минус, имеет влияние только для галактик со сферическим ядром. Однако такого быть не может, а значит, эффект рогатки не влияет на количество событий приливного разрушения. Кирилл и Евгений пересчитали темп захвата звезд, и у них получилось даже большее число, чем у предшественников. ■



Кристаллическая структура Na_2He . Иллюстрация предоставлена Артёмом Огановым

НАШЛИ ПАРУ

Команда ученых под руководством кристаллографа Артёма Оганова предсказала сразу два стабильных соединения гелия — самого инертного из химических элементов. Одно из них было экспериментально синтезировано. «Последний бастион инертности пал», — так прокомментировал эту работу знаменитый химик-неорганик, профессор Свен Лидин.

ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Благодаря алгоритму USPEX исследователи выяснили, что гелий способен образовать такие вещества, как Na_2He и Na_2HeO . Первое из них было синтезировано и изучено в камере высокого давления с алмазными наковальнями. Оно оказалось электридом — ионным кристаллом, где роль положительных ионов играет натрий, а отрицательных — локализованные пары электронов. Причем именно из-за сильной локализации электронных пар кристалл является диэлектриком. Na_2He появляется в смеси натрия и гелия при давлении около 1,1 миллиона атмосфер и остается стабильным до 10 миллионов атмосфер. Это первое из известных соединений гелия, где его атомы играют важную химическую роль, — до сих пор были известны только так называемые соединения включения. То есть внутрь обычного вещества (льда или

кремнезема) были «включены» атомы гелия, но они никак не взаимодействовали со своей «клеткой».

УДИВИТЕЛЬНОЕ РЯДОМ

«Открытое нами соединение весьма необычно: хотя атомы гелия напрямую не участвуют в химической связи, их присутствие фундаментально меняет химические взаимодействия между атомами натрия, способствуя сильной локализации валентных электронов, что делает полученный материал изолятором», — говорит первый автор исследования Сяо

Дун, который во время выполнения данной работы был аспирантом в лаборатории Оганова.

Стабильность второго вещества — Na_2HeO — была предсказана теоретически. По словам ученых, в его поисках они пытались прежде всего выяснить, какие «добавки» в Na_2He могли не только не нарушить стабильность соединения, но и, возможно, улучшить ее. Строение Na_2HeO очень похоже на его родственника Na_2He : это также ионный кристалл, однако место локализованных электронных пар занимают анионы кислорода O^{2-} .

ДЛЯ СПРАВКИ

У ионного кристалла в узлах решетки «сидят» ионы — катионы (+) и анионы (-). Благодаря электростатическим силам — притягиванию разноименных и отталкиванию одноименных зарядов — ионные кристаллы стабильны. Электриды — особый вид ионных кристаллов, в них роль «-» играют не анионы, а локализованные или электронные пары.

ЗВЕЗДНЫЕ НЕДРА

Гелий входит в состав экзопланет (удаленных галактических близнецов Земли) и звезд. Являясь вторым по распространенности элементом после водорода, он не может похвастаться аналогичным обилием образованных химических соединений. До сих пор при нормальных

ДЛЯ СПРАВКИ

Ячейка с алмазными наковальнями — основное оборудование для исследования веществ, находящихся под высоким давлением. «Наковальня» состоит из двух алмазов конической формы, способных за счет сжимающего усилия обеспечивать в экспериментальной ячейке давление до нескольких миллионов атмосфер, а прозрачность алмаза позволяет осуществлять лазерный нагрев образца и дает возможность применения широкого круга спектроскопических и дифракционных исследований.

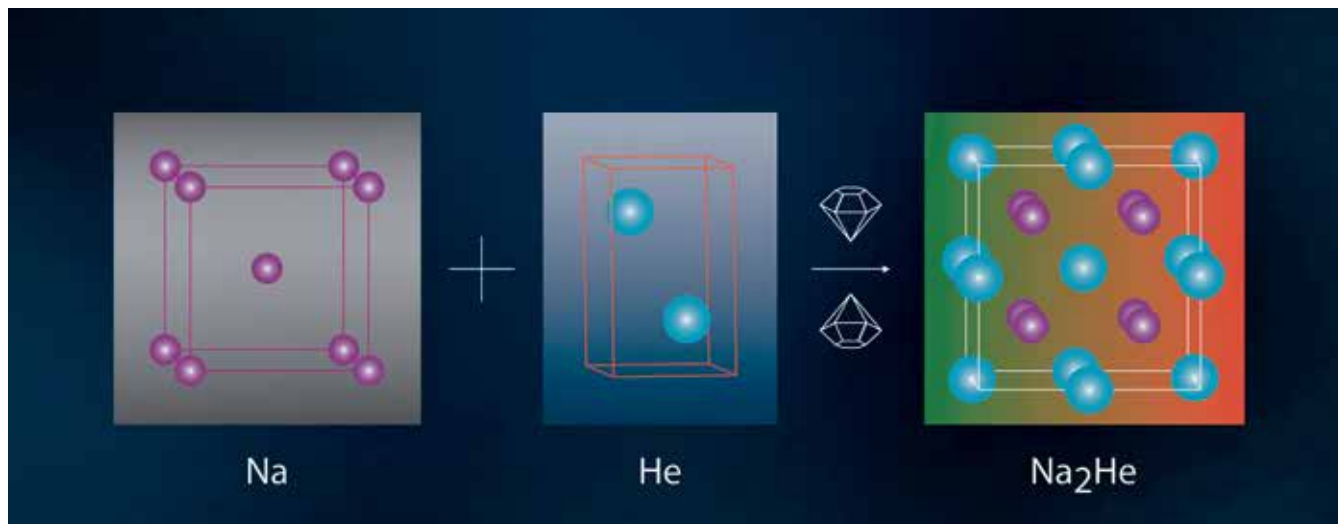


Схема получения Na₂He. Иллюстрация пресс-службы МФТИ

условиях не было получено ни одного стабильного вещества с гелием «в составе» в классическом смысле (то есть термодинамически стабильных). Само существование стабильных соединений — уже большое открытие для химиков, а благодаря значению элемента в «планетарных» и «звездных» масштабах исследователи надеются приоткрыть тайны космической химии — строения недр и поверхностей планет и звезд, тектонических механизмов на Земле и экзопланетах.

Ранее планетологи считали, что гелий не удерживается в недрах из-за своей инертности и диффундирует наружу. Однако на сегодняшний день уже известны механизмы получения физически (существование соединений включения) и химически стабильных соединений гелия. Оба метода реализуются при высоких давлениях, таких, которые как раз существуют в недрах планет и звезд.

«Наша работа в очередной раз иллюстрирует, насколько мало на сегодняшний день мы знаем о влиянии экстремальных условий на химию, и воздействие таких явлений на процессы внутри планет еще предстоит объяснить», — отмечает профессор Оганов.

ДЛЯ СПРАВКИ

USPEX — уникальный алгоритм, позволяющий предсказывать строение и стабильность веществ. Разработан Артёмом Огановым.

ВОПРОК

Революционное открытие (как и многие другие) было сделано благодаря случайности и упорству. Сяо Дун неустанно перебирал различные комбинации гелия и других элементов таблицы Менделеева с целью получения стабильных соединений. Но все попытки по-

строить «химию гелия» по аналогии с химией его инертных собратьев заканчивались безрезультатно.

«В конце концов, — вспоминает Артём Оганов, — я посоветовал Сяо Дуну прекратить работу над проектом, потому что он казался бесперспективным, а гелий — идеально инертным. Однако мой коллега тайно продолжил вести исследования в этом направлении и через некоторое время удивил всех — соединение гелия было найдено! К тому же, теоретический метод предсказывал его существование в достижимых условиях — оставалось только синтезировать и проверить».

Предсказанное теоретически соединение Na₂He было успешно синтезировано в Геофизической лаборатории в Вашингтоне в группе профессора Александра Гончарова, являющегося мировым лидером в области постановки экспериментов при экстремальных давлениях. ■

ГОНКИ ПО НАНОМИРУ

✍ Екатерина Жданова

Коллектив исследователей из Московского физико-технического института (МФТИ), Института химической физики им. Н. Н. Семёнова РАН и Института химии поверхности Национальной академии наук Украины предложил создавать броуновские фотомоторы на основе полупроводниковых нанокластеров — крошечные машины, способные передвигаться с рекордными скоростями и тащить на себе груз.



□ С РЕКОРДНОЙ СКОРОСТЬЮ

Исследователи предложили модель дипольного фотомотора (то есть запускаемого с помощью света) на основе цилиндрического полупроводникового нанокластера. Такое устройство активируется светом и может передвигаться с рекордными для его наномира скоростями. Понимание основ деятельности подобных моторов позволит не только воспроизводить их, но и конструировать новые высокоэффективные искусственные образцы с разнообразными функциями, вплоть до создания нанороботов, способных выполнять различные задания.

Предложенная учеными модель описывает так называемый линейный фотомотор — такая наномашинка способна двигаться в заданном направлении и «прийти» к заданной цели. И не просто двигаться, а захватить с собой что-нибудь полезное — другую наночастицу, лекарство, стволовую клетку и так далее.

ПРИРОДА ВЕЩЕЙ

Прототипом управляемых наномашин в живой природе являются так называемые броуновские моторы. Это состоящие из белков устройства (другое их название — молекулярные моторы), которые под

ПРЯМАЯ РЕЧЬ



Леонид Трахтенберг,

профессор кафедры химической физики МФТИ, заведующий лабораторией функциональных наноконструкций ИХФ РАН, руководитель коллектива:

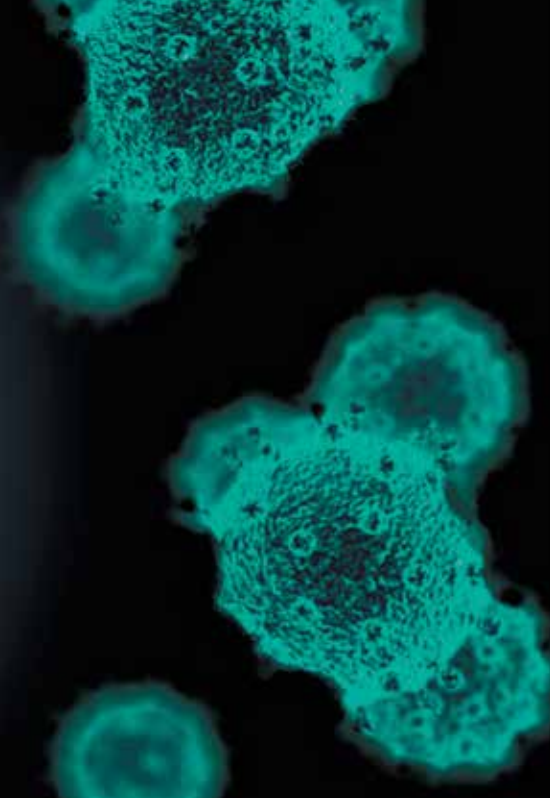
Рекордные характеристики дипольных фотомоторов на основе полупроводниковых нанокластеров позволяют надеяться, что эти наномашинки не только заполнят имеющуюся брешь в семействе линейных фотомоторов, но и найдут самое широкое применение повсюду, где требуется скоростной транспорт наночастиц: в химии и физике — для создания новых аналитических и синтетических инструментов, в биологии и медицине — для доставки лекарств к больным участкам живых организмов, для генной терапии и во многих других задачах.

действием неравновесных флуктуаций различной природы преобразуют хаотическое броуновское движение в направленное движение или вращение.

Эти системы делают возможными сократительную активность тканей (работу мышц), подвижность клеток (движение жгутиковых бактерий), внутри- и межклеточный транспорт между частями клетки и сравнительно крупными частицами вещества (питание клетки и утилизация отходов ее деятельности). Причем эти процессы совершаются с очень высоким коэффициентом полезного действия, практически 100%.

СВЕТЛЫЙ ПУТЬ

Работу броуновских моторов можно инициировать различным образом — например, с помощью химических реакций, тепла, электрических или световых импульсов; последний случай как раз отражен в работе исследователей. До действия светового импульса у мотора практически отсутствует дипольный момент, а фотовозбуждение приводит к перемещению электрона из объема на поверхность и возникновению гигантского дипольного момента (примерно $40D$ при высоте нанополости около 15 \AA). Соответственно, средняя скорость



Виктор Розенбаум (слева) и Леонид Трахтенберг (справа) во время командировки в Тайване, где зародилась идея данной работы

направленного движения такой наночастицы составляет 0.1–3 мм/с, что на три порядка выше, чем и у аналогичных моторов на основе органических молекул, и у природных белковых моторов. Среди искусственных броуновских фотомоторов есть достаточно много устройств, выполняющих вращательное или возвратнопоступательное движение, но линейных устройств очень мало.

Сотрудничество коллективов под руководством Леонида Трахтенберга и заведующего отделом теории наноструктурных систем ИХП НАНУ Виктора Розенбаума позволило создать теорию линей-

КСТАТИ

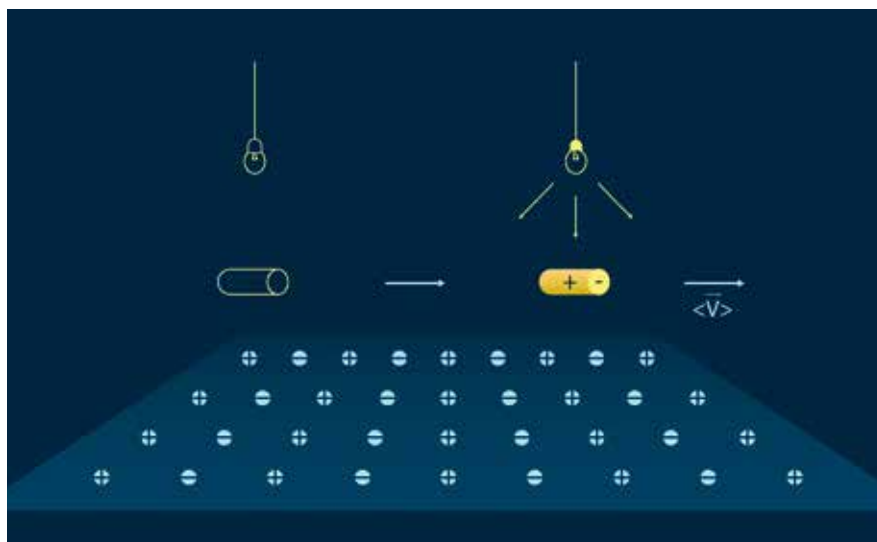
Нобелевскую премию по химии в 2016 году присудили именно за синтез молекулярных машин. Двое из лауреатов работали над «базой» — синтезом химических соединений (Жан-Пьер Соваж) и исследованием механизмов функционирования молекулярных машин (Фрезер Стoddарт). Третий обладатель премии — Бернанд Феринга — стал первым химиком, разработавшим и синтезировавшим молекулярный мотор — молекулу, которая под действием света претерпевала структурные изменения и начинала вращаться подобно лопасти ветряка в строго заданном направлении.

ных фотомоторов. Благодаря работе ученых можно конструировать управляемые лазером наномашины. Главный секрет в том, что исследователи нашли связь между

параметрами фотонаномоторов и их скоростью — важнейшей рабочей характеристикой.

НЕ ХУЖЕ ОРГАНИЧЕСКИХ АНАЛОГОВ

Вначале были изучены линейные дипольные фотомоторы, построенные на больших органических молекулах, дипольный момент которых сильно (примерно на 10 D) изменяется при фотовозбуждении. По скорости направленного движения (0.3–0.5 мкм/с) эти моторы сопоставимы с белковыми природными аналогами, что уже является огромным достижением. Однако настоящим прорывом в конструировании линейных фотомоторов является переход от органических молекул к полупроводниковым нанокластерам, что и позволило создать теорию рекордно быстрых нанороботов. ■



Принцип работы фотомотора, предложенного учеными



ГЕНЕРАТОР ЛЕКАРСТВ

Разработчики из Mail.Ru Group, Insilico Medicine и МФТИ впервые применили технологию генеративных нейронных состязательных сетей (Generative adversarial networks, GAN) для создания новых лекарственных препаратов. GAN заставили «придумывать» молекулярные структуры с заданными свойствами. По словам авторов исследования, за этим ноу-хау — будущее фармакологии.

ЦЕЛЬ — НОВЫЕ МОЛЕКУЛЫ

За основу была взята архитектура состязательных автокодировщиков, являющаяся расширением принципиально нового подхода в глубоком обучении — генеративных состязательных сетей.

Для обучения использовались молекулы с известными лечебными свойствами и эффективной концентрацией. Информацию о такой молекуле подавали на вход сети и настраивали ее так, чтобы на выходе получить точно такие же данные. Сеть была составлена из трех структурных элементов — кодировщика, декодера и дискриминатора, — каждый из которых выполнял свою специфическую роль, «сотрудничая» с двумя другими. Кодировщик совместно с декодером обучался сжимать и затем восстанавливать информацию об исходной молекуле, а дискриминатор помогал сделать

сжатое более подходящим для последующего восстановления. После того, как сеть обучалась на множестве известных молекул, кодировщик вместе с дискриминатором «выключались», и сеть, используя декодер, генерировала описание молекул уже сама.

ПО ОТПЕЧАТКАМ ПАЛЬЦЕВ

Все молекулы имеют представление в виде «смайлов» — буквенных аннотаций химического вещества, которые позволяют восстановить его структуру. Стандартная запись, которой обучали в школе, для обработки сетью

не подходит, но и смайлз в этом качестве тоже не идеален — он имеет произвольную длину от одной буквы до 200, а для обучения нейронной сети требуется одинаковая длина описания (вектора). Решает эту проблему фингерпринт, т. е. «отпечаток пальца» молекулы, который содержит всю информацию о ней. Существует множество способов построения «отпечатка». Исследователи использовали самый простой бинарный из 166 цифр. Они конвертировали смайлзы в фингерпринты и уже на них обучали сеть.

ДЛЯ СПРАВКИ

Генеративные состязательные сети (Generative adversarial networks, GAN) состоят из любых двух сетей, одна из которых генерирует данные (генератор), а вторая (дискриминатор) — анализирует. Задача последней отличить реальную информацию от сгенерированной, а первой — стать менее предсказуемой.

На вход нейронной сети подавались «отпечатки» известных лекарственных молекул. Сеть должна была распределить веса параметров внутренних нейронов так, чтобы при заданном входе получился заданный же выход. Эта операция повторялась много раз — так происходит обучение на большом количестве данных. В результате получался «черный ящик», который умеет при заданном входе давать заданный выход. Затем разработчики убрали первые слои, и сеть генерировала отпечатки при обратном прогоне уже сама. Ученые построили «отпечатки» для всех 72 млн молекул и далее сравнивали сгенерированные сетью отпечатки с базой. Отобранные молекулы должны потенциально обладать заданными качествами.

ПРОВЕРКА

Для проверки сети использовали базу известных противораковых лекарств. Исследовали сверили сгенерированные сетью соединения с общей базой. Из полученных 69 молекул многие являлись активно используемыми противораковыми препаратами. А вот остальные



ПРЯМАЯ РЕЧЬ

Андрей Казёнов,
аспирант МФТИ:

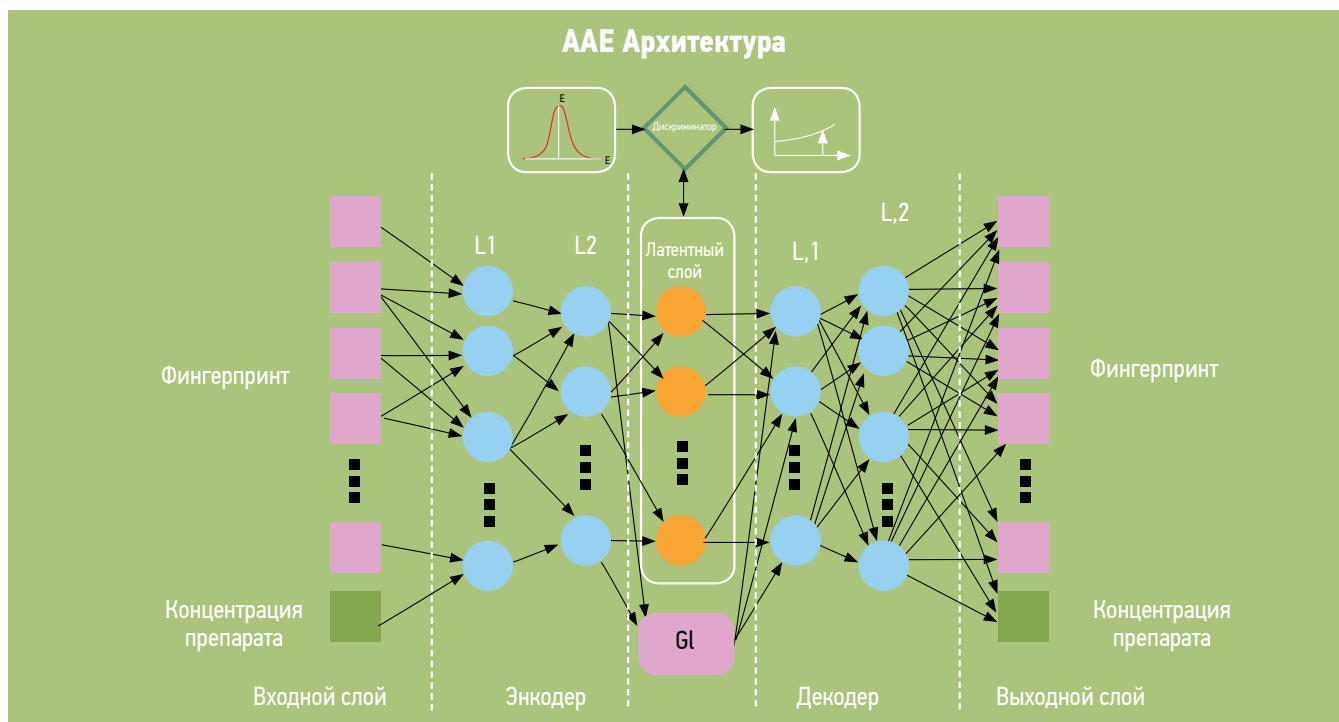
Мы разработали нейронную сеть генеративного типа, то есть умеющую создавать новые объекты по заданным параметрам, используя «накопленные знания» о миллионах объектов, на которых она обучалась, и заставили создавать новые молекулярные структуры с заданными свойствами.

потенциально могут стать основой новых лекарственных препаратов.

По мнению одного из авторов исследования, главы Insilico Medicine и международного адъюнкт-профессора МФТИ Александра Жаворонкова, генеративные состязательные сети с применением обучения с подкреплением — это будущее фармакологии. «Мы показали первое применение генеративных состязательных автокодировщиков, GAN'ов, для создания новых молекулярных структур противоопухолевых препаратов по определенным параметрам. Я очень надеюсь, что в скором времени мы сможем разрабатывать индивидуальные лекарства для лечения редких

заболеваний и даже для лечения отдельных пациентов. Уже в этом году искусственный интеллект начнет трансформировать фармацевтическую индустрию», — отметил он.

«GAN'ы сейчас находятся на переднем крае нейронауки. Совершенно очевидно, что они могут быть использованы для решения более широкого спектра задач, чем генерация картинок и музыки. Мы попробовали применить этот подход в биоинформатике и получили прекрасный результат», — подвел итог ведущий программист группы оптимизации поиска Mail.Ru Group, глава по ИИ Insilico Medicine Артур Кадуринов. ■



БЕЗ ТОРМОЗОВ

Андрей Вишневым и Дмитрием Федяниным из лаборатории нанооптики и плазмоники Центра наноразмерной оптоэлектроники МФТИ, проведя расчет шумов, возникающих при распространении плазмонных сигналов по активным волноводам, нашли фундаментальные ограничения на пропускную способность оптических интерфейсов в оптоэлектронных микропроцессорах.

□ В НАНОМАСШТАБЕ

Оптоэлектронный микропроцессор представляет собой чип, в котором передача данных между ключевыми элементами будет осуществляться при помощи нанофотонных волноводов вместо применяемых в современных процессорах медных проводников. Использование нанофотоники позволит достичь скорости передачи данных, на порядки превышающую возможности электроники. Оптическая передача данных по оптоволокну уже привела к революционным изменениям, одним из которых стало появление Глобальной сети; теперь же исследователи и ведущие производители микро-

электроники борются за то, чтобы похожие сети появились в наномасштабе, внутри процессоров.

ПОПЕРЕК ВОЛНЫ

На пути к решению этой важной задачи имеется ряд проблем. Дело в том, что из-за волновой природы света поперечные размеры фотонных волноводов, по которым должны передаваться сигналы, невозможно сделать меньше длины волны излучения, на котором они работают (обычно это величины порядка нескольких микрон). А размеры традиционных электронных компонентов на чипе составляют десятки нанометров — эти элементы компактнее,

хотя и скорость передачи данных оказывается меньше. Для сочетания скорости и компактности можно перейти к использованию плазмонных волноводов, в которых вместо фотонов будут передаваться поверхностные плазмон-поляритоны — электромагнитные волны, распространяющиеся вдоль поверхности, разделяющей металл и диэлектрик (или полупроводник). Размеры таких волноводов уже будут ближе к размерам электронных компонентов процессора.

ШУМНЫЙ СОСЕД

У поверхностных плазмонов есть серьезный недостаток: плазмонный сигнал при движении по волноводу

поглощается в металле, из-за чего очень сильно ослабляется. Потерю мощности сигнала нужно компенсировать, для чего в структуру волновода необходимо добавить компоненты с усиливающей оптической средой, которая за счет вынужденного излучения будет подпитывать распространяющийся сигнал энергией. Такой плазмонный волновод называют активным.

Ранее в лаборатории нанооптики и плазмоники уже представили перспективную схему активного плазмонного волновода и систему охлаждения для чипов с активными плазмонными межсоединениями. Однако следует иметь в виду, что при компенсации потерь возникает новая проблема. Усиливающая среда излучает не только вынужденно, но и спонтанно, и это спонтанное излучение никак не связано с проходящим по волноводу сигналом, что увеличивает уровень шума. При детектировании на фоне полезного сигнала будут наблюдаться случайные колебания интенсивности, возникающие из-за биений между спектральными компонентами сигнала и спонтанного излучения. Если амплитуда этих колебаний будет слишком большой, то передача данных может стать невозможной из-за высокого количества битовых ошибок — сигнал теряется на фоне шума.

НА СТЫКЕ

Создание теории шума в активных плазмонных волноводах потребовало объединить подходы из трех разных областей физики, причем в редкой комбинации: квантовая оптика, физика полупроводников (они используются в качестве усиливающей среды) и нанооптоэлектроника. В результате удалось учесть и широкий спектр спонтанного излучения, и одновременное наличие как поглощающих, так и усиливающих элементов в волноводе, причем с очень высокими показателями поглощения и усиления.

ПРЯМАЯ РЕЧЬ



Андрей Вишневым,
научный сотрудник лаборатории нанооптики и плазмоники МФТИ:

Эта работа потребовала существенного выхода за рамки привычных проблем, что сделало ее не только интереснее, но и сложнее, ведь прежде чем использовать достижения из другой области, нужно ее достаточно глубоко освоить. Когда мы хотели найти, насколько нагреется активный плазмонный волновод, порядочное количество времени ушло на разбор работ по тепловыделению в различных полупроводниковых приборах и по термоэлектрическим эффектам, которые напрямую не имели связи с нашей задачей. Аналогичная ситуация повторилась и когда рассчитывали шум. Изучалась вся литература, которая имела отношение к квантовой оптике и оптоволоконным усилителям.



Дмитрий Федянин,
старший научный сотрудник лаборатории нанооптики и плазмоники МФТИ:

Зачастую научные группы «окапываются» и ведут исследования в более или менее четко обозначенном «квадрате», стараясь применять свои накопленные знания и навыки в разных задачах. Мы придерживаемся совершенно противоположного подхода. Если мы считаем, что задача важна, то просто идем и решаем ее, несмотря на то, что очень часто в начале пути у нашей группы нулевая компетенция в этом вопросе. Еще несколько лет назад никто в лаборатории не мог и представить, что, помимо фотоники, мы будем заниматься физикой полупроводников, тепловыми эффектами, квантовой оптикой, электроникой и гидродинамикой практически в тех самых устройствах, которые мы тогда начинали рассматривать.

БЫСТРЕЕ В 10 ТЫСЯЧ РАЗ

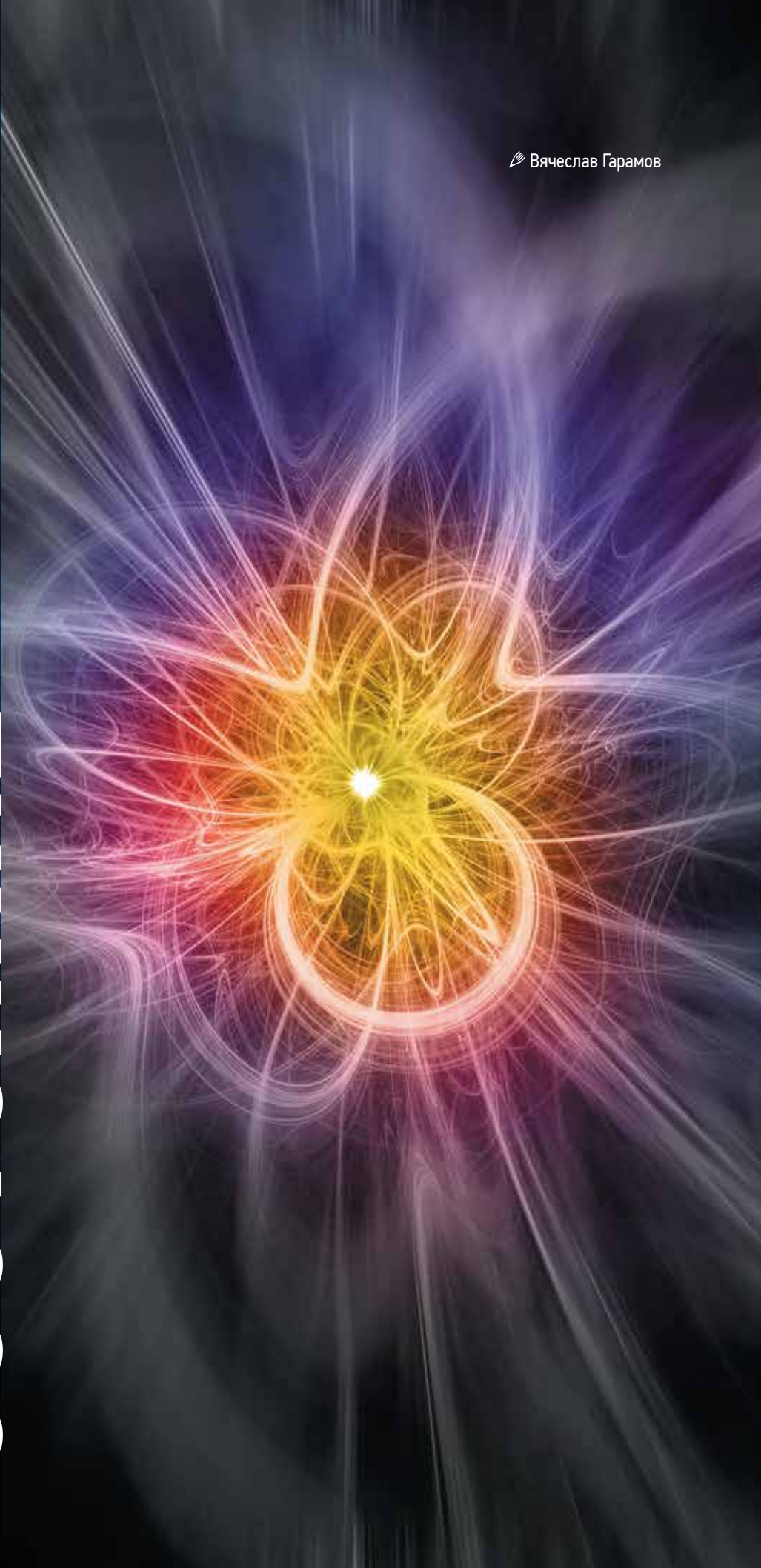
Новая теория позволяет рассчитать шум в активных волноводах различной конфигурации. Так, в активном плазмонном волноводе размером лишь 200×200 нанометров — примерно в 7 раз меньше рабочей длины волны света — можно эффективно передавать сигнал на расстояние до 5 миллиметров. На первый взгляд, это очень мало, но здесь уместно напомнить размеры современных микросхем: кристалл с сотнями миллионов транзисторов по площади лишь немного больше спичечной головки. В реальном чипе пяти мил-

лиметров более чем достаточно для передачи сигнала. Более того, скорость передачи данных может превзойти скорость передачи по аналогичной по размерам медной дорожке на традиционных чипах в 500 раз, и это при условии использования только одного спектрального канала (который действует одну несущую частоту). А если вспомнить, что в существующих оптических телекоммуникационных линиях связи обычно одновременно используются до двух десятков спектральных каналов, то выигрыш в скорости может составить до десяти тысяч раз. ■

ПОГРАНИЧНОЕ СОСТОЯНИЕ

ЧТО ТАКОЕ
СОВРЕМЕННАЯ ФИЗИКА?

✍ Вячеслав Гарамов



Все главные открытия в физике уже сделаны, и нынешним ученым остается лишь развивать идеи, предложенные гениальными предшественниками... Исследователи стоят на пороге революционных открытий, которые изменят мир... Таковы два полюса, между которыми существует сегодня одна из старейших областей человеческого знания. С помощью людей, во многом олицетворяющих современную физику, мы попытались понять, какая она, каких высот достигла, в чем ее сильные и слабые стороны и что ее ждет дальше.

□ В ПОИСКАХ ЭКСТРИМА

Диапазон интересов современных ученых простирается от физики элементарных частиц, мельчайших объектов во Вселенной, до космологии, изучающей Вселенную как целое. Все более заметную роль играют экстремальные состояния: высокие и сверхвысокие энергии, температуры или давления — и, напротив, прецизионно точная работа с очень малыми объектами и величинами. Идя от привычных размеров, энергий или масс по пути увеличения или, наоборот, уменьшения, мы сталкиваемся с явлениями, которые сложно себе представить. Например, гравитационное искривление пространства, квантовые или релятивистские эффекты, которые меняют существующую картину мира. В этот же ряд можно поставить наноматериалы, в случае которых мы движемся от понятных трехмерных материалов к двумерным, таким как графен, или поверхности кристаллов. При этом говорить о том, что та самая привычная картина мира не таит больше никаких тайн, не приходится.

«Многое из того, с чем мы сталкиваемся в повседневности, нами по-прежнему плохо понято, — отмечает профессор Сколтеха, руководитель лаборатории компьютерного дизайна материалов МФТИ Артём Оганов. — Один из примеров: мы до сих пор не знаем точно, как происходит процесс кристаллизации, полноценной теории роста кристалла не существует. Но мы каждую зиму наблюдаем появление льда на реках и водоемах. Или как происходят фазовые превращения? Эти процессы очень тяжело моделировать. Так что темных областей, не описанных явлений, наблюдаемых нами в обыденной жизни, еще много».



Образование кристаллической структуры

ПЛОДЫ И ВСХОДЫ

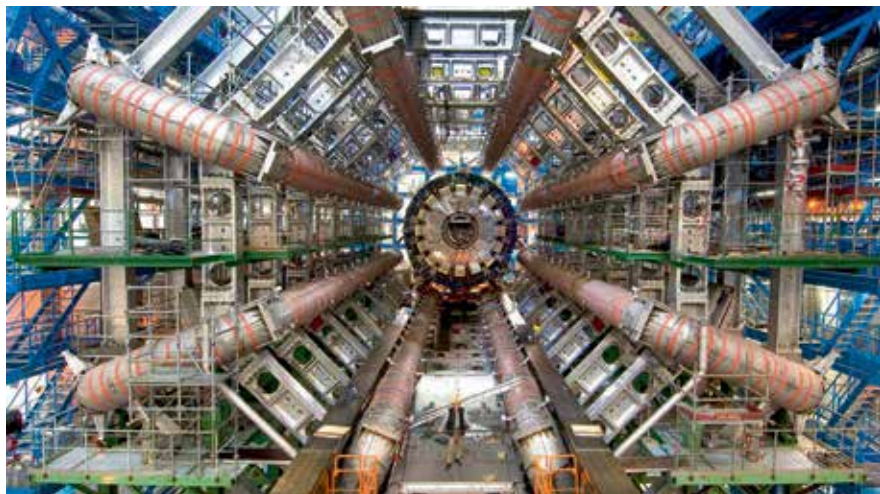
Современная физика во многом выросла из идей, возникших в первой половине XX века, когда физическая наука переживала взрывное развитие. Именно тогда были построены теории относительности и квантовых процессов, а Резерфорд провел свои знаменитые опыты, давшие начало теории строения вещества.

«Формула $E=mc^2$ и анализ массы ядер разных элементов, — рассказывает директор Института физики твердого тела РАН Виталий Кведер, — натолкнули на идею использования атомной энергии. А, например, физика твердого тела целиком основана на квантовой механике. Полупроводниковая электроника, которая активно используется с 60-х годов прошлого века, — это практическое использование знаний квантовой механики. Просто это использование со временем становится все более глубоким».

По словам директора Физического института РАН Николая Колачевского, освоение этих идей идет вместе

с развитием технологий. «Допустим, как выглядели классические методы исследования гравитационного поля: бросался свинцовый шар, измерялось время его падения и вычислялось ускорение свободного падения. Затем этот эксперимент превратился в падение в вакуумной камере уголкового отражателя, на который направлялся лазерный луч, и по изменению фазы интерференционной картины измерялось ускорение свободного падения с точностью уже до восьмого знака после запятой. Такую точность определения этой величины можно использовать для поиска полезных ископаемых. Следующий этап — использование квантовых технологий. Падает уже облако ультрахолодных атомов. Такие измерения позволяют получить еще несколько порядков точности, что открывает новые возможности применения, например, в приборах навигации», — отметил глава ФИАН.

«Сегодня все большую роль, — продолжает мысль Артём Оганов, — играют алгоритмы и мощные компьютеры.



Большой адронный коллайдер

Наука стала очень зависима от вычислений. Но, с другой стороны, вычислениями люди занимались всегда, ими занимался и Архимед. Когда в Петербурге умер Эйлер, люди говорили: "Эйлер перестал вычислять". Я думаю, в наше время роль мощности компьютеров будет расти, но еще более важным будет создание новых алгоритмов».

БЛИЖЕ К ДЕЛУ И БЕЗ СЛУЧАЙНОСТЕЙ

Особенностью современной физики стало то, что теперь практически невозможно получить какой-то интересный результат случайно, как были открыты закон Архимеда, рентгеновское излучение или эффект Вавилова — Черенкова.

«Сегодня существует сформировавшаяся тенденция на реализацию больших проектов, создание больших коллективов ученых. Во многих сферах существуют коллаборационные команды и требуются мегаустановки», — говорит директор Физтех-школы фундаментальной и прикладной физики Валерий Киселёв.

Руководитель Физтех-школы аэрокосмических технологий Александр Родин, в свою очередь, отмечает: «Современные исследования носят все более прикладной характер. Достижения науки радикально меняют нашу жизнь, темп технологических циклов ускоряется, и от научных исследований требуется все более быстрое внедрение в практику. В последние несколько десятилетий, освоив определенный диапазон скоростей, энергий, расстоя-

ний, частот, человечество чрезвычайно интенсивно осваивает этот диапазон, производя все новые и новые технические решения — от систем искусственного интеллекта до межпланетных станций».

КРИЗИС ИЛИ ЗАТИШЬЕ?

«Безусловно, за последние годы в физике не было открыто чего-то уровня закона Ньютона, уравнения Максвелла или теории относительности. И я очень сомневаюсь, что такие простые и элегантные, но в то же время всеобъемлющие законы в ближайшие десятилетия будут обнаружены. Будут уточнения каких-то вопросов, могут быть решены значимые загадки современной физики, такие как происхождение темной материи или фундаментальных физических констант. Возможно, будут сформулированы М-теория или Теория всеобщего объединения, но это будет, по сути, не открытие, а обобщение уже существующих теорий», — говорит Николай Колачевский.

Не ждет революций, во всяком случае, пока и Александр Родин. Хотя последние четверть века, по его словам, для мировой физики были достаточно плодотворными. «Главным итогом этого периода было экспериментальное подтверждение ряда теорий и моделей, которые раньше считались исключительно умозрительными. Это и теория инфляции, и темная энергия, и пресловутый бозон Хиггса. Выход за освоенный диапазон энергий, расстояний и частот пока не просматрива-

ется. Можно, конечно, называть это кризисом. Однако из истории мы знаем, что все прорывы совершались именно там, где складывалась подобная "кризисная" ситуация. Так что, вполне возможно, происходит лишь накопление знаний, и мы стоим на пороге действительно большого рывка в наших представлениях об окружающем мире».

Наиболее оптимистичен в этом смысле Виталий Кведер. По его мнению, прорывы еще возможны, причем в самое ближайшее время. «Наука развивается эволюционно, а революциями мы называем пики в первой производной, связанные с периодическим переосмыслением накопленных данных. Это переосмысление стимулируется накапливающимися противоречиями между теорией и экспериментом. Небольшие локальные "революции" случаются довольно часто. Похоже, мы постепенно приближаемся и к более крупной революции, и она может произойти довольно скоро», — отметил директор ИФТТ РАН.

А вот директор Института общей физики РАН Иван Щербаков призвал не делить физику на старую и новую. По его словам, эта наука всегда решала и будет решать одну главную задачу — создание правильного, непротиворечивого представления о материальном мире, объяснение непонятных эффектов и явлений.

Суперкомпьютер IBM Blue Gene





Глобальная система позиционирования

«Глобальные научные приоритеты, как правило, не претерпевают значительных изменений в масштабах одного, двух и даже более поколений исследователей. Чаше происходит изменение терминологии, что никак не сказывается на сути дела», — сказал он.

НА ЗАВТРА

Так или иначе, перед физикой стоит огромное число задач, ожидающих своего решения, причем зачастую задач довольно простых. Безусловно, за последнее столетие методы их решения, инструментальный аппарат, используемый учеными, изменились почти до неузнаваемости, как преобразился и мир в целом. По всей видимости, в будущем научный прогресс будет все теснее зависеть от прогресса технического. Верно и обратное: развитие современных технологий сегодня как никогда связано с самыми передовыми научными достижениями, недаром



Современное научное оборудование

крупнейшие производители наукоемкой продукции имеют собственные научные лаборатории.

«На мой взгляд, — говорит Николай Колачевский, — новые значимые открытия могут быть сделаны в двух областях. Первая — область сверхвысоких энергий. Это либо астрофизика, либо физика следующего поколения коллайдеров и ускорителей. Вторая об-

ласть — очень чувствительные измерения, когда в рамках уже существующих законов можно обнаружить маленькие отклонения, которые нужно будет объяснить с помощью новых эффектов. Примером может быть влияние темной материи на работу глобальной системы позиционирования».

Александр Родин видит наибольшие перспективы в области наук о Земле и биомедицине. Причем, по его словам, зависимость обычной жизни от научного прогресса, будет только возрастать. «То, что веками было вне нашей власти — длительность человеческой жизни и климатические условия на Земле — станут управляемыми параметрами. Здесь таятся и огромные возможности, и огромная опасность», — отмечает он.

Виталий Кведер, соглашаясь с тем, что научные достижения уже в ближайшее время позволят существенно улучшить качество жизни, призывает их не бояться. «Бурное развитие микроэлектроники привело к появлению трех революционных технологий, которые имеют далеко идущие последствия для нашего мира: "инженерии дефектов", "нанофабрикация" и "цифровые информационные технологии". Одним из следствий «инженерии дефектов» в полупроводниках является снижение на 3 порядка стоимости солнечных батарей. В результате через 30 лет основным источником электроэнергии для человечества станет солнечная энергетика, что имеет очень существенные последствия. А технологии нанотехнологий, помимо развития микроэлектроники, скоро приведут к двум другим революционным последствиям — бурному развитию нанотехнологий и массовому производству оптических чипов, а также развитию микромеханики. Это, в свою очередь, приведет не только к ускорению развития информационных технологий, но и к созданию удивительных новых сенсоров, созданию и массовому использованию микророботов и т.д. На очереди массовое внедрение в практику технологий интернета вещей и 3D-печати, что изменит наш мир очень сильно», — сказал директор Института физики твердого тела РАН.



ПРОМЕЖУТОЧНАЯ

Слухи о кризисе физики сильно преувеличены. Во всяком случае, так считают наши эксперты. И пусть современные ученые пока не приблизились к решению многих фундаментальных проблем, поставленных еще несколько поколений назад, им есть чем гордиться.



АЛЕКСАНДР РОДИН,

РУКОВОДИТЕЛЬ ФИЗТЕХ-ШКОЛЫ
АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ:

— Некоторые нерешенные проблемы фундаментальной физики на слуху уже много лет — такие, как знаменитое Великое объединение, гипотетическая единая теория взаимодействия. Мы ничего не знаем о том, что происходит за горизонтом планковских масштабов длины, времени, энергии. Однако современная физика — это не Вавилонская башня, оценивать которую можно лишь по ее высоте. Скорее, она

напоминает огромное дерево, крона которого уже оформилась, а основной рост происходит внутри — появляются новые побеги, старые опадают, заполняются пустоты, сближаются ветви, которые раньше казались бесконечно далекими. Уже стало общепринятым утверждение, что самое интересное происходит сейчас в междисциплинарных исследованиях, на стыке наук. Методы физики осваиваются такими самостоятельными, казалось бы, науками, как химия, биология, даже социология и экономика, не говоря уже об астрономии и науках о Земле. Из близкой мне области исследований упомяну открытие внесолнечных планет, которое стало возможным благодаря совершенствованию физических методов наблюдательной астрономии и фактически перевернуло наши представления о планетных системах.

Газовый гигант HD 189733b

“СОВРЕМЕННАЯ ФИЗИКА — ЭТО НЕ ВАВИЛОНСКАЯ БАШНЯ, ОЦЕНИВАТЬ КОТОРУЮ МОЖНО ЛИШЬ ПО ЕЕ ВЫСОТЕ. СКОРЕЕ, ОНА НАПОМИНАЕТ ОГРОМНОЕ ДЕРЕВО, КРОНА КОТОРОГО УЖЕ ОФОРМИЛАСЬ, А ОСНОВНОЙ РОСТ ПРОИСХОДИТ ВНУТРИ — ПОЯВЛЯЮТСЯ НОВЫЕ ПОБЕГИ, СТАРЫЕ ОПАДАЮТ, ЗАПОЛНЯЮТСЯ ПУСТОТЫ, СБЛИЖАЮТСЯ ВЕТВИ, КОТОРЫЕ РАНЬШЕ КАЗАЛИСЬ БЕСКОНЕЧНО ДАЛЕКИМИ”



АРТЕМ ОГАНОВ,

ПРОФЕССОР СКОЛТЕХА,
РУКОВОДИТЕЛЬ ЛАБОРАТОРИИ
КОМПЬЮТЕРНОГО ДИЗАЙНА
МАТЕРИАЛОВ МФТИ:

— Чуть больше тридцати лет назад в кристаллографии было сделано знаковое открытие квазикристаллов — фактически нового состояния вещества. Огромное влияние на умы ученых оказало изучение необычных свойств графена, его экспериментальное выделение в качестве однослойного материала. Среди удивительных свойств графена можно отметить в нем наличие электронов с нулевой эффективной массой и очень большой скоростью, составляющей значительную часть скорости света. Высокотемпературная сверхпроводимость, которая была открыта в купратах в середине 80-х годов, сразу же была отмечена Нобелевской премией. Максимальная температура сверхпроводящего состояния в купратах оказалась равна 133 К. Этот рекорд держался долгое время, но недавно был побит. Открытое новое вещество H3S оказалось высокотемпературным сверхпроводником. Температура перехода в сверхпроводящее состояние составила 203 К при высоком давлении 160 ГПа. Таким образом, мы постепенно приближаемся к сверхпроводимости при комнатной температуре, и как знать, возможно, вскоре эта мечта человечества осуществится.



ОТМЕТКА

ГЛАВНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ



Иллюстрация строения графена

«ТЕМПЕРАТУРА ПЕРЕХОДА В СВЕРХПРОВОДЯЩЕЕ СОСТОЯНИЕ СОСТАВИЛА 203 К ПРИ ВЫСОКОМ ДАВЛЕНИИ 160 ГПА. ТАКИМ ОБРАЗОМ, МЫ ПОСТЕПЕННО ПРИБЛИЖАЕМСЯ К СВЕРХПРОВОДИМОСТИ ПРИ КОМНАТНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ, И КАК ЗНАТЬ, ВОЗМОЖНО, ВСКОРЕ ЭТА МЕЧТА ЧЕЛОВЕЧЕСТВА ОСУЩЕСТВИТСЯ»



ВИТАЛИЙ КВЕДЕР,
ДИРЕКТОР ИНСТИТУТА ФИЗИКИ
ТВЕРДОГО ТЕЛА РАН:

— На меня наиболее сильное впечатление в последние годы произвели открытия в двух областях: астрофизике и квантовой физике. Это обнаружение темной материи и экспериментальное наблюдение квантовой телепортации. Темная материя пока была обнаружена только на основе анализа огромного количества накопленных данных, по ее гравитационному воздействию на «обычную» известную нам материю. Однако тот факт, что в пространстве рядом с нами

«ВЕСЬМА ВЕРОЯТНО, ЧТО В ОБОЗРИМОМ БУДУЩЕМ УДАТСЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО ОБНАРУЖИТЬ ПРОЯВЛЕНИЕ ЭТОЙ «ТЕМНОЙ МАТЕРИИ» ПО КАКИМ-ТО ЕЩЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯМ, ПОМИМО ГРАВИТАЦИОННОГО, С НАШЕЙ МАТЕРИЕЙ. ЭТО МОЖЕТ ПРИВЕСТИ НЕ ТОЛЬКО К РЕВОЛЮЦИОННЫМ ПОСЛЕДСТВИЯМ В НАШЕМ МИРОПОНИМАНИИ, НО, БЫТЬ МОЖЕТ, И К УДИВИТЕЛЬНЫМ ПРАКТИЧЕСКИМ ПРИМЕНЕНИЯМ»

существует некий невидимый мир, состоящий из некоей неведомой пока субстанции, слабо взаимодействующей с нашей материей, является революционным. Значение этого удивительного открытия пока слабо осознано. Весьма вероятно, что в обозримом будущем удастся экспериментально обнаружить проявление этой «темной материи» по каким-то еще взаимодействиям, помимо гравитационного, с нашей материей. Это может привести не только к революционным последствиям в нашем миропонимании, но, быть может, и к удивительным практическим применениям. Экспериментальное наблюдение квантовой телепортации связано с развитием квантовых технологий (созданием первых систем квантовой криптографии и первых прототипов квантовых компьютеров) и квантовой инженерии. Возможно, интенсивное вложение средств в эти направления позволит, наконец, добиться прорыва в понимании глубинного смысла квантовой механики. И это может также привести к серьезному переосмыслению картины Природы. Пока мы умеем лишь пользоваться интуитивно угаданными законами квантовой механики, которые на удивление хорошо описывают экспериментальные данные, но подлинный смысл которых нами пока не осознан.

Панорама неоднородности реликтового излучения с исключенным изображением Галактики. Красные цвета означают более горячие области, а синие цвета — более холодные области



ВАЛЕРИЙ КИСЕЛЁВ,
ДИРЕКТОР ФИЗТЕХ-ШКОЛЫ
ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ
И ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ:

— За последние десятилетия были получены сверхточные результаты в космологии: открыто ускоренное расширение Вселенной, подтверждена квантовая природа возникновения малой неоднородности распределения вещества в ранней Вселенной по данным анизотропии реликтового излучения, доказана необходимость введения в общей теории относительности источника тяготения, отличного от обычного вещества, — темной материи, а также необходимость существования источника антигравитации — темной энергии. Были проведены завершающие классические тесты законов общей теории относительности: прецизионные измерения прецессии гироскопов на орбите, в плоскости которой находится ось вращения Земли, в точном соответствии с искривлением пространства Землей и увлечением пространства вращением Земли, точность использовавшихся гироскопов в миллион раз лучше точности гироскопов системы GPS. Подтверждено наличие сверхмассивных черных дыр в центрах спиральных галактик, которые могут поглощать окружающее вещество, обнаружены активные ядра галактик — квазары, а также наличие джетов — релятивистских выбросов вещества вдоль осей вращения активных черных дыр. По-прежнему не решена проблема прямых поисков стабильных частиц темной материи и проблема асимметрии вещества и антивещества. Это — важнейшие достижения и проблемы современной физики в области гравитации и космологии.

“ ОТКРЫТО УСКОРЕННОЕ РАСШИРЕНИЕ ВСЕЛЕННОЙ, ПОДТВЕРЖДЕНА КВАНТОВАЯ ПРИРОДА ВОЗНИКНОВЕНИЯ МАЛОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЩЕСТВА В РАННЕЙ ВСЕЛЕННОЙ ПО ДАННЫМ АНИЗОТРОПИИ РЕЛИКТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ, ДОКАЗАНА НЕОБХОДИМОСТЬ ВВЕДЕНИЯ В ОБЩЕЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ ИСТОЧНИКА ТЯГОТЕНИЯ, ОТЛИЧНОГО ОТ ОБЫЧНОГО ВЕЩЕСТВА, — ТЕМНОЙ МАТЕРИИ, А ТАКЖЕ НЕОБХОДИМОСТЬ СУЩЕСТВОВАНИЯ ИСТОЧНИКА АНТИГРАВИТАЦИИ — ТЕМНОЙ ЭНЕРГИИ ”

Иллюстрация квазара

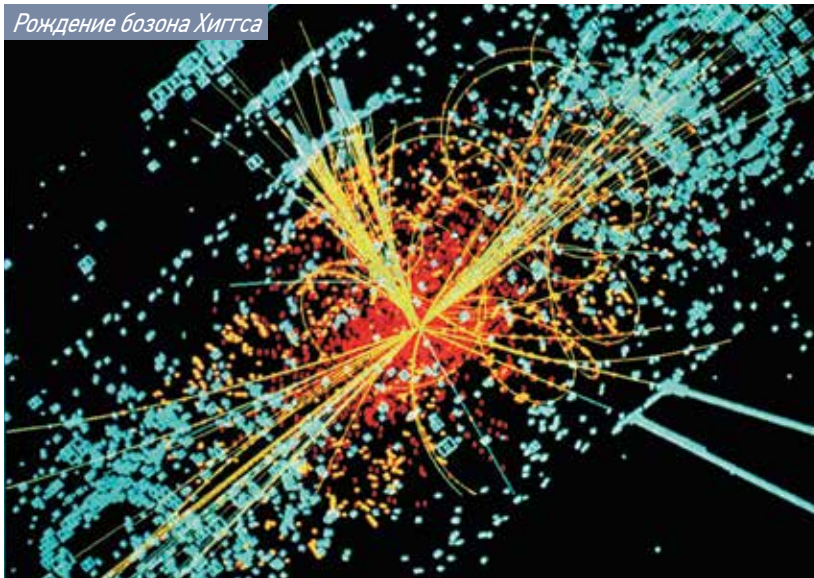


НИКОЛАЙ КОЛАЧЕВСКИЙ,
ДИРЕКТОР ФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА РАН:

— Успешно детектировав гравитационные волны, ученые наконец получили важное подтверждение справедливости теории относительности Эйнштейна. Также на Большом адронном коллайдере в Женеве был экспериментально обнаружен бозон Хиггса. Эта частица была предсказана Стандартной моделью для объяснения наличия массы у элементарных частиц. В то же время, как показывают эксперименты на Большом адронном коллайдере, теория Суперсимметрии, судя по всему, несостоятельна. И если какие-то экзотические частицы все-таки существуют, то они находятся за пределами тех диапазонов энергий, в которых сейчас ведутся исследования. Так что в данном случае можно говорить о победном завершении Стандартной модели, которая на сегодня уже, по всей видимости, полна и справедлива. Другим ярким, хотя более прикладным открытием, влияние которого на нашу жизнь трудно переоценить, стали синие лазерные диоды — своего рода современные элементы фотоники. Они уже широко применяются в широком классе энергоэффективной аппаратуры.

“ КАК ПОКАЗЫВАЮТ ЭКСПЕРИМЕНТЫ НА БОЛЬШОМ АДРОННОМ КОЛЛАЙДЕРЕ, ТЕОРИЯ СУПЕРСИММЕТРИИ, СУДЯ ПО ВСЕМУ, НЕ СТОЯТЕЛЬНА ”

Рождение бозона Хиггса



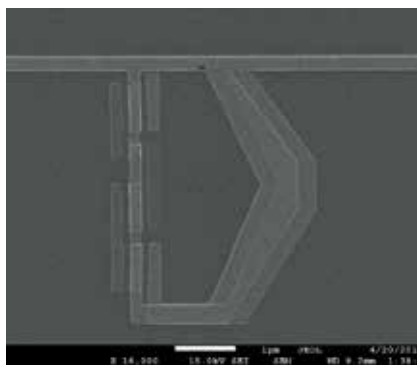
ВЫБРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Какие направления физики являются самыми перспективными и какие из них изменят этот мир навсегда? Конечно, у каждого исследователя есть свой ответ на этот вопрос. Мы взяли на себя смелость составить список тех сфер научной деятельности, в которых, на наш взгляд, уже сделаны или грядут наиболее значимые для человечества открытия или стоят наиболее актуальные для него же проблемы.

КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

Именно благодаря квантовой теории стал возможен бурный технический прогресс, развитие современной электроники. С 90-х годов XX века происходит так называемая вторая квантовая революция. Начинаются исследования контролируемых суперпозиционных состояний или квантовых перепутанных состояний двух и более объектов.

Уже сегодня проводятся эксперименты по **квантовой телепортации** — одному из самых интересных явлений, обусловленных квантовой природой материи и энергии. Один из них состоялся под руководством научного директора Датского квантового центра, члена исполнительного комитета Российского квантового центра (РКЦ) Юджина Ползика.



Кубит (составной элемент будущего квантового компьютера) под электронным микроскопом с увеличением в 16 тысяч раз

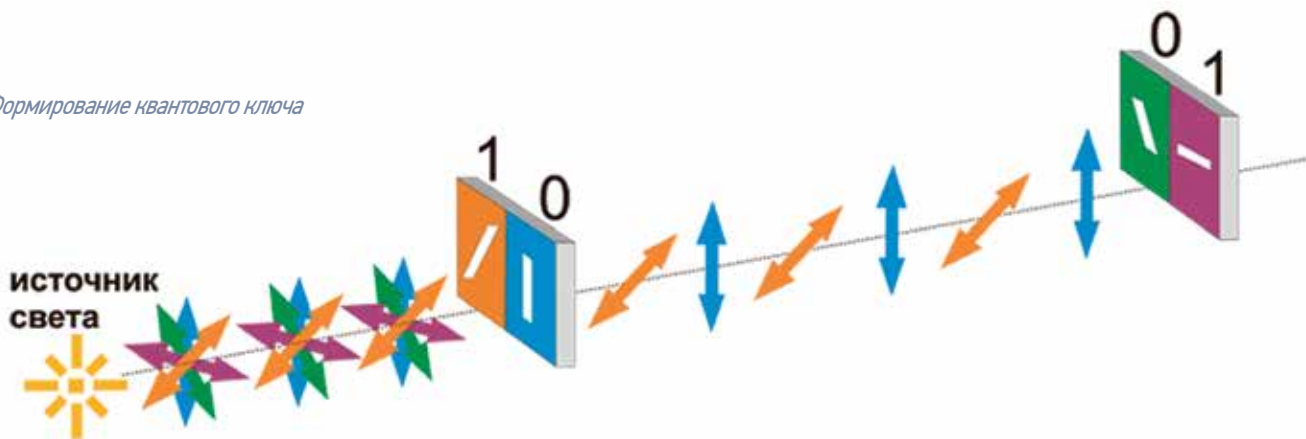
«Эксперимент заключался в квантовой телепортации атомарного газа. Он находился в стеклянной ячейке размером в несколько сантиметров, в полуметре от которой находилась вторая такая же ячей-

ка, содержащая тот же газ. И мы с помощью света по двум каналам перенесли квантовое состояние газа из первой ячейки на газ из второй. Хитрость заключается в том, что квантовая теория запрещает переносить полную информацию о состоянии по одному каналу. Но перенести всю информацию по двум каналам квантовой теорией не запрещено», — рассказал он.

Одной из фундаментальных задач физики XXI века является также создание квантового компьютера, который будет работать на других принципах, нежели современные машины — в суперпозиции — и, теоретически, будет обладать принципиально другими возможностями.

Безопасной и доступной технологией передачи данных обещает

Формирование квантового ключа



стать **квантовая криптография**.

Ее суть заключается в использовании для информационного обмена элементарных частиц света — фотонов. Благодаря тому, что извлечь сведения без изменения состояния фотонов невозможно, передача данных становится абсолютно защищенной от злоумышленников. Пока квантовая криптография не может применяться на практике из-за высокого уровня потерь несущих фотонов. Учеными разрабатывается технология квантового повторителя, позволяющая увеличить дистанцию передачи данных, зашифрованных таким образом.

Среди прикладных квантовых технологий, которые появятся в ближайшее время, можно назвать **квантовые сенсоры** и измерительные устройства, использующие суперпозиции и перепутанные состояния для измерения магнитных и гравитационных полей с точностью, превышающей привычные квантовые пределы. Такие системы будут применяться в медицине, регистрации гравитационных волн и поиске полезных ископаемых. Квантовые технологии позволяют также создать **сверхточные хронометры**, ошибка которых за все время существования Вселенной достигнет всего нескольких секунд. Такая точность нужна в системах геопозиционирования. Эти системы определяют

местоположение объекта по разнице во времени между получением сигнала от разных спутников. Большая точность в вычислении временной задержки даст лучшее определение местонахождения. Сейчас стоит задача минимизации размеров таких хронометров для их широкого применения.

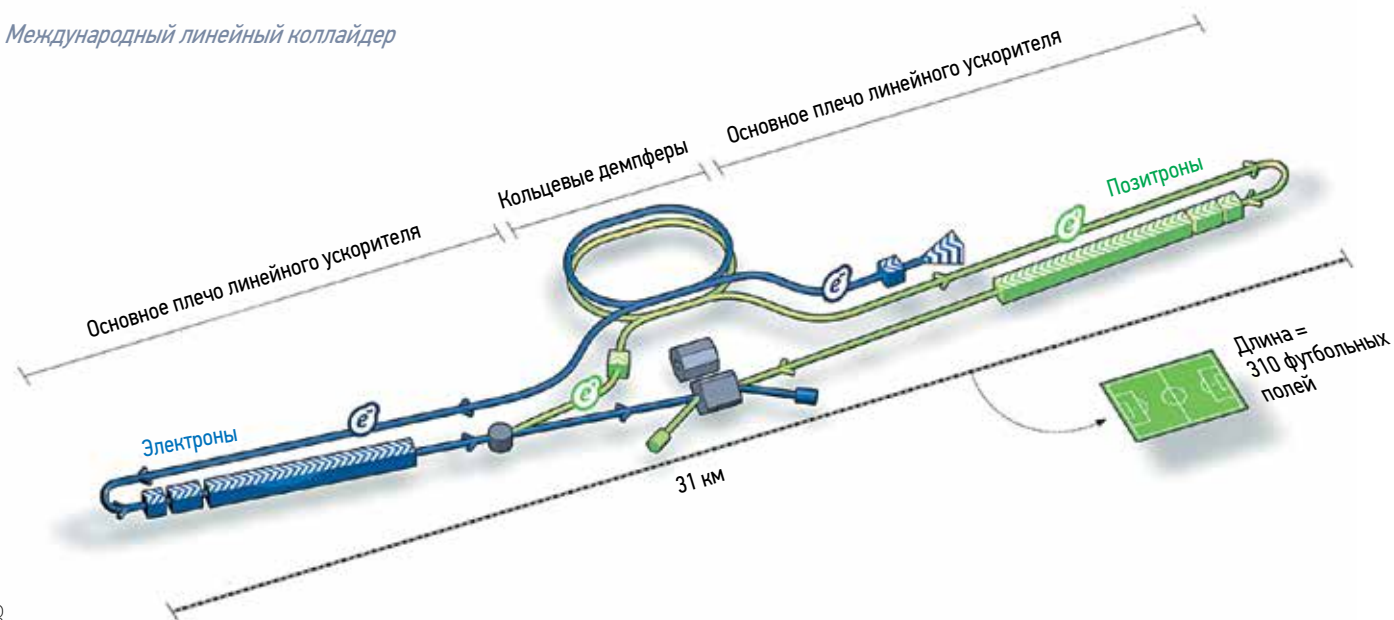
«В последнее время часто можно слышать, что наступает век квантовых технологий. При этом под ними, — говорит профессор университета Калгари, член научного совета РКЧ Александр Львовский, — обычно понимают технологии, основанные на знании квантовой физики. Однако такой взгляд мне кажется упрощенным. Возьмем, например, транзистор. Его изобрели в 1947 году, и это изобретение было бы невозможным без квантовой физики твердого тела. Или лазер (1960) — тоже плод квантовой физики. Эти два изобретения радикально преобразовали нашу жизнь: благодаря им появились компьютеры, оптоволоконная связь, интернет, мобильные коммуникации... Получается, квантовые технологии существуют уже 70 лет! Почему же об их появлении трубят именно сейчас? Ответ — потому что сейчас наметился новый технологический прорыв. Мы учимся не просто строить устройства на основе квантовой физики, а контролировать сложные, запутанные квантовые

системы на уровне их индивидуальных компонент — атомов, фотонов, ионов... И оказывается, что это новообретенное умение открывает дорогу к новому горизонту технологических возможностей — квантовым компьютерам, телекоммуникациям и многому другому. Мы это называем "второй квантовой революцией" и ожидаем, что она изменит мир не в меньшей степени, чем первая — полупроводниковая — квантовая революция изменила его за последние полвека».

ФИЗИКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ И КОСМОЛОГИЯ

Сегодня по-прежнему не существует физической теории, описывающей все типы фундаментальных взаимодействий. Стандартная модель (СМ) рассматривает электромагнитное, сильное и слабое взаимодействие. Гравитационное взаимодействие — часть общей теории относительности. Считается, что должна появиться так называемая «Теория всего», которая включит в себя СМ, объединит сильные и электрослабые взаимодействия и гравитацию. Также обсуждается возможность создания модели **Новой физики**, которая предскажет явления за пределами СМ, наличие которых может указать направления дальнейшего развития науки. Проверкой уже существующих и создающихся неподтверж-

Международный линейный коллайдер



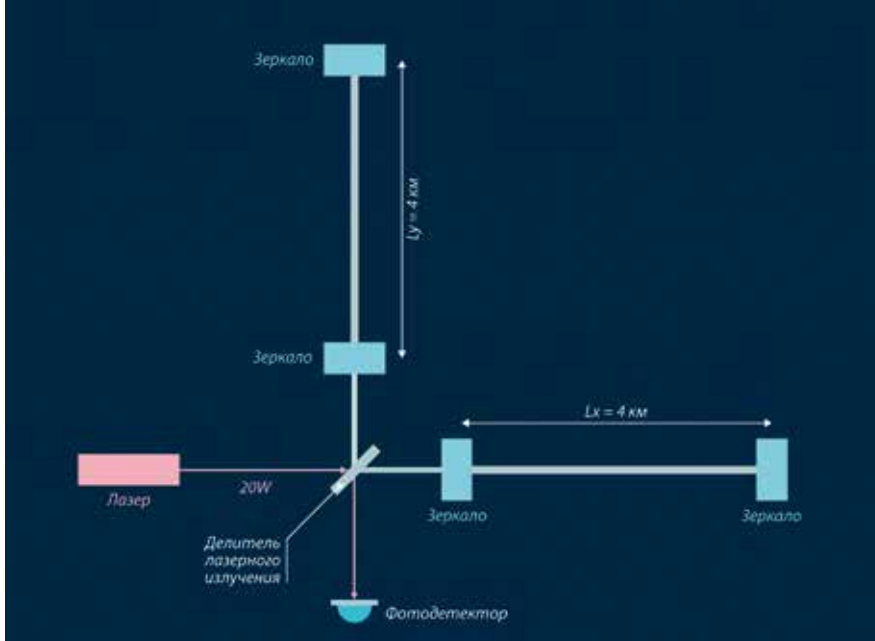


Схема устройства обсерватории LIGO

денных теорий будут заниматься на **коллайдерах**. Это стык физики элементарных частиц и космологии. В рамках исследований, проводимых на Большом адронном коллайдере, исследователи ищут гипотетические частицы, которые могут входить в состав **темной материи**, составляющей почти 27% всей массы во Вселенной. Такие частицы, по большому счету, отсутствуют в Стандартной модели, но существуют в теории суперсимметрии. Хотя совпадают ли частицы темной материи с гипотетическими частицами, предсказываемыми суперсимметрией, пока непонятно.

«Поиск частиц темной материи на коллайдерах возможен, хотя и непрост. Это связано с тем, что такая материя слабо взаимодействует с веществом (как нейтрино) и ее трудно обнаружить, а свойства ее, в отличие от свойств нейтрино, предсказываются очень плохо. Собственно, про частицы темной материи, кроме того, что они тяжелые и слабо взаимодействуют с другими частицами, мало что известно», — говорит начальник отдела лаборатории ядерных проблем ОИЯИ Алексей Жемчугов.

Сейчас рассматривается 4 крупных международных проекта по строительству коллайдеров: International Linear Collider (ILC), Future Circular Collider (FCC), Compact Linear Collider (CLIC) и Circular Electron Positron Collider (CEPC). Их запуск планируется на 2030-е–40-е годы.

Например, ILC, в отличие от БАКа, будет разгонять электроны и позитроны, а не тяжелые протоны. Это позволит более тонко исследовать свойства рождающихся частиц, поскольку в данном случае события рождения будут более чистыми.

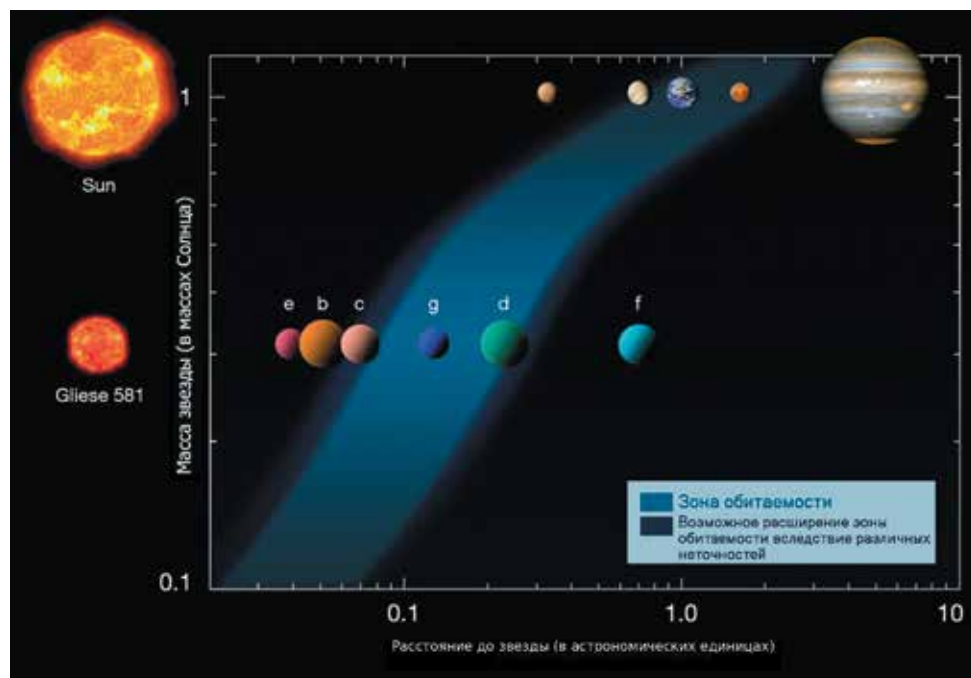
Самым серьезным успехом последних лет в развитии космологии можно смело назвать подтверждение существования **гравитационных волн**, предсказанных общей теорией относительности. 14 сентября 2015 года детекторами обсерватории LIGO было зафиксировано возмущение пространства от слияния

двух черных дыр, находящихся на расстоянии 1,3 млрд световых лет от Земли. Основной элемент обсерватории LIGO — Г-образная система, состоящая из двух четырехкилометровых плеч с вакуумом внутри. В плечах находится оптический интерферометр. Зеркала этого интерферометра закреплены на особом подвесе, и расстояние между ними меняет пришедшая гравитационная волна. Малейшие смещения зеркал интерферометра, связанные с прохождением гравитационной волны, определяют по изменению интерференционной картины.

АСТРОФИЗИКА И ПЛАНЕТОЛОГИЯ

Одним из прорывных направлений астрофизики стало **изучение экзопланет**. Благодаря техническому прогрессу, сегодня есть возможность измерения скорости перемещения звезд с точностью до десятков сантиметров в секунду. По характеру их движения можно определить наличие вращающихся вокруг них планет. Также их обнаружение возможно при прохождении через диск звезды.

Современная аппаратура позволяет определять массу и размеры



Зона обитаемости

экзопланет, удаленность от звезды и состав атмосферы. Пока эти данные не позволяют точно определить возможность существования жизни, но уже сформулированы общие принципы определения зоны *обитаемости*, обусловленные наличием жидкой воды. Открыты несколько десятков экзопланет, предположительно находящихся в этой зоне.

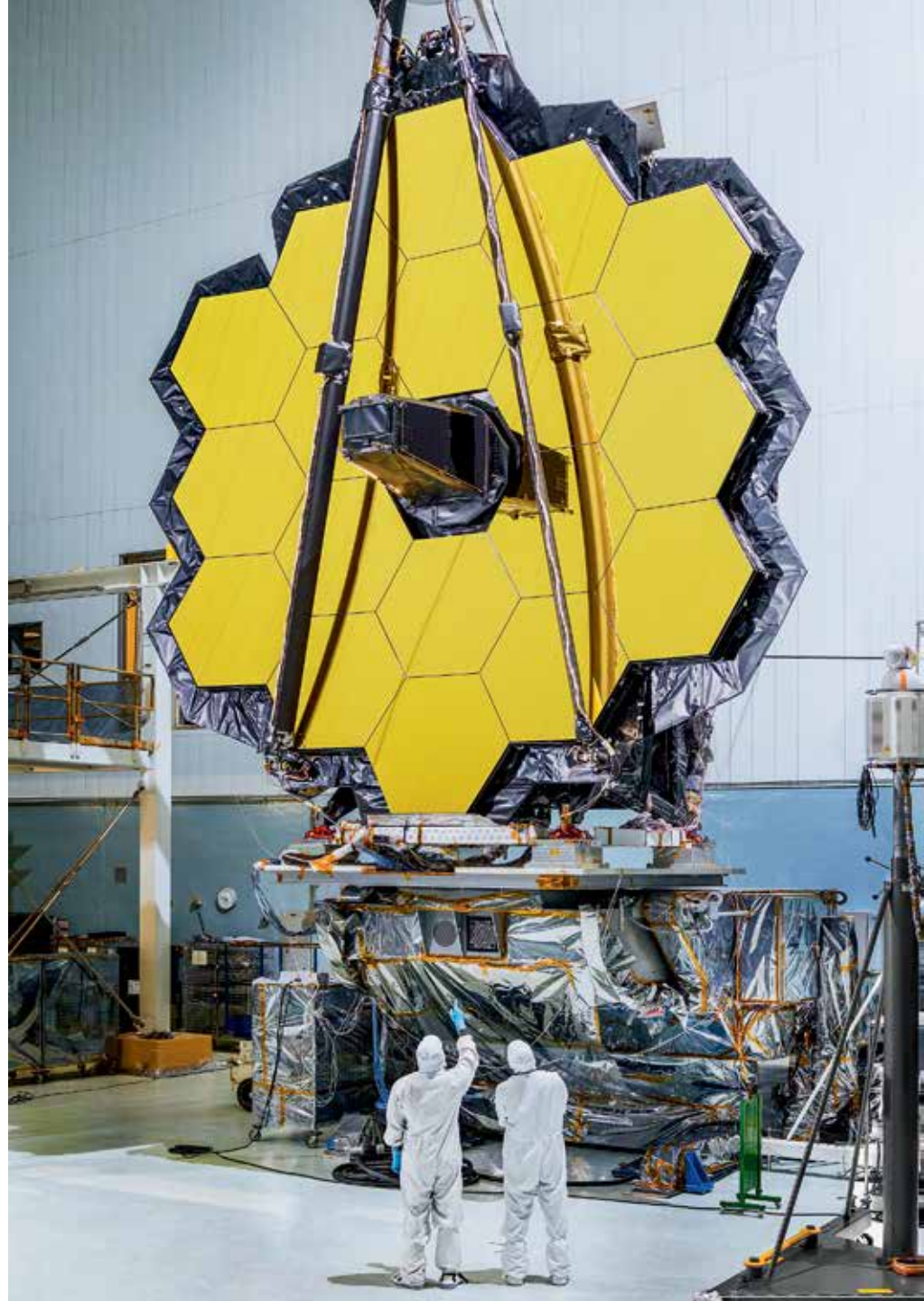
Стало понятно, что *устройство Солнечной системы* не является типичным для планетных систем. Это может объясняться тем, что массивные планеты, быстро обращающиеся вокруг своих звезд, легче обнаружить, или тем, что уже найденные системы неполны.

Были открыты и достаточно экзотические планеты, например, *твердотельные* с массами в десятки раз больше земной.

В 2024 году Европейское космическое агентство планирует запустить *спутник PLATO* (PLANetary Transits and Oscillations of stars), который будет наблюдать около миллиона звезд. Предполагается, что он позволит изучить до нескольких тысяч каменных планет, и это приблизит ученых к определению наличия или отсутствия биосферы на экзопланетах.

Наиболее хорошо исследованной планетой на сегодняшний день является *Марс*. Его просторы бороздят два марсохода NASA, и в ближайшие 4 года к ним должны присоединиться еще два — европейского и американского космических агентств. Также на орбите планеты находятся 6 искусственных спутников, два из которых создавались совместно европейскими и российскими учеными. Такое пристальное внимание к Марсу привело к большому количеству полученных научных данных о планете и возможности планирования пилотируемых миссий. В настоящее время подобные проекты есть у России, Европы и США. Все они предполагают высадку человека в первой половине текущего столетия.

Стоит упомянуть и про, в прямом смысле слова, более приземленные задачи, стоящие перед планетологами. Например, связанные с созданием *полноценных моделей изменения*



Ячеистая структура зеркала телескопа имени Джеймса Уэбба

климата на Земле в краткосрочной и долгосрочной перспективах.

«Слухи об угасании интереса к космосу и к нашей собственной планете оказались сильно преувеличены, — считает директор Физтех-школы аэрокосмических технологий, руководитель лаборатории прикладной инфракрасной спектроскопии МФТИ Александр Родин. — За последний год количество цитирований работ только по исследованиям климата увеличилось больше чем на 20%. Это более быстрый рост, чем в генетике и молекулярной биологии.

И, конечно, мы наблюдаем взрывной рост исследований экзопланет, тут, я уверен, до пика еще далеко. Если говорить о климатологии, то, пожалуй, главное, чего ожидают от ученых общество и бизнес, — это адекватные прогнозы, причем не глобальных перемен, которые едва заметны, а действительно очень быстрых изменений климата на региональном уровне. Например, Арктика теплеет очень быстро, и для нашей страны это огромный вызов. Также важно научиться предсказывать аномальные состояния, подобные

тем, что привели к катастрофическим природным пожарам в центральной России в 2010 г.

Что касается дальнего космоса, мы ожидаем такого же комплексного исследования Венеры, какого удостоился в последние десятилетия Марс. Эта планета по ряду причин более сложная и более интересная с точки зрения геофизики и геохимии. Кроме того, ожидается, что объекты, подобные Венере, будут обнаружены во внесолнечных планетных системах. И здесь появится большой простор для теоретиков и разработчиков численных моделей».

Еще одной интересной и крайне перспективной областью изучения является *исследование вещества в экстремальных состояниях*. Например, изучение нейтронных звезд и вырожденного состояния вещества, взрывов сверхновых и черных дыр. Ведь, как известно, все элементы тяжелее гелия появились в звездах, а элементы тяжелее железа возникли во взрывах сверхновых.

«В 2018 году в космос должна отправиться обсерватория Спектр-Рентген-Гамма, — рассказывает заведующий лабораторией

экспериментальной астрофизики ИКИ РАН, доктор физико-математических наук, профессор РАН Сергей Сазонов. — Это совместный проект России и Германии. В течение 4 лет обсерватория из точки Лагранжа L2 совершит 8-кратное сканирование всего неба в рентгеновском диапазоне и получит его уникальную карту. Предполагается, что в результате будет открыто около 100 тысяч скоплений галактик (все массивные скопления во Вселенной)».

На 2018 год НАСА запланирован запуск *телескопа имени Джеймса Уэбба*. Эта орбитальная обсерватория, работающая в ИК-диапазоне, должна прийти на смену «Хаббл». Среди задач его последователя — обнаружение излучения от первых звезд и галактик, формирование которых происходило спустя сто миллионов лет после Большого взрыва. Помимо этого, «Джеймс Уэбб» сможет находить достаточно холодные экзопланеты на расстоянии до 15 световых лет от Земли.

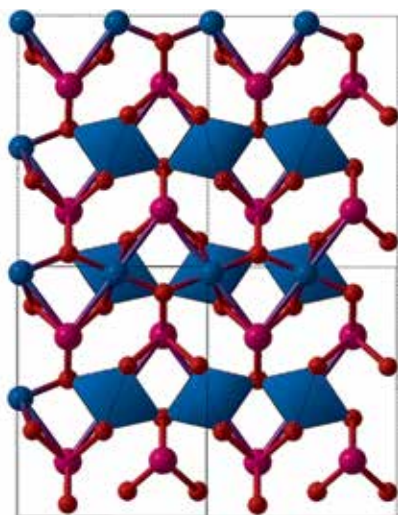
ДИЗАЙН МАТЕРИАЛОВ

Методы предсказания кристаллических структур создаются с 70-х годов прошлого века, и вплоть до

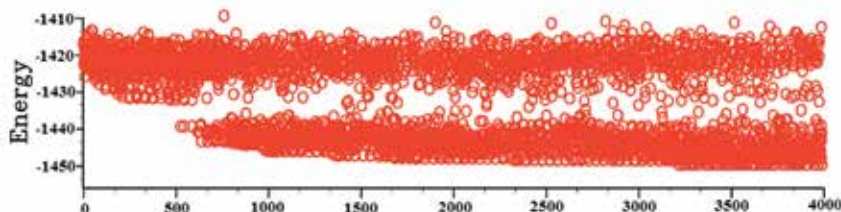
сегодняшнего дня идет интенсивная разработка алгоритмов, решающих эту задачу. Впрочем, большая часть предложенных методов работает только для очень простых кристаллических систем, и вычисления в рамках этих методов занимают довольно много времени, поэтому практического значения они иметь не могут. Первым по-настоящему неэмпирическим методом, не требующим никакой входной информации, стал *алгоритм USPEX*, созданный в 2005 году профессором Сколтеха и руководителем лаборатории компьютерного дизайна материалов МФТИ Артёмом Огановым. В его основе несколько компонент, основными из которых являются разработанные система глобального поиска и расчет энергий, опирающийся на законы квантовой механики.

«Мы создали метод, в котором на предсказание наиболее устойчивой кристаллической структуры уходит сравнительно короткое время. Последующим расширением этого метода стала возможность предсказывать кристаллическую структуру по известному химическому составу, а также все устойчивые химические соединения заданных элементов. Очень важное дополнение USPEX — это включение в качестве оптимизационного свойства не только наименьшей энергии структуры, но и ее физических свойств, которые можно рассчитать из квантовой механики. Таким образом, наш метод открывает путь к *вычислительному дизайну материалов*, что имеет огромное прикладное значение», — говорит Оганов.

Совершенно неожиданным для членов группы было сделанное ранее предсказание прозрачной формы натрия. То, что натрий под давлением перестает быть металлом и становится прозрачным в оптическом диапазоне диэлектриком, кажется парадоксом. Также было крайне удивительным предсказание, что под давлением натрий может образовывать устойчивые соединения с инертным гелием. Эти и многие другие предсказания были впоследствии подтверждены экспериментально. ■



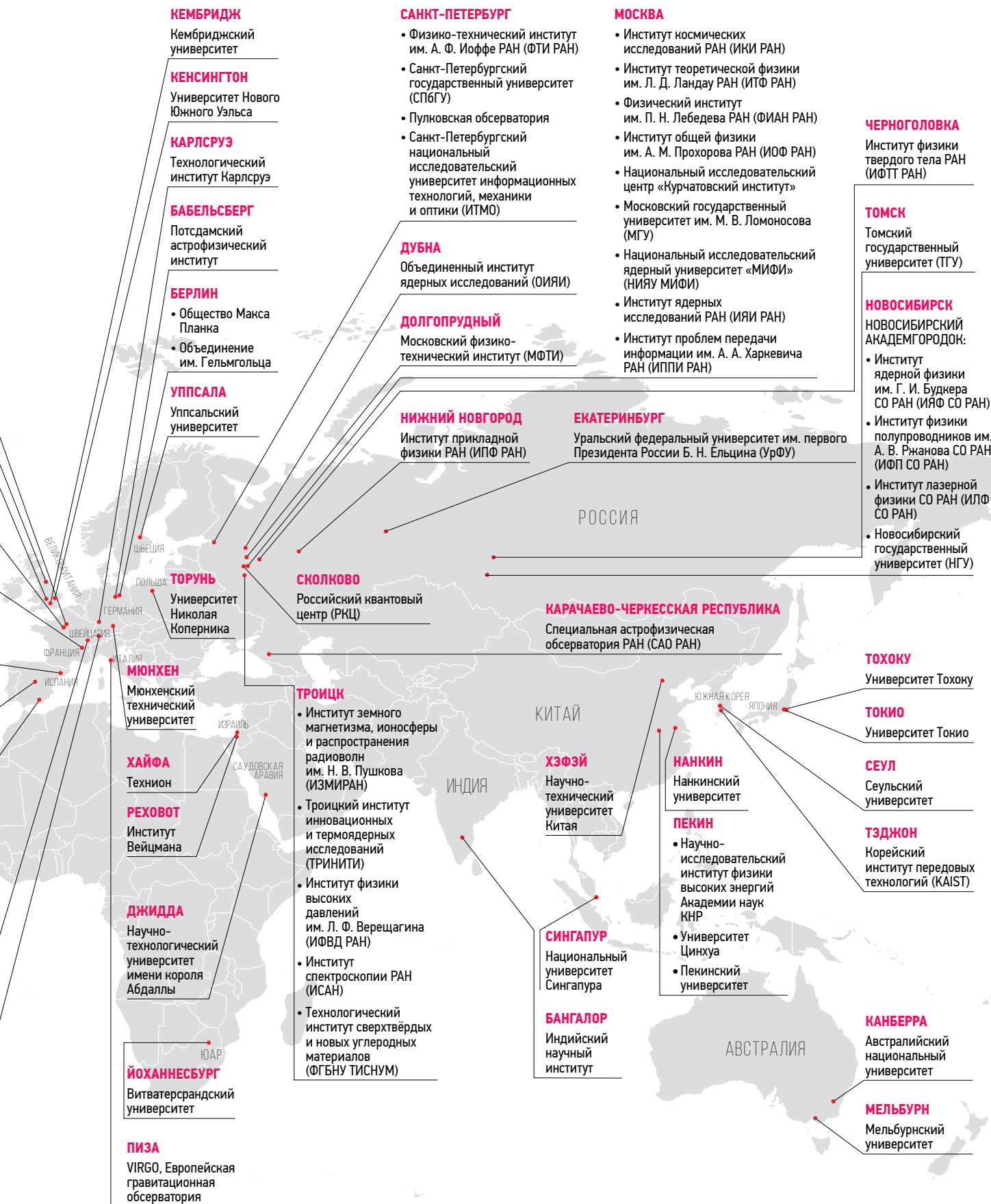
Поиск стабильной структуры MgSiO₃ под давлением с помощью алгоритма USPEX



ВЕДУЩИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И НАУЧНЫЕ ЦЕНТРЫ ПО ИЗУЧЕНИЮ ФИЗИКИ*



* Представлены крупнейшие физические вузы и исследовательские центры согласно рейтингу публикаций, размещенному ресурсом www.natureindex.com.



✍ Анна Дзарахохова

ХИМИЯ И ЖИЗНЬ

Неизлечимых болезней не бывает. Просто некоторые недуги мы пока не знаем, как лечить. В этом уверены сотрудники лаборатории инновационных лекарственных средств и агробιοтехнологий МФТИ. Над какими препаратами идет работа сейчас — «ЗН» выяснил на месте.

Лаборатория была создана в 2014 году нобелевским лауреатом по химии Барри Шарплессом, который и стал ее первым научным руководителем. Разработки ведутся в нескольких направлениях. Среди них — создание препаратов на основе низкомолекулярных химических соединений и бактериофагов для борьбы с антибиотикоустойчивыми штаммами различных бактерий, а также препаратов, направленных на борьбу с онкологическими и нейродегенеративными заболеваниями (к ним, например, относятся болезнь Альцгеймера и Паркинсона, боковой амиотрофический склероз, спинальная мышечная атрофия). В последнее время активно ведутся исследования по изучению природных наноразмерных биологических комплексов, так называемых экзосом, с помощью которых распространяется информация между различными клетками, в том числе опухолевыми. «Путем анализа биологических наноструктур можно также изучать динамику развития онкологического процесса и одновременно отслеживать эффект от используемых для лечения препаратов — тормозится ли развитие болезни или нет», — говорит заведующий лабораторией и директор Физтех-школы биологической и медицинской физики Сергей Леонов.

На сегодняшний день учеными разработаны два лекарственных препарата, которые полностью прошли доклинические испытания. Первый — для коррекции когнитивных нарушений, второй — противоопухолевый препарат против различных так называемых солидных опухолей, в частности, рака поджелудочной железы. Теперь лаборатория ищет партнеров для проведения клинических испытаний и, если они будут успешны, последующего выхода на рынок.



📌 Один из наиболее перспективных проектов в области агробιοтехнологий — создание ферментативных препаратов для очищения сельскохозяйственных культур от загрязнения микотоксинами, вторичными метаболитами грибов, которые опасны для людей, животных и наносят большой экономический ущерб. С использованием методов молекулярного клонирования ученые хотят получить в рекомбинантном виде определенные белки, ферменты, обладающие способностью разрушать микотоксины. На фото третьекурсник факультета биологической и медицинской физики (ФБМФ) Михаил Магнитов выделяет плазмиду из клонов.



🔍 Научный сотрудник лаборатории Роман Чупров-Неточин проводит процедуру проверки ПЦР (полимеразной цепной реакции) продуктов методом электрофореза. Для этого продукты ПЦР и ДНК-стандарты вносят в агарозный гель и разделяют их под воздействием сил электрического поля. Принцип простой: чем меньше фрагмент ДНК, тем быстрее он будет двигаться, значит, пройдет большее расстояние. Сравнивая скорость исследуемых продуктов со скоростью стандартов, можно определить их примерные размеры.

Заместитель заведующего лабораторией Елена Марусич руководит работами в области продолжительности жизни. В данный момент на модели нематод исследуется влияние химических соединений и субстратов из природных источников животного либо растительного происхождения. Исследования ведутся в рамках так называемого репозиционирования — переоценки потенциальных возможностей уже существующих лекарственных препаратов, расширения области их применения. Сейчас это одно из самых актуальных направлений фармакологии в мире. Исследуются в лаборатории и абсолютно новые субстраты природного происхождения и синтетические химические соединения.



Для того, чтобы постоянно иметь в доступе различные типы клеток, лаборатория создает и поддерживает банк необходимых клеточных линий. Далее их культивируют, замораживают в холодильнике (на фото), а затем помещают в жидкий азот на длительное хранение.

Одно из веществ, которое исследуется на герпротекторные (увеличивающие продолжительность жизни) свойства на модели нематод — каротиноид фукоксантин. Он содержится, к примеру, в бурых водорослях. На фото Екатерина Лашманова (3 год аспирантуры ФБМФ) как раз растворяет порошок фукоксантина в этаноле для дальнейшей тестирования.



Иван Мусатов (4 курс ФБМФ) исследует под микроскопом культуру клеток почек эмбриона человека. Данная линия — иммортализованная, то есть может делиться неограниченное число раз и поэтому удобна для модельных экспериментов. Эту клеточную линию сначала разморозили, затем переселили в планшет. Спустя сутки клетки инфицируют и фиксируют момент старта инфекции. Через определенный промежуток времени ученые определяют оптимальную множественность инфекции, то есть необходимое количество бактерий на одну клетку, чтобы ее разрушить за определенное время. После этого прикапывают бактериофаг (вирус, который поражает бактерии) и смотрят, насколько быстро культура излечивается от изначального заражения. В некоторых случаях бывает, что культура излечивается на 50%, в других — до 80%. По сути, сотрудники лаборатории ищут альтернативу антибиотикам.

В клеточном боксе (на фото) выращиваются различные культуры. Также здесь проходит подготовка к эксперименту и некоторые исследования, например, по трансфицированию человеческих клеток.



Полина Волынчук (6 курс ФБМФ) выполняет свою дипломную работу по одному из проектов по агробиотехнологии. Из тысячи потенциальных соединений в качестве агрохимии (модулятора роста растений) было выбрано одно, активность которого ранее уже была подтверждена в лаборатории на пыльце табака и микроводорослях. Теперь этот модулятор тестируется на самой распространенной растительной модели — арабидопсисе. В климатической камере (на фото) создают условия, наиболее приближенные к реальным: в ней установлен специальный температурный и световой режим, позволяющий моделировать дневное и ночное время. Если предположение ученых подтвердится, то этот модулятор роста позволит существенно повысить урожайность многих сельскохозяйственных культур.

В лаборатории на модели нематод активно ведутся поиски новых герпротекторов — соединений, которые влияют на продолжительность жизни. Ученые совместно со студентами разработали свои программы и адаптировали жизненный цикл червячков к автоматическим методам исследования в планшетном варианте. Это позволяет одновременно (а не по одному в отдельности), в стандартизованных условиях проводить скрининг сотен химических соединений, которые потенциально могут обладать герпротекторными свойствами, и оценивать влияние этих соединений на продолжительность жизни, в том числе, в условиях стресса. Фактически происходит измерение паттернов движения нематод, что позволяет проводить эксперимент гораздо быстрее обычных полутора-двух месяцев.

ПОВЕРЬ В МЕЧТУ

КАК СТАТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕМ?

Технологическое предпринимательство — явление для нашей страны новое и малоизученное, но технологические предприниматели в России (или с российскими корнями) есть и, более того, некоторые из них известны всему миру. Чего стоят только Сергей Брин, Аркадий Волож или Давид Ян. Как пополнить их ряды, можно ли этому научиться и какие трудности ждут на данном пути, мы спросили у технопредпринимателей и сочувствующих им.

□ ЧЕРЕЗ СТЕНУ НЕПОНИМАНИЯ

Технопредпринимательство (предпринимательство, в основе которого лежит инновационная идея и использование новых технологий) оформилось как отдельное направление в середине 90-х годов прошлого века, когда в Кремниевой долине стали целенаправленно создавать условия для развития стартапов.

В России эта сфера только зарождается, и для тех, кто решил попробовать себя на данном поприще, в сложившейся ситуации есть и плюсы, и минусы.

«С одной стороны, — говорит основатель и генеральный директор

медико-генетического центра Genotek Артём Ермулатов, — конкуренция очень слабая, и у стартапа больше шансов пробиться. С другой — приходится преодолевать множество самых разных трудностей от законодательных барьеров и отсутствия заинтересованных инвесторов и клиентов до элементарного недоверия и непонимания».

«Предприниматель, какими бы высокими технологиями он ни занимался, воспринимается у нас как "барыга", — рассказывает выпускник МФТИ 2016 года, руководитель по развитию в России международного биомед-стартапа Fibralign Пётр Зайцев.

Когда в кругу знакомых меня спрашивают о месте работы, я всегда отвечаю "я у мамы стартапер" — это, конечно, шутка, но со стереотипами приходится сталкиваться постоянно».

НАЧИНАЕМ С ИЗМЕНЕНИЯ МИРА

Сами успешные технологические предприниматели (впрочем, как и просто успешные бизнесмены) говорят о том, что в основе их успеха — желание изменить мир к лучшему. «Существует три типа мотивации, — говорит предприниматель, помощник проректора МГУ по науке Андрей Грунин. — Дедлайны — аналог ин-



стинкта самосохранения. Если кроме дедлайна вас ничего не заставит сесть за работу, стоит пересмотреть свои профессиональные амбиции. Желание установить горизонтальные связи мотивирует всех, кто работает с людьми. Наконец, есть стремление изменить мир. Предприниматели относятся к третьему типу вместе с учеными, которые разгадывают тайны природы, и политиками, которые хотят изменить общество. Если ты не хочешь менять мир, вряд ли предложишь прорывную бизнес-идею».

При этом, подчеркивают все, с кем мы общались, технопредпринимателю важно не терять чувство реальности и быть ближе к людям. Никто не будет платить деньги за нечто, что «спасет человечество, убьет Майкрософт, сделает нефть никому не нужной». Необходимо спускаться на грешную землю и предлагать утилитарные продукты, которые помогают в решении конкретных проблем (или, наступив на горло собственной песне, выдавать за таковые то, что «спасет человечество, убьет Майкрософт, сделает нефть никому не нужной»). Кроме того, необходимо быть готовым долго и нудно убеждать инвесторов, покупателей, людей вообще в гениальности разработки («хотя только полный идиот может не понять ее гениальности»), ходить, ездить, бегать, общаться, ломать



Участие в акселераторе дает не только много ценной информации

стереотипы, снова делать и переделывать, пока разработка не станет товаром, интересным как можно более широкому кругу покупателей.

БОРЬБА ЗА ИДЕЮ

Первый шаг к удачному новому продукту — самому поверить, что идея достойна воплощения, и в этом часто помогает взгляд со стороны. «Единственный способ понять, "пойдет" продукт или нет, — попробовать его продать», — считает Андрей Грунин. А вот начинать с опроса экспертов не стоит, дополняет предприниматель и изобретатель Михаил Лазарев. Именно он придумал витамины «Алфавит» и проект InternetUrok.ru. «К эксперти, — говорит Лазарев, — надо идти уже с четким пониманием, что ты предлагаешь и как это можно ис-

пользовать, ведь первой его реакцией будут слова «идея не сработает, она не востребована» (иначе почему я такое не придумал?) Но перед выходом на рынок обязательно придет момент, когда надо будет получить внешнюю экспертизу для того, чтобы найти "белые пятна". Самое главное, чтобы идея была не на уровне "а хорошо бы...", а на уровне «чтобы это сделать, нужно...»

От того, как предприниматель донесет свою идею до целевой аудитории, зависит успех всего дела. А это значит, надо разговаривать с ней на одном языке. «И это одна из главных сложностей, которые существуют в проектной деятельности, — рассказывает Пётр Зайцев. — В большинстве случаев инвесторы и разработчики видят мир по-разному — может показаться, что они в буквальном смысле говорят на разных языках. Задача технологических предпринимателей — стать не просто переводчиками, но и усилить эффект от взаимодействия, привнес в проект свою энергию и менеджерские качества».

КОМАНДА МЕЧТЫ

«Любой венчурный инвестор, рассматривающий проект, в первую очередь, оценивает команду стартапа — именно от нее зависит, состоится сделка или нет», — уверен руководитель Инвестиционного дивизиона венчурный капитал «РОСНАНО», председатель Совета межвузовской программы подготовки инженеров в сфере высоких технологий Юрий Удальцов.

Действующие лица с «технической» стороны — это, как правило, основатель — автор идеи и визионер, технический директор — «евангелист» технологии, которая лежит в основе продукта, и девелопер, который занимается совершенствованием самого продукта. Рука об руку с ними работают исполнительный директор, который занимается поиском инвестиций и партнеров, и коммерческий директор, который встраивает новый продукт в существующий рынок.

Но на первых порах разработчику идеи самому стоит разобраться в тонкостях бизнеса. И это не менее важно, чем для генерального директо-



Все проекты, претендующие на участие в акселераторе, проходят многоступенчатый отбор, который в итоге дает больше шансов на успех

ра — точно понимать, в чем состоит идея, и знать ее сильные (и слабые) стороны. «Ты должен разобраться и в рынке, и в бухгалтерии, — добавляет Андрей Грунин. — Если ты сам не понимаешь, как отчисляются налоги, как нанять хорошего бухгалтера?»

Подобрать хорошую команду — настоящее искусство. «Самое главное — это человеческое отношение, — уверен Михаил Лазарев. — Основатель стартапа должен уметь посмотреть на ситуацию глазами своих партнеров. Есть эксперимент, который показывает, что человек уже в 3,5 года способен поставить себя на место другого и предугадать его действия. Но если он к 20 годам этому не научился, и, главное, не хочет этому учиться, хорошим бизнесменом он вряд ли станет».

Поучаствовав в нескольких десятках проектов, Михаил Лазарев уверен, что команду стартапа, особенно на начальном этапе, должно объединять нечто большее, чем деловой интерес. Стартап — это почти молодая семья, только родителей в ней, как правило, больше, чем двое.

ПУСТЬ МЕНЯ НАУЧАТ

Однозначного ответа на вопрос, становятся предпринимателями или рождаются, нет до сих пор, и вряд ли он когда-нибудь появится. Но опреде-



Одна из самых многообещающих разработок физтеховских технопредпринимателей — программа iPavlov — совместный проект со Сбербанком

ленно, для того, чтобы стать успешным предпринимателем, какая-то предрасположенность к риску быть должна. При этом в технопредпринимательстве, как ни в каком другом, важно также, что называется, знать матчасть. На одних природных задатках тут далеко не уедешь.

Получить высшее образование по специальности «технологическое предпринимательство» в России невозможно, такой профессии официально не существует, но стать обладателем необходимых компетенций шанс все же есть. В частности, студенты МФТИ имеют возможность поступить на Меж-

вузовскую программу по технопредпринимательству РОСНАНО. В теоретическом блоке слушателям расскажут, как коммерциализировать научные разработки, управлять инновационными проектами и рисками, жизненным циклом продукта. Но главное — студентам дадут возможность попробовать свои силы в реальном проекте, который реализует одна из компаний-партнеров программы.

Менторские программы разрабатывают МГУ, Санкт-Петербургский политехнический университет, МИСиС, МИФИ и многие другие ведущие вузы.

Стартап-академия Сколково предлагает «Образовательную программу для состоявшихся и будущих предпринимателей». Есть 9-недельный интенсив и вариант, рассчитанный на 5 месяцев обучения. Правда, для обучения нужно сначала найти начальный капитал. Цена курса — 690 000 рублей.

В Фонде развития интернет-инициатив готовы помочь тем, кто уже создал стартап или как минимум собрал команду. Есть четыре формата: акселератор, преакселератор, заочный акселератор и региональные программы. Некоторые из них бесплатные.

Образовательные программы предлагают также и другие акселераторы, профильные фонды и научные парки. ■



✍ Дарья Степаненко

□ ВЫ ЕГО НЕ ВИДИТЕ, А ОНО ЕСТЬ

Российское технологическое предпринимательство — это миф или реальность?

Наука требует значительного финансирования, это известный факт, но то, что она может быть прибыльной, для многих откровение. Хотя именно в этом — получении прибыли от инноваций — заключается суть технологического предпринимательства. В России оно, конечно, существует, но говорить о каком-то значимом его влиянии на экономику, высокой степени развития, увы, не приходится.

Был достаточно большой поток громких предпринимательских успехов после развала Советского Союза, когда началась коммерциализация огромного советского научного багажа. Тогда был настоящий вал стартапов, хотя еще и слова такого никто не знал. При этом практически все разработки были вывезены за рубеж. После наступило затишье, на фоне которого изредка появлялись отдельные истории успеха. ABBYY, Acronis, Aelita Software, к примеру, которые, правда, больше известны на Западе, чем в России. Есть и проекты, не связанные с IT. Самый заметный, безусловно, — IPG Photonics Валентина Гапонцева. Это крупнейшая компания, которая работает с промышленными волоконными лазерами, с выручкой под миллиард долларов в год.

Чем технологические предприниматели отличаются от просто бизнесменов?

Научных предпринимателей, людей с предпринимательским подходом к жизни, тех, кто не боится нового, прыгает в пропасть, единицы. Еще меньше тех, кто обладает достаточной научной экспертизой. Именно поэтому у нас так мало инновационных разработок, дошедших до этапа коммерциализации и успешно этот этап преодолевших. Но необходимо понимать, что научный предприниматель и ученый — это разные профессии. Научные работники могут лишь предполагать, где можно было бы использовать их разработку. Найти

ИНСТИТУТ РАЗВИТИЯ

Существует ли технологическое предпринимательство в МФТИ, каким образом создается инновационная среда на Физтехе и как стать частью этой среды? Об этом «ЗН» рассказал руководитель управления инновационного развития института Дмитрий Гомер.



“ МФТИ «ВЕДЕТ» ПРОЕКТ С САМОГО НАЧАЛА, ПОМОГАЕТ В ПОДАЧЕ ЗАЯВОК НА ГРАНТЫ, ОКАЗЫВАЕТ АДМИНИСТРАТИВНУЮ ПОДДЕРЖКУ. КОГДА ПОЯВЛЯЕТСЯ ПРОТОТИП, ФИЗТЕХ ВКЛЮЧАЕТСЯ В ПРОЦЕСС РЕГИСТРАЦИИ ПАТЕНТА ”

реальные навыки по упаковке проекта в понятную для инвесторов и потенциальных партнеров форму, реальный опыт общения с представителями индустрии. Благодаря такой обратной связи происходит переоценка проекта с точки зрения его нужности, потенциала и перспектив реализации. Если проект успешно себя показывает в рамках акселерации, то на выходе команда получает финансирование от посевного университетского фонда.

Где ученые и представители индустрии могут найти друг друга?

Есть проекты, которые развиваются по пути technology push — возникает технология, и ее пытаются коммерциализировать. Есть обратный поток — работа на удовлетворение поступающих запросов рынка. Такие запросы к нам поступают регулярно, и мы передаем их в лаборатории, которые потенциально могут их выполнить. Часто, к примеру, обращаются предприятия, занимающиеся приборо- и станкостроением, и просят решить задачи, связанные с оптикой или распознаванием изображений. Это, на самом деле, хорошо забытая практика. Просто далеко не все коллективы, которые загружены текущей работой, готовы отвлекаться на реализацию коммерческих проектов.

Что такое инновационная среда МФТИ? Как она создавалась и развивается?

Это сообщество единомышленников, которые работают над созданием новых и развитием существующих инновационных продуктов, помо-

ей применение, рынок сбыта, продать ее — это задача совсем других людей. Ученому такая компетенция и не нужна.

Сколько в среднем времени проходит с момента зарождения идеи до получения выручки?

Тут стоит разделять наукоемкие проекты, для реализации которых нужны лаборатории с дорогостоящим оборудованием, и, к примеру, IT-разработки, где нужны, по большому счету, только ноутбук и интернет. В первом случае, конечно, срок выхода на прибыль будет гораздо больше.

В результате проведения испытаний появляется некая интересная технология или новая итерация предыдущих наработок, которая может значительно улучшить эффективность какого бы то ни было процесса.

Научно-исследовательская работа — это только первый этап. После того, как результаты получены и подтверждены, переходим к опытно-конструкторским разработкам. Это тоже занимает минимум год, а то и два, если это приборостроение или близкие к IT области. В фармацевтике данный период длится дольше, все гораздо сложнее. После появления более или менее работающего прототипа начинаются попытки найти применение технологии на рынке. На

этом этапе включается компетенция научного предпринимателя — понять, где разработка может быть применена в реальной жизни, в бизнесе, в производствах или еще где-то.

Как МФТИ помогает начинающим научным предпринимателям?

МФТИ «ведет» проект с самого начала, помогает в подаче заявок на гранты, оказывает административную поддержку. Когда появляется прототип, Физтех включается в процесс регистрации патента. Затем, если есть перспектива, делается лицензия, которая дает право на получение лицензионных платежей. На этом этапе подключается отдел управления интеллектуальной собственностью Физтеха. При необходимости привлекаются специалисты, которые занимаются патентованием за рубежом. Сейчас, например, мы занимаемся получением иностранного патента на биосенсоры Юры Стебунова.

... и что происходит дальше?

Дальше важно, чтобы появилась команда, которая готова разработку коммерциализировать. Она должна состоять из научных сотрудников и проектных менеджеров. Мы им помогаем с акселерацией проекта через Физтех-старт. Там ребята получают

гают всем, кто проявляет интерес к подобной деятельности, найти свое место в соответствующих проектах и выйти в мир.

Развитию инновационной среды в МФТИ способствовало два мощных импульса. Первый — программа поддержки научно-исследовательских университетов (НИУ), запущенная в 2008 году. Именно тогда государство обратило серьезное внимание на вуз, ему была оказана существенная финансовая поддержка для создания современной лабораторной базы, появился центр коллективного пользования.

Второй — Программа 5Ц100, стартовавшая в 2012 году. Все проекты физтеховских молодых ученых, которые вы видите сейчас и о которых говорят, созданы в лабораториях, основанных в ее рамках. А лабораторий таких появилось порядка 50. На базе этих коллективов можно получить и уже получают научные результаты, которые представляют интерес для промышленности. Думаю, что не у всех этих лабораторий есть будущее. Вероятно, какие-то исследования не дадут желаемого результата. Это объективная реальность, и от нее никуда не уйти. Какие разработки окажутся востребованными, может показать только время. Но как минимум 30 лабораторий, я уверен, сохранятся и будут выдавать востребованный научный результат.

Представим, что я студент МФТИ, у меня появилась гениальная

идея, и я хочу ее коммерциализировать. Куда мне бежать?

Бежать не надо, приходите к нам в управление, в центр трансфера технологий. Если у вас есть уже готовый прототип и желание привлечь внешнее финансирование, не гранты, то обращайтесь в бизнес-инкубатор. Кроме того, оценить перспективы проекта, посмотреть на него со стороны и, как говорят, прокачать его помогут акселерационные программы в Физтех-старте. В общем, аудитории 304–307 КПМ. Там работают специально обученные люди. Приходите и задавайте нам любые вопросы. Мы на все ответим.

Но важно понимать, что стартапы и инновации — это всегда риск. Поэтому финансированием разработок, переводом их в стадию проекта и стартапа вузы напрямую не занимаются. Мы — эффективное связующее звено: принимаем запросы на научные разработки от индустрии, объединяем программы, взаимодействуем с выпускниками для того, чтобы привлечь финансирование в проекты, выступаем гарантом качества для инвесторов.

Есть что-то, что тормозит инновационную деятельность вузов?

Сложности существуют, куда же без них. Одна из нерешенных задач — отсутствие правил исключительного владения собственностью автором. Сейчас на рассмотрении находится проект нового закона «О науке»,

в котором нестыковки должны быть разрешены. Тогда авторы, став владельцами исключительных прав на свои разработки, получат дополнительную мотивацию для их коммерциализации.

Какие проекты, созданные в недрах МФТИ, получили коммерческое будущее?

Есть проекты, которые уже находятся на стадии опытных продаж. Например, «Р-сенсорс» для сейсморазведки, «Юный Нейромоделист» ViTronics Lab, «НордЛаб», Biosensors и другие. И это мы не берем в расчет разработки, которые делаются по запросам представителей рынка.

Какие направления исследований наиболее перспективны с точки зрения коммерциализации?

С точки зрения скорости и большого количества потенциальных инвесторов, наиболее перспективны сегодня, конечно, проекты, связанные с ИКТ, искусственным интеллектом. Чего стоит только наш совместный со Сбербанком проект IPavlov. Его цель — создание системы «разговорного» машинного интеллекта, и нам представляется, что реализация задуманного приведет к взрывному росту на этой базе других стартапов, новых бизнес-приложений. Впрочем, не IT единым живет МФТИ. К примеру, все четыре финалиста нашего первого акселератора в прошлом году были не из этой области, а представляли биотехнологии и приборостроение.

Каковы целевые показатели по инновационному развитию МФТИ на средне- и долгосрочную перспективу?

Скажу о планах на этот год. Мы намерены получить порядка 50 прикладных разработок, создать институт из 20 постоянно действующих менторов, придать импульс развитию 20–30 стартапов в рамках нашего акселератора, привлечь от 4 миллионов рублей инвестиций от вузовского фонда и около 10 миллионов от малых и средних предприятий. ■



ТОЛЬКО БЕЗ РУК

Студенты Факультета физической и квантовой электроники МФТИ превратили учебный кейс в стартап, которым заинтересовался гуру российских инноваций Анатолий Чубайс. Использовать ноу-хау можно как в образовательных, так и в развлекательных целях. Но, конечно, пока речь идет лишь о первых шагах и первых попытках монетизации. Приложение «CamViz» — для чего оно, что уже сделано и какие трудности еще предстоит преодолеть?



□ ЧТОБЫ БЫЛО ПРОЩЕ

Изначально идея родилась во время лекции преподавателя базовой кафедры ТЭРПИТ (твердотельной электроники, радиофизики и прикладных информационных технологий), руководителя Центра открытых систем и высоких технологий (ЦО-СиВТ) МФТИ Александра Хельваса. Он предложил студентам придумать решение, которое позволяло бы показывать на экране все, что лектор пишет на листе бумаги. Все знают, как непросто порой успеть за некоторыми преподавателями. Казалось бы, в чем проблема: берешь смартфон, включаешь камеру, записываешь видео и потом просматриваешь. Но это далеко не всегда удобно. Места на телефоне хватит всего на несколько лекций. Кроме того, возникает еще одна сложность — пишущая рука, которая мешает, отвлекает, а иногда и просто загораживает написанное. Программа «CamViz», разработанная студентами и аспирантами кафедры, оставляет только текст. При этом эффект появляющихся будто сами собой графических элементов в сочетании с голосом лектора имеет потрясающий мнемонический эффект: человек гораздо лучше запоминает информацию, идущую через несколько органов чувств.

СНАЧАЛА БЫЛА МЕТКА

Разработчики приложения быстро пришли к тому, что нужен специально размеченный лист, к которому будет привязан считывающий алгоритм. Метками на нем могли быть любые значки (квадратики, кружочки, сердечки — что угодно), что легко обнаруживается алгоритмом. Дальше стало понятно, что необходимо ограничить поле для рисования/написания. Так на листе появилась рамка. Оставалось главное — написать программу, которая оставит только нарисованные на бумаге линии без руки. В чем сложность? Рука и ручка движутся относительно листа бумаги, а линии, даже если лист меняет свое положение в пространстве, перемещаются вместе с ним. И нужно было оставить только линии. Рука — «тяжелое» графическое изображение, с которым видео «весит» на три порядка больше, чем без нее. Поэтому видео, обработанное сервисом «CamViz», занимает в разы меньше места. Устранив «ненужное», команде удалось реализовать темп обработки файла 10–15 кадров в секунду на одном процессоре. Это помогло адаптировать приложение для использования в реальном времени. Сейчас приложение выполнено как облачный сервис. Но никаких препятствий для

реализации алгоритма на ARM или MIPS процессоре нет уже сегодня.

ДЕНЬГИ ИЗ БУМАГИ

Уже на первых этапах создания программы разработчики стали задумываться о возможностях ее коммерциализации. Для решения этой задачи одна из участниц команды — Светлана Яковлева — поступила в магистратуру на кафедру технологического предпринимательства МФТИ-РОСНАНО. Было предложено создать с помощью разработанной технологии новый тип рекламного носителя. Авторы назвали его «гибридной открыткой». Были разработаны рекламные/поздравительные открытки для кафе, вузов, стендов компаний на различных выставках.

«С помощью таких открыток мы предлагали делать уникальные посты и видеопоздравления и отправлять своим друзьям через соцсети. В свою очередь, в созданные видео мы монтировали рекламные сообщения (логотип, надпись), тем самым превращая такие рукописные ролики в рекламные носители», — рассказывает Светлана Яковлева. По итогам всех защит председатель правления ОАО «Роснано» Анатолий Чубайс выбрал два проекта, авторов которых наградили стажировкой в МПТ. «CamViz» — один из них.

Несмотря на элегантность идеи, в деньги она стала превращаться не сразу. Основная причина, как считают создатели, в том, что в большинстве случаев люди просто не умеют рисовать и им не нравится получаемый результат. Это подтверждает и статистика на сайте: сгенерированных кодов (число использованных открыток) более 45 000, а обработанных сервисом видео — около 1500.



Приложение «CamViz» позволяет сохранить написанное в облегченном варианте.



«Стало понятно, что спрос на это приложение есть среди тех, кто умеет рисовать или, например, занимается каллиграфией. Поэтому сейчас мы пытаемся наладить связь с такими организациями, как Британская высшая школа дизайна в Москве, художественные школы и училища. Также в планах выйти на школы каллиграфии в Иране, ОАЭ, Египте и других странах с богатой традицией персидской и арабской каллиграфии», — рассказывает руководитель проекта Александр Хельвас.

По словам разработчиков, реализованная уже сегодня идея монетизации бизнеса состоит в том, чтобы раздавать приложение бесплатно через App Store или Google Play, а в деньги превращать открытки, где кроме разметки находится штрих-код, который фактически является билетом для использования сервиса.

УЧЕБЕ НА ПОЛЬЗУ

Второе направление, которое кажется перспективным, — образовательное. Приложение могло бы быть полезно прежде всего тем, кто обучает и обучается дистанционно. Обычно для эффективной удаленной работы с учеником требуется создание специального рабочего места и программного обеспечения, установка нескольких камер и стабильный интернет. Использование «CamViz» выглядит гораздо проще: камера гаджета располагается так, чтобы в область видимости полностью попадал лист бумаги со специальной разметкой. Приложение запускает запись, по окончании которой видеофайл передается сервису для обработки и получения анимированного ролика. При этом занимаемое роликом дисковое пространство в 100 раз меньше, чем записываемое.

Еще один вариант — встраивать приложение в системы телеприсут-



Автограф Анатолия Чубайса до сих пор хранится в коллекции команды

ствия, когда можно видеть не только собеседника, но и то, что он пишет на своем листе.

ЧТО ДРУГИЕ?

Услуги по видеоскрайбину (отрисованные от руки картинки или анимированные фильмы) предоставляет много компаний. Но все это, по большей части, варианты, когда над видео работает команда сценаристов и операторов, что выливается в копейчку.

Есть также приложения, использующие возможности фронтальной камеры смартфона. Например, разработка американской компании Osmo — игровая система-приложение для планшетов Apple, по сути являющаяся аналогом известной «раскраски», только с проверяющим элементом. Создатели приложения утверждают, что Osmo способствует развитию творческого мышления и обучает наукам. Приложение «CamViz» — это, конечно, немного другая история. Оно позволяет самостоятельно создавать сценарии, образы или целые фильмы. Все что нужно — это лист бумаги со специальной разметкой, мобильное приложение CamViz, смартфон и ручка. Остальное — только ваша фантазия. «PlayOSMO привлекли 12 млн долларов инвестиций и признаны лучшим технологическим стартапом в индустрии образовательных игрушек. Наше решение вполне может конкурировать с ними. Руку-то они так и не научились убирать!» — отметил Александр Хельвас. ■

Протестировать «CamViz» вы можете на последней странице нашего журнала.



Биосенсорный чип с графеновой поверхностью. Расширяет области применения безмаркерных биосенсоров.



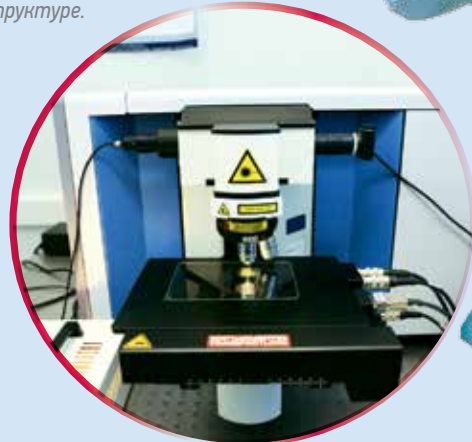
Плазменная установка низкого давления. Используется для очистки поверхностей образцов и изменения их свойств.



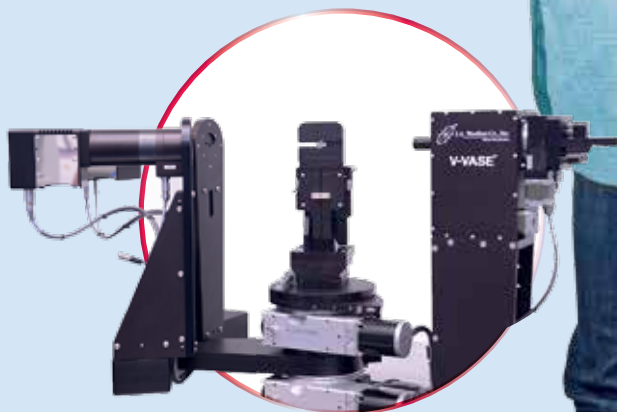
Рамановский микроскоп. Определяет свойства графена, используемого в биосенсорах, а также обнаруживает дефекты в его кристаллической структуре.



Российская молодежная премия в области наноиндустрии — 2016.



Безмаркерный биосенсор на основе поверхностного плазмонного резонанса. Позволяет в реальном времени наблюдать за протеканием биохимических реакций.



Спектроскопический эллипсометр. Основной инструмент для изучения оптических свойств многослойных тонкопленочных структур.



ЮРИЙ СТЕБУНОВ, 26 ЛЕТ

Создатель биосенсора на основе оксида графена, обладатель медали РАН

ВАЖНЕЙШИЕ ДОСТИЖЕНИЯ

Посадил дерево. Написал диссертацию. Вырастил графен методом химического осаждения из газовой фазы.

ЛЮБИМЫЕ КНИГИ

Михаил Салтыков-Щедрин, «История одного города»; Альбер Камю, «Миф о Сизифе».

ЛЮБИМЫЕ ФИЛЬМЫ

Любые с красивыми девушками и перестрелками. Также нравится анимация и один сериал — «Северная сторона».

ПОЧЕМУ МФТИ?

Как известно, Физтех — самый клевый, самый лучший институт в России. Сюда поступали все товарищи по школьным олимпиадам, результаты которых, к тому же, можно было зачесть за вступительные экзамены.

ОБРАЗЕЦ ДЛЯ ПОДРАЖАНИЯ

Коллеги по лаборатории, стойко выдерживающие научные тяготы и с легкостью берущиеся за самые неподъемные задачи.

МОЕ БУДУЩЕЕ ОТКРЫТИЕ

Если бы знал, то уже открыл бы. И, думаю, оно будет не одно. Буду открывать, пока смогу это делать. А потом воспользуюсь результатами своего труда, поправлю здоровье и открою что-нибудь еще.

Я ЧЕРЕЗ 20 ЛЕТ

Стану мудрым и опытным, но сохраню те любопытство и кураж, что есть у меня сейчас.

МИР ЧЕРЕЗ 20 ЛЕТ

Люди научатся лечить все болезни, найдут источник дешевой и неисчерпаемой энергии, установят контакт с внеземными цивилизациями, у всех будет безусловный базовый доход, позволяющий заниматься творческой деятельностью, а каждая вещь будет включать графеновый биосенсор.

БАЛОВЕНЬ СУДЬБЫ



У всех героев этой рубрики мы пытаемся выяснить рецепт успеха, хотя ответ, в общем-то, почти всегда известен заранее: больше трудиться, учиться, дерзать — и все получится. Но Александр Абрамов решил никого в заблуждение не вводить: «Вы хотите, чтобы я вам сказку рассказывал? На все воля случая!» Председатель совета директоров Evraz Plc, кажется, все делает не по шаблону: мог бы окончить МФТИ с красным дипломом, но не стал (зачем?), мог бы уехать за границу, но остался (поздно). Он занялся металлургическим бизнесом и вот уже несколько лет входит в список богатейших людей России. Абрамов — 25 номер в национальном рейтинге Forbes (\$4,5 млрд) и самый богатый выпускник Физтеха.

□ **ПЛАВАНИЕ — ЭТО КАКОЙ-ТО ЛОШАДИНЫЙ ВИД СПОРТА.** В детстве я много и упорно им занимался, но не люблю его. Там элемент общения с окружающей средой доведен до минимума — в воде и в воде.

Я ХОТЕЛ ПОСТУПАТЬ В ВОЕННО-МОРСКОЕ УЧИЛИЩЕ, НО У МЕНЯ ТОГДА БЫЛО ПЛОХОЕ ЗРЕНИЕ. Решил идти на Физтех. Почему — не помню. Был тогда вокруг физиков некий романтический ореол. «Иду на грозу» и все такое.

ВИКИПЕДИЯ ВРЕТ. Я не оканчивал МФТИ с красным дипломом. Мне нужно было пересдать одну оценку, чтобы его получить, а мне шеф покойный, профессор Эрик Асиновский, говорит: «Ты что, нумизмат, что ли? Зачем тебе это? Иди и работай».

ФИЗТЕХ СИЛЕН ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫМ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМ ОБЩЕНИЕМ. Кроме того, образование МФТИ дает способность правильно, структурированно мыслить и прививает навык переваривать большие объемы информации в короткие промежутки времени.

МЕНЯ ВСЕГДА ПРИВЛЕКАЛО УМЕНИЕ объяснять сложные вещи доходчиво.

ОДНАЖДЫ МЫ ВЫЛИЛИ НА ПОЛ В ОБЩАГЕ СУПЕРКОЛЬЗКИЙ ГЕЛЬ. Он радикально уменьшал трение, и люди прямо сразу улетали.

В 32 ГОДА СТАТЬ СОЦИАЛЬНО БЛИЗКИМ ИЛИ СВОИМ УЖЕ ПРАКТИЧЕСКИ НЕВОЗМОЖНО. Поэтому я не уехал в Штаты, как большинство моих сокурсников, а остался здесь.

ИННОВАЦИЯ — ЭТО ОГРОМНАЯ РЕДКОСТЬ. Слово сейчас затерто, но реальных инноваций, прорывных ноу-хау очень мало.

ОГРАНИЧЕННЫЕ УСЛОВИЯ — ЭТО РЕАЛЬНАЯ ОКРУЖАЮЩАЯ НАС ЖИЗНЬ со всеми ценовыми и временными параметрами.

МОЖНО СКОЛЬКО УГОДНО ГОВОРИТЬ ПРО КОМПОЗИТЫ, КЕРАМИКУ И ДРУГИЕ НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НО КТО ЗА НИХ БУДЕТ ПЛАТИТЬ? Массовое производство стали делает именно этот продукт дешевым для человечества.

ЕСЛИ У ВАС ЕСТЬ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ, ЭТО НЕИЗБЕЖНО ПРИВЕДЕТ К ТОМУ, ЧТО У ВАС БУДЕТ ЛУЧШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ, ЛУЧШИЕ ПРОДУКТЫ, ХАЙТЕК. Неважно, что вы производите и продаете сейчас. Важно, чтобы это обеспечивало рост. Австралия живет, в основном, за счет продажи сырья, и ничего, хорошо живет.

В НАЧАЛЕ 90-Х ВСЕ СМЕЯЛИСЬ НАД КИТАЙСКИМИ МАШИНАМИ, просто издевательское отношение было, а сейчас ничего. Всего лишь 20 лет прошло.

КОНКУРИРОВАТЬ МОЖЕТ ТОТ, КТО БОГАТ. Богат в смысле общественной и социальной инфраструктуры, образования. На это все нужны деньги, которые надо сначала заработать. Неважно, на чем. Так просто ничего не возникнет.

МЫ КАК ОБЩЕСТВО НЕ ХОТИМ РАСТИ, НЕ ФОРМУЛИРУЕМ ЭТОТ ПОСЫЛ ВЛАСТЯМ. У нас все всех устраивает. И вот вы, студенты, я уверен, об экономическом росте практически не говорите. А надо.

У НАС ОЧЕНЬ СПЕЦИФИЧЕСКОЕ СОЗНАНИЕ. Это смесь коммунистической, православной, имперской идеологии.

САМОЕ ГЛАВНОЕ — НАХОДИТЬ В СЕБЕ СИЛЫ ВСЕГДА УЧИТЬСЯ. Интересоваться, читать, цели ставить, чего-то добиваться. Это непросто.

Я КЛАУЗЕВИЦА НА ПРОШЛОЙ НЕДЕЛЕ ЛИСТАЛ, А ВООБЩЕ ЧИТАЮ ВСЕ ПОДРЯД. Иногда фантастику, потом надоедает, экономическую или социальную публицистику. Много на английском языке. Книжку хочу сейчас перевести, очень мне понравилась. Не сам, конечно, кого-то найму, а потом отредактирую перевод.

КОГДА Я ПОНЯЛ, ЧТО МНЕ НЕ ХВАТАЕТ АНГЛИЙСКОГО, ВЗЯЛ СЛОВАРЬ И ГДЕ-ТО ГОД УЧИЛ ВСЕ СЛОВА ПОДРЯД НАИЗУСТЬ. Запретил себе вообще брать в руки какую бы то ни было другую непрофессиональную литературу. Учил, пока все не выучил.

МНОГИЕ АМЕРИКАНЦЫ СЧИТАЮТ ТАК: Я УСПЕШНЫЙ, КРАСИВЫЙ, ВЕСЬ НАРЯДНЫЙ — И ПОЙДУ К ВАМ? Чтобы все потом говорили, что я на русских работал?

В ЕВРОПЕ ЧЕЛОВЕКА УВОЛИТЬ — ПРОБЛЕМА, ЭТО ОЧЕНЬ НАКЛАДНО. А у американцев все просто: не справляешься — до свидания.

ЧТОБЫ ЧЕГО-ТО ДОБИТЬСЯ, вы должны быть достаточно толковым, уметь работать «как вол» и для этого быть здоровым, выдерживать стрессы и нагрузку. Но никто не отменял везения. Это основной фактор.

ВЫ МОЖЕТЕ УВЕЛИЧИВАТЬ СВОИ ШАНСЫ НА ТО, ЧТО ВАМ ПОВЕЗЕТ. Если вы пытаетесь сделать научную карьеру, надо попасть в такое место, где печатают больше статей, если речь о бизнесе, необходимо идти в компанию, которая растет, у которой агрессивные планы. Вы должны уметь продавать себя топ-менеджменту, рисковать, брать на себя ответственность, работать больше, чем другие. Но дальше все равно часто бывает такое — 5 человек, а из них только один выстрелил, потому что место одно.

КОГДА ТЫ SEO, ПЕРВОЕ ЛИЦО, ЭТО ТРЕБУЕТ ПОЛНОЙ САМООТДАЧИ. Это означает, что у тебя нет понятия «личная жизнь», есть только работа.

ДОЛЖНО БЫТЬ МНОГО АМБИЦИЙ, нужно сильно хотеть, до умопомрачения — это определяющее условие для достижения цели. ■

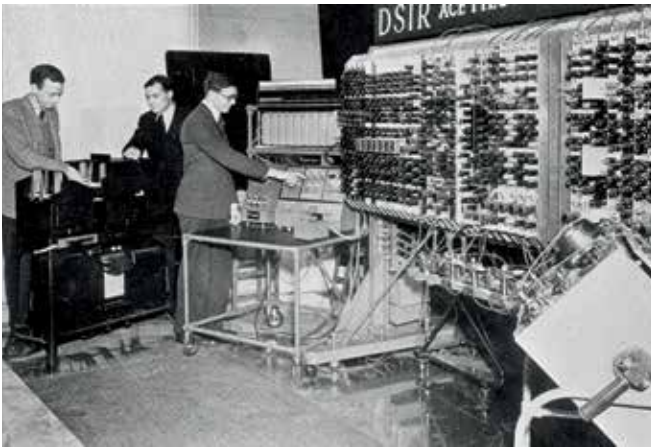
ИСКУССТВО ВОЗМОЖНОГО

Библиотекарь и врач-диагностик, итурман, переводчик, секретарь, партнер по игре в шахматы, покер и го — вот далеко не полный список тех ролей, которые сейчас с успехом выполняет искусственный интеллект (ИИ). Его пытаются обучить всему, что умеют сами люди. Насколько успешно?



□ ПОВОРОТ СО МНОЙ

Всерьез о создании искусственного интеллекта заговорили в середине XX века. К тому времени уже была разработана теория алгоритмов, ставшая обоснованием первых компьютеров, а физиологи предлагали и проверяли теории о работе человеческого мозга. Сам термин «Искусственный интеллект» предложил американский математик Джон Маккарти. Он же в 1956 году на конференции в Дартмутском университете так описал ИИ: «Каждый аспект обучения или любая другая особенность интеллекта могут быть в принципе так точно описаны, что машина сможет симитировать их». В 1950 году один из пионеров в области вычислительной техники Алан Тьюринг опубликовал статью «Может ли машина мыслить?», описав там знаменитый тест для проверки «разумности» программы. Согласно классическому тесту



Алан Тьюринг первым задумался о том, как заставить машину думать, и сформулировал тест, который позволяет определить, искусственный ли перед вами интеллект

Тьюринга, решение принимает человек, который взаимодействует с проверяемой программой и другим человеком. Если «экзаменатор» не может отличить человека от программы, можно говорить об искусственном интеллекте. Современные чат-боты как раз стараются ввести пользователей в заблуждение, но, как правило, им это не удается.

Пожалуй, ближе всего к выполнению этого условия приблизились голосовые помощники — Siri от Apple, OK Google и Cortana от Microsoft. Они общаются с человеком на естественном языке. Но пока круг задач, которые могут решать такие помощники, невелик, и квалифицированного секретаря они по-прежнему не заменят.

Все вышеперечисленные компании ведут исследования о расширении области применения искусственного интеллекта. Но для более широкого применения ИИ пока нет дешевых вычислительных мощностей — все программы, решающие прикладные задачи с помощью искусственного интеллекта, требуют большого объема вычислений.

НА НЕРВАХ

Настоящая революция во «вразумлении» программ произошла с появлением нейронных сетей, обрабатывающих



Джон Маккарти первым предложил термин «Искусственный интеллект»

данные аналогично биологическому мозгу. В качестве условной вехи, по мнению директора Института проблем передачи информации им. А. А. Харкевича Российской академии наук Андрея Соболевского, можно назвать создание технологии «компьютерного зрения» AlexNet в 2012 году. «С появлением глубоких нейросетей ИИ стали поддаваться задачи, к которым раньше не было видно технологических подходов. Это — самый важный из пройденных этапов развития искусственного интеллекта. По крайней мере, с точки зрения того, как технологии расходятся среди прикладников», — отметил Соболевский.

Уже сейчас с помощью нейронных сетей решаются задачи в сферах финансового прогнозирования, датамайнинга, диагностики систем и шифрования данных — задачи, где данные имеют равномерную структуру. Но если ее нет, применение глубоких сетей становится неудобным.

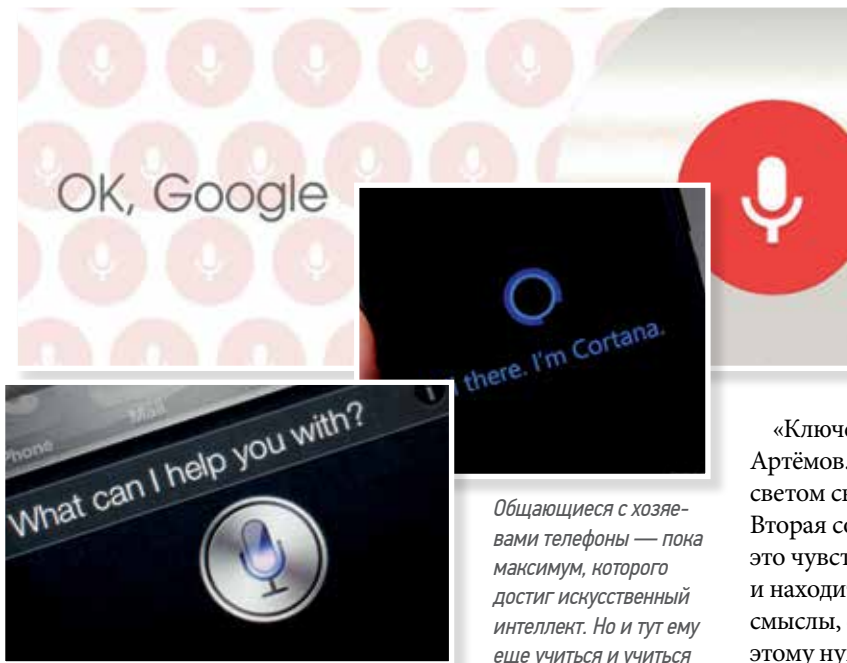
Еще одна проблема — адаптация решений нейросети для конкретной ситуации. «Если нейросеть выдает вам рекомендацию вложиться в такие-то акции или дать кредит этому клиенту, она не объясняет, почему это так, — говорит директор ИППИ. — Поэтому важно уметь дополнять результаты нейросетевого анализа понятными человеку интерпретациями».

ПРИШЕЛ, УВИДЕЛ, ПОБЕДИЛ. ЧТО ДАЛЬШЕ?

Основной инструмент обучения нейронных сетей — это большие данные. Показываешь системе миллион картинок с котиками — и она начинает угадывать котиков в очертании облаков — совсем как человек.

Проблема в том, что такой процесс занимает очень много времени. Знаменитая Alpha Go, которая обыграла чемпиона мира Ли Седоля в 2016-м, около года занималась исключительно самообразованием — смотрела записи миллионов партий и делала выводы. Сам Ли Седоль за полгода до судьбоносного матча наблюдал за игрой Alpha Go и не слишком высоко оценил своего будущего противника.

Сейчас же ученые стараются найти более эффективные способы обучения ИИ. «Люди используют алгоритмы, позволяющие обучаться всего на 2–3 примерах, что помогает нам экономить вычислительные мощности», — отме-



Общающиеся с хозяевами телефоны — пока максимум, которого достиг искусственный интеллект. Но и тут ему еще учиться и учиться

чает директор компании «Когнитивные системы» Артём Артёмов.

Если сравнительно простые задачи (вроде распознавания изображений) и можно объяснить нейросетям при помощи больших данных, то более сложные теоретические конструкции явно надо преподносить иначе.

Среди таких средств — нейробайесовский метод решения различных задач машинного обучения (где вероятность наступления события зависит от изменения меры незнания всех влияющих факторов, а не объективной случайности и технология One-shot learning.

КНУТ И ПРЯНИК ДЛЯ МАШИН

Еще одним способом заставить ИИ работать эффективнее является... мотивация! К примеру, стратегия Reinforcement Learning за выполнение правильного шага дает возможность программе получить «положительное подкрепление». Именно этот метод использовали создатели Alpha Go, чтобы система переняла правильные игровые стратегии. А в мае 2017 года ученые из Калифорнийского университета в Беркли создали «любопытный» искусственный интеллект. Чтобы проверить, действительно ли модификации в коде работают, новый ИИ заставили играть в Super Mario и простой 3D-шутер VizDoom. Любопытная программа гораздо быстрее ориентировалась в виртуальных мирах и с большим азартом собирала монетки и отстреливалась от противников, чем ее «сестра» без «модуля любопытства». Такая стратегия больше подходит для ИИ, которым предстоит решать творческие задачи и самостоятельно ставить цели.

ЕСТЬ ЛИ СМЫСЛ?

Куда же ведут эти игры с искусственным интеллектом? «На мой взгляд, наука стремится к тому, чтобы автоматизировать те функции нашего мозга, которые поддаются автоматизации, — считает Андрей Соболевский. — Тем самым мы

все точнее очерчиваем человеческое "ядро" сознания. Создавать технологии гораздо интереснее, а удовлетворять с их помощью потребности рынка — гораздо полезнее, но вы же спросили, к чему стремится наука, а не ученые».

Вероятно, изолировав это «человеческое», логично будет постараться его воспроизвести. Тема создания человекоподобного интеллекта, который сам бы учился и находил проблемы, а не только их решал, витает в воздухе.

«Ключевое понятие здесь — смысл, — отмечает Артём Артёмов. — Связь между причиной (например, красным светом светофора) и следствием (остановкой машин). Вторая составляющая "человекообразного" интеллекта — это чувства. Они нужны нам, чтобы создавать мотивацию и находить смыслы самостоятельно. И кто оценит эти смыслы, если ИИ не сможет никому о них рассказать? Поэтому нужен третий элемент — возможность эффективно коммуницировать».



AlphaGo стала первой программой, которая победила человека в одной из самых неперсчитываемых игр

ОТ СЛАБОГО К СИЛЬНОМУ

Согласно существующей классификации, искусственный интеллект бывает слабым, сильным и суперсильным. Фактически сейчас мы осваиваем только первый из них. К нему, в частности, можно отнести всем известные поисковики. Они уже могут серьезно облегчить поиск информации или помочь заказать пиццу на дом. В тоже время, ответить на вопросы в свободной форме такие программы способны пока далеко не всегда. Но не стоит умалять их достоинств. «Слабый ИИ не значит "глупый" или "неполноценный", — говорит Артём Артёмов. — Если водитель едет по навигатору — кто умнее? Человек, который "крутит баранку", или его электронный штурман? Вопрос в том, что набор функций, которые выполняет слабый ИИ, крайне узок».

Так или иначе, наука движется к созданию сильного искусственного интеллекта. И это не просто сверхвысокие вычислительные мощности. «По определению, сильный искусственный интеллект не только "осознавать себя", он сам способен создавать искусственный интеллект, — поясняет

генеральный директор компании "Когнитивные системы". — Мы с вами, можно сказать, тоже пример сильного интеллекта».

Еще более продвинутая версия сильного ИИ — суперинтеллект, который превзойдет человеческий по всем показателям. Правда, таких технологий не видно пока даже на горизонте.

ОТ ОГРАНИЧЕННОГО К ОБЩЕМУ

Еще один глобальный тренд — налаживание связей между носителями интеллекта, переход от ограниченного ИИ (систем, созданных для решения конкретных задач) к общему. Он не только будет способен справляться с самыми разными задачами от поиска информации до принятия решений, но и сможет общаться с другими носителями разума. Причем «нейроном» в этом интеллекте могут быть и машины, и люди — главное выработать совершенный язык общения. Кстати, это одна из самых сложных задач в машинном обучении — создать адекватный язык общения между разными носителями интеллекта.

РАБОТЫ МЕНЬШЕ НЕ СТАНЕТ

Хоть искусственный интеллект еще только начинает расправлять крылья, на него уже навесили клеймо «убийцы» сотен профессий. Водители и няни, уборщики и продавцы опасаются потерять заработок. Есть мнение, что даже журналисты и композиторы попадут под удар. Но не стоит паниковать. Прежде всего, как говорят многие эксперты, чтобы обслуживать эти системы, тоже нужно будет немало специалистов — от разработчиков до механиков. А некоторые вообще переживают зря. «В первую очередь, автоматические системы заменят тех профессионалов, чей труд легко алгоритмируется, — рассуждала на конференции Skolkovo Robotics V политолог, доцент кафедры государственного управления Института общественных наук РАНХиГС при Президенте РФ Екатерина Шульман. — Это не работа няни и даже не столько работа уборщика — это работа чиновника. Причем не девушек, которые сидят в окошках и общаются с населением — человеческое общение можно будет заменить искусственным еще не скоро. Это чиновники "второго эшелона". Программа ничуть не хуже человека справится с составлением "болванок" для законопроектов, которые потом будет обсуждать парламент».

НЕЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР

Одно из самых обсуждаемых воплощений ИИ — самоуправляемые автомобили. В прошлом году свое беспилотное авто вывел на дороги Google. Правда, о проекте резко замолчали после аварии: беспилотник врезался в маршрутный автобус. В конце этого года обещает удивить отечественный «КамАЗ», запустив грузовик без водителя из Москвы в Краснодар. С появлением искусственного интеллекта на улицах поднялся целый пласт вопросов, не связанных со сбором данных или машинным обучением. «На самом деле на дороге мы руководствуемся не только ПДД — в критической ситуации мы действуем так, как нас мама учила, — говори-



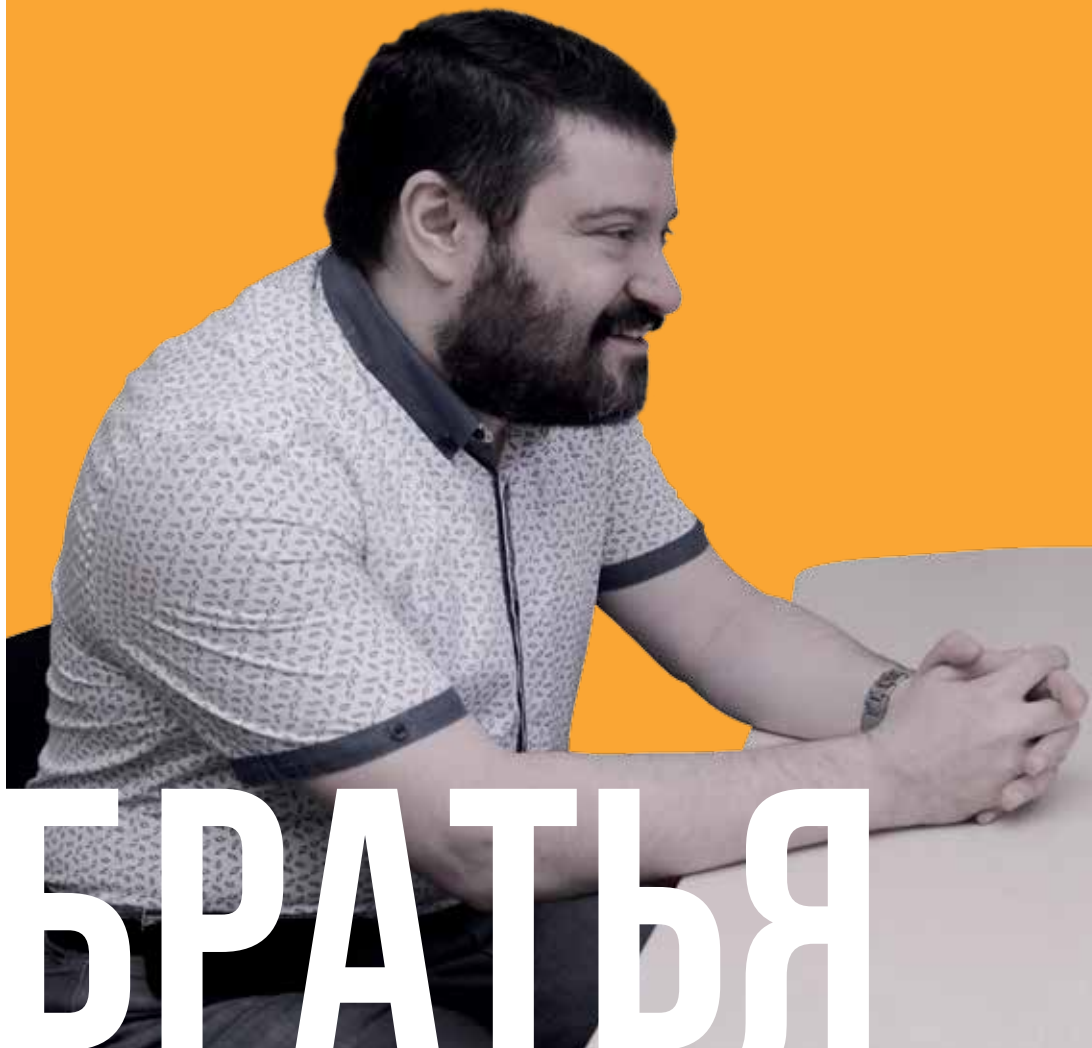
Перед самоуправляемыми автомобилями стоит нелегкий выбор — кого, в случае нештатной ситуации, давить первым

ла на конференции Skolkovo Robotics V президент группы компаний Cognitive Technologies Ольга Ускова. — А для логики беспилотных ТС надо четко прописать этические правила. Если впереди у машины собачка, справа ребенок, а слева старушка (и столкновения не избежать), мы давим собачку — или старушку, или ребенка. Без такого консенсуса нас ждут 10–15 кровавых лет, которые могут отбросить рынок беспилотников на десятилетия». Компания Mercedes, которая выпускает беспилотные автомобили класса люкс, к примеру, в этом году приняла решение, что их авто в первую очередь будут спасать водителей.

Системы так называемого технического зрения, которые используются в беспилотных автомобилях, активно применяются и в других сферах. От уже привычных систем распознавания лиц (кстати, интересное применение их предложено Amazon — магазины, где нет кассиров, и покупатели просто берут, что им нужно, деньги же списываются напрямую с их лицевого счета) до (возвращаясь к автомобильной тематике) систем сбора платы за проезд по дорогам.

Не так давно Российский венчурный фонд объявил о включении ИИ в совет директоров. Многие хотели бы с помощью этой технологии торговать на бирже, но все известные на данный момент начинания не достигли в этом успеха. Или мы просто про это не знаем?

Пока ясно одно — без более адекватного способа обучения искусственного интеллекта или прорывного способа увеличить вычислительные способности искусственный интеллект останется локальным и немного неполноценным. Но даже такой ИИ требует осмысления. Технари и гуманитарии вместе должны решать, как новый «член общества» будет жить и работать. ■



БРАТЯ ПО

Современная наука становится метанаукой, области знаний сплетаются, дополняют друг друга, образуют новые сферы притяжения исследователей, и те, кто, казалось бы, еще вчера даже близко не знал о существовании друг друга, сегодня вынуждены сотрудничать и искать общий язык для достижения актуального для обоих результата. К примеру, медики и математики. Казалось бы, что может их объединять? Например — изучение движения молекул в потоке крови. Для чего? Хотя бы для того, чтобы продвинуться в адресной доставке лекарств и лечении онкологических заболеваний. А когда ученые еще и работают в одном институте, тем для разговора найдется гораздо больше. Жаль только, вести такие беседы зачастую некогда. Но мы поможем исправить это досадное недоразумение. Специально для журнала «За науку», с трудом выкроив время в невероятно плотном графике, взять интервью друг у друга согласились директор Физтех-школы прикладной математики и информатики Андрей Райгородский и декан факультета биологической и медицинской физики Александр Мелерзанов. В беседе также участвовали куратор группы «разработка медицинской техники» Александр Россохатый и студент «медицинской группы» ФБМФ Владимир Козлов.



✍ Роман Орлов

приложений. Сейчас, насколько я понимаю, вообще все больше говорят о математизации медицины?

А. Мелерзанов

Я бы сказал, не просто о математизации, а о «технологизации», что подразумевает значительную роль математики, физики, естественных наук в целом. Так или иначе, математикам и медикам все чаще приходится взаимодействовать для описания живых систем, создания моделей биологических систем.

А. Райгородский

Важно, чтобы врачи говорили: «вот у нас есть такая-то задача. Нам надо то, то, то и то».

А. Мелерзанов

А математики (*смеется*) будут говорить: «Ну, нет. Здесь слишком много факторов. Давайте сделаем сначала простую, усредненную модель, а потом будем ее постепенно усложнять».

О МОДЕЛЯХ, БОЛЬШИХ ДАННЫХ И ВЕЧНОЙ ЖИЗНИ

А. Райгородский

Вообще построение конкретной модели, зависящей от большого количества параметров, — это всегда исключительно сложно. К тому же, очень многие задачи математики принципиально неразрешимы алгоритмически за короткое время. А если они связаны с биологией, значит, перед вами 10-миллиардные или 100-миллиардные данные, и вам нужно их обработать не просто, как говорят, за полиномиальное время, а так, чтобы это вообще считалось на современных компьютерах. То есть это не полином, не многочлен должен быть от количества данных, а это должен быть, как максимум, квадрат, а лучше — вообще линейная функция. Если у вас есть 100 миллиардов, то есть 10^{11} , и вы это число возведете в квадрат, уже получится 10^{22} . Ни

КРОВИ

ЧЕМ МАТЕМАТИКИ МОГУТ БЫТЬ ПОЛЕЗНЫ МЕДИКАМ, И НАОБОРОТ

□ **О ПРОБЛЕМЕ ВЫБОРА**

А. Мелерзанов

Источником каких проблем для математики является биология, медицина на данном этапе?

А. Райгородский

Если говорить о фундаментальной математике, то, наверное, никаких. Фундаментальные задачи — это, в ос-

новном, игры разума, которые многим кажутся абстрактными, а потом чудом оказываются применимыми в самых разных областях. Скажем, та же биоинформатика — это построение алгоритмов сопоставления, каких-то больших сложных последовательностей, каковыми являются, к примеру, геномы. Но это серьезная комбинаторная задача, которая изначально интересна безотносительно

один современный компьютер с таким количеством операций не справится, если не придумать что-то еще. Алгоритм, который работает даже за квадратичное время, в данном случае не годится. Это безумно трудно, это очень сложный вопрос.

А. Мелерзанов

Но, несмотря на это, мы все-таки продвигаемся вперед. Благодаря использованию математических методов, созданию математических моделей развиваются новые перспективные направления, разрабатываются лекарства. И это очень существенно, потому что реально сокращает период создания препаратов и удешевляет процесс. Второе направление — персонализированная медицина. Это глобальный тренд, который в перспективе приведет к увеличению продолжительности жизни. Там

“*Если все условия будут соблюдены, то те люди, которые рождаются в наши дни, смогут теоретически дожить до 120 лет*”

сравнительно изученная вещь, как рак предстательной железы, имеет 333 разновидности (различные мутации). И это только те, что были известны по состоянию на прошлый год.

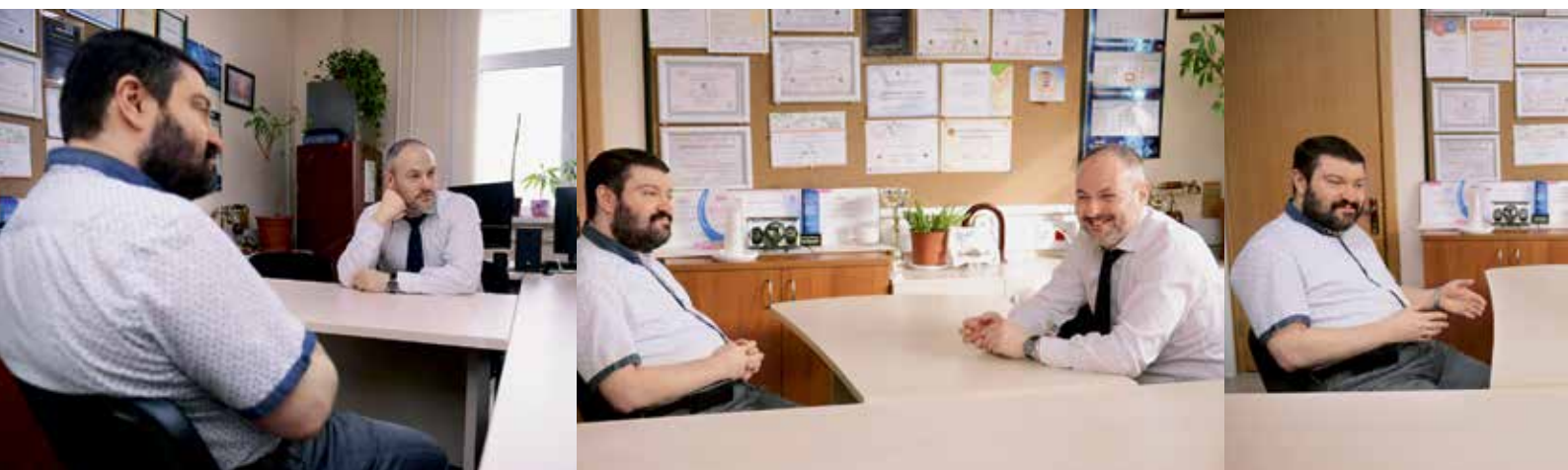
А. Райгородский

А в геноме человека 3 миллиона элементов, по-моему. То есть у нас получается задача с тремя миллионами переменных. Думаю, такую мы не скоро сможем решить. Конечно, сейчас семимильными шагами развивается Big Data, есть специальные алгоритмы, есть способы

это обсчитывать, была достаточно мощной.

А. Мелерзанов

Кстати, сейчас очень распространен миф о том, что, расшифровав полностью геном человека, мы избавимся от всех болезней и будем жить вечно. Однако, согласно последним исследованиям, считается, что продолжительность жизни лишь на 25% зависит от генетики, а на 75% — от внешних факторов. То есть от состояния окружающей среды, качества питания, доступности медицинской помощи. Именно



стоят крайне сложные задачи учета влияния различных жизненных факторов на состояние здоровья и процесс старения человека. Именно здесь колоссальное количество факторов, которые может учесть только математик. И в том числе — так называемая прецизионная онкология, которая заключается в молекулярном профилировании опухолевых тканей, подборе лекарств под конкретную мутацию конкретной опухоли. Просто как пример: даже такая, казалось бы,

распараллеливания этих алгоритмов. Есть кластеры большие, суперкомпьютеры, которые способны это обсчитывать. Но далеко не все объемы данных пока можно обработать. Это как пушка и броня — чем совершеннее становится одно, тем сложнее другое. Чем лучше мы умеем обрабатывать данные, тем больше на нас их сваливается, и у нас снова появляется головная боль, как сочинить алгоритм, который с этим будет работать на лету, и при этом, чтобы машина, которая будет

поэтому сейчас очень много говорят про телемедицину, про расширение возможностей для получения квалифицированной помощи всеми, независимо от места проживания. Важная тема: развитие превентивной, или профилактической медицины. Если все условия будут соблюдены, то те люди, которые рождаются в наши дни, смогут теоретически дожить до 120 лет. Конечно, это касается прежде всего жителей западных стран, в которых среда этому благоприятствует, и рост

продолжительности жизни, особенно в Средиземноморском регионе, довольно выраженный. Конечно, все это произойдет, если не будет глобальных конфликтов и других подобных вещей, если человечество будет нормально развиваться.

А. Райгородский

Всегда возникнут новые проблемы, которые опять придется решать.

А. Мелерзанов

Как говорится, чем больше я знаю, тем меньше я знаю, чем больше проблем каких-то мы решаем, тем больше мы выясняем, что есть новые проблемы, — это бесконечный процесс. И, в общем, это хорошо, иначе было бы скучно.

А. Райгородский

Один из вопросов билета на экзамене по философии в аспирантуре, помню, касался конечности

что называется, горизонтальные связи. Но, как бы то ни было, проекты действительно реализуются. Один из них — моделирование движения клеток в потоке крови. Очень перспективное направление. Можно сказать, один из главных трендов.

В. Козлов

Да, задача циркуляции крови имеет очень много применений в медицине. Это и доставка лекарств, и кровообращение, и снабжение в случае каких-либо травм определенных частей тела и тканей кислородом, оценка потерь крови при внутреннем кровотечении и так далее. Сейчас мы занимаемся построением модели кровеносной системы для того, чтобы оценить, как в ней циркулируют микрочастицы и отдельные клетки, с какой вероятностью через один конкретный сосуд может дважды пройти одна и та же частица. Эта задача никем никогда не решалась в

ляются при превышении концентрации так называемых микротромбов, травматических микрочастиц. После этого начинается агрегация, склейка тромбоцитов, которая и приводит к образованию полноценного тромба. Мы же можем воздействовать на эти микротромбы и заблаговременно их уничтожать, предотвращая тромбообразование. Тем самым опосредованно снижая риск развития инфарктов и инсультов.

А. Райгородский

А еще какие перспективные направления у вас развиваются?

А. Мелерзанов

У нас, в принципе, есть неплохие заделы в медицинской химии. Есть геномный центр, где сейчас создается ДНК-карта России. Отдел, который занимается нанороботами. Клеточный центр, где мы можем на клеточных моделях изучать воздействие



множества знаний. А что касается взаимодействия биологов и математиков, ведь у нас в МФТИ есть такие совместные проекты.

О ПЕРВОЙ КРОВИ

А. Мелерзанов

У нас, в принципе, достаточно много всего. Проблема в том, что мы иногда не знаем, что творится в соседнем кабинете. Имея уникальный вуз, уникальных специалистов, возможности, не всегда, к сожалению, используем,

мире, при том, что она имеет большое практическое применение. Если мы знаем, как циркулируют, где находятся циркулирующие клетки, мы можем воздействовать на очень многие, в том числе, онкологические заболевания.

А. Мелерзанов

Неинвазивно, сквозь кожу.

А. Россохатый

Кроме того, таким образом мы можем воздействовать на тромбы. Согласно последним исследованиям, они появ-

лекарств. Большие перспективы у разработки медицинских приборов. В этом году мы выделяем ее в отдельное направление. По всей видимости, это будет первая программа в стране по направленной подготовке исследовательско-разработческих кадров с фундаментальным физмат- и биотех-образованием для медфарм-промышленности. Планов много. Так что будем углублять сотрудничество.

А. Райгородский

Договорились. ■

ТРИЖДЫ ПРАВИЛЬНО

✍ Виктория Стельмах

3D-печать, которая еще недавно считалась лишь дорогой «игрушкой», сегодня все активнее используется в научной деятельности, прежде всего — для прототипирования. Собранные нами модели принтеров позволяют делать это практически в любых масштабах. Более подробную информацию о них можно найти по QR-кодам.



TIERTIME UP MINI 2

Портативный настольный 3D-принтер, яркий пример русской народной поговорки «мал золотник, да дорог». Устройство предназначено для экструзионной печати объектов, размеры которых не превышают 12 см в каждом измерении, и позволяет получать разрешение слоя до 0,15 мм. Печать можно запустить не только «классическим» способом — через USB-кабель с компьютера — но и через Wi-Fi, и с портативного устройства на базе iOS.

www.tiertime.com

THE MAKERBOT REPLICATOR+

Новый принтер от известной компании MakerBot. Самой интересной его «фишкой» является возможность следить за процессом печати удаленно, с помощью приложения для смартфона, через камеру, установленную в корпусе принтера. Принтер можно подключить к Глобальной сети как через кабель Ethernet, так и с помощью Wi-Fi.

www.makerbot.com



FORMLABS FORM 2

Настольный принтер высокого разрешения для лазерной стереолитографии. Form 2 можно использовать в самых разных сферах — начиная от создания простых форм в образовательных и исследовательских целях и заканчивая печатью (кому надо) зубных протезов или ювелирных украшений. Главное подобрать нужный материал.

formlabs.com



THE 3DOODLER PRO

Ручка для 3D-печати, работающая по принципу моделирования методом направления. Один из самых продвинутых инструментов для быстрого прототипирования. Может работать как от сети, так и от аккумулятора, и печатать комбинированными материалами, содержащими нейлон, металл и дерево, — это позволяет лучше оценить итоговые характеристики прототипа.

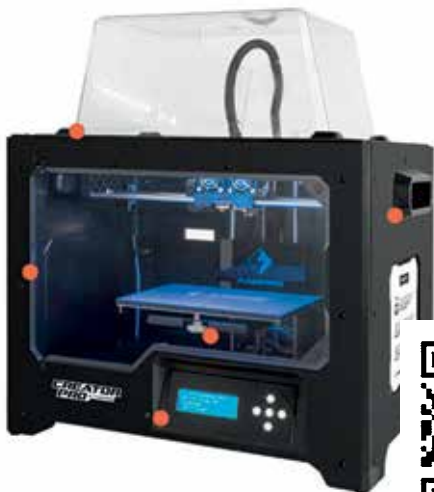
3doodlerpro.com



SLM SOLUTIONS SLM 500

Решение для сложных задач промышленного масштаба. Создание объектов происходит методом селективного лазерного спекания, что позволяет работать с металлом без примеси пластика. Технология предназначена для прототипирования и создания деталей сложной формы, получение которых литьем или фрезеровкой невозможно.

slm-solutions.com



FLASHFORGE CREATOR PRO

Принтер подойдет как для начинающих пользователей, так и для тех, кого интересуют детали. Закрытый корпус, защищающий внутреннее пространство от пыли, высокая точность печати — толщина слоя около 250 микрон, — повышенная стабильность основной конструкции и возможность одновременной печати несколькими материалами (в том числе металлосодержащими или растворимыми филаментами), совместимость с большинством программ для 3D-моделирования делают принтер способным эффективно выполнять задачи разного уровня сложности. Даже если им управляет новичок.

www.flashforge.com



KOSSEL BY REPRAP

Принтер категории «DIY» поставляется в виде набора деталей для самостоятельной сборки. Отличается от большинства принтеров принципом позиционирования печатающей головки: ее движение обеспечивает дельтовидная система подвесов, которую легко настроить именно так, как того требует конкретный прототип. Точность печати в 0,03 мм при невысокой стоимости агрегата подкупает, но сборка и настройка данного принтера требует усилий и некоторого опыта.

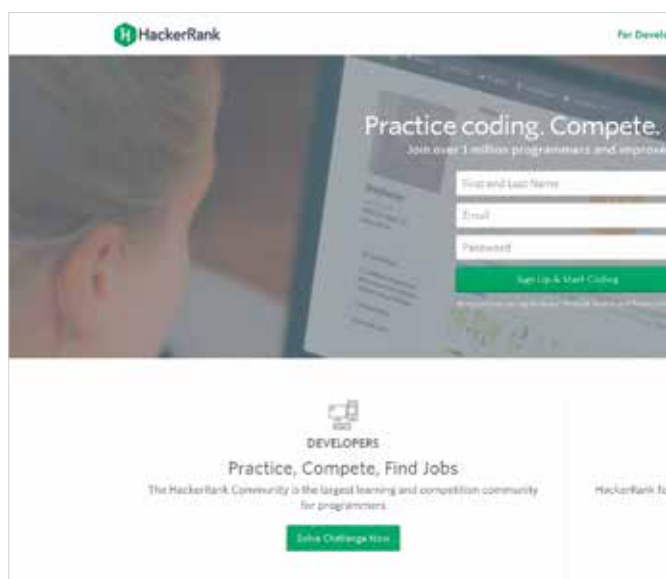


www.reprap.org/wiki/kossel

ПРОГРАММИРОВАНИЕ УСПЕХА

ПОПУЛЯРНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К КОДИНГ-ИНТЕРВЬЮ

Отбор на позицию разработчика состоит обычно из трех–пяти очных собеседований, которым предшествуют одно–два телефонных интервью. Во время телефонного разговора соискателя, скорее всего, попросят рассказать об опыте работы и успешных проектах. На первых очных интервью предстоит разговор с несколькими разработчиками. Они будут задавать алгоритмические задачи, и необходимо будет написать код для решения на бумаге или доске. Завершается процесс поведенческим интервью, на котором проверяется насколько претендент на должность подходит компании. Мы подготовили для вас обзор нескольких популярных изданий и ресурсов, которые помогут подготовиться к алгоритмическим собеседованиям.



HACKERRANK.COM

Популярная платформа не только среди соискателей, но и среди компаний. Именно здесь нередко проходят удаленные интервью с выполнением тестовых заданий по написанию кода. Помимо алгоритмических задач, здесь можно найти онлайн-курс от создательницы «Cracking the coding interview» с разбором наиболее интересных проблем.

CRACKING THE CODING INTERVIEW

Одна из самых популярных книжных серий о собеседованиях, которая насчитывает уже шесть изданий. В каждом собраны базовые вопросы по алгоритмам и структурам данных, а также советы по подготовке к интервью в крупнейших мировых компаниях. Последняя версия содержит 189 вопросов и ответов, охватывающих все базовые темы. Понимается, что у читателя уже есть релевантные знания, поэтому авторы позиционируют книгу скорее как задачник, чем как учебник.





CODELAB. INTERVIEWBIT.COM

Что-то вроде тренажерного зала, только для программистов. На сайте можно выбрать длительность сессии — от 30 минут до 3 часов. В зависимости от этого будут предложены задачи — от одной минуты до часа на решение каждой. Таким образом можно оттачивать свои навыки и подтягивать слабые места в режиме реального интервью, где время тоже не бесконечно.

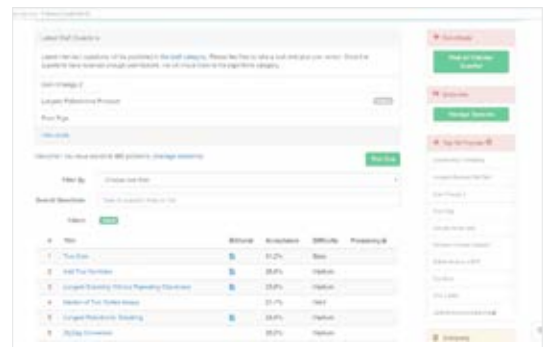


ELEMENTS OF PROGRAMMING INTERVIEWS: THE INSIDERS' GUIDE

Эту книгу часто рекомендуют людям, которые хотят за месяц подготовиться к важному собеседованию. Задачам посвящено 14 глав, каждая из которых отведена под отдельную тему: массивы, строки, связанные списки и так далее. В книге есть оптимальные решения, написанные на C++ для всех задач. Рекомендуется сначала прорешать все задачи алгоритмически, и лишь во время второго прочтения пытаться закодировать свои мысли.

PRAMP.COM

Система позволяет проводить репетиции интервью с реальными людьми. Платформа соединяет одного соискателя с другим, и одному из них высылают вопросы, на которые предстоит ответить другому. Отличная возможность научиться не бояться живого общения и привыкнуть к формату собеседования.



LEETCODE.COM

На сайте выложены 490 задач, решения которых можно написать на удобном языке программирования. Если скрипт пройдет все тесты системы, можно увидеть, насколько быстрее (или медленнее) работает решение относительно тех, которые предложены другими пользователями. Далеко не все задачи содержат оптимальные решения по умолчанию, но на форуме всегда можно найти самые популярные алгоритмы.

✍ Алёна Гурьева

ДИТЯ НЕЗНАНИЯ И УСТАЛОСТИ



Без транзисторов нельзя представить существование электронной индустрии, в том числе компьютеров. Но их распространению в промышленных масштабах предшествовал долгий путь проб и ошибок, преодолеть которые помогла...усталость. Да и начиналась история, пожалуй, одного из главных двигателей прогресса в XX веке с недостатка знаний.

□ НОЧЕВАЛ НА ЛЕСТНИЦЕ

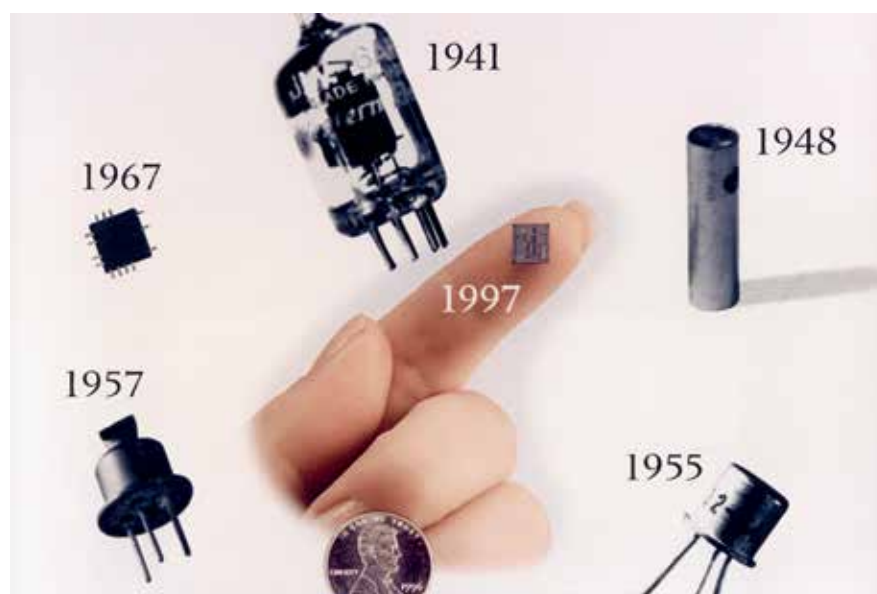
Существенный вклад в создание транзистора внес наш соотечественник Олег Лосев. Он родился в 1903 году в Твери, а в 14-летнем возрасте, прослушав публичную лекцию начальника местной радиостанции, навсегда увлекся физикой. Любопытного юношу заметил известный радиотехник профессор Лебединский. После неудачной попытки Лосева поступить в Московский институт связи в 1920 году профессор Лебединский взял его под свое крыло в Нижегородскую радиолaborаторию. Своего жилья там у молодого исследователя не было, поэтому ночевал он в лабораторном здании, на лестничной площадке перед чердаком. Днем выполнял обязательную работу, а вечерами экспериментировал с кристаллическими детекторами. Хрупкие и капризные устройства открытой конструкции, в которых нужно было при помощи металлической иглы вручную искать на кристалле «активные точки», давали безграничные возможности для творчества — нужно было только менять материал иглы

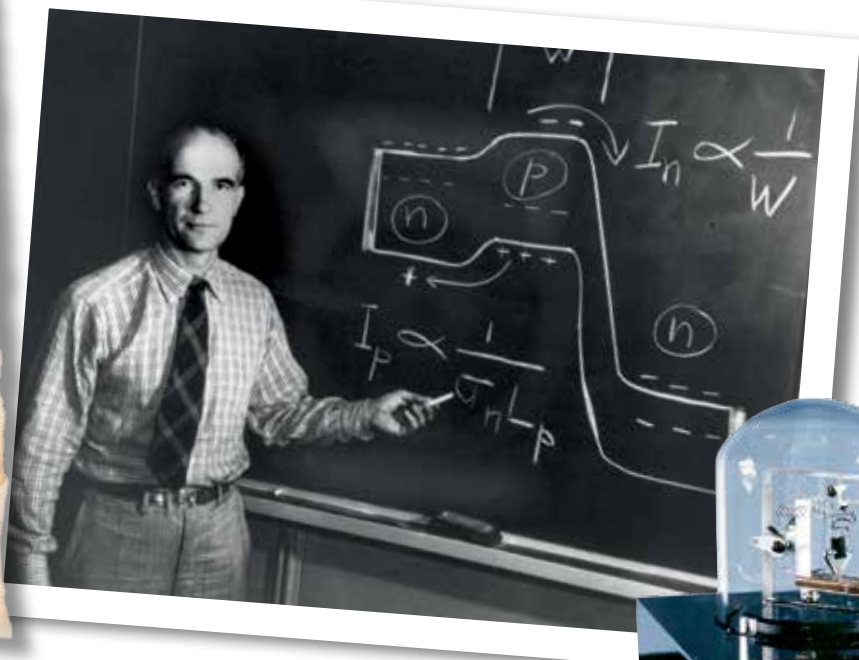
и кристаллы. Для Лосева, любившего трудиться в одиночку, такая работа была в радость.

19-ЛЕТНИЙ ПРОФЕССОР

К главному открытию своей жизни Олег Лосев пришел из-за недостатка знаний. В экспериментах он руководствовался ошибочным посылом, что

некоторые контакты между металлом и кристаллом не подчиняются закону Ома, а в колебательном контуре, подключенном к такому контакту, могут возникнуть незатухающие колебания. В то время уже было известно, что для самовозбуждения необходима не только нелинейность вольтамперной характеристики, но





и падающий участок на ней. Однако Лосев этого не знал и в январе 1922 года смог обнаружить в детекторе из цинкита активные свойства, то есть способность кристалла в определенных условиях усиливать и генерировать электрические колебания. Он построил радиоприемник с генерирующим диодом — «кристадином», который принес молодому изобретателю всемирную известность. Зарубежные научные журналы называли кристадин Лосева «сенсационным изобретением», а самого девятнадцатилетнего ученого — «профессором».

Впрочем, научного объяснения физическим явлениям, которые открыл Лосев, дать никто так и не смог. Сам он отвлекся на другие научные темы, а вернуться к кристаллическим детекторам уже не успел — умер в блокадном Ленинграде в 1942 году. Тем не менее кристадин Лосева подготовил открытие транзисторного эффекта американскими учеными Шокли, Бардиным и Браттейном.

ПРОСТИТЕЛЬНАЯ ОШИБКА

Детальным изучением полупроводников мир начал заниматься после Второй мировой войны, когда стало понятно, что громоздким и недолговечным электровакуумным лампам необходимо искать замену. Работами в этом направлении занялась команда специалистов американской на-

учно-исследовательской фирмы Bell Telephone Laboratories под руководством физика-теоретика Уильяма Шокли. В нее вошли 7 человек, включая бывшего однокашника Шокли, теоретика Джона Бардина и экспериментатора Уолтера Браттейна.

Уильям Шокли поставил перед коллегами задачу, над которой сам работал еще до войны: повысить проводимость полупроводников с помощью внешнего электрического поля. Идея не сработала, но упорный Бардин считал, что металлические пластины, с помощью которых ученые воздействовали на образец, необходимо было заменить на заостренные электроды. Но и это результата не принесло. Над решением задачи исследователи работали по 24 часа в сутки, буквально валясь с ног от усталости. В итоге после очередной бессонной ночи Браттейн совершил непростительную для профессионала ошибку, присоединив электрод мимо цели... Тут-то он с удивлением и обнаружил резкое усиление входного сигнала: полупроводник заработал!

ТЕОРИЮ — ЗА НЕДЕЛЮ

К исследованиям с удвоенной энергией подключился Бардин. Он предложил Браттейну заменить кристалл кремния на кристалл

германия, обладающий большим сопротивлением. Уже в декабре 1947 года друзья-физики представили остальным участникам группы свой прибор, названный позже точечным транзистором. Это был очень неприметный германиевый брусок с торчащими из него усиками-электродами. Коллеги впечатлились, но не поняли, как он работает — выдвинутую Бардиным гипотезу об инжекции (испускании) зарядов одним электродом и их собирании другим собравшиеся выслушали в абсолютном молчании.

Для объяснения эффекта нужна была четко сформулированная теория. И ее буквально за неделю с нуля разработал Шокли, попутно придумав еще один тип транзистора — плоскостной. Упорство, достойное восхищения, привело троицу Шокли, Бардин, Браттейн к Нобелевской премии по физике в 1956 году. Главную научную награду они получили «За исследования полупроводников и открытие транзисторного эффекта».

8 ТРИЛЛИОНОВ В СЕКУНДУ

Первыми преимущества транзисторов оценили радиолюбители, поскольку небольшие элементы позволяли сделать устройства переносными. После изобретения микросхемы отпала необходимость соединять компоненты электрической схемы вручную, а транзисторы стали постепенно уменьшаться в размерах. В 1968 году основатель корпорации Intel Гордон Мур сформулировал прогноз, согласно которому число транзисторов в микросхеме должно было удваиваться каждые полтора-два года, что, в свою очередь, обеспечивало бы повышение вычислительной мощности и снижение конечной стоимости продукта при его массовом производстве. По оценке Intel, количество произведенных за 2014 год транзисторов в секунду в 25 раз превосходит количество звезд в нашей галактике и составляет 8 трлн штук. ■



ЛИРИКИ VS ОТНИМУТ ЛИ ГУМАНИТАРИИ

Миллиардер Марк Кьюбан лишил технарей надежд на светлое будущее, предположив, что так называемая автоматизация автоматизации уже в ближайшее десятилетие лишит работы многих инженеров и программистов. При этом на гуманитариев, работу которых сложно «оцифровать», спрос будет только повышаться.

□ Технологический предприниматель Вивек Вадхва опирается на собственные исследования: только 37% технологических компаний созданы людьми с инженерным или IT-образованием. Мотивация, драйв и умение признавать ошибки, по его мнению, — главные качества для успеха в любом виде бизнеса, образование не так важно. «Гуманитарные факультеты выпускают лучших менеджеров продуктов, менеджеров проектов и наиболее дальновидных технологических визионеров», — утверждает он. Стив Джобс считал одной из причин успеха своей компании симбиоз работы технарей, отвечавших за «начинку» продукта, и дизайнеров, художников, делавших этот продукт приятным в использовании. Что думают наши коллеги?



АНДРЕЙ АФАНАСЬЕВ

СТАРШИЙ НАУЧНЫЙ СОТРУДНИК
ЛАБОРАТОРИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО
АНАЛИЗА ГЕНОМА МФТИ, ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
ДИРЕКТОР КОМПАНИИ «IBINOM INC.»

Гуманитарии снова займут важное место, когда перестанут так быстро, как сейчас, прогрессировать технологии. Пока края этому не видно. Хотя, возможно, стагнация в биотехе когда-то наступит. Как перестало серьезно развиваться автомобилестроение.

✍ Олег Фоя



ФИЗИКИ: РАБОТУ У ТЕХНАРЕЙ?

Современные машины и те, которые были произведены 20 лет назад, не очень-то отличаются. Про самолеты я вообще молчу, летают даже на лайнерах, построенных 40 и более лет назад.

Касательно вещей, сопутствующих бизнесу. Возьмем ведение переговоров. Пока я вижу, что прожженные технари, директора инвестиционных фондов, в переговорах успешнее. Психология и нейрофизиология становятся все более «техническими» науками с большой предиктивной силой. Мы знаем, как наш мозг дает сбои, «зависает», но если действовать по алгоритмам, избегать таких-то фраз, можно многое выжать из переговоров. А действовать по алгоритмам — прерогатива технарей. С другой стороны, есть важная гуманитарная составляющая любого бизнеса — людям нужно разговаривать про ценности и их согласовывать. Технологические группы разваливаются, когда люди не могут договориться о чем-то. И здесь на помощь приходят гуманитарии, которые сильнее в построении команд.



КОНСТАНТИН ВОРОНЦОВ

ДОКТОР ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК, ПРОФЕССОР РАН, ЗАВЕДУЮЩИЙ ОТДЕЛОМ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА РАН ФИЦ ИУ РАН, ПРОФЕССОР КАФЕДРЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ФУПММФТИ

Вечный спор технарей и гуманитариев напоминает мальчишеский холивар «что круче — бокс или карате». Правильный ответ — все решает уровень личного мастерства.

У каждого человека есть природные склонности и способности, и каждый имеет право выбирать себе дело по душе. Прирожденного математика столь же трудно заставить заниматься живописью, как природного художника — математикой (за редкими исключениями разносторонне одаренных личностей). Ситуация во многом симметрична. Одинаково сложно стать хорошим технарем и хорошим гуманитарием. Но такова уж традиция — и те, и другие посматривают друг на друга свысока и упрекают в узости мышления.

Мир меняется. В последующие десятилетия автоматизация и искусственный интеллект будут лишать работы как тех, так и других: инженеров, программистов, менеджеров, юристов. Будут изменяться профессии и появляться новые. Создание систем искусственного интеллекта — это новый уровень программирования. Создание систем гибридного интеллекта — это новый уровень социологии. Всегда будут востребованы технари, способные совершенствовать технологии, и гуманитарии, способные выявлять потребности общества и формировать культуру.

Тем и другим придется доучиваться и преодолевать узость мышления. Разработчик должен знать бизнес-процессы, маркетинг, психологию пользователей. Математик должен понимать всю цепочку создания ценности от математической модели до конечного продукта, радующего людей. Менеджер должен знать процессы разработки, возможности и ограничения технологий. Огромное количество времени затрачивается в компаниях на поиски взаимопонимания и преодоление предубеждений, связанных с различиями в образовании, стилях мышления, системах ценностей. Преодолению междисциплинарных и коммуникативных барьеров как раз и должны учить в университетах на примерах реальной проектной деятельности. Разделение труда — это хорошо, но сейчас, по всей видимости, настала пора его пересматривать в сторону стирания антагонизма между техническим и гуманитарным. Все более востребованными становятся системное мышление, креативность и всесторонняя образованность. Технические и гуманитарные знания будут все больше проникать друг в друга и все чаще применяться совместно. Как всегда, круто много знать и быть мастером своего дела. ■

Дарья Степаненко

КИНГ-КОНГ

ЗАТЕРЯННЫЙ ОСТРОВ

В кино:

Несмотря на то, что человечество уже покоряет космос, на Земле все еще остались неизведанные места. Одно из них — остров в южной части Тихого океана с уникальным растительным и животным миром.

В течение миллионов лет остров был лишен какой-либо связи с континентами, и эволюция на нем шла независимо от остального мира, а его обитатели приобретали все больше различий с другими животными планеты. Остров Черепа не затронули катаклизмы конца мелового периода, и на нем сохранились рептилии и другие животные мезозойской эры.

В жизни:

Остров Черепа мог бы быть реальностью. Существование островов с животными, кардинально отличающимися от привычных нам, возможно. Никогда не угадаешь, какой сценарий развития природе будет наиболее выгоден, где найдется тот самый минимум потенциальной энергии.

Во всем виноват естественный отбор. Когда животные или растения попадают в неблагоприятную среду (голод, опасность) то немногие выживают. Счастливчики те, кто сумел лучше других приспособиться к условиям. Неблагоприятная среда — главная движущая сила эволюции.

Когда некая часть суши оказывается изолированной от других, жизнь там начинает идти по своему собственному сценарию. Это доказывает наличие эндемиков в разных частях света. Ну а самым ярким примером такой самостоятельной эволюции может являться Австралия. Этот материк населен невероятным количеством уникальных видов, такими, например, как кенгуру, утконосы или ехидны.

К сожалению или к счастью, человеческое любопытство привело к тому, что неизведанных мест на планете не осталось.

ПРОДОЛЖЕНИЕ РОДА КОНГА

В кино:

Самые гуманные представители экспедиции на протяжении фильма пытаются спасти бедного Кинг-Конга от полковника Паккарда. Так они хотят обеспечить сохранность уникального подвида.

В жизни:

Т. к. естественным путем Конг размножаться не может (самок в фильме замечено не было), то для сохранения вида героям нужно было не охранять его от полковника Паккарда, а пускать в дело генетическую инженерию. Единственный способ продлить жизнь этому виду — клонирование. Такие прецеденты в истории науки существуют. Ученые из Гарварда обещают, что через два года благодаря системе CRISPR/Cas вырастят мамонта из эмбриона слона.

Но в случае с клонированием Кинг-Конга возникает вопрос о суррогатной матери. Размеры того же мамонта сопоставимы с размерами слона. А кому подсаживать ребенка Конга, не очень понятно. На данном этапе мы бы не могли помочь. И вид в любом случае вымер бы.

Надежд на то, что Конг бессмертен, тоже мало. Средняя продолжительность жизни обычных горилл составляет порядка 40 лет. Чемпионом среди млекопитающих является гренландский кит, чей возраст может превышать 200 лет.

В этом году на киноэкраны вышла очередная вариация на тему огромной обезьяны, живущей на затерянном острове. Как говорится, даешь каждому поколению своего Кинг-Конга! По традиции, оставив за скобками художественные достоинства картины, остановимся на научной составляющей всем известной сказки. Фильм посмотрел заведующий лабораторией геномной инженерии МФТИ Павел Волчков.

МЕРТВ

РАЗМЕРЫ ИМЕЮТ ЗНАЧЕНИЕ

В жизни:

Перемещать в пространстве тело размером в сотню тонн — это невероятная нагрузка, прежде всего, на позвоночник. Динозаврам мезозойской эры справляться с собственным весом помогли особая конструкция ног, маленькая голова, небольшой вес костей и, как показали недавние исследования, особое строение позвонков. Но даже будь все это у Кинг-Конга, давление на колени в моменты приземления после прыжков должно было стать, как минимум, причиной многочисленных переломов.

Еще одна проблема: для обеспечения транспорта крови к голове, на высоту 30 метров, Конгу требовалось бы сердце невероятных размеров. Какой мощности должно быть «мотор», чтобы качать жидкость на высоту 10-этажного дома? Согласно наиболее распространенной версии, динозавры никогда не поднимали голову выше уровня хвоста, а лишь двигали ею в горизонтальной плоскости вперед и назад. Конг явно был более активен.

Но даже если попытаться представить сердце весом где-то под тонну, возникает другая проблема. При переходе из положения «лежа» в положения «сидя» и «стоя» Конг испытывал бы невероятную нагрузку на мозг и сразу бы терял сознание, а при переходе из вертикального в горизонтальное положение предельное рабочее давление в его организме приводило бы к разрыву кровеносных сосудов.

В кино:

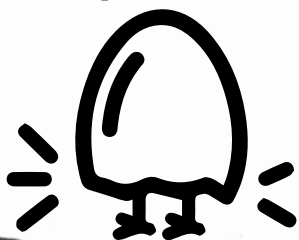
На изолированном острове обитают животные невероятных размеров: гигантские буйволы, исполинские пауки, черепозавры, другие фантастические твари-гиганты и, конечно, тридцатиметровый Кинг-Конг. В фильме 2017 года режиссеры поставили 30-метровую гориллу на две ноги (в фильме 2005 года у нее были четыре опорные лапы). При этом Кинг-Конг ведет очень активный образ жизни.

БЫЛО ДЕЛО

Невыдуманные истории из жизни физтехов, легенды института и рассказы, которым невозможно не поверить.

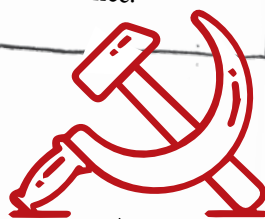
КУРИЦА ИЛИ ЯЙЦО

Раньше на устном госэкзамене по физике существовал так называемый «реферат» или «вопрос по выбору». Нужно было сделать небольшую самостоятельную экспериментальную или теоретическую работу. Однажды студент подготовил реферат на тему «Изменение плотности жидкости под действием постоянного магнитного поля» и показал опыт (а комиссия любит опыты): куриное яйцо погружается в жидкость. Подносится магнит — яйцо всплывает. Магнит убирают — тонет. Дальше студент подходит к доске и покрывает ее километрами формул, обосновывающих увиденное. Комиссия довольна. Впоследствии он признался одногруппникам: «Самое сложное было — насыпать железные опилки в целое на вид яйцо.» По традиции, успешно сдавшие этот экзамен водружали свои плакаты на специальный участок институтской ограды, где они потом красовались недели две — никто их не смел трогать.



Кислотный дождь

Довольно популярным развлечением среди физтехов на первое апреля была и покраска луж. Каждый год в этот день они расцветали яркими, даже радиоактивными цветами, создавая весеннее настроение и подливая масла в огонь слухов, циркулирующих среди местных жителей, об опасных ядерных экспериментах в наших лабораториях. Кроме того, это занятие являлось запасным планом для тех, кто не смог придумать розыгрыш пооригинальнее.



Коси и забивай

Коси и забивай — неофициальный слоган Физтеха, который появился на стене восьмого общежития. Случилось это в 1997 году, в те времена, когда на южной стороне здания красовались видимые издали серп и молот. Первого апреля участники спелеоклуба МФТИ «Барьер» нанесли надпись на стену здания белой краской. В таком виде она просуществовала почти 20 лет, пока не была скрыта под облицовкой здания.

Следующая «Новодачная»

У физтехов есть своя версия появления названия станции «Марк». Каждый день в институт на электричке ездил профессор и заведующий кафедрой теоретической механики Марк Аронович Айзерман, и после того, как он несколько раз проспал свою остановку, машинисты стали будить его фразой «Марк, следующая Новодачная!» Так имя стало нарицательным. Впрочем, по официальной версии, такое название у станции появилось задолго до основания МФТИ, в 1900 году, в честь немецкого механика Гуго Марка.

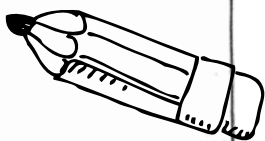


РЕЛЬСЫ УКРАЛИ

Много лет подряд в ночь на первое апреля на железнодорожных путях перед подъехавшей к станции «Новодачная» электричкой появлялись молодые люди, которые начинали изображать бурную деятельность. Оторвать их от того, чем они занимались, не могли ни гудки, ни ругань машинистов. А когда нарушители спокойствия, наконец, удалялись, вагоновожатые хватались за голову — впереди не было рельсов. И только через долгое время работники железной дороги привыкли к тому, что физтехи так шутят. Рельсы, конечно, никто не разбирает. Их просто красили черной краской.

КРОССВОРД

Как-то раз в газете «За науку» было размещено объявление, что первый человек, решивший кроссворд, помещенный в газете, получит два билета на традвечер — традиционный вечер, посвященный годовщине создания Физтеха. Попасть на концерт было очень трудно, а для первокурсников — практически невозможно. Еще сложнее было отгадать этот кроссворд. «Приспособление для выращивания молодежи» оказалось партой, «съедобный эллипсоид» — огурцом. Кроссворд в итоге был разгадан, а вот билеты на традвечер в распоряжение редакции так и не поступили.



ЛАНДАФШИЦ НАИЗУСТЬ

Нет такого физтеха, который бы не учился по «ландафшицу». Как-то раз пришел на экзамен к Ландау студент и говорит: «Выучил все тома наизусть, но, ей-богу, ничего не понимаю». Ландау попросил процитировать, что написано на первой попавшейся странице, и поставил студенту «хор». И нельзя сказать, что незаслуженно.



Кому сдавать?

Однажды на экзамене легендарный Игорь Борачинский, несмотря на свою близорукость, увидел, что студент списывает. Он подбежал и говорит:

— Вы списываете. Берите другой билет, будете отвечать мне.

Делать было нечего, студент взял другой билет и снова достал книгу. Это увидел не менее легендарный Дмитрий Беклемишев.

— Вы списываете. Пойдемте, будете отвечать мне без подготовки.

Молодой человек грустно собрал свои листочки и поплелся за Беклемишевым. Это увидел Борачинский, тут же подбежал:

— Это мой студент.

— Нет, он списывал, он будет отвечать мне.

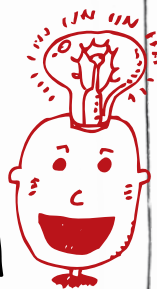
— Я первый увидел, что он списывал.

Студент безучастно слушал их перепалку...

Сговорились на том, что один поставил двойку в ведомости, а другой расписался.



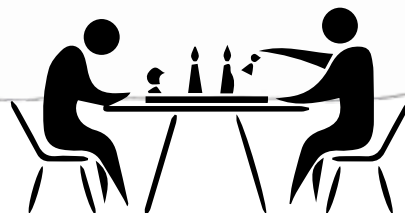
ФИЗТЕХ И ФИЗТЕХИ



Прежде чем стать институтом, Физтех был создан как физико-технический факультет МГУ, однако любимое всеми сокращение появилось не сразу. Николай Карлов, ректор МФТИ с 1987 по 1997 год, вспоминал, что название «Физтех» родилось летом 1952 года. Тогда он со своими однокурсниками, выпускниками физико-технического факультета МГУ, решил отправить благодарственную телеграмму заместителю декана Борису Солоноуцу, подписав ее — студенты ФТФ. Телеграфистка отказалась принять телеграмму, содержащую такую таинственную и по ее меркам недопустимую аббревиатуру. Тогда на месте, у телеграфного окошка, и было найдено слово «Физтех», причем сразу в обоих смыслах: и человек, и учебное заведение.

Интеллектуальный АЗАРТ

Шахматы всегда были любимой игрой большинства студентов и преподавателей Физтеха. Еще бы — именно в этом виде спорта можно проявить одновременно лидерский азарт и интеллектуальную одаренность, присущие физтехам. Одним из самых азартных шахматистов в свое время был Натан Щаранский, будущий министр внутренних дел Израиля. Играли не только студенты, но и преподаватели. Например, на кафедре математики десятиминутные блиц-турниры устраивались даже в перерывах между занятиями. Иногда шахматными матчами заканчивались экзамены и зачеты — если студент не знал ответа, но обыгрывал преподавателя в шахматы, тот вполне мог его «простить».



- ➔ Демонстрация опытов во время Дня открытых дверей
- 🕒 Директор «ХимРар» Андрей Иващенко, заместитель министра образования и науки Российской Федерации Людмила Огородова, министр промышленности и торговли Денис Мантуров и ректор МФТИ Николай Кудрявцев (слева направо) на открытии корпуса «ФизтехБИО»



- 🕒 Традиционный День карьеры для студентов
- 🕒 Герман Греф прочел в МФТИ лекцию о роли современных информационных технологий в банковской сфере, а также о будущем финтех в России
- 🕒 Матч века между командами ФФКЭ и ФАЛТ в Жуковском



- 🕒 Выступление Noize MC на Open Air в рамках Дней физика в МФТИ
- 🕒 Благотворительный забег MIPT Run — 2017



- 🕒 Лекция выпускника МФТИ 1957 года, первого европейского ученого, удостоенного звания Intel Fellow, директора по архитектуре подразделения Software and Solutions Group корпорации Intel Бориса Бабаяна



- 🕒 Тотальный диктант на Физтехе





☞ Встреча выпускников ФРТК спустя 50 лет после выпуска

☞ Джазовый концерт в рамках Фестиваля искусств на Физтехе



☞ Приветствие участников Международных сборов по программированию в МФТИ

☞ Государственный экзамен по физике



☞ Лекция Алексея Венедиктова, главного редактора и ведущего «Эха Москвы»



☞ Открытие футбольной школы «Святогор» на базе спорткомплекса МФТИ



☞ Всероссийская контрольная «Выходи решать!», организованная МФТИ



☞ Первый Заплыв века в МФТИ между командами обучающихся и выпускников



☞ Визит доктора Джейвона Шина, заместителя главы NASA по исследованиям в области аэронавтики





Положи сюда
лист белой бумаги,
прочти инструкцию,
переверни страницу
и действуй!

1



Установи на смартфон приложение CamViz и запусти его.



2



Жми (+)/новая запись — включится камера — наведи ее на QR-код открытки. Как только приложение распознает код — появится красная кнопка начала записи.

3



Установи смартфон неподвижно над открыткой так, чтобы объектив камеры захватил всю зону рисования. Для опоры используй стакан, книгу или другой подручный предмет.

4



Возьми ручку с яркими чернилами или фломастер (не пользуйся бледными карандашами).

5



Жми кнопку записи и начинай рисовать. Пиши только внутри рамки для рисования!

6

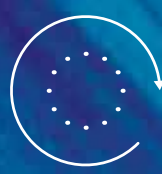


Рисунок завершен? Досчитай до пяти, жми стоп и жди, пока CamViz преобразует твоё творение в мультфильм.

7



Готово? Добавь комментарий и жми Опубликовать — приложение отправит видео в твою социальную сеть.

CAMVIZ
КАЧАЙ
МУЛЬТ
ФИЛЬМ **СОЗДАЙ**

Available now on the
App Store

Available on the
Android Market

и ВЫЛОЖИ



Удиви друзей!

Пусть они увидят как рождается твой
рисунок. Получай призы каждую неделю!

facebook.com/camviz.ru

vk.com/camviz

Есть вопросы?
Сканируй код!

зона съемки - следите, чтобы вся площадь открытки ниже
этой линии была в кадре



camviz
COME WITH LINE

